

**DISCURSO DE CONTESTACIÓN**

**POR EL**

**Ilmo. Sr. D. RAFAEL NAVARRO LINARES**



Excelentísimo Señor Presidente, ilustrísimas autoridades, ilustrísimos académicos, Señoras y Señores.

Agradezco a la Academia el honor que me ha otorgado con este encargo para dar la bienvenida y responder al discurso de ingreso en su Sección de Físicas del profesor D. Manuel Ricardo Ibarra García. En su discurso, ya ha hecho mención a su antecesor en la medalla número 20, profesor D. Manuel Quintanilla Montón, pero también quiero recordar al portador previo, profesor D. José María Savirón de Cidón, prematuramente desaparecido y durante años compañero del nuevo académico en la Facultad de Ciencias. Igualmente, deseo citar y reconocer la labor de su mentor y maestro profesor D. Agustín del Moral Gámiz, actualmente jubilado, que fue elegido académico en 1984 pero que finalmente no llegó a ingresar.

Conozco al profesor Ricardo Ibarra desde su incorporación en 1979 como becario de la Universidad de Zaragoza. Desde entonces, hemos tenido ocasión de interaccionar en muchas ocasiones propiciadas por la común pertenencia, durante años, al Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón (instituto mixto CSIC-Universidad de Zaragoza), por investigar en el mismo campo del Magnetismo y del Magnetismo de la materia y por haber participado en algunos proyectos europeos y nacionales comunes. Asistí a la presentación y defensa de su tesis doctoral, de la que guardo un ejemplar, y he podido seguir su brillante trayectoria investigadora y su gran actividad científica.

Menos directamente, desde el Centro Politécnico Superior (ahora EINA) he atisbado su labor de gestión académica, ejercida sin ceder un ápice en su impulso investigador y en su eficaz liderazgo de equipos de personas. Finalmente, por su CV he conocido su faceta de emprendedor. En todos estos aspectos ha sabido destacar, acumulando méritos singulares, lo que hace fácil la tarea de glosarlos y difícil su necesaria selección para el tiempo razonable de este discurso de contestación.

Ricardo Ibarra nació en Baza (Granada) en 1955 y, tras obtener la licenciatura de Ciencias Físicas por la Universidad de Granada (1979), siguió a su maestro Agustín del Moral catedrático de Electricidad y Magnetismo en su traslado a la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza.

La existencia de un grupo pionero de Física de bajas temperaturas dirigido por el profesor D. Domingo González, que disponía de un licuador de helio, fue un “imán” para el traslado de Agustín del Moral. Sin embargo, el conocimiento mutuo, tras coincidir en congresos internacionales, y las posibles sinergias, supongo que también fueron razones de peso en su decisión de traslado.

A principios de los 70, el reducido número de investigadores españoles en Magnetismo y Magnetismo de la Materia provenía del trabajo seminal realizado en el primer tercio

del siglo XX por el padre de la Física Española, profesor D. Blas Cabrera y Felipe [1878-1945] que fue uno de los primeros correspondientes de esta Academia (1916) y creador del Laboratorio de investigaciones Físicas de Madrid (1911). Una de sus contribuciones más relevantes fue la medida del paramagnetismo producido por iones de tierras raras –15 elementos del grupo de los lantánidos, junto al itrio y el escandio– cuya contribución al advenimiento de las teorías cuánticas es ampliamente reconocida. Represaliado, exilado y muerto en México, su hermano D. Juan Cabrera catedrático de Electricidad y Magnetismo de la Universidad de Zaragoza, académico desde 1934 y más tarde Rector, no siguió este impulso investigador y únicamente legó un electroimán de casi una tonelada de peso que en mi época de estudiante en esta Facultad y edificio veíamos debajo de una escalera y que no sé si llegó a funcionar.

En los tiempos de la autarquía y penuria de posguerra un discípulo aventajado de Blas Cabrera, el profesor D. Salvador Velayos Hermida [1908-1997] catedrático de la Universidad Complutense de Madrid, a pesar de las represalias políticas que también sufrió, mantuvo viva esta tradición del Magnetismo en España hasta los años 70 en que, con un entorno más propicio para la investigación, revivió en sus discípulos directos entre los que destaca el profesor D. Antonio Hernando Grande que le sucedió en su cátedra. Agustín del Moral, también lo tuvo como profesor en la licenciatura de Ciencias Físicas y recibió de él su entusiasmo por el Magnetismo aunque su especialización la realizó en la Universidad de Southampton (UK).

También en la década de los 70, surgió en la Universidad de Zaragoza otro grupo de investigación en Magnetismo, asociado al estudio de la Física de Bajas Temperaturas e impulsado por Domingo González que trajo desde Leiden (Holanda) técnicas criogénicas y de medidas magnéticas de la susceptibilidad AC con una orientación complementaria para el estudio de las transiciones de fase y el modelado de materiales magnéticos. Por ello, la llegada de Agustín del Moral a Zaragoza fue más que bienvenida y surgieron colaboraciones.

En este entorno, Ricardo Ibarra elaboró su tesis doctoral titulada *Magnetostricción y orden magnético en compuestos intermetálicos cúbicos Tierra rara-Ni<sub>2</sub>* (1983) dirigida por Agustín del Moral y con los objetivos explicitados. Para su progreso hizo un esfuerzo que ahora se antoja ímprobo, pero que era común cuando se llegaba a un laboratorio vacío y sin técnicos de laboratorio, como fue su caso, empezando a construir con sus manos un sistema para la medida de la imanación DC por extracción utilizando un criostato de flujo de helio para variar la temperatura entre 3,5 y 300 K. Además, tenía que caracterizar las muestras, hacer las medidas e interpretar los resultados. Para esto último, partió de las bases cuánticas del momento magnético de las tierras raras y utilizó hamiltonianos de espín efectivo y de ion aislado, que incluían las contribuciones por el acoplamiento

espín-órbita y por el campo cristalino de su entorno.

Estos duros comienzos, sin duda, forjaron una enorme voluntad de trabajo que le ha hecho destacar en sus actividades de docencia, de gestión universitaria, de investigación y de transferencia de conocimientos. Primero profesor ayudante (1984), luego profesor titular (1985) y finalmente catedrático de Física de la Materia Condensada (1995), su actividad se ha desarrollado en el Departamento del mismo nombre de la Facultad de Ciencias, siendo primero miembro del ICMA y actualmente en el Instituto Universitario de investigación en Nanociencia de Aragón –INA–, con la interrupción de dos estancias largas como profesor visitante en las Universidades de Southamphthon, UK (1983-84) y West Virginia, USA (1988).

Director del Departamento de Física de la Materia Condensada (1993-2000), en el año 2000 presentó a la Universidad de Zaragoza la iniciativa de creación del INA que finalmente se aprobó en 2003 siendo desde entonces su director. La consecución de este logro no hubiera sido posible sin su tesón, inteligencia social y trabajo que volvió a demostrar para la creación del Laboratorio de Microscopia Avanzada –LMA– (2007) del que es su director y que fue reconocido como instalación científica singular en 2014.

Director de 8 tesis doctorales, es autor de más de 400 publicaciones científicas recogidas en el Science Citation Index, 18 de las cuales han recibido más de 100 citas siendo su índice H en 2015 de 48. Sus líneas de investigación se han desarrollado en el estudio del Magnetismo de la Materia y de la Nanociencia abordando:

- i) La anisotropía magnética en compuestos intermetálicos de tierras raras.
- ii) La magnetoresistencia colosal en óxidos magnéticos de valencia mixta.
- iii) Las aleaciones con efecto magneto-calórico gigante.
- iv) Las láminas delgadas y las nanopartículas magnéticas.
- v) Las aplicaciones de Nanotecnología en Biomedicina.

Igualmente, destacan en su currículum las actividades de transferencia de conocimiento, siendo socio o consultor científico de *nB nanoScale Biomagnetics* (2008), empresa spin-off de la Universidad de Zaragoza, y de *Nano-immunotech* (2009), empresa spin-off de las universidades de Zaragoza y de Vigo.

Ricardo Ibarra ha sido investigador invitado en numerosos congresos y reuniones científicas de su especialidad y pertenece al comité científico asesor de muchos de ellos, y desde el año 2000 es presidente de la Sección de Magnetismo de la Sociedad Europea de Física. Ha coordinado grandes proyectos de investigación y desarrollo tanto a escala nacional como internacional en Nanotecnología y en su aplicación a Biomedicina. Entre los reconocimientos recibidos acentuó su nombramiento en 2008 como *Doctor Honoris Causa*

por la Universidad AGH (Cracovia–Polonia) y la concesión del *Premio Aragón Investiga a la Excelencia Investigadora*, en 2009.

Ha comenzado su discurso con una reflexión crítica y valiente acerca de los retos de la investigación científica en la sociedad española actual incidiendo en las aportaciones que ésta hace y en la innovación que induce, así como en la forma en que se genera la investigación de excelencia. Desde su amplia experiencia, ha afirmado que la investigación de excelencia siempre es elitista, sin miedo a la controversia de tal aserto.

Comparto que las ideas científicas que han cambiado el conocimiento rara vez se han alcanzado por consenso. Las ideas más innovadoras pueden estar madurando en la comunidad científica y tener claros antecedentes, ya que casi nada es “ex novo”, pero finalmente se concretaron en las mentes más preclaras concitando ya sea consenso o incompreensión antes de imponerse por su mejor adecuación que las previas. Pero nadie cuerdo puede recurrir a someter la veracidad de las ideas o modelos a argumentos de autoridad o de “democrático” referendun. Serán los resultados experimentales, la adecuación y alcance de sus predicciones y en resumen, la aplicación del método científico, característico de las Ciencias Naturales desde el siglo XVII, quienes definitivamente los avalarán o refutarán por encima de las modas o prejuicios, como testifica la historia de la Ciencia.

Magnetismo de la materia, inicialmente, y Nanociencia, desde el año 2000, han sido los dos amplios campos del conocimiento en los que se ha encuadrado su actividad de investigación. En su discurso ha glosado brevemente su historia, ideas básicas e impacto científico, amén de sus aplicaciones, por lo que sólo incidiré de forma necesariamente breve y complementaria para engarzar la investigación de Ricardo Ibarra en sus respectivas evoluciones.

Para ilustrar “*el estado del arte*” del Magnetismo cuando comenzó a realizar su tesis utilizaré las opiniones/conclusiones de los científicos más autorizados de la época expuestas en una sesión retrospectiva de la International Conference on Magnetism (ICM) celebrada en Múnich septiembre de 1979, a la que tuve la fortuna de asistir, y cuyo título *The evolution of Modern Magnetism*<sup>45</sup> expresaba su contenido sin ambigüedad. Fue coordinada por Rudolf L Mössbauer<sup>46</sup> y los restantes investigadores invitados a la mesa eran:

---

<sup>45</sup> Un resumen puede verse en W L Zinn, *J. Magn. Magn. Mat.* **15-18**, Part I, pp il-li (1980)

<sup>46</sup> [1929-2011] Premio Nobel de Física 1961 por el descubrimiento de la emisión y absorción resonante de radiación gamma –1957– que dio lugar a la espectroscopia Mössbauer.

Friederick Hund<sup>47</sup>, Hendrik B G Casimir<sup>48</sup>, Sergei V Vonsovsky<sup>49</sup>, Norman F Ramsey<sup>50</sup>, Ryogo Kubo<sup>51</sup> y Anatole Abragam<sup>52</sup>. Sin duda fue una ocasión de difícil repetición por el momento y sabia elección de algunos de los más destacados y notorios protagonistas del Magnetismo en el segundo tercio del siglo XX.

De los diagnósticos y conclusiones de esa sesión emergen claramente las interrelaciones que hicieron posible el desarrollo del Magnetismo de la materia, que sólo pudo comprenderse al aplicar la Mecánica Cuántica, pero lo más importante fue que también dedujeron pautas de cómo debían ser las del futuro inmediato y quiero destacar algunas de ellas:

- La necesidad de una interacción elástica entre teoría y experiencia para el estudio de las propiedades magnéticas de la materia. En las épocas y laboratorios en los que ésta se ha conseguido se han producido los desarrollos más notables.
- El carácter netamente experimental del Magnetismo y del Magnetismo de la materia. Con frecuencia, en su desarrollo, los hechos experimentales han ido por delante de la teoría y sólo cuando el conjunto de datos fue suficiente amplio se pudo establecer un marco teórico apropiado.
- La necesidad de conocer las bases físicas y el alcance de las técnicas experimentales. El estudio de determinados fenómenos complejos requiere el uso de técnicas experimentales macroscópicas y microscópicas de las que se debe conocer bien su utilización y las fuentes de sus posibles discrepancias.
- La importancia decisiva de la Mecánica Cuántica en general y del espín electrónico en particular para la comprensión de los fenómenos magnéticos. Al ser los electrones los causantes del momento magnético y su repulsión el origen de la propia interacción de canje, la teoría del Magnetismo, a nivel elemental, se reduce al estudio de las configuraciones electrónicas posibles.
- Los átomos se comportan magnéticamente de forma distinta cuando están libres

---

<sup>47</sup> [1896-1997] Autor de la regla de su nombre –1927– que distribuye los electrones dentro de los orbitales atómicos y que permitió determinar el momento magnético de las tierras raras.

<sup>48</sup> [1909-2000] Físico teórico colaborador de W Pauli, que entre otras contribuciones explicó la estructura hiperfina, calculando los momentos nucleares cuadrupolares.

<sup>49</sup> Autor, entre otros del llamado modelo polar de muchos electrones que fue una síntesis del modelo de Heisenberg y Frenkel para electrones localizados (1928) y el esquema de bandas de un electrón de Bloch- Peierls.

<sup>50</sup> [1915-2011] Premio Nobel de Física 1989, realizó medidas precisas de resonancia magnética de haces moleculares, trabajando sobre la estructura hiperfina, midió por primera vez los momentos magnéticos dipolares y eléctricos cuadrupolares de varios núcleos (deuterio...).

<sup>51</sup> [1920-1995] Experto mundialmente reconocido en Mecánica Estadística.

<sup>52</sup> [1914-2011] Investigador que realizó grandes contribuciones en los campos de la Resonancia Paramagnética Electrónica y la Resonancia Magnética Nuclear.

o cuando son parte de sólidos, lo que se debe a las distintas interacciones presentes, *i.e.*, al número de electrones que poseen –determinado por el enlace químico que los ensambla– y a la interacción electrostática con sus átomos vecinos (campo cristalino).

- La interacción magnética puede escribirse como operadores que son producto escalar de vectores individuales de espín y su generalización a sistemas con infinitos espines da origen al hamiltoniano de Heisenberg–Dirac–Van Vleck.

El inicio de la actividad de investigación de Ricardo Ibarra, bajo la dirección de Agustín del Moral fue sin duda fiel, a este estado del arte, enfocándose a algunos de los problemas abiertos en el momento. Se buscó una flexible interacción entre resultados experimentales y teoría y se aplicaron, con éxito, modelos cuánticos para analizar la competición entre canje magnético, campo cristalino y acoplamiento espín-órbita en compuestos intermetálicos de tierras raras.

Su inquietud científica hizo que una década después (1993) llamara su atención las variaciones en dos órdenes de magnitud observadas en la resistencia eléctrica de las perovskitas  $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$  (magneto-resistencia colosal-CMR). En estos compuestos (*manganitas*) co-existen fenómenos de localización/deslocalización electrónica (valencia mixta de los iones Mn) cuando se produce el ordenamiento ferromagnético asociados a los cambios del volumen cristalinos al pasar de una a otra situación. Sus observaciones de la presencia de esta anomalía ya en fase paramagnética les llevó a proponer un modelo rompedor que asociaba su presencia a la formación de *polarones magnéticos* (agrupaciones de momentos magnéticos alineados) que verificaron. Ricardo y sus colaboradores supieron utilizar sus herramientas experimentales y experiencia para dar un enfoque nuevo e innovador a este fenómeno, y sus resultados fueron ampliamente reconocidos por la comunidad científica.

Respecto a los campos de la Nanociencia y la Nanotecnología abordados con intensidad por el nuevo académico a partir del año 2000, es oportuno reflexionar sobre los avances científicos sucesivos que les dieron origen. Progresos que se produjeron de forma incremental a lo largo del siglo XX, tanto por las mejoras en las técnicas de fabricación de materiales (procesos de purificación de metales, acceso a las tecnologías de alto vacío, técnicas de crecimiento cristalino. . .) como por la creciente precisión y poder de resolución de los nuevos instrumentos de observación estructural y microscópica (difracción de rayos-X y de neutrones, acceso a la microscopía electrónica de alta resolución, microscopios de efecto túnel y de fuerzas atómicas. . .).

Estas nuevas tecnologías hicieron posible pasar de la fabricación y estudio de las propiedades de los habituales sólidos macroscópicos tridimensionales –3d–, al diseño y fabricación de materiales con dimensiones restringidas ya sean láminas –2d–, cadenas –1d– o



puntos –0d–, con tamaños de su espesor, diámetro o extensión, entre 1 y 100 nanómetros. Son estos sistemas fabricados “*boton-up*” desde los átomos, imposibles de lograr de otro modo, quienes han abierto nuevos enfoques y retos tanto científicos como tecnológicos que se abordan desde la Nanociencia, la Nanotecnología y otras ramas, al punto que han puesto de moda el prefijo “nano” y se ha hecho ubicuo.

Para dar referencias al mundo de lo nano, hay que recordar que hace casi un siglo los estudios interfaciales y de coloides proporcionaron los primeros sistemas y observaciones en este rango de tamaños. De hecho, la primera medida de nanopartículas la realizó, en la primera década del siglo XX, Richard Adolf Zsigmondy, Premio Nobel en Química 1925 y correspondiente de esta Academia (1922). En sus detallados estudios sobre soluciones diluidas de oro coloidal, y utilizando un ultramicroscopio, fue capaz de ver partículas mucho más pequeñas que la longitud de onda de la luz visible utilizada, acuñando el término nanómetro. En los años 20, Irving Langmuir<sup>53</sup> y Katharine B. Blodgett fueron capaces de crear películas de una sola capa molecular de grosor (láminas de Langmuir-Blodgett) sobre la superficie de un líquido y en 1935, Blodgett supo transferir estas capas de moléculas orgánicas a soportes sólidos.

Éstas y otras tecnologías de fabricación controlada de láminas delgadas (genéricamente llamados procesos de deposición) surgen con fuerza a partir de los años 50 utilizando reacciones químicas o interacciones físicas:

- Depósito de soluciones químicas –Chemical solution deposition– que utiliza líquidos precursores en procesos tales como plateado y electroplateado (galvanoplastia).
- Depósito de vapores químicos –Chemical Vapour deposition CVD–, que emplea precursores en fase gaseosa, implementado en los 50 para producir recubrimientos poliméricos y luego ampliada a otros materiales.
- Epitaxia de haces de iones o moléculas –Molecular Beam Epitaxy MBE–, que dirige corrientes de los elementos sobre un sustrato, inventada a finales de los 60 para el desarrollo de dispositivos electrónicos semiconductores.
- Pulverización catódica –sputtering– empezada a utilizar hacia los 70...

Estas tecnologías evolucionaron la fabricación de láminas delgadas desde un arte totalmente empírico a un campo consolidado de la Ciencia.

Los primeros sistemas de dimensión restringida con control atómico fueron realizados por Norio Taniguchi (1974), que llamó Nanotecnología al campo multidisciplinar de tecno-

---

<sup>53</sup> [1881-1957] Premio Nobel de Química 1932 por sus investigaciones sobre la cinética de las reacciones gaseosas en superficies –velocidad de adsorción de gases a bajas presiones–.

logías involucradas en los procesos de producción de estas capas delgadas y de su decapado con control dimensional de nanómetros. Tecnologías que recibieron un gran impulso en la década de los 80 con los descubrimientos del microscopio de efecto túnel (STM), por Gerd Binig y Heinrich Rohrer<sup>54</sup> (1981) y del microscopio de fuerzas atómicas (AFM) en 1986 que permitieron “ver” los átomos, consagrando la denominación de Nanotecnología inspirada por Richard Feynman que popularizó Erik Dexler en su libro *Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology (1986)*<sup>55</sup>.

En Magnetismo de la Materia, el desarrollo de láminas magnéticas delgadas inicialmente estuvo dirigido al almacenamiento magnético de información con el objetivo de incrementar su densidad (bites por unidad de área). La posibilidad de combinar capas de materiales con propiedades distintas (multicapas) integrando comportamientos ferromagnético/anti-ferromagnético/ferromagnético en multicapas Fe/Cr/Fe fue una línea fructífera seguida, independientemente, por Albert Fert y Peter Grunberg (1988) para el descubrimiento de la *Magnetoresistencia gigante*<sup>56</sup>.

El descubrimiento de fullerenos (1985)<sup>57</sup>, nanotubos (1991)<sup>58</sup> y grafeno<sup>59</sup> formas alotrópicas del carbono de tamaños nanométricos que pueden funcionalizarse y su posterior disponibilidad comercial dieron impulsos complementarios a la consagración de la Nanotecnología. Hoy en día nadie discute la prominente contribución de la Nanociencia y la Nanotecnología tanto al desarrollo de nuevos dispositivos activos y pasivos, que constituyen el “hardware” de la sociedad de la información y de la Biomedicina.

---

<sup>54</sup> Que se han considerado los padres de la Nanotecnología. Por su descubrimiento recibieron el Premio Nobel de Física 1986, compartido con Ernst Ruska [1906-1988], inventor del microscopio electrónico en 1933 que abrió el campo a las observaciones a nivel atómico.

<sup>55</sup> En este libro Dexler toma de Richard Feynman (1959) el concepto, hasta entonces de alcance muy limitado, de mil millones de pequeñas fábricas, incorporando la idea de que podrían construir más copias de sí mismas, vía control automatizado, sin la participación de un operador humano.

<sup>56</sup> Giant Magnetoresistance Effect –GMR–, descubrimiento por el que Albert Fert y Peter Grünberg recibieron el Premio Nobel de Física 2007. Este efecto fue rápidamente aplicado en sensores del campo magnético para cabezas de lectura de discos duros de ordenador.

<sup>57</sup> Harry Kroto, Richard Smalley y Robert Curl –Premio Nobel de Química 1996 por el descubrimiento de esta nueva forma (alótropo) estable del carbono.

<sup>58</sup> Existen nanotubos de otros materiales; silicio, nitruro de boro... pero el término, generalmente, se aplica a los nanotubos de carbón.

<sup>59</sup> Este alótropo del carbono conocido desde los años 30, recibió esta denominación en 1994. Andréi Geim y Konstantín Novoselov, Premio Nobel de Física 2010 por sus descubrimientos sobre grafeno lo pusieron de moda, siendo uno de los tópicos en los que más se está investigando en la actualidad.

Trabajar con tamaños de 10 a 100 nanómetros, por lo tanto, no era nuevo como atestiguan estos antecedentes y muchos otros, lo nuevo de los años 90 fue disponer de herramientas para observar su comportamiento y para organizar la materia desde la nano-escala. En estos tamaños las propiedades de superficie toman relevancia frente al volumen y aparecen fenómenos y propiedades mecánicas, eléctricas, magnéticas, ópticas, químicas. . . muy distintas de las que se observan en los materiales con los mismos componentes a escala macroscópica por estar dominados por los efectos que impone la Mecánica Cuántica, propiedades que, además, pueden variar con el tamaño.

La coincidencia de las dimensiones de estos sistemas con la escala en la que ocurren muchos de los fenómenos bioquímicos en el interior de las células ha inaugurado para muchos investigadores de Biomedicina el nuevo campo la Nano-medicina. Por ejemplo, el diámetro de una molécula de hemoglobina es de 5,5 nm y el correspondiente a la hélice que forman los bloques de DNA entre 1,8 y 2,3 nm con distancias de 0,32 nm entre nucleótidos. En estos tamaños, la Nanotecnología despliega nuevas posibilidades para diseñar tratamientos y terapias más específicos y personalizados que los convencionales, proporcionando unas perspectivas renovadas.

La importancia de la Nanotecnología quedó reconocida por Estados Unidos en 1999 con el comienzo del programa federal *National Nanotechnology Initiative*, actualmente en vigor<sup>60</sup>, para favorecer la comunicación, cooperación y colaboración de todas las agencias federales involucradas en este tipo de investigaciones.

Ricardo Ibarra y colaboradores, a partir del año 2000, se unieron a esa nueva línea de investigación científica con la creación del Instituto universitario de investigación INA y un entorno experimental adecuado para el desarrollo de la Nanociencia y la Nanotecnología en Aragón, a la par que lo hacían otras instituciones españolas hoy en día coordinadas por la red *NanoSpain*<sup>61</sup>. Además para dotarse de avanzadas herramientas de caracterización y nano-fabricación crearon el Laboratorio de Microscopias Avanzadas que le ha dado una clara ventaja a la vez que ha facilitado a los investigadores españoles, trabajar en estos campos competitivos y mantener muchas colaboraciones.

En el discurso se ha abordado el tema ético de la responsabilidad de los investigadores sobre sus creaciones trayendo a colación la alerta lanzada por Bill Joy<sup>62</sup> (2000) sobre los peligros de las nuevas tecnologías; Robótica, Ingeniería genética y Nanotecnología para el futuro de la Humanidad. A nadie se le escapan las implicaciones éticas y sociales de

---

<sup>60</sup> Mas información puede verse en la Web, <http://www.nano.gov/>

<sup>61</sup> Red española de Nanotecnología, <http://www.nanospain.org/nanospain.php?p=h>

<sup>62</sup> Bill Joy, tecnólogo, cofundador y responsable científico de Sun-Microsystems y coautor del lenguaje de programación Java en su artículo *Why the Future Doesn't Need Us*, Magazine January (2000).

posibles robot inteligentes (inteligencia artificial), genes mutantes y máquinas moleculares pero estas alarmas no son nuevas. Pesimismo y ludismo<sup>63</sup> desde filosofías diferentes han incidido a lo largo de la historia sobre los perversos efectos de la introducción de tecnologías como las maquinas de vapor, las maquinas de tejer, la mecanización agrícola... ahora indiscutibles pero que en su día crearon alarmas que se demostraron sin duda exageradas. Ahora con estas nuevas tecnologías aparece el mismo temor por su consideración como fuerzas irrefrenables y despiadadas capaces de destruir todo lo que se interponga en su camino. Como en el pasado, su error de análisis es considerar que las tecnologías están aisladas porque siempre hay otros factores sociales en juego que hasta ahora las han mitigado o integrado<sup>64</sup>.

Mirando, a épocas más cercanas con el comienzo de la era nuclear, el impulso inicial aparentemente irresistible de estas tecnologías fue frenado por los movimientos medioambientales y antimilitaristas, por las protestas antinucleares, por los vecinos afectados por los mayores accidentes (Chernobil, Three Mile Island)... Todas estas fuerzas sociales condujeron a regulaciones gubernamentales y a tratados de no proliferación nuclear que minimizaron la alarma inicial de su ubicua utilización.

Actualmente, ante las nuevas tecnologías hay fuerzas de reacción similares, que se han hecho evidentes desde las alertas de Bill Joy del año 2000. Los sistemas sociales y los científico-tecnológicos se dan forma mutua, *i.e.*, no se desarrollan independientemente sino que su evolución está determinada por su recíproca interacción. Muchas profecías de catástrofes por la utilización de nuevas tecnologías, no se cumplieron por que fallaron al prever la reacción social que las propias alarmas causaban, reacciones de las sociedades democráticas que nunca hay que anular porque siguen siendo necesarias para estimular a los distintos organismos sociales: gobiernos, audiencias, organizaciones formales e informales, movimientos sociales, asociaciones profesionales... y poder dar forma, moderar y dirigir el poder bruto de las tecnologías.

Ciertamente una Academia centenaria como la nuestra, surgida en otro entorno histórico para el cultivo, promoción y proyección social de la Ciencia, ahora en siglo XXI también debe operar en el sistema social pero con un nuevo papel siendo vigilante de los límites éticos del desarrollo científico y tecnológico. Al respecto, la sensibilidad capacidad

---

<sup>63</sup> Movimiento encabezado por artesanos ingleses que en la Primera Revolución Industrial protestaban contra la introducción de nuevas máquinas en los telares industriales, porque permitía reemplazar a los trabajadores menos cualificados, del que toma su nombre y que ha aparecido en procesos sociales similares de introducción de tecnologías en la agricultura, minería, industria...

<sup>64</sup> John S Brown & Paul Duguid A Response to Bill Joy and the Doom-and- Gloom Technofuturists, The Industry Standard (2000).

y saber del nuevo académico en Magnetismo, Nanociencia y Nanotecnología sin duda será una contribución importante para la Academia.

Amigo Ibarra, bienvenido a la Academia

Muchas Gracias