

## CONFERENCIA PEDRO MIGUEL ETXENIQUE (UPV-EHU, 27 de noviembre de 2012)

[REF. 14263]

---

**MIGUEL ÁNGEL GUTIÉRREZ (PRESENTADOR)** –Buenas tardes, mejor dicho... Bueno, la presentación de Pedro Miguel es una de las actividades gratificantes que lleva ligada el cargo de vicerrector de Investigación. Y es muy difícil ser breve en su presentación, dada la calidad y extensión de su currículum. Pedro Miguel Etxenike nació en Isaba (Navarra), en 1950, a mitad del siglo. Licenciado en Ciencias Físicas de la Universidad de Navarra, Doctor en Física por la Universidad de Cambridge y de la Universidad Autónoma de Barcelona. Es catedrático de la Materia Condensada de la Universidad del País Vasco, presidente de la *Donostia International Fisic Center (IFC)*, y presidente del [...]. Miembro de Honor de la *Sociedad Americana de Física* y de la *Sociedad Americana para el Avance de la Ciencia*. Primer presidente y Presidente de Honor de [...], la *Academia de las Ciencias, de las Artes y de las Letras* del País Vasco.

Ha publicado más de trescientos artículos científicos en revistas de las más prestigiosas de su campo. Ha impartido más de cien conferencias invitadas en universidades de todo el mundo. Y ha dirigido muchas tesis: veintiséis o más, [...].

Pedro Miguel es uno de los impulsores y artífices del *Campus de Excelencia Internacional* de la UPV-EHU, como director del IFC que es, un proyecto que contribuye a la IFC significativamente como un referente internacional, y a la que suma el lema “Excelencia en la investigación, excelencia en la comunicación”.

Ha recibido numerosos galardones: entre otros el Premio [...] de Física, el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica, el Premio Euskadi de Investigación, el Premio Dupont de Ciencia, el Premio Príncipe de Viana de la Cultura, el Premio [...] de Ciencia y Tecnología del Premio Nacional de Investigación Blas Cabrera, el Premio Manel Sifrá i [...] de Comunicación Científica y Técnica... Bueno, como veis, no puedo ser breve... todavía quedan unos cuantos más... Ha recibido también la Gran Cruz de Alfonso X El Sabio, la Medalla de Oro de la Universidad del País Vasco, de la ciudad de Donostia-San Sebastián, de la Real Sociedad

---

• Los corchetes que encierran puntos suspensivos indican que la transcriptor no ha conseguido identificar lo que el hablante dice, sobre todo por hacer referencia a términos técnicos.

Española de Física, y de Gipuzkoa... Y ha sido nombrado recientemente Embajador Honorario Fundacional de Donostia. Vasco Universal. Es además Doctor Honoris Causa por la Universidad de Valladolid (en 2000), y por la Universidad Pública de Navarra (en 2008). Y es Doctor en Science por la Universidad de Cambridge (en 1998). En 2009 es nombrado miembro de la Real Academia de Ciencias, Letras y Bellas Artes de Bélgica. Y desde 2012 preside el jurado de los Premios Príncipe de Asturias de Investigación Científica.

Toda esta lista de premios, menciones y distinciones son un merecido reconocimiento a su trayectoria científica y humana, de la que nos sentimos muy orgullosos en la Universidad del País Vasco. Sin embargo, quiero mencionar algo más importante todavía; algo que no reconocen los jurados, pero sí las personas que trabajan día a día con Pedro: sus estudiantes; los investigadores e investigadoras que tutela; los investigadores e investigadoras con los que colabora; y todos aquellos que institucionalmente, como es mi caso, tratamos con él. Su entusiasmo, su vitalidad, su ingenio, su agilidad mental, su fino sentido del humor, su memoria prodigiosa, que saca de la cita exacta, y la anécdota oportuna en el momento preciso. Todo esto, y sobre todo, una generosidad sin límites hacia quien se acerca a él, que hace crecer a los demás casi sin esfuerzo. El futuro de la gente que trabaja con él es también su futuro. Personalmente, le tengo que agradecer sus consejos durante los ocho años que he estado como vicerrector, y especialmente por lo mucho que he aprendido escuchando sus reflexiones sobre una amplia variedad de temas en las reuniones del Patronato del *Donosti International Fisic Center*. Creo que si alguien de nuestro entorno puede dar unos valiosos consejos a un joven científico (y menos joven), ese es sin duda Pedro Miguel Etxenike.

Tiene la palabra. Muchas gracias.

**PEDRO MIGUEL ETXENIKE** –Eskerrik asko, Miguel Ángel. Claro, lo primero que hay que decir después de esta hermosa y generosa presentación... lo que un amigo mío, inglés, me dijo una vez, cuando le presenté casi con el mismo cariño que Miguel Ángel me ha presentado a mí... que esta es una presentación que a mi padre le hubiese gustado. Mi madre incluso se la hubiese creído. Y yo agradezco, porque viene del afecto, aunque sea hiperbólica.

Antes de empezar, me decía el gerente de la Universidad que hace años me escuchó una charla, y como iba a ser larga, hice una advertencia... pues como esta va a ser doblemente larga, voy a hacer la misma advertencia que hice entonces... y es que es muy difícil que una audiencia

como la vuestra, inteligente, bien formada, pero a la vez emocionalmente bien dotada, con las hormonas bien puestas... mantenga la atención durante dos horas. De hecho, no pueda mantenerla durante más de quince minutos. Independientemente de lo brillante que sea el orador. Estos son estudios que ha publicado la Universidad de Harvard. Ahora bien, la semana pasada, la Universidad de Cambridge... el verdadero Cambridge, el inglés... publicaba un estudio conjunto con Harvard, en el que indicaba que estas audiencias como la vuestra, inteligentes y emocionalmente bien estructuradas, a partir de los quince minutos se concentra en salvajes fantasías de todo tipo, incluso en las que vosotros estáis pensando. Así pues, no os voy a pedir perdón por el largo rato de placer que os va a proporcionar esta charla.

Es para mi también un orgullo pertenecer a la Universidad, y me halaga que la Universidad se sienta orgullosa de mi pertenencia. Lo agradezco de corazón. Y además, especialmente, ya que soy parte entusiasta de este proyecto de Campus de Excelencia. Por eso, cuando Igor Campillo, que ha sido mi maestro en tantas cosas... porque yo fui su director de tesis... me pidió que diese una charla a los jóvenes científicos, pues tenía mis dudas, porque este mes ha sido un mes diabólico para mí. He tenido que dar catorce discursos. ¡Catorce! Entre la Ley del Euskera, la Formación Profesional, la “sublime utilidad de la ciencia inútil”, y un montón... Pero me parece que es un deber que asumo con agrado. Porque la característica esencial, en mi opinión, de una universidad de excelencia, en la que yo tuve la oportunidad de estudiar y luego de ser profesor, y muchas otras que he vivido, es cuidar a los jóvenes, cuidar a las personas y cuidar su formación. Y este es el mensaje de esta charla: que los jóvenes no son, ni deben ser mano de obra barata para los investigadores... y que deben considerarse “ciudadanos” de la universidad y de su investigación. Y cuidar a los jóvenes y a su desarrollo intelectual científico y personal es la marca de las instituciones de excelencia. Y este es el mensaje que de una forma u otra yo intentaré transmitir.

El título de la charla tiene su origen en una petición, hace ya muchos años, de la Comisión Europea, a los trescientos Marie Curie que en aquel momento visitaban, en un congreso, San Sebastián. Y es verdad que este título está copiado, como sabéis, de un clásico como es Ramón y Cajal. Esto es el título: *Consejos a un Joven Científico*. Y también es el título del ensayo de un gran inmunologista, Peter [...], Premio Nobel y presidente de la *Royal Society*, que tiene un ensayo de tres páginas, bellissimo, sobre el tema. Naturalmente, atreverse a dar consejos a los jóvenes científicos es peligroso, y solo por la insistencia de Igor he accedido a dar esta charla,

porque me acordaba de lo que me dijo... Antes de eso quiero decir que... se me había olvidado... que cuando alguien ha visto el título de esta charla, me ha echado un chorro por Internet, diciendo que podría haber sido “a una joven científica”... bueno, pues yo pido disculpas por esto... Podemos titularla “Consejos a una joven científica”... o podemos hacerlo en euskera, y así no tenemos el problema del género... o el título original en inglés... Pero, bueno, es una charla para todos y todas... como decía Zapatero... o Ibarretxe, para que nadie vea una connotación política en esta charla. Pero atreverse a dar una charla... una... me dijo Sydney Brenner, que no es manco, es Premio Nobel de Biología, y es uno de los padres de la biología molecular... que dar consejos a los jóvenes científicos es, seguramente, el mejor camino para un... obviamente, ha tenido el... el único fallo de la presentación ha sido señalar mi fecha de nacimiento... Pero, bueno... “Es la forma más clara que un científico *senyor* tiene de pasar a la oscuridad más pomposa”. Eso dice Sydney Brenner. Para, acto seguido, en un milieguno, entrar él mismo a dar un consejo... y que es un consejo irrelevante, porque, claro... su consejo fundamental es que seáis, cada uno de vosotros, de los veinte mejores del mundo en su campo, y si puede ser, entre los dos mejores. Claro, con este consejo, ya cerramos la charla y seguimos para delante, ¿no? Esto es una *boutade* que uno no puede permitirse, a no ser que sea Premio Nobel. Ni siquiera un Premio Príncipe de Asturias puede permitírselo. Pero yo creo que la ciencia en nuestros días... por supuesto que tiene muchas cosas en común con Cajal. Muchas de las charlas de Cajal, o de las cualidades que Cajal enseña en su ensayo, siguen siendo válidas. Y él habla de “independencia de criterio”, “curiosidad intelectual”, “perseverancia en el pasado”... “patriotismo”... imagínense que esto lo dijera un vasco... sería... pero Cajal... yo creo que es un buen consejo. Hace falta ser patriotas, porque el mejor patriotismo es querer lo mejor para su país, ¿no? Y amor a la gloria, que no está mal... Estas cualidades de Cajal siguen siendo válidas. Por supuesto que los consejos de Cajal y [...] son hoy día útiles, pero en muchos casos son ya absolutamente arcaicos y remotos. Porque la ciencia hoy no es lo que era en tiempos de Cajal y en tiempos de [...]. Hoy la ciencia es parte de la política científica, económica, industrial de los países, y las cualidades que requiere son diferentes. Hoy el investigador se profesionaliza, y el trabajo de hoy de un investigador no tiene nada que ver con las cualidades que tenía aquel empleado de una fábrica de patentes en Berna, que cambió el mundo con sus preguntas. Las habilidades que hoy se requieren para progresar en investigación son diferentes. Fundamentalmente una que

antes no era necesaria, que es interactuar con otros. Y esto es muy importante.

Entonces, ¿por qué accedí dar la charla a la Comisión Europea, o ahora? Pues por una razón fundamental. Yo siempre veo con tristeza cómo gente de mucho talento, muchas veces jóvenes maravillosos... *the wonder kids of the family*... se estrellan en su desarrollo científico, y sufren fundamentalmente porque la educación científica de hoy en día no enseña a cómo sobrevivir. Y el mensaje de esta charla es que las habilidades para la supervivencia pueden ser diferentes dependiendo del momento y del campo, pero pueden ser enseñadas. Algunos de mis colegas no comparten esta opinión. Ellos creen que la única forma de aprender es cometer los mismos errores que hemos cometido los anteriores, y sufrir. *The survivals of the...* La supervivencia de los más dotados. Pero yo creo, con Peter [...], que ha escrito un libro precioso, que es mejor aprender de las malas experiencias de los otros, que cometerlas todas. Entonces, este es un libro que os recomiendo... es un libro que se titula *A Ph.D is no enough*. Esto, junto con los libros de Cajal y de [...], me han sido muy útiles al preparar esta charla. Para otras cosas que vienen aquí, también he aprendido mucho de un libro espléndido, que es el libro de Wilson: [...]. Y también de otro libro maravilloso que es *La apología de un matemático*, de [...]. Y también *Miscelany*, de Litlewood.

Por supuesto, la responsabilidad de mis consejos es solo mía. Yo no vengo en plan *pope* a recomendar... muchas cosas serán útiles, muchas cosas no serán útiles... En todos mis consejos.... que se da como un diálogo amistoso... esto no es una charla de exhibición para demostrar lo brillante que puedo ser a veces... o no... según... sino una charla entre colegas... que pararemos a mitad de la charla... la primera parte será más conceptual, la segunda serán consejos concretos... Pero en todos mis consejos hay una dualidad. Si se siguen demasiado, malo. Si no se siguen, también malo. Es un equilibrio... Porque de lo sublime a lo ridículo hay una línea muy difusa. Por ejemplo, un genio es alguien que cree que lo que él piensa, por lo que él lucha, es verdad para todos... Faraday lo decía así. Y un estúpido, exactamente lo mismo. Entonces, en estos consejos hay una especie de dualidad que yo creo que debéis tomarlos con cautela. Y tampoco pensar que todo lo que yo diga puede ser útil a todos en todo. Y tampoco pensar que si se siguen mis consejos se triunfará. Porque, obviamente, el mejor consejo es excelente, y, naturalmente, aun siguiendo todos mis consejos, existe una lata probabilidad de que no seáis exitosos. Porque en ciencia hace falta también una cierta suerte. Una cierta suerte que hay que buscarla. Y esa suerte se puede tener o no tener. La ciencia... la política es

el arte de lo posible, decía Bismarck, lo hemos visto.... La ciencia es el arte de lo resoluble. Porque esto es parecido a la política en algún sentido. Muchas veces, lo más importante en ciencia es hacerse la pregunta adecuada, pero en el momento adecuado. Si Einstein se hubiera preguntado, con todo su talento, cuál es el mecanismo de transmisión de la información genética... Es la pregunta adecuada en el momento inadecuado. Y se hubiese estrellado. Eso es muy importante. Incidentalmente, ya que estamos en la Escuela de Ingeniería... la ingeniería es el arte de lo realizable, dentro de los límites de tiempo y cosa. No es mala definición, creo yo.

La ciencia, realmente, es una especie de “cuerda peligrosa” entre dos territorios: la creatividad y el sentido común. La imparcialidad y el experto. Los expertos son peligrosísimos para el avance de la ciencia, pero sin expertos no hay avance de la ciencia. Cuestionarse cosas constantemente, pero a la vez creer con fe en muchas cosas... porque no podemos comprobar todo. No podemos comprobar todo. Hoy, alguien que investigue en biología molecular, o en medicina, no se puede empezar a cuestionar si la estructura del ADN... porque entonces, para cuando... se le pasa la vida cuestionando lo anterior. Es defender el “territorio conquistado” frente a ataques a la “racionalidad”, con “irracionalidad”, como está ocurriendo... pero a la vez, ser capaz de abandonar el campo establecido... o defender el *establishment*, o aportar mentes frescas... Una combinación entre pasión y ambición. En definitiva, la ciencia, el desarrollo científico, es un “puente peligroso” entre el hoy y el mañana. Esto es... Y por eso... primera reflexión para ustedes... no se preocupen mucho si se sienten no muy inteligentes, no muy rápidos... porque los entendimientos rápidos son ciertamente los más brillantes y sugestivos, y pueden ser insustituibles, en una conversación, en una oratoria, en una conferencia, o en periodismo... en toda obra en que el tiempo sea un factor decisivo... porque en las empresas científicas, muchas veces los lentos resultan tan o más útiles que los rápidos... porque al científico, como al artista, no se le juzga por la viveza del producir, sino por la excelencia de la producción. Entonces, ser brillante es una cosa muy agradable, para el que lo es, pero no tiene mucho que ver con la posibilidad de una contribución profunda y seria de un científico.

Hecha esta introducción, empiezo con los dos consejos primeros, conceptuales, y luego daré uno práctico, nos tomamos un café, y espero que todos sigan aquí para la siguiente parte.

El primer punto que quiero decirles es que no existe el científico. Hay científicos. Todos diferentes. Si leen otro libro, que es muy bonito, y

muy importante, como es *La doble hélice*, de Watson, verán los difíciles y diferentes caracteres que contribuyen al descubrimiento de la estructura de doble hélice del ADN. Desde un [...], hasta Watson, hasta [...]. Rosalyn Franklin, etc. Y hay muchos motivos por los cuales uno puede querer hacer ciencia. Y ustedes sabrán cuáles han elegido... o vosotros sabréis. Pero hay algunas cosas que comparten, yo creo, todos los científicos que es... yo diría en primer lugar que es la curiosidad intelectual... el deseo de entender... si de eso... de conocer la verdad, y también de intentar... de creer que existe una verdad. No se puede hacer ciencia pensando que todo es relativo y que todo son construcciones sociales... algunas de esas cosas sorprendentes que se oyen por ahí, ¿no? De eso hablaremos luego. Deseo de conocer la verdad. Creer que existe, y tener el optimismo de pensar que trabajando podemos llegar a entenderlo. Eso exige una fe. La fe de que el mundo es cognoscible... que todos la tenemos... Es verdad que los éxitos del pasado justifican la esperanza en el futuro, pero es realmente maravilloso que el mundo sea comprensible. No hay nada natural en el hecho de que haya leyes naturales. Y mucho menos que sean reductibles a algoritmos matemáticos.

En segundo lugar, es el orgullo profesional. Todo científico tiene que tenerlo. Cada uno en su campo, en su nivel, etc. Hay que hacer las cosas bien. El mismo orgullo de un artesano que hace un kaiku para la cuajada, de madera... o una cesta-punta... Hacer las cosas bien. Muy importante.

Y en tercer lugar, es la ambición: deseo de reputación, de posición, de poder y de dinero. ¿Por qué no? No hay que avergonzarse. Por eso, a mí, cuando me dice algún científico señor... “es que yo disfruto mucho con mi trabajo, y no me importa que me paguen menos”... me quedo muy asombrado... porque yo creo que Botín, por ejemplo, disfruta bastante con su trabajo, y jamás se le ocurrirá decir que le da igual que le paguen o que no... Pero bueno, eso es... O sea, que nos hacemos daño a nosotros mismos.

Y luego hay un punto importante respecto al científico... Yo me refiero al investigador. Y, por lo tanto, hay una distinción entre el sabio, el *scholar* y el científico. Porque el científico no quiere descubrir para entender, como quiere el sabio, sino que quiere entender para descubrir. Quiere aportar algo nuevo, y adquirir lo más rápidamente posible un conocimiento fundamental que le permita hacer algo, por pequeño que sea, diferente. Es el espíritu del explorador. El explorador americano, que en la frontera hace frío y hay que avanzar... hay que avanzar rápido. Esto lo dice Wilson muy bien en *Consilience*: “Los científicos no quieren descubrir para entender; quieren entender para descubrir”. Y por eso, los

investigadores, como dice Cajal, rendimos tributo a aquel que aporta un librito, por pequeño que sea, a la biblioteca; no aquel que lleva la biblioteca en la cabeza. Mucho menos al que, como uno que ya nos ha abandonado, llevaba el Estado en la cabeza. Pero sois demasiado jóvenes para saber a quién me refiero. En cualquier caso, todo investigador, por modesto que sea, ha descubierto alguna vez, o ha sentido alguna vez lo que debió de sentir, por ejemplo, Rodrigo de Triana, cuando gritó “¡Tierra!”.

Segundo punto. Creatividad. La ciencia, por encima de todo, es creatividad. Incidentalmente, por eso, la ciencia no puede ser aprendida, frente a lo que se diga, como método científico. Otra cosa es que la ciencia tiene [...] científico y unas reglas de funcionamiento básicos que se aprenden ¿cómo? No solo se aprende a hacer ciencia leyendo libros sobre ciencia, sino haciéndola junto a los que lo hacen bien. Por lo tanto, solo hay dos caminos de aprende a hacer ciencia: ir adonde están los mejores, o traer a los mejores aquí. Y si se puede, los dos. Por eso, yo animo a que vayáis a los mejores sitios del mundo, y luego volváis aquí; que no os quedéis allí. Esa sería la mejor política científica. Ahora... ¿qué es creatividad? Es muy difícil saber lo que es creatividad, y sobre esto hay discusiones... Yo voy a decirles algunas frases con las que estoy de acuerdo, y otras con las que no... Por ejemplo, Medawar dice: “La facultad que permite traer a la existencia algo nuevo”. Estoy de acuerdo. “Pero basado en nada”. No estoy de acuerdo. Todos nos apoyamos en cosas anteriores. Todos. “Las espaldas de los gigantes anteriores”, que decía Newton, o André [...]... “todas la olas del mar deben la belleza de su perfil a la retirada de los [...]”. No estoy de acuerdo. No hay que tomarlo literalmente. Lo que sí quiere decir es que algo que no existía, existe. En ese sentido sí. Entonces, Wilson también explica cuál es lo que caracteriza al pensamiento creativo profundo frente a otras creatividades que son más mundanas. Yo creo que esto es muy importante. El deseo de aceptar problemas todavía no muy bien definidos y gradualmente estructurados. Uno no tiene una idea... claro... uno... quizás esto, cosas que no ves, que sí ves, no sé qué... Por eso son muy importante los *superbites* para ayudarnos a que nos formulemos las preguntas adecuadas, y no tanto a contestarlas. Entonces, esto es importante.

Segundo, estar dispuestos a trabajar... y volveré sobre este tema... y a pensar durante mucho tiempo. Cuando a Newton se le pregunta “¿Cómo ha conseguido usted entender la gravitación?”, la respuesta es maravillosa: “Pensando continuamente”.



Y la tercera. Un conocimiento importante en las áreas relevantes relacionadas con el tema. No hay que estar solo en un determinado tema. Esto es una dificultad suprema, ahora... donde el conocimiento va avanzando tan rápido que intentar descubrir algo exige especializarse, y a la vez, la propia especialización te impide aprender otras formas de aprender y dificulta la contribución de algo nuevo. Y luego, en los consejos prácticos, verán la relevancia de esto. Ahora... ad sine qua non, para ser creativo... al nivel que sea... no penséis ahora... no salgáis de aquí diciendo... "¡huy, yo no voy a poder ser creativo...!". Claro, como Newton, probablemente no. Ni vosotros, ni yo, ni... Pero en todo lo que hacéis, todos los días, sin daros cuenta, estáis tomando decisiones creativas, que no deben ser cortadas ni por la presión que os pidan de resultados, ni por el miedo a equivocaros. Eso es lo importante. Pero una intensa curiosidad por el tema. Por eso, la misión más importante de los profesores no es enseñar una cosa u otra, sino despertar el afecto por la materia de forma que os ilusione entenderla. Ahora... si tuviese que sintetizar en cuatro palabras el proceso creativo, yo me quedo con el gran matemático inglés Littlewood, que lo define en estas cuatro cosas: preparación, incubación, iluminación y verificación. La preparación es algo largamente consciente. Uno tiene que estudiar el tema que le preocupa, ir quitándole lo accesorio para entender el punto esencial, etcétera. Y en este aspecto... algo que saldrá a lo largo de la charla... la competencia técnica es muy importante. Y aquí está el gran desafío. ¿Cómo tener una competencia técnica en algo? Sin embargo, hay tanto que saber, que me pasaría toda la vida. Y por eso es esencial entender y destilar lo básico de las disciplinas. Porque en la universidad, en general, se sabe mucho, pero se entiende poco. "Entender" va más allá que "saber". "Entender" significa "apropiarse" de lo que uno sabe, pasarlo por un cedazo personal, de forma que, una vez hecho propio, se transforma, en manos del que lo tiene, o de la que lo tiene, en instrumento de adaptación a los imprevisibles cambios futuros... en definitiva, de creatividad. Y ahí, en ese equilibrio, también los directores y los profesores pueden ayudar. No pueden sustituir, pero pueden ayudar. Porque es muy difícil enseñar nada a nadie. Si se despierta el interés y se le indica la dirección adecuada, uno siempre aprende solo. Y, sin embargo, la competencia técnica es importante en el proceso de preparación. Porque uno pude ver el *Toro* de Picasso, y decir: "Bueno, pues esto no es para tanto, ¿no? ¡Qué `competencia técnica´, para cuatro rayas!". Alguno puede decir... Yo estoy seguro de que la mitad... Yo soy de uno de los pueblos más bonitos del País Vasco... Bueno, esta frase... en el Valle del Roncal, en Navarra... esta frase ya en Pamplona podría producir

una conmoción política... Pero si en mi pueblo viesen esto... “¡Bueno, esto lo hago yo!”. Es la sensación de cada uno, ¿no? Pues la competencia técnica de Picasso es grandísima. Ahí tienen cómo él va destilando, de un número de toros que va pintando, qué es lo que considera esencial para llegar a la visualización final. Y esto es competencia técnica. Muy importante. Y el científico no hará nada realmente bueno si no domina las técnicas en su campo. Sean técnicas teóricas, intelectuales, conceptuales o experimentales. Por ejemplo, a menudo, cambios esenciales, conceptuales... Ya veo que están mirando al toro, o sea que se lo quito a aquellos de allí... Cambios importantes, conceptuales, surgen de avances experimentales. Las mejoras técnicas, el manejo de los láseres que diseña [...], abren el camino a comprobaciones epistemológicas de las consecuencias de la mecánica cuántica. Diversificación e implicaciones a cantidad de aspecto, ¿no? La incubación viene luego. La incubación es algo en el subconsciente. Uno abandona el problema, cuando no lo puede solucionar... Esto puede durar un día, una semana, o... Nos pasa a todos. A mí, cuando estudiaba, me gustaban mucho las matemáticas... y para mí era un desafío solucionar elegantemente las integrales. Me frustraba cuando no podía, y siempre las llevaba en la cabeza. Y de repente, hay un momento, que es la “iluminación”, que es la “emergencia” en lo consciente de lo inconsciente. Y esto es algo que normalmente ocurre cuando la mente está en reposo, está relajada, etc. Yo no me creo lo del sueño de que [...], para descubrir el benceno... pero sí me creo que hay momentos en que uno ve algo por primera vez. Es el paso de algo buscado... a encontrarlo... es el momento del descubrimiento. Y esto es un momento maravilloso, que todo el que ha encontrado una solución nítida a un problema, por pequeño que sea, lo ha experimentado. Veo a Iñigo... seguro que ha tenido problemas con el presupuesto de... o encajar los visitantes de [...]. ¡Pum! Es un momento mágico. El momento del descubrimiento. Qué debió de ser lo que experimentó Watson cuando se dio cuenta de cómo, en la estructura de doble hélice, las bases, al ir una con la otra y la otra con la una, encerraban el mecanismo de réplica... la forma en que una generación transmite las características a la siguiente... por lo tanto, el secreto de la vida. El momento del descubrimiento. Aquí está Watson mirando las bases del ADN... [...] cuenta de cómo al ir una con la otra... no me acuerdo cuál... sabréis vosotros mucho mejor que yo el mecanismo... cómo es igual... me imagino... no me atrevo a meter la pata... Es el momento en que alguien ve algo por primera vez. Esto, el que lo enganche... por eso es tan adictiva la investigación. Por eso es tan intolerable que se desanime a los investigadores exigiéndoles resultados,

o haciendo burocracias... Ahora es el momento que lo ve... y llama a Francis Creek[...]... [...] en el pub *Eagle*, que está en Cambridge... y cuando vayáis a Cambridge... ¿Cuántos habéis estado en Cambridge aquí? Poca gente... Cuando vayáis a Cambridge, ir a tomar una cerveza en el pub *Eagle*, que está al lado del viejo *Cavendish Laboratory*, donde ellos se tomaron la cerveza... y entendieron... es la frase de [...]... que habían encontrado el secreto de la vida. Incidentalmente, este es un pequeño laboratorio, el *Cavendish*... todavía pequeño... ahora mucho más, ¿no?... donde se descubrió el electrón en 1897, y el neutrón en 1932... y otras muchas cosas... Lo cual quiere decir que muchas veces, los sitios pequeños son los que producen la mejor ciencia. Efectivamente, no hay razón para pensar que una gran orquesta va a ser mejor que una pequeña orquesta. Y no hay más que mirar... iba a decir las bandas militares, pero no quiere separarme de mi tema. Entonces, momento del descubrimiento... Aquí pongo un ejemplo de que, por mucho que a veces se quite el crédito... luego volveremos al tema de la ética, en la segunda parte... por mucho que a veces haya falta de ética, y a alguien se le “robe” el honor, el mérito y el crédito por haberlo descubierto, nunca le podrán quitar como dice este investigador, [...], el “momento” del descubrimiento. Pase lo que pase, el momento del descubrimiento es mío.

Bueno... Otros ejemplos de creatividad que me gustaría mencionar, son los siguientes... El sistema periódico. El sistema periódico es uno de los logros de la cultura moderna. Lo encuentra Mendelèyev. ¿Cómo? Intentando ordenar sus ideas para explicárselas en clase a los estudiantes. Este Mendelèyev, entre otras cosas, es el descubridor también de la fórmula de vodka de Moscú que es conocido por los que lo prueban... yo tengo muchos amigos rusos, como el mejor vodka. Lo encuentran pensando en la docencia. Fíjense en este poema de William Blake. Qué bonito, ¿no? Precioso. Es un poema –para el que sepa inglés– precioso. Podría haber cogido a alguien en castellano, pero no tengo el equivalente que os quiero enseñar... que es... los muchos borradores que William Blake hace para esta actividad creativa. Pues el sistema periódico es igual. Fíjense en los borradores, tachones, fechas... Es la misma creatividad. La ciencia y el arte son igualmente creativos. Nunca penséis que el arte es una actividad más creativa. En mi opinión, en muchos casos, menos. Pero eso... no quiero meterme en follones ni en discusiones. [...], por ejemplo... [...] tiene que enseñar geometría, y empieza por un análisis intenso y crítico del Postulado de las Paralelas de Euclides... y eso le lleva a formular una matemática diferente de la euclidiana... que luego [...] va por la otra dirección, y es lo que le sirve a Einstein para la relatividad generalizada.

¿Pero cómo? Surge de la docencia... Por eso hay que... yo no confío en los investigadores que piensan que la docencia les quita tiempo de su investigación. Porque la docencia es importante. El problema es que a veces... suele ser o muy poca o demasiada. Dentro de un orden... O sea, no ocho horas a la semana... Ocho horas a la semana... Un buen profesor tiene que dar, a lo más, tres horas a la semana. Y no quiero crear un problema a los... a las leyes... Porque, claro, si hay que preparar bien las clases... Bueno, no quiero crear un problema, pero esa es mi opinión... Entonces, lo importante es que la investigación no es que sea complementaria a la docencia, o la docencia a la investigación... es que son indistinguibles. Cuando un líder de grupo discute con sus estudiantes, con pasión, en el café, sobre las nuevas ideas, el doctorado, por aquí, tal... ¿qué es lo que está haciendo: docencia o investigación? ¡Las dos! Muchas veces, la necesidad de explicar algo a un estudiante le hace ver a él mismo los problemas con más claridad. Y viceversa. Son indistinguibles. Ni siquiera complementarios. Yo creo... Hoffman me dijo a mí... Premio Nobel de Química, un hombre espléndido... “Yo creo que la enseñanza me ha hecho ser mejor investigador”. Yo esto lo pienso. Ahora bien... Y luego viene la verificación. La verificación... O sea, hemos tenido la incubación, la iluminación, la verificación... Aquí la competencia técnica es decisiva. Sin un entrenamiento férreo en lo fundamental, uno puede pensar que ha tenido usas ideas geniales, y no tiene más que triviales repeticiones, cuando no atrevidas ignorancias. Entonces, sin competencia técnica, imposible. Ahora bien, para ser creativo... no es conocimiento, es comportamiento. Y por decirlo en una palabra... conocimiento, obsesión y riesgo. Porque la creatividad no es tener solo ideas, o tener ideas. Es tener voluntad. Y la voluntad es mucho más decisiva. Son ideas, convicciones, decisiones y acciones. Y esto es lo que se aprende en los grandes grupos. La forma de comportamiento que lleva a que haya escuelas y dinastías. Y no es casualidad que los Nobel surjan... aparte de los medios... de escuelas donde hay Nobel. Porque esto, conocimiento, con el comportamiento, y voluntad, es la clave del éxito. Cajal lo resumía muy bien: “Toda obra grande, tanto en arte como en ciencia, es el resultado de una gran pasión puesta al servicio de una gran idea”.

Esto son los puntos generales y ahora entro en consejos específicos. O sea, que ahí, tomad nota. Los jóvenes... los *sénior* ya pueden desconectar, pero no les vendrá mal... Veo pocos sénior... sobre todo comparado conmigo...

Entonces, primer consejo: elegir un buen sitio. Uno debe ir a un sitio donde le han dicho que se hace un gran trabajo, donde hay pasión por la

investigación. No a un sitio que tiene una beca para darle. Tiene que ir a donde quiere ir. Luego buscará la beca. No ir al sitio donde hay una beca. Porque se puede encontrar con tristezas grandes, como hemos visto, y no voy a ser más específico.

Segundo: elegir un buen [...]. Esta es una de las elecciones claves para el que quiere hacer una tesis doctoral. Esto es muy difícil de hacer. Muy difícil de hacer. ¿Y cuál es el criterio mejor? Preguntar a los que están en el grupo. Y preguntarles en privado, en momentos de relajación, cuando puedan hablar claro. Porque, claro, si uno va a un grupo donde el investigador 1 trabaja sobre el material A, el 2 sobre el material B, el 3 sobre el material C, el 4 sobre el material D, y ninguno de ellos sabe por qué se está investigando todas esas cosas, sino que solo el gran jefe tiene la visión global, eso son peones a la mayor gloria del director. Y eso no es un buen grupo. No es un buen grupo, no... Yo creo... Watson, [...]. que los estudiantes deben de ser libres... y que nunca deben ser considerados, ni ellos considerarse a sí mismos, como asistentes de investigación. Eso es otra cosa... pagado para otra cosa. El estudiante debe ser libre y debe sentirse investigador en su campo... con el orgullo del pequeño investigador, de ser investigador, sin una arrogancia grande, que sería desproporcionado, pero debe sentirse investigador.

Tercero: seleccionar un buen proyecto. Esto sí que es difícilísimo. Difícilísimo. No hay ninguna habilidad técnica mejor que la de ser capaz de seleccionar un buen proyecto. En el mundo real es muy difícil saber qué proyecto es importante... y nunca sabes si además de ser importante, es el momento adecuado para atacarlo, ¿no? Pero acordaos: requiere el mismo esfuerzo atacar un problema importante, relevante, que solucionar problemas difícilísimos, pero irrelevantes. Por ejemplo, yo siempre me admiro de la gente que sabe solucionar el cubo este de Rubik, o no sé qué... Pero ¿y qué? ¿Y qué? Es mucho más difícil que mi trabajo de investigación... Ahora bien, elegir un buen proyecto, requiere habilidades diferentes que resolverlo. Hay gente que es incapaz de elegir un buen proyecto, y sin embargo es capaz de resolverlo. Y aquí el director es clave, si actúa con generosidad y con visión. Y esto es hoy especialmente importante, porque el conocimiento está creciendo exponencialmente. El conocimiento científico y tecnológico se duplica cada dos años. Por eso tenemos una serie inmensa de cuestiones que necesitan ser contestadas. El mayor producto del avance del conocimiento es el avance de la ignorancia. Descubrimos cosas que desconocíamos, pero que antes no sabíamos que desconocíamos. Y con este crecimiento exponencial, la habilidad de elegir un buen proyecto es decisiva. Esto lo dice [...] en la

entrevista del [...] *Network*, en 2007. Ahora bien, no os angusties y volváis a vuestra casa diciendo... “¿habré seleccionado un buen proyecto?”... y no podáis dormir. Seguro que sí. Porque también los viejos proyectos son muy importantes, y siempre un buen trabajo encuentra cosas buenas... y todo intento de solucionar algo puede ser. Y seguro que tienes viejos trabajos... y cualquier tópico es interesante, ¿no? Porque llevará a nuevas cuestiones sobre viejos problemas, etc. O sea, que esto está bien. Ahora, esta capacidad de seleccionar un buen proyecto es igualmente importante para los que va a la industria, o para los que luego van a un *postdoc*, o van a elegir otro sitio. Por ejemplo, si vais a ir a la industria, yo os doy un consejo: seleccionar un sitio donde estéis en el escaparate... donde la gente *top* de la empresa pueda ver vuestro trabajo. No un sitio donde al principio ganéis mucho, pero estéis “apantallados” por vuestro jefe, de forma que los de arriba no os vean nunca, y crean que vuestro trabajo es debido a... que vuestro trabajo ha sido motivado e impulsado por el jefe, cuando puede ser al revés. Pero eso que no os haga volver a casa y pensar... “¿mi jefe será bueno, o no?”. Mi experiencia es que, en general, en la inmensa mayoría de los casos, los directores, los jefes, son espléndidos, y tienen una gran generosidad, y dan más de lo que reciben. Por eso volveré a este punto. Pero a la industria... en un sitio donde estéis en una posición de ser vistos. “Efecto escaparate”, digámoslo así. Y lo mismo a los centros de *postdoc*.

Entonces, otro consejo: aprender a nadar nadando; no leyendo muchos libros sobre natación. Porque la ciencia... me dijo una vez [...]... [...] es del universo estacionario... No sabréis qué es esto, ¿no? ¿Quién sabe aquí la teoría del universo estacionario? ¡Ostras! Eso quiero decir dos cosas: o que yo soy muy viejo, o que vosotros ya tenéis la fe total en la teoría del *Big Bang*, y no habéis explorado otras alternativas. Hace muchos años, hubo una gran discusión en ciencia... que era si el universo era estacionario o si el universo estaba en expansión, y surgía de un *Big Bang*. La teoría más elegante y más bella era la del universo estacionario... que significaba que el universo es como es porque siempre ha sido como es. Pero eso exige... si te pones a pensar un poco... una creación constante de materia... y había una debilidad intelectual... La otra era... el universo se expande, y por lo tanto tuvo un origen en una singularidad que hoy llamamos *Big Bang*, hace 13.700 millones de años. Pues bien, lo que decidió cual es la verdadera es el experimento. Porque la belleza no es el test de una teoría científica. De eso podremos hablar en la discusión que tendremos todo el tiempo que queráis... ya que he venido aquí... y además, a mí me encanta que me pregunten. Eso quiere decir que si la

ciencia es ser capaz, como dice Bondi... ahora digo Bondi... es ser capaz de decir algo sin saberlo todo. Es decir, que vosotros tenéis que aprender a hacer investigación haciendo investigación. No tenéis que estar cuatro años leyendo, sino que la necesidad de adquirir conceptos para seguir una idea, o lo que buscáis, os hará aprender intensamente. Por supuesto que tendréis agujeros y tendréis dificultades y tendréis debilidades que iréis corrigiendo a lo largo de los años. Pero hay que leer y estudiar a la vez que progresáis. Equipaos con el máximo conocimiento posible, pero teniendo claros los objetivos. A veces también el no saber algo puede permitir el saltar a ideas que, si supieseis un poco más, os parecerían estúpidas. Y luego, realmente, lo que era estúpido era la duda sobre la idea, ¿no? Eso quiere decir que vosotros, al aprender en el proceso, siempre aportaréis una visión fresca sobre los problemas, una visión nueva. Y para eso no hay más camino que entrenar como yo os he dicho: entendiendo; no solo aprendiendo; haciendo lo propio. Uno tiene que pagar un precio mediante el trabajo, para hacer tuyas las ideas comunes y las de otros. No es proceso similar al de engordar patos para hacer foie gras, ¿no? El aprender no es llenar un vacío. Insisto... requiere pasar lo existente, con una visión crítica, para convertirlo en propio. Y, realmente, si hay algo en el proceso de aprender que no entendéis, es muy importante pasar tiempo entendiéndolo. No será nunca tiempo perdido. Hasta que no os creáis que esto se pueda demostrar, etcétera. Lo esencial lo tenéis que entender. Y aquí hay especie de dualidad... entre aprender a leer leyendo... aprender a nadar nadando... pero, claro, en el proceso también hay que adquirir un montón de conocimientos. Entonces, cuanto más aprendáis, más instrumentos tendréis para luego trabajar en otros temas. Ahí, la dualidad de lo sublime a lo ridículo, una línea. Pero ya Steven [...] decía: "Nadar o hundirse". Ahora bien, puestos a nadar, no vayáis a nadar en la piscinita de casa... pero tampoco ir al mar abierto... tampoco en el Cantábrico un día de galerna. Un equilibrio entre lo sublime y lo ridículo. Y eso significa que tenéis que tomar riesgos para aportar algo nuevo. Y muchas veces... y no es trivial... la creatividad surge en dos casos: cuando eres muy joven, que no los sabes todo, o cuando cambias de campo. Esto se convierte en algo muy difícil con los procesos actuales de evaluación, en los que todos son indicadores cuantitativos, etc. Cuanto menos desarrollado es un país, más importancia le dan a los índices cuantitativos. Ahora bien, No hay que abandonar los índices cuantitativos, porque también esta es la excusa de los incompetentes que no aportan nada. Entonces, una vez más, la dualidad en esos consejos. Y realmente hay que tomar riesgos. Uno no puede pretender entrar a una tesis doctoral, o a un *postdoc*, y aportar algo

nuevo, o exigiendo la garantía de que, haga lo que haga, algo va a producir. Tenéis que aprender a vivir en una época de incertidumbre. Bill Gates... esto me lo contó Igor... Bill Gates le dijo... bueno, lo leí, o yo creo que me lo contó Igor... Bill Gates le dijo al director del Laboratorio Computación de Cambridge, al que yo conozco... Me parece que se llamaba Newman... un laboratorio financiado por Bill Gates... le dijo: "Si usted acierta en todos sus proyectos, ha fracasado". Tomar riesgos significa fracasar. Hombre, tampoco fracasar siempre... Entonces, ahí está otra vez la dualidad, ¿no? Rabindranath Tagore dice: "El que deja fuera todos los errores, dejará fuera la verdad". Y utilizar los fracasos para luego ser plataforma de nuevas ideas y convicciones es la receta del éxito para un investigador... Esto me lo dijo Rohrer. Frank [...], Premio Nobel [...], que ha estado ahora en San Sebastián una semana con nosotros, tiene una frase que a mí me gusta mucho, y que él mismo no sabía de dónde venía... es de los Jesuitas... El credo Jesuítico es el mejor consejo para la investigación. "En ciencia, habrá que perdía a veces perdón, pero nunca permiso". Eso es lo que [...] atribuye al credo Jesuítico de Loyola, y no sabía [...] que estaba diciendo eso a veinte kilómetros de Loyola. Porque él creía que Loyola era una universidad de los Estados Unidos... lo cual indica que se puede ser un genio en un campo con absoluta ignorancia de cosas elementales de otros... incidentalmente, ¿no?

Aprender a nadar nadando... y además, en este proceso de aprender, intenso... porque lo necesitáis para vuestra investigación... no tengáis miedo de perder el tiempo y de leer cosas que parecen que no son muy relevantes para la investigación... porque a veces, el tema... la elección de un buen tema de investigación no surge por inteligencia, voluntad o preparación, sino que a veces uno va a un sitio, va a un seminario, y de repente se da cuenta de que tiene los instrumentos necesarios para atacar ese problema. Con lo cual, perder el tiempo, que es a veces pasar muchas horas oyendo a otros, es muy recomendable para un investigador. Id a los seminarios. A mí me irrita mucho la tendencia cada vez mayor, debido a los indicadores, de los estudiantes a ir solo a los seminarios de su propia especialización, porque tienen que escribir un *paper*... porque aunque salgan con más *paper*, saldrán con menos conocimiento para producir en el futuro de una forma. Un equilibrio. No puedes estar todo el día... y eso es algo que puede ocurrirle a alguien que vaya a una gran universidad... se queda deslumbrado por las ofertas, y se pasa todo el día maravillado, oyendo cosas geniales, y al final se le acaba el tiempo y él no ha hecho nada. Pero tampoco preocuparse de perder el tiempo. Y estar mucho tiempo intentando solucionar un problema,



aunque no lo solucionéis, no es perder el tiempo. Yo suelo decir que cada trozo de papel que un físico teórico tira a la papelera, no es un fracaso, sino que es un paso más hacia la solución de un problema. Y una de las formas esenciales (que aquí se está perdiendo también) de aprender, son las reuniones informales. Yo tuve el privilegio de hacer el doctorado en el *Cavendish Laboratory* ... obviamente, se me notaba un cierto entusiasmo por el lugar de Cambridge... y los sitios más... las cosas de las que más me acuerdo eran el *coffee time* y el *tea time*. *Coffee* horrible, a las once de la mañana, y té casi horrible... pero se reunían en mesas los grupos con los profesores, con los investigadores... y te podía tocar con otro de otro tema, o con un Premio Nobel del Campus... y se hablaba de una forma informal... todos lanzando ideas... Ahí se aprendía muchísimo. Esas reuniones informales no las veo en los grupos. No las veo en los grupos. Las facultades deberían tener casi obligatorio un *coffee time*. Cuando hicimos NANOGUNE, una de nuestras preocupaciones era crear ámbitos de relación. NANOFUNE lo tiene, pero no todo lo que a mí me gustaría. Un sitio donde los investigadores se hagan su café, discutan y cambien impresiones, cada uno sobre la investigación. Es decir, asistir a reuniones informales. Relajaos leyendo cosas diferentes de vuestro trabajo... y ahora... acabo con esto, antes del café... y no trabajad todo el tiempo. Tomaos mucho tiempo de relax. No todo el tiempo... que los supervisores, o los directores no digan... "Etxenike ha dicho... y yo me voy seis meses". No. Pero no tengáis miedo a relajarnos. Si a mí un estudiante me dice: "Es que yo en cuatro años no me he tomado un día de vacación". Pienso... "¡Ostras! Este está en un mal grupo, con un mal director, o no es muy listo".

Y ahora nos tomamos el café, y seguimos, ¿vale?

[Descanso]

Lo que yo recomiendo a los estudiantes es que lean mucho de historia de la ciencia. Y que lean a los grandes pensadores, en sus opiniones originales, sobre los problemas. Y no filosofía de la ciencia. Ya sé que esto es una opinión tajante... suelo tener unas discusiones tremendas con los de la Facultad de Filosofía... pero existe una tendencia en los jóvenes estudiantes... A partir del primer año, tienen dos o tres discusiones con alguien, y ya quieren hablar de filosofía de la ciencia y discutir sobre el método científico. Hoy mismo, yo recibía un e-mail de una investigadora brillante, vizcaína, que hizo el doctorado conmigo... está en Alemania... y que habían organizado un coloquio en Berlín sobre el

método científico, etcétera. “¿Qué consejo me das?”. El consejo es: “Dedícate a investigar, a producir honradamente lo que puedas, que es clave para tu carrera, y déjate ahora del método científico. Ya tendrás tiempo de discutirlo”. Porque uno puede entrar en enamorarse de la ciencia, del método científico, antes de haber contribuido nada, realmente. Ya sé que es una opinión muy tajante. El mejor antídoto para una filosofía de la ciencia prematura es historia de la ciencia. Y leer a los grandes pensadores en sus contribuciones originales sobre cualquier tema. Porque leyendo historia de la ciencia os podréis dar vosotros mismos cuenta de la importancia grande que tiene lo que estáis haciendo... que sois eslabones en la cadena. Fijaos... hace cien años, hace ciento diez años, en 1905, ¿quién era el presidente de los Estados Unidos? ¿Quién sabe eso? Lo realmente importante es que no importa nada... que para la humanidad es mucho más importante que Einstein se preguntara en Berna, como un oficinista de patentes de segunda clase, cómo se vería el mundo si se viajase en un rayo de luz. O que [...] se preguntaba en la [...] University sobre dónde estaba la esencia y la naturaleza de la radioactividad. Entonces, la historia de la ciencia os hará daros cuenta de que vuestro trabajo es importante, porque sois eslabones en la cadena. La ciencia se apoya en el trabajo de los otros; es una obra colectiva. Y eso es muy importante.

Otro consejo práctico: ambición. Yo creo que es muy bueno que los científicos, los jóvenes, seáis ambiciosos. Y [...] dice que un científico que quiera hacer contribuciones importantes debe de trabajar en problemas importantes. Esto también es difícil... Parece obvio, pero ¿cómo sabe uno qué problema es importante? Lo que debe de trabajar es bien. [...] decía en Bilbao... [...] no... Hoffman decía en la conferencia espléndida que dio en La Alhóndiga de Bilbao... que el universo está en la brizna de una hierba... y que a veces preguntas... Entonces... Pero no es tanto trabajar en problemas importantes... que uno no sabrá nunca si lo es hasta pasado mucho tiempo... sino trabajar duro llevando siempre su trabajo al límite, a lo que él pueda. Ahora, una ambición moderada, también... que no sea infinita, porque demasiada ambición, o ambición irracional... otra vez la dualidad... puede llevar a la frustración, a obnubilar su propio juicio, o a direccionar, o a dirigir sus esfuerzos en la dirección equivocada. Ambición grande, sí. Ambición irracional, no. Uno siempre tiene que tener los grandes problemas en mente, pero también debe combinar con los grandes problemas su capacidad de resolverlos. No os olvidéis nunca... No metáis a la boca más de lo que podéis comer. Equilibrio. Fijaos... Galileo, dirigido por los grandes maestros y sabios de su tiempo... o rodeado... que

se preguntaban de dónde venimos, a dónde vamos, los grandes problemas de la humanidad... Los vascos tienen una tercera pregunta... de dónde venimos, a dónde vamos... y dónde vamos a comer... Pero esto es otra cosa... ¿De dónde venimos? ¿A dónde vamos? Galileo cambió el mundo preguntándose cómo cae una bola por un plano inclinado. No hay pregunta pequeña. A veces, ¿no?

Ahora bien... la característica de cualquier investigador, y probablemente de un investigador joven, es ser ambicioso. Ahora, la ambición más noble es dejar algo de valor detrás de sí. Por eso son tan importantes los artículos. Luego hablaremos... Los artículos que escribáis tienen que ser lo mejores que podáis... bien escritos, bien estructurados... porque es lo que dejáis para otros. A veces son tan bonitos, que uno se olvide de lo que hay debajo de la alfombra. Por eso, los artículos de uno... a mí, mis artículos de joven me gustan cada vez más. Porque me he olvidado de las dudas que tuve, o de lo que puse... Pero esto no es un fraude; esto es un inevitable del proceso de escritura, ¿no? El propio Cajal decía: "Sed como Temístocles, al que no le dejaba dormir la gloria de Milciades". Yo creo que esto es excesivo. Cajal decía: "Que cada libro extranjero en el que no veas citados nombres de españoles sea un aguijón que penetre en tu alma, y excite tu ansia de saber y de originalidad. Sé como Temístocles, a quien no dejaba dormir la gloria de Milciades". Esto merece la pena repetirlo en el País Vasco: "Que cada nombre extranjero en el que no veas citados nombres de españoles, sea un aguijón que penetre en tu alma". Háganse... cierren los ojos, y cambien "españoles" por "vascos", e imagínense lo que nos dirían periódicos que se editan en otros... incluso aquí, ¿no?, pero bueno... este es... no me resisto a esta broma.

Establecer un nombre para uno mismo. Esto es legítimo. Una vez... el que yo considero en estos momentos el físico más grande vivo, nos dio un curso en el año 1974: Ciencia y Sociedad. Era la primera vez que en la Universidad de Cambridge se daba un curso de Ciencia y Sociedad. Desde entonces, yo me aficioné a estos temas... aunque he tardado veinticinco años, los mismos que aconsejo a mi aguerrida doctora, que trabaja en Alemania, que espere antes de hablar sobre estos temas... Y nos dijo que "la ciencia es el intercambio de la información verificable por reconocimiento y fama... o por reconocimiento y gloria... o prestigio". Es una definición cínica, pero no está muy equivocada. Esta es la frase de [...]: "Uno, cuando ve la doble hélice de Watson, ve cómo la lucha por el reconocimiento, por hacerse un nombre para uno mismo, es tremenda". Entonces... y aquí viene un consejo muy práctico... ¿cómo se hace uno un

gran nombre? Una posibilidad puede ser trabajar con grandes científicos, bien reconocidos... parece lógica, pero es muy peligrosa, porque es muy probable que la gloria se la lleve el científico más reconocido. Y esto es lo que se llama en Sociología de la Ciencia, después de Merton, el “Efecto San Mateo”, que viene del Evangelio de San Mateo: “Al que tiene se le dará, y al que no tiene, incluso lo poco que tiene se le quitará”. No parece muy evangélico, pero es lo que dice el Evangelio. Ahora bien, la mejor forma de hacerse un nombre para uno mismo, es un trabajo sólido, riguroso y honrado. Y en esto, la calidad es mucho más importante que la cantidad. Y aquí hay un problema de la apropiación del crédito, que lo trataremos en ética. Los pequeños grupos, es fácil, pero ahora, en las grandes contribuciones, la contribución de algunos se disfraza, cuando no se falsifica. Volveremos sobre este tema. En establecer un nombre para uno mismo, es muy importante estar siempre dispuesto a exponerse, y exponer, explicar su trabajo a otros; decirle a algunos los que ellos no saben. Eso es bueno. Y un científico que está siempre sospechoso y preocupado de decir a otros lo que él sabe, nunca hará nada que merezca la pena. Probablemente, esta gente que tiene tanto miedo de decir sus ideas a otros, porque se las van a robar, lo más probable es que no tenga grandes ideas, y que nadie esté interesado en robarlas. Pero bueno, esto es... Y por lo tanto, un consejo también para hacerse un nombre, es lo de antes: que un investigador, un estudiante, o un *postdoc* joven, no es un instrumento al servicio de un proyecto, sino un fin en sí mismo. Su desarrollo, o dicho en otras palabras, no hay que ser un esclavo, por ejemplo, del director del *postdoc*. No. Tiene que buscarse el nombre para él mismo. No vayáis pensando... “es mi director... es un...”. No, no... seguro que no... Mi experiencia, insisto, es que es inmensamente grande la mayoría de los directores que dan más de lo que reciben. Pero es muy importante no ser esclavos del director postdoctoral. Que no puede decirle a una persona... “¡oiga: necesito un resultado para dentro de veinte días!”. “¡Pero qué me dice usted...!”. No, no... esto no. También ser interactivos. Porque si vosotros queréis ser empleados luego, la gente prefiere emplear a alguien que se ha interesado por los otros... si es un físico teórico, que ha ido a grupos experimentales, para ver lo que hacían, que ha ido a seminarios de otros, que sabe relacionarse... y el tiempo del *postdoc* es el tiempo decisivo para esta relación.

Otro consejo: el *timing*. El tiempo. Esto es válido para Ciencias, para Letras, para todo... casi todos los consejos son válidos para Ciencias y para letras, ¿eh? Podríamos haber puesto a un joven investigador, o a una joven investigadora, en vez de a “un joven científico”, pero es el título de

caja... Aquí hay que tener cuidado con el tiempo, porque el proceso de hoy en la ciencia hace que el tiempo sea decisivo. Alguien que tiene que ser contratado cuando se le acabe su beca postdoctoral, o su *postdoc*, dentro de dos años, no puede elegir como problema fundamental la ecuación final del Universo. Porque se encontrará que dos o cuatro años después no ha contribuido nada, y que se encuentra fuera del mercado de trabajo. Lo cual quiere decir que el proceso infinito de actualización de cada investigación puede llevar a contribución cero. Uno no puede estar siempre mejorando su investigación antes de comunicarla. Es un equilibrio, ¿no? Peruche, por ejemplo, descubre la estructura de la hemoglobina, por la que le dan el Premio Nobel. Un hombre ejemplar. ¡Veinticinco años! ¿Quién puede estar hoy veinticinco años contratado por un grupo? El tiempo es muy importante. Uno tiene que elegir temas que pueda terminar a tempo, y contribuir a... Porque si uno elige un problema que le va a durar quince años, y tiene que buscar trabajo dentro de dos años, pues claro... Entonces, uno debe elegir dónde quiere hacerse un hombre, pero debe terminar, al menos, un proyecto significativo. Y la clave del éxito es acabar algo, y hacerse conocido y útil. Y ese es mi consejo.

Y a veces no es falta de ética, en absoluto, plantear la investigación como una serie de artículos concatenados, pequeños, en vez de esperar por el gran artículo final, para irse haciendo un hombre en el campo. Siempre hay que... no es falta de honradez publicar algo sobre lo cual no hayas puesto el último punto sobre las íes. Siempre que el manuscrito sea suficientemente honrado y tenga una cantidad de información nueva suficiente. Yo suelo decir en broma, que un artículo al menos tiene que tener un “publón”, que es el cuántum de publicación. Lo mismo que hay plasmón, electrón, fonón... pues el “publón”. Esto es algo que leí de una tesis, de la Universidad de Virginia, de un chaval que ahora está en el [...] Institute. [...]. Por tanto... *timing*, publicar.

Un consejo que os doy, sobre todo a los *postdoc*: trabajad, si podéis, en más de un proyecto. Porque a veces uno se estrella en el proyecto que tiene, y lleva a frustración, y tiene que tener un mecanismo de relajación. Trabajad en más de un proyecto.

Punto importantísimo: comunicación. La ciencia, por encima de todo, es creatividad. Pero en segundo lugar es comunicación. Comunicación a tus pares, con artículos bien escritos, conferencias bien dadas, y comunicación al público en general, en lo que se pueda, para transmitir los valores de la ciencia. Y volveré sobre esto. Hay quien aprender a hablar... luego hablaremos de escribir... y aprender a preparar

las clases y los seminarios... preparar las entrevistas de trabajo, y preparar el escribir proyectos. Por eso los proyectos... sobre todo los profesores junior... deben presentarlos desde el principio. No es aceptable... en mi opinión, ¿eh?... yo entiendo que cada uno tiene... yo digo mi opinión, y que... se dice en euskera, "barka dezatela bestela uste dutenak"... "que me perdonen". Pero no puede ser que directores de investigación lleguen a los cincuenta años sin haber presentado ningún proyecto... que todos los proyectos los presente el "gran pope". Porque hay que presentar proyectos, hay que ir bien preparado a los proyectos de investigación, a las entrevistas... hay que aprender a hablar, y aprender a comunicar. Si lo hacéis, veréis la necesidad de comunicar la belleza y la importancia, y el significado de vuestros trabajos, a otros. Y al hacerlo, será más evidente por qué es más importante para vosotros. Porque afinaréis en el análisis. Vuestras charlas tienen que ser interesantes, y hay que pensarlas. Por una razón fundamental. Hoy, pocos científicos tienen –tenemos– tiempo para escuchar. Y los científicos serios aprendemos "de oído". Yo recuerdo... cuando [...] me decía que él no tenía tiempo para leer... digo... "¡no puede ser...! ¿cómo es posible?". Pues bien, ahora me pasa a mí. Yo, si decido ir a un seminario, quiero que el que se lo prepare al menos haya disfrutado haciéndolo que me dice... porque si veo que encima se ha aburrido él, ¿cómo voy a estar interesado yo? Entonces, hay que aprender a comunicar. Y nunca hay ni que sobreestimar ni subestimar la audiencia. Tampoco sobreestimar. Nunca hay que decirle lo último que tú sabes, o todos los puntos, porque el que va a un seminario quiere que le explique lo que el otro ha entendido rápidamente. Y si le explicas cosas que él ya entiende, no le importa nada. A mí no me molesta nada que me digan cosas que ya entiendo. De hecho, hace que me sienta inteligente. Claro, si en toda la charla no me dice nada nuevo, pues tampoco. Bajo ninguna circunstancia, en mi opinión, hay que darle una charla leyendo. Otra cosa son las notas. Pero nunca leyendo. Por ejemplo, Peter [...], que es un gran orador, tiene en su libro una forma de aconsejar, una manera de dar buenos seminarios. El seminario es una "performance"; como si fuese un ensayo de teatro. Tiene que ser planeado con cuidado y ensayado. No hay ninguna vergüenza en ensayar. Las grandes charlas las dan los grandes improvisadores que llevan tres meses con la improvisación bien preparada, y bien diseñada, etcétera. A mí me dijo... una vez que di, creo, una gran charla, uno... ¿pero cuánto tiempo le ha costado a usted preparar esta charla?... cuando di *La sublime utilidad de la ciencia inútil* en [...]. "Cuarenta años", le dije. Todo bien preparado. La di sin un papel. Preparad vuestras charlas. Y ensayad con gente.

Segundo. Os tenéis que presentar con confianza... con la confianza en que lo que habéis hecho merece la pena. Si os presentáis como que lo que habéis hecho... lo que os he dicho antes... os ha aburrido a vosotros, ¿cómo pretendéis entusiasmar a nadie?

Tercero. Respetad a la audiencia. Lo que os he dicho. No quieren ser bombardeados, como si fuera un quitanieves, con nuevos datos, y no queremos ser tratados como expertos. No queremos. Y a veces, cuando vamos sénior a conferencias, el que da la charla se esmera lo brillante que es... resultado: no le entendemos nada. Entonces, la imagen, fatal. Ese es mi consejo.

Cuarto: no rellenéis demasiado las transparencias. Hay algunas transparencias que parecen ya la charla entera. No, hombre, no... Y si os quedáis cortos de tiempo, a nadie le va a importar. Largo, es muy discutible... Yo espero que aquí no rompa mi criterio... pero, en cualquier caso, si lo rompiese, y no siguiese mis consejos, yo me lo puedo permitir, y siempre tendría una excusa, que es una frase que os recomiendo para los debates: "La consistencia es una pequeña virtud de las pequeñas mentes". Y fuera. Con eso salís de todo el lío, y ya está.

Y luego, las charlas deben ser lo más hermosas posibles, pero no dar la impresión de que habéis pasado más tiempo preparando la charla que haciendo la investigación sobre lo que vais a hablar. Por eso, Madison Avenue look.

Entonces, otro consejo: publicar. Hay que publicar. Publish and [...]. Es muy importante. Pero no más de prisa de lo que pensáis. Eso es muy importante. Yo creo que esta es una de las grandes debilidades de los científicos jóvenes hoy en día. Muchos publican bastante, pero nunca han escrito el artículo. Y yo ahí discrepo de grandes y generosos y honrados investigadores, que tienen tanta prisa por llegar con el *paper* al mercado, que, siendo absolutamente honrados, dando el crédito a los que lo han hecho, al joven director de proyecto, que va el último, al que ha hecho la investigación, que va el primero, y él va en medio... pero aún así, él les escribe el *paper*. Eso es muy malo. Porque eso hará que nunca aprendan a escribir bien. Y la única forma que tenéis de aprender a escribir bien, que es el mayor fallo que yo detecto en comunicación, en los investigadores de hoy día... no son las charlas, etcétera... es escribiendo mucho, mal. Y tienes que hacer muchos ensayos... Yo cuento una anécdota... Yo escribí mi primer artículo en 1975. Se titulaba *Abortion, profile and surfaces*. Yo pasé un tiempo tremendo, porque me habían dado estos consejos, y escribí un artículo en un inglés que yo consideraba excelente, con una lógica impecable... *Second, only to Dickens*. Y se lo di a mi director de tesis,

un hombre admirable. Yo he tenido dos directores de tesis, porque la de Cambridge no me la aceptaron, por la burocracia española, y tuve que hacer otra... por eso soy dos veces doctor... bueno, tres, porque Cambridge me dio el título de *Doctor of Science*, que es un título honorífico para los que hemos hecho el doctorado allí, pero ahí no tuve que escribir nada... Bueno, entonces, escribí este *paper*, y [...] (ahora Sir [...])... al que veréis por aquí... es el director científico de NANOGUNE... me devolvió el *paper*, con sus notas, todo mejorado extraordinariamente, etcétera... y con una nota de él, que decía: "Thank you for your notes". "Muchas gracias...". Lo que yo creía que era una obra maestra... "Gracias por tus notas". Bueno, eso lo he aprendido yo... Eso yo no les hago a los estudiantes... Me imagino que consideró que yo tenía suficiente seguridad en mí mismo como para pasar el trago... En cualquier caso, sobreviví.

Hay algunas veces gente que dice... "es que el escribir el *paper* me retira de la investigación, o me retrasa...". Eso no es verdad. No es verdad. Yo ahora tengo aquí ahora profesores en la Universidad del País Vasco que han hecho la tesis conmigo, que escriben impecablemente. El primer artículo que escribió... no puedo decir el nombre, porque me ha dicho que ha hecho propaganda entre los estudiantes, para que estén aquí... ¡es que era un desastre...! ¡Un año entero antes de darle luz verde para mandar el artículo! Era impresionante lo mal escrito que estaba, con lo buena que era la investigación. Entonces, es que a él le entraba la "fiebre" de acabar... Aprendió a tomarse el tiempo, y a escribir. Y ahora escribe maravillosamente bien. Y tened en cuenta eso: no hay mejor propaganda de vosotros que un artículo bien escrito. Si alguien lee algo, y dice... "quién es...?". Si alguien ve algo que le gusta, enseguida vuelve a los autores. "¿Quién es este?". Y no se le olvida.

Luego, hay un punto importante también... que a veces, uno ha hecho una gran investigación, pero el ejercicio de poner en orden su pensamiento y de afinar en los argumentos, se da cuenta de algunas debilidades... y le ayuda a mejorar el propio artículo, y también a abrir paso a investigaciones futuras. Porque yo creo que un buen *paper*... Yo discrepo de esa gente que dice... "al principio, en la introducción, dices lo que vas a hacer; luego explicas lo que has hecho; y luego vuelves a decir lo que has hecho". ¡No, hombre...! Mira, la parte final del *paper*, lo que debe comunicar al que lo lee, es en qué puede afectarle a él lo que tú has hecho. Porque la buena ciencia abre nuevas puertas. O sea, que yo, lo que quiero ver en un artículo es la puesta del autor para nuevas avenidas que a mí me puedan servir... no que me explique lo que ya ha dicho en el *paper*, porque eso ya lo he leído yo.



Y luego, un consejo tremendo... voy a hacer una encuesta... Los *referees* de los *paper* no son estúpidos. No son estúpidos. Y cuando os llegue el *referee report* de un *paper* que vosotros creáis brillantísimo, la reacción más inteligente no es pensar... “¿pero cómo este estúpido no puede entender la brillantez de mis argumentos?!”. ¿Quién no ha sentido este sentimiento? A ver, que sean capaces de levantar la mano los que han sentido este sentimiento... ¡Más, más...! Entonces, eso no es bueno, porque el *referee* es el lector que va a leer con más precisión e interés vuestro artículo... y a veces, el único que va a leerlo. Entonces, si realmente no os gusta el informe del *referee*, lo que tenéis que hacer es empezar a darle los argumentos. Primero, intentad entenderlo. Si no os convence, intentad contestarle... Y en el proceso de destilar vuestro razonamiento, ese proceso os llevará a afinar conceptos y a mejorar como investigadores. Esto lo cometemos todos. Y desde luego, no penséis que el referí, por tendencia, lo que es un tal, tal... que lo que quiere es retrasar vuestra investigación, porque seguramente os quiera copiar. Los *referees* no son estúpidos por definición. Sinvergüenzas hay en todos los lados, ¿eh? Este es el proceso de ética... Los investigadores son humanos... igual que los demás... Entonces, la proporción de sinvergüenzas, pues será parecida. Como hay un poco de ambición, pues igual un poco más... ¿qué vamos a decir...? No sé. Pero los *referees* no son estúpidos. Einstein... el mismo Einstein... Einstein reaccionó enfadándose con un *referee report*, y escribió esta carta maravillosa al editor del *Fisical [...]*: “Hemos enviado nuestro artículo para su publicación, y no le hemos autorizado a usted a mostrárselo a ningún especialista antes de que lo imprima”. La arrogancia de Einstein pretendiendo no pasar por el tema de *referees*... “No veo ninguna razón para contestar, o dirigirme, a [...]. En cualquier caso, los comentarios erróneos en este *referee*, [...] experto anónimo. Fundado en este incidente, prefiero publicar el *paper* en otro sitio”. Este *referee*, cincuenta años más tarde, se ha sabido quién era... y es el de la métrica en relatividad generalizada de Robertson Walker. Tenía razón el *referee*, y evitó a Einstein una de las vergüenzas de su vida. O sea, que hasta el mismo Einstein hace esto... Entonces, los *referees* son [...].

Otro consejo: creed en vuestras ideas, pero no infinitamente. Porque... por un lado, confianza. Si vosotros tenéis una idea, ya puede estar en la audiencia el que esté, por la autoridad que tenga, defendedlas. Defenderlas. Esto es algo más fácil de hacer si realmente vuestro trabajo es bueno y tenéis algo original que decir... pero no creáis infinitamente. No os enamoréis de vuestras ideas. El valor de una idea no tiene nada que ver, como dice Medawar, con la pasión con la que podéis creer que es

cierta. No os enamoréis de vuestras ideas. Anderson dice que hay que tener apetito para el riesgo y ser innovadores, pero hay que... pone "get", pero es "yet"... humilde frente a los datos. No os enamoréis de vuestras ideas. El test de un científico es el experimento. No hay otro test. Leed y buscad, los experimentales, todos los detalles de los datos, y no despreciéis los datos que no cuadran en vuestra teoría. Vuestras preconcepciones, ¿no? Tened una visión crítica de vuestro trabajo... pero... y este es el consejo, porque tener una visión crítica es obvio... no seáis "supercríticos". Porque muchas veces no sabéis lo suficiente para ver todas las dificultades que tiene esa idea... y el error está en ser demasiado críticos, porque la idea era buena. Crítico, pero no demasiado crítico. Esto es importante.

Entonces, la forma de solucionar estas cosas es estar siempre preparados a seguir, como he dicho antes de Newton, pensando continuamente en el problema... y estar abiertos a la corrección, pero a la vez, con firmeza en vuestras convicciones. Ya sé que es difícil esto.

Buenos amigos. Esto es importante. Por el mismo precio, uno puede tener amigos inteligentes o estúpidos. Entonces, es bueno tener gente de otros campos con los que uno puede hablar e intercambiar opiniones. Lo cual no quiere decir... Nadie es estúpido. Solo el que tiene una arrogancia injustificada. No quiere decir que uno tenga que dejar atrás a gente por ser menos inteligente que él... ¡No, no...! *Smart*, he puesto a propósito... no inteligentes, etcétera... Yo no estoy abocando, en ningún caso... La excelencia consiste en una carrera en la que el 5%, como parecen indicar algunos borradores de la Ley de Educación... solo el 5% sobrevive. Una actitud excelente es conseguir sacar el talento mejor de todos y hacer que todos participen en excelencia y que esa excelencia sea generalizada como país. Pero si uno va a grandes sitios y a buenos grupos, es más fácil que haga buenos amigos. Porque hay una masa crítica de talento.

Y ahora entramos en el tema más difícil de la charla, que es el de la ética, ¿no? Hay muchos aspectos de la ética en ciencia. Uno es el obvio... investigar sobre armas... armas para matar... pues a mí no... Si a mí me... Si os ofrecen investigar para armas biológicas, para destruir a las chicas que no tienen el pelo rubio, pues es obvio que no es un campo muy atractivo, ¿no? Cuando a Faraday le propusieron investigar en armas para la guerra de Crimea, se negó. Pero [...] no se negó a investigar en armas tóxicas para ser utilizadas en la Primera Guerra Mundial. Y por eso, a pesar de que también es el de la síntesis de la [...], que ha permitido en agricultura que viva mucha gente... la dualidad de la ciencia... [...] no le quiso dar la mano cuando fue a Cambridge. Esas son cosas obvias, ¿no? También es obvio

que no es falta de ética que uno escriba un artículo con una racionalidad y una lógica que permita la transmisión a otros... a pesar de que el proceso del descubrimiento fue mucho más oscuro, etc. Hay un cierto “fraude” en cada artículo científico... porque todas las cosas irracionales, etc., que llevaron a la historia, pues no se cuentan... Pero eso no es un fraude, ¿eh? Eso lo saben todos los científicos, ¿no?

Hay una... Y luego está el fraude en ciencia. El fraude en publicar algo que es falso, sabiendo que es falso. Había una noticia... hace dos días leí que el fraude científico en los campos de las ciencias biomédicas se ha multiplicado por diez desde 1975. Nosotros los físicos siempre pensamos que el fraude es cosa de los biólogos y de los médicos... Sí... Lo pensamos porque... tiene una lógica, ¿eh? Porque, claro, los experimentos, al ser mucho más complejos si están relacionados con procesos menos controlables, pues son más difíciles de replicar, verificar y controlar. Pero bueno, esa ilusión que teníamos ya se nos fue hace tiempo... porque hemos vivido, por ejemplo, el caso de uno... [...]... un *niño*... un *wonder kid* en nanotecnología... la nanotecnología es la ciencia y manipulación y entendimiento de las materias a escala del nanómetro, que es la milésima parte de la millonésima parte del metro... pues este publicó... entre 1998 y mayo del 2002, publicó más de noventa artículos, fue el primer autor en setenta y cuatro, y había cantidad de *Science*, de *Nature*, etcétera. Entonces, al final le han cazado. La ciencia se fundamenta en una devoción por el escepticismo. Casi en fanáticos de la duda. Y esta devoción por la actitud escéptica ha alimentado un mecanismo autocorrector. Habéis visto lo de la clonación, con el coreano, etc. En general, se caza, ¿eh? Y en esto hemos descubierto que los físicos tenemos los mismos problemas que otros campos, y creíamos que estábamos libres de este pecado.

Y aquí viene un punto ya delicado y más sutil, de la ética en ciencia. Porque normalmente estos artículos también los firman los investigadores *sénior*... que son engañados por el autor... Pero, claro, la pregunta es: ¿son responsables todos los autores de todos los contenidos de un *paper*? Y la respuesta no es fácil. Ahora bien, hay un principio que a mí me parece fundamental. Si uno está dispuesto a compartir la gloria, tiene que estar dispuesto a compartir la no gloria, ¿no? El ridículo.

**INTERVINIENTE** –El oprobio...

**PEDRO MIGUEL ETXENIKE** –El oprobio. Esa es la palabra: el oprobio. Bueno... Sí, pero, por otro lado, ahora... por ejemplo, en el campo donde ahora personalmente yo trabajo, la física del atosegundo, que es seguir el movimiento de los electrones en tiempos de atosegundos. El atosegundo es  $10^{-18}$  segundos. La edad del universo en segundos es  $10^{18}$  segundos. Eso

quiere decir que hay tantos atosegundos en un segundo, como segundos en toda la edad del universo. Un año tiene unos diez millones de segundos, para que os hagáis una idea. Bueno, estos tiempos son tan pequeños, que exigen tecnologías complicadísimas... y exigen también que los materiales sean preparados de una forma exquisita. Entonces, muchas veces, hay muchos grupos que participan. Entonces, si a nosotros nos llega un resultado experimental, no podemos comprobarlo. Primero, porque... no solo en el Estado español (antes llamado España, para que...)... ahora, con los... Entonces, nos llega un resultado... aquí no hay quien lo reproduzca... ni en Francia, ni en Italia... solo en Alemania o en Estados Unidos. Pero el experimento ha costado cinco años. Entonces, nosotros tenemos que creerles. Pero tenemos que estar dispuestos también a compartir oprobio si ellos mismos han engañado. Ahora, nosotros confiamos... el *trust*... y no engañan. Ahora, si está mal, pues no pasa nada. Si está mal, no pasa nada. Mientras que uno explique lo que ha hecho y que se haya equivocado. Y esto, yo creo que... a veces ocurre por una tremenda presión, por alto impacto. Se presiona tanto para *papers* de alto impacto, que a veces se acelera la publicación. Pero, claro, esto está en contradicción con lo que he dicho antes del *timing*... Hay que ir... Esta es la vida. Se acabaron las certezas. Vamos a vivir en una ética de la incertidumbre. E insisto que la ciencia implica, o lleva a una devoción, o una actitud escéptica que alimenta un mecanismo autocorrector, en general. Y, ciertamente, a largo plazo siempre. Y esto es lo que nos lleva a afirmar con garantía que la ciencia no es una construcción social, dependiendo de la imaginación de los creadores. Ahora bien, a veces es muy difícil la línea. Este es un ejemplo precioso. Este es el experimento de Milikan, que mide el valor de la carga, la masa del electrón... o la relación carga/masa del electrón. Entonces, Milikan va tomando notas, y dice: "Best yet". "Mejor". Otro dato dice... aquí no veo bien qué pone... "Publicable". "One of the best". Y este otro... "Fuera". Es el genio de Milikan. Entre el genio y el tramposo hay una línea, también. Porque Milikan, con su honradez y con su experiencia, es un genio que sabe eliminar algunos datos que no eran del experimento... que se le había colado polvo, o lo que sea... O sea que, ojo... Pero si esto se hacen sistemáticamente, como [...], que comete el error por ambición, incluso de duplicar el ruido... que la probabilidad es cero, de que cinco experimentos tengan la misma señal de ruido... pues se le caza. Entonces, a veces no es tan fácil diseñar el fraude.

Otras formas de ética no tan frecuentes. A veces... yo no conozco... alguno, pero casos, aquí, no conozco... pero fuera... ahora hablo del

extranjero, para que nadie se sienta... Es falta de ética apropiarse del trabajo de los jóvenes investigadores, si se hiciese. No solo en el orden de firma, sino también en la presentación de resultados fuera. Los jefes de grupo están obligados éticamente a dar el crédito a los que han hecho el trabajo. Y con su nombre. No presentar una charla, y luego decir "agradecimientos". No, no... Uno no puede presentar el trabajo de un investigador joven como si fuese propio y los otros le hubiesen ayudado a hacerlo. Y aquí, una vez más, entre lo sublime y lo ridículo hay línea... porque a veces, lo que uno... cada uno piensa que ha contribuido más que el otro, etc. Y entonces, la única regla aquí es la generosidad. Porque una de las funciones claves de un investigador, viejo o *sénior*... no hay que temer miedo a hacerse viejo... ya veis, a mí no me ha gustado, pero ya me voy acostumbrando, Miguel Ángel... es promover la salud científica e intelectual de los jóvenes. Y hay un caso que todos debemos tener en mente. Aunque ahora es distinto, porque ahora hay que luchar tanto por sacar adelante los proyectos, por sacar adelante los grupos, por buscar dinero, que también el investigador *sénior* debe ser cuidado. Pero debe ser cuidado por los líderes de grupo jóvenes y por los estudiantes. No imponerse. A mí siempre me ha hecho reflexionar un dato que os voy a decir... Estructura de doble hélice del ADN. Watson y Creek. Creek, estudiante de doctorado... *postdoc*, perdón... Watson, estudiante de doctorado... Brag era el líder del laboratorio... Creeck era un estudiante de Perouche, y Watson era un *postdoc* con [...]. Ni Brag, ni Perouche, ni [...] firmaron el *paper* de la doble hélice. Esto hoy sería muy difícil, pero nos debe hacer reflexionar. Pero ojo, ¿eh? No vayáis diciendo... No, no... estoy seguro que vuestros *superadvisors* os tratan con una generosidad inmensa. Y esto va en varias escaleras. Va desde el jefe del grupo a los investigadores jóvenes. Yo, por ejemplo, en nuestro grupo... toda la gente que ha colaborado conmigo, tiene sus propios proyectos, sus propios grupos, etc. Yo ya no firmo proyectos. Otros pueden hacerlo, no digo que sea mejor. Yo digo cómo lo hago yo, ¿no?

Luego, hay una forma de falta de ética en ciencia, que también se usa. Antes se usaba mucho en las oposiciones. Oposiciones, que es un sistema nefasto, porque cuando miráis... Es verdad que si no hubiese oposiciones, igual el chanchullo de la endogamia interna era todavía peor... pero yo creo que es un riesgo que hay que tomar... porque las oposiciones, ¿qué significa?; que una empresa selecciones a los cuadros de la competencia, ¿no? Si queremos que haya competencia entre universidades, ¿cómo se puede aceptar que la universidad a la que yo quiero ganarle, seleccione mi profesorado? Es que no hay competencia

real. ¿Quién selecciona generalmente a los profesores en una universidad? Catedráticos de otra. Si hubiese competencia... Yo soy contrario a las oposiciones. Y antes había... Y además, hay otro criterio... Si entre las cincuenta mejores universidades del mundo no hay ninguna que selecciona al profesorado por universidades, es muy difícil que Dios haya hecho inteligente a España y tonto al resto del mundo... O sea que... Hay que pensarlo muy seriamente. Muy seriamente. Ya sé que el argumento es... “si no, sería peor, porque la endogamia, etcétera...”. Bien, puede ser... No quiero extenderme mucho en esto. Pero antes había una cosa que se decía en las oposiciones. Primero se alababa al candidato propio, y después, era muy crítico con el candidato contrario. Eso puede destruir la reputación de algo, y no me parece bueno. Otra falta de ética, por ejemplo, es citar el trabajo más reciente de unos y el más antiguo tuyo, para hacer creer que ese campo lo has creado tú. O sea, que hay trucos por todos los lados, ¿no? Por todos los lados.

Luego, también, una actitud crítica destructiva, de alguien que nunca está lo suficientemente contento con el trabajo de los otros... excepto si es parte del trabajo... Lo habréis visto... Pues esto es muy importante... muy importante.

La doble hélice es un clásico. Y ahí Watson no tuvo la generosidad que [...], Brag y Perouce tuvieron con él. No la tuvo con una mujer, con Rosalyn Frankin. Melaware... Premio Nobel, incidentalmente, que no lo he dicho. [...] es Premio Nobel... es el que descubre los mejores mecanismos... Iñaki... ¿me estás pasando mis frases por *twitter*...?

**IÑAKI** –No.

**PEDRO MIGUEL ETXENIKE** – Ah, bueno... porque me das miedo...

**INTERVINIENTE** –[...].

**PEDRO MIGUEL ETXENIKE** –Menos mal... Bueno, pues Medawar dice que hay que arrepentirse... entristecerse, mejor que censurar lo que... “En muchos caminos, especialmente en su fallo, al dar el crédito a donde pertenecía, el joven Watson no ha mostrado la estatura que podría ser equivalente a la espléndida aportación que hizo al descubrimiento de la doble hélice”. Eso lo dice Medawar. Pero parece que Rosalyn... Yo esto no conozco bien... esta estudiante que quería discutir sobre el método científico... bueno, ya profesora joven... pero sabe mucho de historia de la ciencia, y en eso yo le animo siempre... y me explicó que Rosalyn Franklin, en un seminario en Cambridge, le indico a Watson que el modelo que tenían, tenía que ser necesariamente erróneo, porque el fósforo tenía que estar en el extremo, para permitir la hidrogenación, o hidrogenereización, o no sé cómo se dice... y, claro, a la salida le debió

contar a sus estudiantes... “Me parece que he hablado demasiado...”. Pues igual sí. Entonces...

Y este es el problema de la... Y luego está el problema de la colaboración. Tiene que surgir de los que han hecho el artículo. Quiero decir... Quién ha colaborado en un *paper* tiene que decidirlo el jefe de grupo junior, el jefe de grupo *sénior* y el que ha hecho la investigación. En una charla franca. “Hablar” no es “colaborar”. Si alguien habla con un investigador *sénior* en un laboratorio y le cuenta su investigación, no puede recibir luego un e-mail diciendo “¿cómo va `nuestro´ *paper*?”. No puede... ni debe.

Bueno, otro consejo: no seáis envidiosos. Si queréis ser felices en la vida científica, no hay mejor consejo que este: no ser envidioso. A veces uno tiene tendencia a la envidia... “jo, yo llevo todo el tiempo trabajando, y este bobo, qué no ha hecho nada, y qué suerte ha tenido”. No importa. El disfrutar del éxito de otros os hará ser mejor investigadores, mejores personas, y disfrutar más de la vida. Porque si no, os amargaréis a vosotros mismos. Os amargaréis. Siempre hay alguien más listo, alguien que tiene más suerte... y eso, en todo. Es disfrutar de la experiencia de compartir alegrías con otros. Yo me considero un experto en colaboración, porque he colaborado toda mi vida. Es bueno colaborar. No es imprescindible. Hay que gente que puede ser un solitario y puede hacer buenas aportaciones en ciencia. Nosotros tenemos en nuestro grupo gente de ese tipo. Hay que respetarlo. La colaboración siempre es buena, tal y como va la ciencia, porque converge tanto conocimiento en este crecimiento exponencial, que una colaboración honrada siempre es buena. Ahora, si uno está dispuesto a colaborar... y esto va desde el de arriba al de abajo... no puede decir nunca “fue mi idea”. Una vez que colaboras, la idea es de todos. Si alguien discute y aporta una idea, dentro de seis meses, cuando se explique, no puede decirle al de al lado: “Eso se me ocurrió a mí”. No, no... Hombre, puede decirlo en privado, pero no puede decirlo como aportación científica. Entonces, en la vida, yo recomiendo a los estudiantes, lo que llamo “los principios de integridad de [...]”. [...] es profesor de Historia de la Ciencia de Harvard... es un austríaco que escapó de los nazis... tuvo suerte... en Austria... y fue a Inglaterra. Escapó junto al descubridor de los rayos cósmicos, al que le dieron el Premio Nobel... y este se fue allí... y es uno de los grandes. Es el albacea de Einstein... ya tendrá noventa años... y tiene un ensayo hermosísimo que se titula *Candor e integridad en ciencia*, en que, analizando las vidas de Holton y de [...], destila algunos principios de integridad que a mí me parecen buenos recomendarnos para el futuro. Esto es una síntesis mía de

los principios de Holton... es responsabilidad mía, no de Holton... pero están sacado en su integridad de ese artículo. El primero, tratar de encontrar la verdad... ya lo hemos dicho antes... a cualquier coste (coste honrado), con todo el esfuerzo. El segundo es muy importante... Vosotros sois científicos; no especialistas. Y tenéis que tener un interés... por eso os digo lo de la historia de la ciencia. La ciencia es una visión del mundo hoy en día, y esa visión debéis explorarla, defenderla y contribuir a ella. Tenéis la obligación de defender los valores de racionalidad, de libertad, de solidaridad y de muchas otras cosas que aporta la ciencia. Porque la ciencia no solo se basa en las espaldas de los gigantes anteriores, que también... pero cuando se estudia mecánica... acordaos de Galileo, preso en prisión preventiva, cuidado por su sobrina... o de Kepler, que muere como un perro, al viajar por los caminos de su país intentando encontrar financiación para publicar sus ideas... o de Giordano Bruno... o de muchos que han sufrido por defender la racionalidad... que está en juego hoy en día también. Insisto: la ciencia no solo se basa en las espaldas de los gigantes anteriores, sino en las tumbas de muchos. Y la cuarta es que los científicos somos ciudadanos, y el laboratorio es nuestro sitio de trabajo, no el refugio para que el mundo no nos moleste. Tenemos una obligación, que no es una arrogancia elitista, de participar en los debates sociales, culturales, políticos, de nuestra comunidad, con nuestro conocimiento extra y con otros más.

Para acabar... Empiezo... Yo veo que el interés se mantiene... o sea, que esto de los quince minutos no debía de ser ninguna regla de oro, pero es bueno acabar... Entonces... A veces me preguntan: "¿Y para qué vale un [...]?". Claro, la respuesta obvia es: "¿Para qué vale la investigación?". Todos sabemos la anécdota de Faraday, etcétera... Pero, claro, a mí... cada vez esta sociedad es más compleja... entonces, los que hacen los doctorados no van a tener, ni deberían dedicarse a la investigación científica... porque entonces, si yo tengo veintiséis estudiantes doctorados, y cada uno de ellos tienen veintiséis, pues dentro de... podéis hacer el cálculo de en cuánto tiempo tendríamos solo científicos en el mundo. El mundo sería una catástrofe. Entonces, la gente que hace los doctorados y el doctorado es importante. Además por lo que contribuye... porque somos eslabones de la cadena... cada uno sois importantes para la ciencia... además de eso, es porque vais a adquirir una serie de aptitudes, de actitudes, de conocimientos y de comportamientos que van a ser útiles a la sociedad... porque seréis fuente de innovación, fuente de creatividad y fuente de excelencia en el tratamiento de los problemas. En concreto, alguien que haga un buen doctorado, como estoy seguro que lo estáis



haciendo vosotros, es gente que ha aprendido el proceso de pensar críticamente. Gente que sabe que las cosas importantes, e incluso pequeñas, requieren un esfuerzo a largo plazo. Gente que reconoce sus errores y que sabe rectificar. Esto no es habitual en la mayor parte de las profesiones... y no tenéis más que escuchar las declaraciones del domingo al acabar las elecciones en Cataluña... Gente... Y eso va en las dos direcciones... probablemente, en mi opinión, y no en la que muchos puedan creer... Gente que sabe comunicar y que comunica. Gente que sabe formular ideas. Porque no es fácil formular ideas. Gente que sabe discutir y defender sus propias ideas. Y gente, sobre todo, que sabe extraer lo esencial de problemas complejos. Por eso es bueno que científicos estén en la política... y filósofos, y artistas... no solo abogados y economistas: Incluso profesores de Filología Inglesa. Esta gente es muy bienvenida a la política... porque sabe aportar cómo extraer lo esencial de problemas complejos. Y esto es lo que va a ser vuestro mayor valor en el mercado.

Y luego, una última referencia... Bueno, esto es lo que sois vosotros: personas flexibles, capaces de pensar críticamente, con coraje intelectual y visión estratégica del futuro. O sea, salid bien orgullosos, porque, aunque no os deis cuenta, sois lo que sois. Y cuando seáis tan viejos como yo y habléis con tantos sectores de la población, creedme que sois esto, aunque vosotros no os deis cuenta. Entonces, una última reflexión en ciencia: cualquier tiempo pasado fue mejor. Esto es una tendencia innata. Un físico que en tres minutos puede explicar el efecto fotoeléctrico... Llega un fotón, le pega a un electrón, le da su energía en su momento, lo saca y hay corriente. Por eso, le dieron a Einstein el Premio Nobel... ¡Qué suerte! ¡Vaya tiempos tan fáciles...! Esto es una tendencia tremenda. El propio Einstein la tiene, porque cuando hace el prólogo a la *Óptica* de Newton, él dice... “¡afortunado Newton! ¡La infancia de la ciencia...!”. “Cualquier tiempo pasado fue mejor”. Esto, incidentalmente, como sabéis, o debéis saber todos, viene de las *Coplas a la muerte de mi padre*, de Jorge Manrique... Cuando os digan que la memoria es algo que no vale para nada en ciencia... al que os diga eso, decidle que no. La memoria es imprescindible en ciencia. Y ya, haciendo gala del piropo que me ha echado Miguel Ángel, pues yo os puedo decir que recuerdo perfectamente que el maestro de mi escuela me contaba las coplas esas manriqueñas... “Recuerde el alma dormida/avive el seso y despierte/contemplando cómo se pasa la vida/cómo se viene la muerte, tan callando/cuán presto se va el placer/cómo, después de acordado, da dolor/cómo, a nuestro parecer, cualquiera tiempo pasado fue mejor”.

Pues no. Vosotros tenéis problemas difícilísimos que resolver. Pero estáis dotados de unos instrumentos conceptuales y materiales que no tuvo nadie. Con lo cual, la vida va a ser difícil, pero a la vez apasionante. Y salid con esta convicción: que sois parte de una obra colectiva, que es el progreso. Y recordad que la imaginación es tan importante como el conocimiento, y que la imaginación da la vuelta al mundo, y que por eso el deber de un profesor es instaurar confianza en sus doctorandos. Yo valoro como test supremo de la calidad de un director el que no instale desconfianza, inseguridad y miedo en sus colaboradores... y en sus "inferiores", iba a decir... no me atrevo, porque entonces me acuerdo de aquella frase de Bernard Shaw, cuando le dijeron... "y además, esta dama, entre sus muchas virtudes, es muy caritativa con sus inferiores"... y él contestó... "¿ah, sí?; y, dígame, ¿dónde los encuentra?". Bueno, entonces, este término de "inferiores"... pero me entendéis lo que quiero decir... La gente que despierta alegría y confianza en los investigadores... como la persona es el verdadero maestro de investigación. Hay una frase que leí el otro día, que también quisiera recordarla... la leí en *El País*... era la del entrenador del Partizán, que es un equipo de fútbol, y recordaba lo de la pasión, y decía: "A la perfección se llega por la pasión". En fútbol y en física cuántica.

Y una broma. Os voy a dar la fórmula del éxito... porque Igor, cuando ha anunciado la charla, ha dicho que iba a dar la fórmula del éxito. Hay una "fórmula del éxito"... No os lo toméis literalmente, ¿eh? Porque es una broma. Lo anuncio, porque a veces me ha pasado que digo la broma, luego se olvidan, no me han oído que es una broma, y van diciendo "fíjate lo que ha dicho Etxenike". Lo leí en el *Time*... La fórmula del éxito... En los cursos de *business management*, se dice que "el conocimiento es poder, y el tiempo es dinero". Pero en termodinámica sabemos que la potencia del poder es el trabajo dividido por tiempo. Si en vez de tiempo ponemos dinero, y en vez de trabajo ponemos lo que hay que poner, nos sale una fórmula que es: dinero, igual a trabajo dividido por conocimiento. Que es algo que está pasando: cuanto más conocimiento, menos se paga, últimamente. Esto quiere decir que la sociedad va mal. Pero en cualquier caso, es una broma. Lo que quería decir es: trabajad duro, disfrutad, y el trabajo es el que crea el talento, y no el talento el que crea el trabajo.

Y ahora, si queréis preguntarme algo... Un placer, eta eskerrik asko.

**INTERVINIENTE** –Hola. Muchas gracias por la charla... excepcional... me ha gustado mucho. Mi pregunta sería un poco... que me gustaría saber tu opinión sobre las políticas científicas que se están llevando a cabo por

el Gobierno Vasco y por el Gobierno central, en estos tiempos un poco complicados... Y luego, también, un poco más enmarcado dentro de la charla, qué puede hacer un joven científico, o un joven investigador, para sobrevivir un poco a estas políticas y a esta coyuntura actual.

**PEDRO MIGUEL ETXENIKE** –Yo creo que, para empezar, haría una distinción entre los dos Gobiernos, ¿no? El Gobierno español, en el pasado, hizo una gran política científica, en los primeros tiempos de Felipe González. Luego no tanto. Porque se instauraron, con la generación de Juan Rojo y de Pedro Pascual, modos de comportamiento que son similares a los de los países desarrollados. Luego, ahora, la política se puede resumir en una frase: España obedece... sistemáticamente, y no digo que no tenga que hacerlo... todas las instrucciones de la Comunidad Europea. Excepto la sexta, que es seguir invirtiendo en investigación y en educación. En estos momentos, el CESID, por ejemplo, está prácticamente en quiebra. Entonces, yo creo que no son conscientes de algo muy importante, que es el valor del conocimiento y el largo plazo. Y lo he dicho, que si nosotros aceptamos... y yo no lo discuto, por el momento... que hay que invertir cantidades ingentes de dinero en sacar del lío a los que nos han metido en este lío... Bueno, y si alguien quiere... Como está grabando, no voy a ser más explícito, pero es obvio, ¿no? Entonces, pues yo lo entiendo... pero no puedo entender que no se inviertan cantidades ingentes de dinero en garantizar el largo plazo. Que es la educación y el desarrollo y el pensamiento. El Gobierno Vasco, en su comienzo, se dio cuenta de esto. Ahora que se habla de la crisis... Yo fui consejero del Gobierno Vasco, no sé si lo sabéis... a los veintinueve años. Yo soy el primer Consejero de Educación del Gobierno Vasco, e Isabel Celaa es la última Consejera. En aquel momento, la inversión en I+D era menos del 0,1%. El paro era el 28%. Y había gente del Gobierno central que decía que “la mejor política industrial es la que no existe”. Afortunadamente, en aquel Gobierno apostamos por las personas. Esa tradición la han llevado a cabo tanto los gobiernos nacionalistas como los gobiernos de coalición. Y también el último Gobierno Vasco.

Bueno, y ya que estamos, pues voy a decir aquí, en público, lo que le dije, en una comida muy agradable, en un restaurante guipuzcoano, a la actual Consejera de Educación. Yo creo que ha sabido defender este edificio de ideas y de centros que hemos construido... algo que no debe olvidarse en tiempos de crisis, porque son valores humanos permanentes y un patrimonio público importante, con eficiencia, elegancia y honor. Y ha sabido transmitir estos valores en circunstancias difíciles, me imagino, dentro de su propio partido... pero esto sigue la máxima de Einstein de

“dejar volar la imaginación”, sobre esto no tengo constancia directa... y ha sabido defender la equidad necesaria en el sistema educativo, el autogobierno, y yo diría que, en el fondo, la solidaridad con el futuro. No es que yo me arrepienta del resultado electoral, pero quería decirlo, y estoy seguro de que le va a llegar muy pronto lo que le he dicho.

**INTERVINIENTE** –Bueno, enhorabuena, lo primero, por tu charla. Me ha encantado. Creo que nos ha mantenido la atención durante dos horas. Entonces, pues fantástico, ¿no?

Una cosa que me llama la atención, y que veo que reiteras, y que me encanta, y además, creo que los investigadores, nuestra forma de ser, es compartir lo que pensamos, nuestras ideas... creo que disfrutamos de ello, y que la naturaleza nos lleva a esto. Comentas que en Cambridge, los *coffee times*, los *tea times*, etcétera... Esto me parece maravilloso, me parece precioso... pero, realmente, la realidad en nuestra universidad, quizá por nuestra cultura, no lo sé... quizá por la ambición que existe en publicar, no lo sé... pero esto, al final, se traduce en que muchos pueden tener la sensación de que es algo peligroso, ¿no? Lo que decíamos... decir nuestra idea, que te la puedan robar, que tal... Entonces, ¿qué formas, qué fórmulas se te ocurren para evitar esto? Claro, es que los jóvenes investigadores, los grupos pequeños, aunque tengan grandes ideas... todo el mundo quiere colaborar, todo el mundo quiere... creemos que es la forma, ¿no? Pero está ahí el peligro. Entonces, ¿cómo lo podemos evitar?

**PEDRO MIGUEL ETXENIKE** – Pues yo fórmulas mágicas no tengo. Yo lo único que doy es mi consejo, y lo que yo intento es que se haga en nuestro grupo... Que es verdad que basta que haya una persona que no haga esto, para que el flujo y la comunicación en libertad se rompa, con miedo. Pero mi consejo es que, aunque te roben un día una idea, los beneficios de la comunicación, a la larga, en tu vida, y tener algo que decir a los otros, que por supuesto tendrán algo que decirte a ti... mucho más que si te ven siempre suspicaz y ocultando lo tuyo, van a ser beneficiosos. Que en esto, ser abierto, ser generoso, ser ético, es útil. Es decir, que en esta actitud ética está el verdadero pragmatismo. Si no lo estuviese, aún así, merecería la pena. No tengo fórmulas mágicas.

**INTERVINIENTE** –Hola. Buena charla. Cuando dices leer sobre historia de la ciencia, y todo eso, ¿a qué te refieres con leer a los “buenos pensadores”?

**INTERVINIENTE** –Pues, por ejemplo... cuando... Si uno puede tener... ¿De qué campo eres tú?

**INTERVINIENTE** –De Matemáticas.

**PEDRO MIGUEL ETXENIKE** –¡Ostras! Esta es la más difícil, porque esta... Bueno, yo, entonces, la física teórica... Yo creo que hay muchos grandes pensadores que han escrito pocos *papers*, pero que además de leer la *Teoría de la relatividad restringida*, o *El efecto fotoeléctrico* en los libros de física, vayas al artículo original de Einstein. Y que vayas a las opiniones de Einstein sobre el proceso científico, a las opiniones de Einstein sobre otros campos, para ver cómo piensan estas grandes gentes. Que vayas a Plank, y que leas cómo piensa. Me refiero a eso. Que, más que leer libros sobre los científicos, leas lo que dicen los científicos. Y, más que leer libros sobre el método científico, veas lo que los científicos han descrito como ciencia.

Nosotros, en San Sebastián... y ahora estamos desembarcando en Bizkaia, territorio hermano... El *Donostia International Fisic Center*... Porque somos parte [...] Campus, y la Universidad del País Vasco es una universidad de la parte de Euskal Herria políticamente articulada en la Comunidad Autónoma Vasca... Entonces, traemos a gente muy, muy buena... nobles, muchas veces... y les hacemos sentarse con estudiantes de Bachillerato, para que ellos vean (los estudiantes de Bachillerato) que la ciencia es una aventura intelectual, una aventura humana... no un conjunto congelado de dogmas... que vean la pasión con la que han vivido, y se contagien. Los estudiantes entran asustados y salen entusiasmados. Incidentalmente... aprovecho para anunciarlo... pero ahí... no sé si entrar a abierta, y estoy armando un lío... El día 18 están aquí [...], que es Premio Nobel; Morata, que es Premio Príncipe de Asturias; y [...], que es Premio Nobel de Química, para reunirse con los estudiantes de Bachillerato de Bizkaia... bueno, de toda la Comunidad Autónoma... en el Bizkai Aretoa. Eso es lo que buscamos: que la gente, insisto, vea la pasión por la ciencia. Y como ha dicho este entrenador de fútbol, que la pasión crea la excelencia.

**INTERVINIENTE** –Hola. ¿Cuál es el mejor consejo que te dado jamás un joven científico?

**PEDRO MIGUEL ETXENIKE** –Buena pregunta. Yo he aprendido... Yo siempre digo... Pues casi diría el evangélico, ¿no? Que él está encantado, porque yo le he tratado como a él le gustaría ser tratado. Entonces, que trate a la gente como a mí me gustaría que me hubiesen tratado. No es mucho... Yo trato a la gente como yo aprendí a ser tratado. Pero yo creo que si tuviera que resumir todos los consejos... “los diez mandamientos se resumen en dos”... cuidar a las personas... como seres humanos... cuidarles, porque, en general, valen más de lo que ellos creen, y de lo que nosotros creemos. Y un gran grupo de investigación es un grupo de una

persona “normal” (entre comillas), puede hacer un gran trabajo. Y un mal grupo de investigación es un sitio donde una persona superdotada y superinteligente no puede hacer un buen trabajo. Crear oportunidades para el desarrollo personal y humano, sin forzarlas. Eso lo he aprendido también de mis investigadores. Cuando ellos me dicen qué les ha gustado. Porque esta charla es fruto de veinte años de charlas con los míos. Con los míos, los que han trabajado directamente conmigo, con los que nos reuníamos... ahora cada vez menos, porque yo, en el buen sentido, me estoy convirtiendo casi en un “charlatán”... porque he dado catorce conferencias este mes, que es una locura, y a partir de enero no voy a dar ninguna... Pero yo creo he visto lo que ellos me dijeron que agradecen más. Y yo creo que ha sido ser tratado como persona. O si no, que lo diga Igor, cuál ha sido el consejo que me ha dado... Bueno, Igor, me ha dado tantos, que ya no sabría... Pero esta charla es el resumen, en parte, de mis lecturas, y también de mis conversaciones. Entonces, a mí me molestan mucho los científicos *sénior* que dicen que “no deben nada a nadie”, que se lo han hecho ellos solos. Yo debo mucho a mucha gente... y mucho a mis profesores e investigadores... pero también mucho a mis alumnos. Y lo que más me alegra es cuando les veo triunfar. Y recuerdo una cosa que leí en un libro... que sería más o menos así... a ver si me acuerdo bien y paso el test de memoria... “prefiero que me superen a que se limiten a seguirme”. La verdadera influencia no consiste en modelar el espíritu del otro a nuestra imagen y semejanza, sino a despertar el artista que todo el mundo lleva dentro, para que esculpa “su” obra, aunque sea contraria a mis deseos. Eso lo he aprendido de mis alumnos. Algunos lo siguen al pie de la letra, de forma excesivamente radical.

**INTERVINIENTE** –Hola. Primero de todo, muchísimas gracias, porque se nos ha hecho corto... Yo creo que todos tenemos ganas de más... y sobre todo porque es la experiencia de toda una vida, ¿no? Es que...

**PEDRO MIGUEL ETXENIKE** –De una larga vida...

**INTERVINIENTE** –Es alucinante, ¿no? Y también venimos del mundo del arte... del arte tecnológico... y oír la creatividad en el proceso científico, etcétera... bueno, es lo que creemos, que tanto arte, ciencia, tecnología, innovación... todo está relacionado, y no es más allá de la vida misma, ¿no? Entonces, queríamos darte públicamente las gracias.

**PEDRO MIGUEL ETXENIKE** –Pues me encanta, porque yo soy vanidoso, y me encanta que me halaguen... y además, una señora tan lista y simpática como usted, más.

**INTERVINIENTE** –Sí, realmente, hay dos cosas que nos han interesado... a mí, particularmente, ¿no? También eso... somos una pareja

de artistas... Entonces, nos hemos encontrado como si realmente todos fuéramos artistas... que no hubiese un elemento diferenciador entre... no, es que es un público especializado... Todo el proceso creativo es bastante similar al que nosotros seguimos... pero también, aparte de esa cuestión, hay algo que me ha interesado mucho de tu personalidad... que es, aparte de la curiosidad intelectual, el pensar que primero... creo que lo he entendido así... antes que científico, eres una persona.

**PEDRO MIGUEL ETXENIKE** –Sí, sí... claro... ¡Menos mal...!

**INTERVINIENTE** –Sí, por supuesto... Igual que nosotros, a la hora de manifestarnos... Es decir... yo puedo ser un artista, pero primero soy una persona, por lo que implica el estar involucrado en todo lo que nos rodea, ¿no? Ese aspecto es realmente muy importante, para no encerrarnos en nosotros mismos... Es importante todo lo que has dicho, pero ese aspecto a mí me parece muy importante. Así rompemos esos compartimentos, de decir... “yo soy algo determinado...”, y ahí nos encontramos en un campo de compartir, ¿no? Gracias.

**PEDRO MIGUEL ETXENIKE** –Gracias a usted. Yo eso lo comparto totalmente. Yo no sé... El día pasado tuve el placer de conversar larga y tendidamente con Iñako Pérez, el antiguo rector... nos centramos en otro aspecto de la ciencia, que es el reduccionismo... pero también salió el tema de ciencia y arte... Creo que es la parte de la entrevista que has eliminado, pero que luego saldrá en algún sitio... Y yo sí que creo que la ciencia es arte y el arte es ciencia. Sí que hay algunas diferencias, como debe haber. Una diferencia que para mí es fundamental... para mí... otros discrepan de esto, y me interesaría su opinión... es que la ciencia es más que el arte, progreso, en el sentido de apoyarse en los anteriores. En un sentido solo, ¿eh? En el sentido, por ejemplo, de que no tendríamos la Gioconda sin Leonardo Da Vinci, ni Txillida Leku sin Txillida. Pero sí hubiésemos descubierto la estructura de doble hélice del ADN sin Watson y Creek. Hubiésemos tenido la relatividad restringida sin Einstein... y quizás, lo más probable... esto no lo tengo tan seguro... la generalizada con muchos más años. Pero comparto con Landau que la teoría de la relatividad generalizada es quizás una de las obras, o la obra de arte más bella de la humanidad. Y yo suelo decir que la ciencia es mucho más que sus aplicaciones prácticas. Es una aventura intelectual, una aventura cognitiva que en los últimos años ha transformado la concepción del mundo en que vivimos y a nosotros mismos... En mi opinión... sin despreciar otras contribuciones... el edificio global, conceptual, de la ciencia, es quizás la obra de arte colectiva de la humanidad. Ciertamente,

la obra cultural colectiva de la humanidad. En ese pequeño matiz, estoy totalmente de acuerdo.

**IÑAKO PÉREZ** –Me has citado en la conversación... voy a hacer, lo primero, propaganda. En el número de diciembre de [...] *Spain* va a salir esa conversación a la que se ha referido Pedro, que tuvimos hace cosa de dos meses ya... y es muy interesante la conversación. Lo digo para que estéis todos atentos.

Y aprovechando la circunstancia, y porque lo he comentado antes con una de las personas asistentes, me gustaría que desarrollaras un poquito más la idea... que está en la conversación esa, pero como anticipo, vamos a decirlo así... como entremés... la idea de la no obsesión en el método científico... no darle tanta importancia a la formulación de un método en términos muy estrictos, y más pensar en que la ciencia es... el curso de la ciencia, el desarrollo de la ciencia, es más cómo hacemos, cómo trabajamos los científicos... porque eso tiene mucho que ver precisamente con lo que has dicho de leer los trabajos originales, y de saber cómo lo hicieron los anteriores, ¿no? Y al respecto, el caso de las perosuitas, me parece que es...

**PEDRO MIGUEL ETXENIKE** –Ah... Cuento eso... Cuento eso...

**IÑAKO PÉREZ** –Sí, sí... Yo creo que debes hacerlo... Es *eredugarri*... es modélico. Vamos, ejemplar.

**PEDRO MIGUEL ETXENIKE** –Bueno, en primer lugar agradecerle a Iñako... o decirle que yo estoy de acuerdo en la propaganda que hace... Ha sido una charla excepcional... de la que el mérito fundamental es de él... porque, así como yo traigo mi pensamiento bastante estructurado, en esa conversación fui un prodigio de caos, confusión, tratamiento de muchos temas... y él... no quiero ni saber las horas que ha metido, pero ha producido algo que merece... como cuando yo leo mis *papers* anteriores, muy grandemente lo que yo dije. Lo digo como lo pienso... y él sabe que si no lo pensara, no lo diría. No diría lo contrario, pero no lo diría.

Luego, efectivamente, eso es... Agradezco que me hagan esa pregunta... Porque, claro... obviamente, hay una racionalidad científica. Es la técnica, y eso tiene que ver con un método. Pero la ciencia, al ser un acto creativo, tiene muchísimos componentes irracionales... por eso no se puede aprender a hacer ciencia si no se hace junto al que lo hace bien. Y esos componentes irracionales se pueden presumir en “ciencia de día” y “ciencia de noche”. La “ciencia de día”, como dice [...], yo la calificaría como experimento, verificación, análisis, deducción, implicación... A la vez, esta propia “ciencia de día” es bastante irracional, en muchos casos, por tener componentes creativos... Pero es que hay otra ciencia que es lo que



yo llamo “ciencia de noche”, que es incluso irracional. Y se fundamenta en preconcepciones adquiridas que ni siquiera tienen bases científicas. Por ejemplo, el descubrimiento que me ha pedido que cite de la superconductividad de alta temperatura. La superconductividad es la ausencia de resistencia eléctrica que tienen los materiales... iba a decir metales... pero son algunos materiales... cuando se baja la temperatura. Y normalmente se requieren unas temperaturas muy bajas. Esta ausencia de resistencia... cercanas al 0 absoluto,  $-260^{\circ}$  Celsius... entonces, esta ausencia de resistencia es una propiedad emergente, que surge de la interacción... también va en la charla... Incidentalmente, se puede hacer una broma... cuando expliqué esto en un debate con artistas, se me levantó una poetisa chilena que me dijo: “No sé por qué se extraña usted tanto... También los hombres, cuando se pasa la temperatura crítica, pierden toda resistencia”. Pero, bueno, volviendo al tema... la superconductividad en las [...] que se encuentran de alta temperatura, en materiales aislantes. O sea, es prácticamente absurdo buscar superconductividad en algo que, en temperaturas normales, ni siquiera es conductor. ¿Y por qué Müller hace esto? Porque él había estudiado en Zúrich con Pauli. Y Pauli le había explicado, en un curso sobre simetría, los arquetipos de [...], en relación con los sólidos platónicos y la belleza de los sólidos platónicos, de los poliedros regulares, en relación a la teoría de Kepler del movimiento planetario. Entonces, él queda tan deslumbrado con esas ideas, que siempre busca soluciones en materiales muy simétricos, como son estos óxidos aislantes que son las perosquitas. Además, se le aparece Pauli en un sueño, como un mandala hindú, con la figura de las perosquitas. Y él trabaja toda su vida en las perosquitas, que nunca le fallaron en un montón de temas. Y sigue, como en una especie de locura, buscando superconductividad en un material aislante, contra el criterio de todos. Afortunadamente, pudo hacerlo. Por dos razones: porque ya era [...], que ya no depende de los managers... y porque era lo suficientemente mayor como para no tener que pedir proyectos que hubiesen sido seguramente rechazados... por los *referees*, en este caso. Y encuentra la superconducción. Es un ejemplo de irracionalidad, de estructuras predeterminadas, y que lleva a un descubrimiento fundamental, en 1986, y le dan el Premio Nobel en 1987. O sea, la ciencia como toda actividad creativa, tiene componentes irracionales... no justificables, injustificados. Y son estas apuestas... Por eso he dicho antes que de lo sublime a lo ridículo hay una línea. Ahora, no se animen ustedes ahora a discutirles a sus *superadvisors*, a sus directores, y venís mañana con... No, porque... Normalmente, esta creatividad y esta irracionalidad

surgen también en gente que se ha pasado muchas horas, y que tiene una competencia técnica extraordinaria. Pero esa “ciencia de noche”, esos componentes irracionales... Y eso no es método. Eso es pasión, eso es creatividad, eso es aventura humana, aventura intelectual... y se aprende al lado de los que lo hacen bien. Y tiene mucha relación con lo que he dicho en la charla... que no hay “el científico”, sino que hay muchos científicos. Y hay científicos cuya creatividad es hacer la síntesis, y decir la última palabra sobre un tema. Otros, como este, tiene la habilidad de decir la primera palabra sobre un tema, y normalmente el tipo de belleza y el tipo de racionalidad no es la misma en el que hace el artículo, que sintetiza el conocimiento... como puede ser en astrofísica [...], que Müller, que encuentra la superconductividad en... No sé si lo he dicho muy claro... Bueno....

**INTERVINIENTE** –¿Qué consejo darías a un director de tesis que se estrena? ¿Cuáles son los errores principales de los directores noveles?

**PEDRO MIGUEL ETXENIKE** –Yo creo que... es muy difícil esto, porque... pero un consejo que yo le daría es que el éxito o el fracaso de la tesis es del tesinando. Él tiene que crear las oportunidades, tiene que darle lo que haga falta y tratarle como persona... Ahora, tampoco tiene que angustiarse. Porque a veces, el estudiante fracasa... No tiene que... Que no le haga él la tesis al tesinando. Y que no se la escriba. Ese consejo le daría. Que le dé todas las oportunidades para que él se desarrolle como investigador y encuentre algo. Aunque sea menos de lo que haría con tu trabajo. Un equilibrio. Entre lo sublime y lo ridículo hay una línea. Que aportes, pero que él tenga algo que aportar. Porque si no, ni él mismo se sentirá orgulloso de sí mismo. No le hagas la tesis. Ayúdale a hacerla a él. Ayúdale mucho, eso sí.

Y vale. Muchas gracias.

■