

CONTESTACIÓN

Excmo. Sr. Presidente

Excmos. Señores Académicos

Señoras y Señores,

Me corresponde el honor y el placer de contestar al discurso de investidura del Profesor Dr. D. Enrique Cerdá Olmedo como nuevo miembro de número de la Academia de Ingeniería de España. Aparte de darle la bienvenida en nombre de la Academia, lo que me apresuro a hacer con toda la cordialidad de que soy capaz, la tradición de este tipo de acto establece que mi discurso debe subrayar la relevancia de la aportación del nuevo académico a la disciplina de su especialidad y situar su estirpe intelectual en el contexto de la ciencia y la tecnología de las últimas décadas. Además resulta obligado – especialmente en este caso – acusar recibo de las ideas expuestas en el propio discurso.

El Profesor Cerdá, con un pudor que le honra, ha centrado sus palabras en lo que él llama la “ingeniería de la diversidad” y - sólo de una forma velada, casi emboscada, podría decirse – ha hecho referencia explícita a sus propias aportaciones. Esta sutil discreción me plantea una disyuntiva difícil: debo elegir entre violentarla, enumerando con detalle los distintos aspectos de su excepcional biografía, o emularla, exponiendo aquí algunas ideas que me permitan referirme a la persona y a la obra de Enrique Cerdá como el que no quiere la cosa. Opto por lo segundo: les voy a hablar sobre la inutilidad de ciertas metáforas en este fin de milenio.

La primera de éstas es muy antigua y está especialmente arraigada en nuestra cultura cotidiana: figura hasta en el emblema de una importante institución científica en nuestro país. Se trata del conocido “árbol de la ciencia”, de la idea de que las distintas disciplinas científicas son ramas de un tronco común que divergen progresivamente. Como todos sabemos, nada más lejos de la realidad actual: las disciplinas confluyen, se anudan, se anastomosan y se enredan, formando una compleja retícula que desmiente la figura del árbol. La ciencia no es un frutal del que meramente cuelgan los

frutos no comestibles del conocimiento y esos otros - caedizos y putrescibles - de la tecnología.

Ya en su formulación primigenia, la metáfora de la ciencia como árbol lleva implícita la de la tecnología. Me refiero a la famosa manzana, el primer producto biotecnológico, que, al cambiar de manos, dio origen a la más vieja de las profesiones, la de ingeniero agrónomo, y, según algunos, a nuestra condena, a la imagen de la tecnología como fuente de muchos de nuestros males actuales, imagen que, por supuesto, los miembros de esta academia no podemos aceptar. La tecnología añade un poderoso factor de reticulación a la capacidad intrínseca que tiene la ciencia moderna para enredarse sola. ¿Cuántas ciencias y tecnologías se anudan en un avión en vuelo? Es cierto que la ciencia nutre a la tecnología y a la ingeniería, pero también es cierto lo inverso. La compleja red tecnocientífica puede imaginarse con raíces, pero éstas no buscan sólo el suelo sino también el cielo. Tal es la evidencia que surge de la simple lectura del *curriculum vitae* del Profesor Cerdá Olmedo.

¿Cuántas ciencias y tecnologías, cuántas dispares disciplinas confluyen en el acervo intelectual de nuestro nuevo académico? Resulta difícil sintetizar una respuesta. Apenas se me ocurre ordenar alfabéticamente algunas palabras que se me enredan en la mente: Agronomía, bacterias, Biología, Biología Molecular, Biotecnología, carotenos, cinematografía científica, conducta, diferenciación, factorías unicelulares, fermentaciones industriales, Fotobiología, Fotoquímica, Genética, giberelinas, hongos, Ingeniería Genética, micotoxinas, Toxicología, rayos ultravioleta y otras que omito. Todas estas palabras – solas y en combinación – no bastan para describir su vasto repertorio intelectual.

Fue un estudiante excepcional: ese tipo de escolar que, siendo el primero en todas sus clases, es sin embargo inteligente, culto y muy leído. Enrique – quiero decir, el Profesor Cerdá – era extraordinariamente impertinente (ahora lo sigue siendo, pero en una saludable medida). Nos conocimos, hacia el final de la carrera, en los pasillos del Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas, donde ambos tratábamos de enterarnos qué era eso de la investigación. Él llevaba un libro cuyo título no recuerdo, pero cuya portada lucía la fórmula del triptófano: "Oye, me dijo, me han dicho que tu sabes Bioquímica ¿a que no sabes qué representa esta fórmula?". Les aseguro que desde entonces, yo, que nunca he logrado

memorizar fórmula química alguna, excepto, tal vez, la del agua, soy todavía capaz de escribir la del triptófano sin demasiadas vacilaciones.

Enrique pronto aprendió las técnicas citogenéticas en el laboratorio de nuestro maestro – y miembro de ésta academia – D. Enrique Sanchez-Monge y, al no inclinarse por la mejora genética de plantas, partió sin dilaciones hacia el laboratorio del Profesor P. C. Hanawalt en la Universidad de Stanford.

En esa universidad obtuvo el grado de doctor en apenas dos años; menos tiempo del habitualmente requerido para el mero cumplimiento de los requisitos preliminares a la realización de una tesis. En el laboratorio de Hanawalt se había descubierto, poco tiempo antes de la llegada de Enrique, el proceso de reparación del ADN. La investigación doctoral se centró en un tema relacionado con este proceso: el mecanismo de mutagénesis de la nitrosoguanidina (N-metil-N'-nitro-N-nitrosoguanidina) en la bacteria *Escherichia coli*. La publicación de los resultados en revistas de primer orden tuvo un gran impacto y suscitó una abrumadora avalancha de peticiones de separatas.

Este resonante éxito le abrió las puertas del laboratorio de Max Delbruck, premio Nobel, discípulo de Niels Bohr, uno de los padres de la Biología moderna y una de las figuras señeras del siglo XX. Con Delbruck mantendría una larga colaboración, sólo interrumpida por la muerte, y una estrecha amistad. Años más tarde, Delbruck delegaría en sus discípulos Cerdá y Lipson la edición de la "biblia" del hongo *Phycomyces*, que aparecería póstumamente.

En CALTEC (California Institute of Technology), Cerdá accede a otra universidad de vanguardia y conoce al mencionado hongo, que acababa de ser propuesto por Delbruck como organismo modelo para el estudio de los arcanos de la conducta: del tacto, de la percepción de la luz y de la gravedad e incluso del sexo.

Un inconveniente de *Phycomyces* como organismo modelo se deriva de su endiablada genética. Una de las grandes aportaciones del ingenio y del tesón de Cerdá ha sido lo que podríamos llamar la domesticación de este complejo organismo plurinucleado. Es decir, su puesta a disposición para la

ciencia reduccionista, esa forma de adentrarse en los secretos de la naturaleza que tantos frutos ha rendido en la investigación biológica,

Ingenio, elegancia y un sentido lúdico de la investigación son características que compiten con la importancia de los resultados en la obra de Enrique Cerdá, en el centenar y medio de sus publicaciones científicas, en sus patentes, y en su famosa película "Vida de las levaduras", filmada en Gotinga y editada en tres idiomas. Dicha obra científica ha sido ampliamente reconocida: infinidad de invitaciones a pronunciar conferencias y a dirigir cursos, incluido el curso sobre *Phycomyces* en el mítico *Cold Spring Harbor Laboratory*, profesor visitante en ocho universidades extranjeras y acreedor de múltiples premios y honores, incluido el reciente Premio Jaime I.

Los hongos *Phycomyces* y *Giberella*, junto a las tradicionales levaduras, han sido las factorías celulares en las que Cerdá ha escenificado su ingeniería para hacerlas producir - alterando las cadenas de producción a la carta - las sustancias más diversas: desde carotenos a giberelinas, desde etanol a micotoxinas.

En la interacción íntima entre ciencia y tecnología se ha dado con frecuencia un determinado lapso temporal entre el avance del conocimiento y el de sus aplicaciones. Una de las características de la revolución biológica que nos ha tocado vivir es precisamente la casi inexistencia de ese lapso. Las observaciones básicas se han venido dando con frecuencia en el mismo laboratorio y al mismo tiempo que las posibles aplicaciones: la ciencia y la tecnología como dos caras de una misma creación humana. Actor destacado en esta revolución dual, el Profesor Cerdá encarna un magnífico ejemplo de dicha idea, idea que desmiente la metáfora de la ciencia como árbol, metáfora que ha perdido su vigencia y que debe extinguirse como lo hace este siglo vigésimo de nuestra era.

Me referiré ahora a las ideas expuestas por el Profesor Cerdá en su discurso. No en forma de confrontación, como a él le hubiera gustado, sino desarrollando lo que un compositor llamaría una variación sobre el tema, a modo de eco. Lo haré mientras intento desacreditar una segunda metáfora arbórea, la del "árbol genealógico", y empezaré con una cita literaria clarividente.

Marguerite Yourcenar¹ escribe: "¿Quién – salvo excepciones – sabe el apellido del abuelo materno de su bisabuela paterna?...Del lado paterno, el único que aquí me ocupa, tengo cuatro bisabuelos en 1850, ...quinientos doce en la época de juventud de Luis XIV, cuatro mil ochenta y seis bajo Francisco I y un millón más o menos a la muerte de San Luis. De estas cifras hay que rebajar algo, ..., ya que el mismo abuelo se encuentra con frecuencia en la intersección de varios linajes, como un mismo nudo en el cruce de varios hilos." (el subrayado es mío). En esta cita, obtenida de su libro "Archivos del Norte", Yourcenar analiza de un modo frío y poético la genealogía de su familia paterna, los *Cleenewerk de Crayencour*, y pone el dedo en la yaga: las relaciones que la ligan a sus antepasados no son representables por un esquema de árbol sino por una red. De hecho, la sección del libro que incluye el texto citado lleva como título "La Red".

Hay que rebajar algo, dice Yourcenar. ¿Cuánto? Mucho, dice mi admirado Susumu Ohno, en un trabajo reciente². Según este último, la razón por la que el número de nuestros antepasados no crece exponencialmente se encuentra en la "ley de interferencia entre hermanos" (o entre parientes), que puede expresarse de modo simple mediante una ecuación ($N_n/ASZ \times 2 = N_{n+1}$; donde N_n es el número de antepasados en la generación n , N_{n+1} , el de la generación anterior a la n y ASZ es la "hermandad media" de la generación n). Según esta ley, hay una generación en la que el número de antepasados ya no crece porque se iguala a la población ancestral total. Si esa población estaba en expansión en ese momento, las generaciones precedentes serán cada vez más reducidas hacia la noche de los tiempos. Esto implica que, en una región dada, todos descendemos de todos los nobles y de todos los plebeyos de hace, digamos, 500 años. Para que esto no sea así, no basta con que por unas generaciones - entre los egipcios o entre los incas - se practicara el incesto y la endogamia. Tanto más cuanto, en cuestiones de procreación, las cosas no han ido siempre como aparecen en los registros o como cuenta la historia.

Si, según la ley de interferencia entre hermanos, todos descendemos de todos ¿cómo somos tan dispares los aquí presentes? ¿Cómo ha ingeniado la naturaleza la diversidad que salta a la vista y que se oculta en nosotros? ¿Cuál es su modo de hacer ingeniería de la diversidad en estas circunstancias? La respuesta a estas preguntas se plasma en otra ley: la de la progresiva irrelevancia de los antecesores remotos. Dicha ley es la expresión científica

de lo que el vulgo intuye como "dilución de sangre", cuando trata de explicar la aparición de individuos ineptos en una estirpe ilustre.

El profesor Cerdá ha aludido a las decenas de miles de genes que componen el genoma humano, los cuales se encuentran agrupados como cuentas en collares: los 23 cromosomas distintos que contienen la totalidad del genoma. Sin embargo, cada collar (cromosoma) no se hereda como una unidad sino que, debido a un proceso de sobrecruzamiento (recombinación), cada cromosoma del descendiente es en realidad un mosaico de trozos maternos y paternos del correspondiente cromosoma en los padres. Según este proceso, cada individuo hereda sus genes en unos doscientos tramos (o paquetes) de distinta longitud, en torno a cien de cada progenitor.

Si nos retrotraemos 20 generaciones (400 años), podrían correspondernos, según el aumento exponencial, más de 1 millón de antecesores, pero, según la ley de la interferencia entre hermanos, un número más verosímil estaría en torno a los 600.000. Pues bien, según la ley de la progresiva irrelevancia de los antecesores lejanos, sólo unos 4.000, tomados al azar de entre esos 600.000, nos han aportado copias de algunos de sus genes a cada uno de nosotros². Así hace la naturaleza "ingeniería de la diversidad", así se genera la extraordinaria variabilidad genética que se da dentro de una población aparentemente homogénea.

Resulta verosímil que todas las familias nobles más antiguas de la Alsacia incluyan a Carlomagno (siglo VIII) en su genealogía y que las familias del linaje Genji en el Japón, lo hagan con el emperador Seiwa (siglo IX). Sin embargo, no es menos seguro que dichas genealogías deben incluir a todos los asesinos, ladrones y timadores de la época². Es más, siendo estos últimos más numerosos que los individuos de sangre real en esos lejanos tiempos, el juego de las probabilidades favorece claramente al ADN plebeyo – incluso al ADN delincuente – en la formación de los genomas de los miembros actuales de dichas estirpes.

No se les habrá escapado a ustedes que el nuevo académico y quien le contesta comparten el segundo apellido, lo que nos ha hecho acreedores de una de las denominaciones más polisémicas de nuestro idioma: según muchos de nuestros colegas, somos primos.

Por supuesto, cuando nos conocimos hacia 1964, hicimos una rápida investigación de nuestro posible parentesco, recurriendo a la memoria histórica de nuestras familias, personificada en nuestras respectivas madres, que en paz descansen. Para enlazar por el apellido Olmedo había que retroceder al bisabuelo de nuestros abuelos. Según esto, éramos colaterales en grado duodécimo, aunque en realidad lo somos de grado octavo por un apellido (Herrera) extinguido por vía femenina en nuestras estirpes: dos primos Olmedo casaron con nuestras bisabuelas, que eran hermanas. Luego yo descubrí que el apellido Cerdá también enlazaba con el de Olmedo en el lejano siglo XIX. En un diario que escribió de niño, mi abuelo Olmedo describe una visita a su tío Arturo Cerdá y su hijo Enrique. Más de un siglo después, yo visito a Enrique y su hijo Arturo. Los nombres pueden heredarse con más fidelidad que los apellidos o los genes. Así descubrimos el carácter reticular de la genealogía, junto con el hecho de que en realidad apenas debemos compartir unos pocos genes. Siento defraudarles si ya habían empezado a encontrarnos parecido físico. Nuestra afinidad es más cultural que genética.

Es evidente que, en un acto como el de hoy, debe glosarse antes la estirpe intelectual del nuevo académico que la genealógica, debe primar lo cultural sobre lo meramente genético. La forma más simple de definir la cultura para un biólogo consiste en considerar como tal cualquier comportamiento común a una población que se aprende entre sus miembros y se transmite a los descendientes, pero que no se hereda a través de los genes. También se emplean esquemas arbóreos para estructurar las relaciones culturales entre las distintas generaciones, pero ni que decir tiene que, de nuevo, la red es una figura mucho más apropiada para describirlas

Es cierto que Enrique Cerdá ha sido discípulo de Sanchez-Monge, Hanawalt y Delbruck, que, a través de este último, es hermano cultural del famoso James D. Watson y nieto de Niels Bohr, y que, a través del primero, es hermano mío, pero también entronca con Quevedo, con Goethe y con Shopenhauer, por citar sólo algunos nudos prominentes de su red cultural. De hecho, todos los biólogos de este final de siglo entroncamos con Delbruck, Watson, Crick y las decenas de los otros grandes investigadores que nos precedieron; y todos los aquí presentes entroncamos, en mayor o menor grado, con Bach y Mozart, con Cervantes y Shakespeare.

Los mejores creadores han sabido elegir sus maestros y, aunque no siempre, también han sabido nutrir espiritualmente a sus discípulos. El profesor Cerdá ha destacado en ambos aspectos. Si, por un lado, ha sabido beber en las mejores fuentes, por otro, su magisterio es de los más singulares que conozco.

Guardo y me sirve de inspiración - desde hace casi tres décadas - el innovador guión de clase que introdujo para la docencia de la asignatura de Genética, cuando obtuvo una plaza de Profesor Agregado, primero, y de Catedrático, después, en la Universidad de Sevilla, donde sigue desempeñando su labor docente e investigadora.

Recuerdo vivamente su primera conferencia pública en España, la de clausura de una reunión anual de la Sociedad Española de Bioquímica que me cupo el honor de organizar y a la que asistieron distinguidas personalidades científicas, académicas y políticas. Yo invité y presenté a Enrique Cerdá, sabiendo que su irreverencia molestaría a más de uno, pero que su brillantez compensaría con creces este inconveniente. La arrasadora capacidad de comunicación y el humor de aquel deslumbrante joven de apenas treinta años sedujo sin excepciones a la audiencia, sorprendida por su forma de referirse a la represión sexual de *Phycomyces*.

Mención especial merece el curso experimental que enseña desde hace muchos años en la licenciatura de Ciencias Biológicas. Bajo su supervisión, los alumnos abordan problemas genéticos no resueltos y, una vez por semana, se reúnen para discutir los resultados y para planear nuevos experimentos. Llegan incluso a presentar sus conclusiones en congresos científicos. Hace unos meses tuve el inmenso placer de participar en el mencionado curso como invitado y no se me olvidará la experiencia. No sorprende que numerosos laboratorios nos hayamos venido disputando durante años la incorporación de alumnos procedentes de dicha cantera.

Por abatir una última metáfora arbórea, me referiré a una propia, la del olmo como símbolo de la Universidad: una especie amenazada de extinción por la grafiosis y a la que a menudo se le solicitan peras. El profesor Cerdá ha formado miles de alumnos de licenciatura y casi una treintena de doctores que han ocupado puestos relevantes en la docencia, la investigación y la administración, dentro y fuera nuestro país. Ha hecho el milagro del

olmo; mientras existan maestros como él, nuestra Universidad rendirá frutos jugosos y variados a la sociedad.

Esta Academia no sólo no ha cometido un error sino que ha acertado al elegir una personalidad del calibre de la de D. Enrique Cerdá Olmedo, y cumple ampliamente con su mandato, reflejado en el Artículo 6 de sus estatutos, que le obliga a elegir personas "con una cualificación relevante en alguna o en ambas de las instancias siguientes: a) Haber realizado aportaciones de destacada importancia en materias teóricas y/o aplicadas vinculadas a la ingeniería, que estén reflejadas en patentes y/o publicaciones del pertinente nivel. B) Haber demostrado excepcional competencia para lograr avances significativos en nuevos campos tecnológicos y en su progresivo desarrollo". Al nuevo académico adornan todas esas instancias y muchas otras. Si la Academia mantiene este rumbo, tendrá un brillante futuro.

Muchas gracias.

¹ Margarita Yourcenar, Archivos del Norte. Alfaguara Literaturas, 1985.

² Susumu Ohno, The Malthusian parameter of ascents: What prevents the exponential increase of one's ancestors? Proceedings of the National Academy of Sciences, USA 93: 15276-15278, 1996.