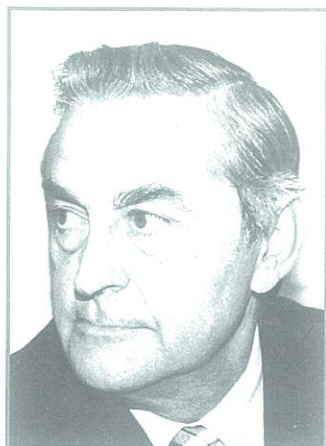


JUEVES NUCLEARES

Rafael CARO



ANECDOTARIO NUCLEAR Y MEDITACIONES

Conferencia pronunciada en el Aula-club de la Sociedad Nuclear Española LOS JUEVES NUCLEARES, el 14 de Noviembre de 1996

Rafael CARO es Doctor en Física por la Universidad Complutense y Diplomado en Ingeniería Nuclear por la JEN; fue investigador en la Junta de Energía Nuclear con el puesto de Jefe de la División de Reactores Nucleares.

En 1987 fue nombrado consejero del CSN, renovándole en el cargo en 1993. Fue representante de la Sociedad Nuclear Española en la European Nuclear Society desde 1981 hasta 1985, y a continuación fue elegido presidente de esta organización. Al terminar su mandato en 1987, fue elegido presidente de ENC-90 (Conferencia Nuclear Europea, 1990, de ENS+Foratom, que se celebró en Lyon).

Desde 1992 a 1994 fue elegido en Chicago presidente de la International Nuclear Energy Academy.

Esta pequeña charla que voy a hacer a cuenta de vuestra invitación para participar en el Aula Club, se va a referir a temas muy profundos, y precisamente por eso quiero hacer el relatorio en tono frívolo.

Empezaré citando a Sir John Hill, británico de significación notable en el desarrollo nuclear de su país, que hace unos pocos años desde su cargo de presidente de Foratom, refiriéndose a los científicos y tecnólogos nucleares de los primeros tiempos, decía: "... en aquellos años éramos los héroes de la historia que se cuenta; pero ahora somos los villanos".

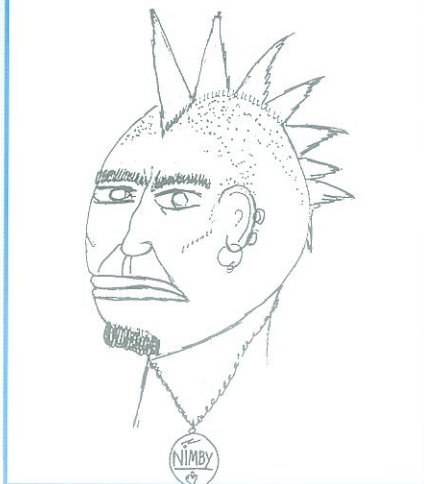
Y esto es muy cierto. Pero, ¿qué es lo que ha pa-

sado?, ¿Porqué hemos llegado a esta situación?. Es evidente que me estoy refiriendo a la contestación antinuclear, que ha tenido un éxito considerable, puesto que ha venido a producir una moratoria generalizada a nivel mundial, y a ser protagonista del hecho de que nosotros, los técnicos, hayamos pasado de héroes a villanos.

Se han barajado muchos argumentos, a mi me parece que todos ellos igual de endebles, o igual de válidos según de que lado se mire. Se ha dicho que el Hombre de la Calle vino a tener noticias del Atomo a través de un horror en la Historia de la Humanidad, las bombas de Hiroshima y Nagasaki, también, cuenta la Guerra Fría, que nos mantuvo a todos con el alma en vilo, temiendo el holocausto nuclear durante años. Naturalmente, la propaganda política de los Países Socialistas, léase Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, in-

F I

NOT IN MY BACK YARD!



F II

NOT IN MY TERM OF OFFICE!!



NIMTOO

sistía en la perversidad del mundo capitalista, que no paraba de construir artefactos destructivos nucleares; lo que de paso proporcionaba un subproducto argumental, las centrales nucleares, que se metían en la misma cesta, con lo que quedaban automáticamente proscritas. Atizaban este fuego, desde luego, determinados grupos políticos, también quizá el lobby internacional del petróleo, quizá los carboneros. Al final se ha venido a dar un espectáculo grotesco, un grupo de gente firmemente convencida de la perversidad intrínseca de lo nuclear y activistas casi religiosos de la contestación, aunque ciertamente ignorantes básicos de la problemática tecnológica en todos y cada uno de sus capítulos. Y, efectivamente, los

técnicos, los que entendemos del tema, hemos venido a ser los villanos de la novela.

Y como no queremos perder el sentido del humor, como prólogo empezaremos contando la aparición en USA de dos tribus urbanas propiciadas por el aninuclearismo: los NIMBY'S y los NIMTOO'S. Como siempre en la historia de las civilizaciones, estas dos tribus aparecieron tímidamente, después cobraron fuerza, y más tarde se sintieron imperialistas e invadieron el resto del mundo.

NIMBY es el acrónimo de "Not in my Back Yard", -que en castellano significa "¡por si acaso!"; y su origen reside en la proclividad de los antinucleares activistas al uso de la demagogia del terror como ingrediente fundamental de sus argumentos. De modo que cuando cargados de razones "razonables", valga la redundancia, los profesionales explican las bondades de lo nuclear al pueblo soberano, en general, y como es lógico, este lo rechaza, ¡por si acaso!; "¡Not in my back yard!", y hay que reconocer que es una postura sensata.

Mucho peores son los NIMTOO's, que en castellano puede traducirse por "Político Típico". Los miembros de esta tribu se dedican al Sufragio Universal, y mientras están en activo, todas sus actuaciones estarán moduladas exclusivamente por su preocupación de que su modo de actuar se traduzca en más votos en las urnas. Se trata de unos profesionales que no tienen nada en contra de la energía nuclear, ni tampoco a favor; de hecho no es un tema que les importe mucho, porque su punto de mira apunta a otra dirección. Y hay que advertir que sus escenarios de actuación no son sólo los nucleares; también las centrales térmicas, las autopistas, los polígonos de tiro, y, en general, cualquier cosa que adecuadamente aderezada pueda ser usada en unas votaciones políticas.

Pero como decíamos hace un momento no hay que perder la sonrisa, y por eso, voy a dar un repaso en clave de humor a la historia nuclear fijándome sobre todo en lo anecdótico -gracioso o no-, en lo curioso, y quizá un poco en el chismo-reo.

Empezaré con el fiasco de Becquerel, padre más o menos remoto de todo lo nuclear, al descubrir la Radiactividad Natural, acontecimiento que es el origen de toda esta historia, de la que estos días estamos celebrando su primer centenario. Ciertamente, Becquerel era un investigador serio, eso está fuera de duda. Ciertamente, había pasado la mayor parte de su vida consciente encerrado en su laboratorio, pero ciertamente también, aquello fue una casualidad, que le veló una placa fotográfica virgen y bien protegida frente a la luz, lo que a buen seguro le tuvo que producir una cierta irritación, (un cierto cabreillo, diría yo). Hoy sabemos que se impuso su espíritu científico, que terminó por establecer una relación causa-efecto entre alguna misteriosa radiación que emitía un mineral de uranio, "que pasaba por allí", y la emulsión fotográfica. Resumiendo, no es que vayamos a decir que la energía nuclear esté entre

nosotros por casualidad, pero sí que hay que reconocer que en esta ocasión, como en muchas otras, es como si el Angel del Señor se hubiera aparecido en un sueño a Monsieur Becquerel, y le hubiera adoctrinado. En todo caso, y como reflexión al respecto, hay que decir que el Angel del Señor se aparece con frecuencia a quienes se aplican con rigor y con disciplina a su tarea, y que estas dos características están muy reñidas con el especialista en buscar atajos. Quizá esta sea la explicación de que el Angel del Señor se haya aparecido tan pocas veces a los españoles. Yo no me atrevería a decir, no me gustaría decir, que los españoles no son constantes, que en cierta medida sería tanto como decir que son irracionales; pero sí que parece evidente, que la Sociedad, digamos la Cosa Pública -La Re-pública-, en este país penaliza la constancia. Y de esto podríamos citar varios ejemplos.

En el siguiente episodio me gustaría leer parte de la alocución de Rutherford al recibir el premio Nobel en 1919; decía... "apartad de vuestros laboratorios a los poderosos y a sus guerreros, porque ellos abusan del Sagrado Misterio para po-

inocente en un laboratorio, cuando un científico, caso de Becquerel, se enfada porque se le ha velado una placa fotográfica, y no sabe el porqué. O el caso más próximo en el tiempo, Chadwick 1932, que no veía la manera de "encajar" una reacción nuclear que tenía entre manos, y era nada más y nada menos que el descubrimiento del neutrón. ¿Pero quien podía imaginar en 1932 que aquella partícula nuclear iba a ser el medio para fisiónar los núcleos pesados?; ¿quién podía imaginar que el neutrón iba a ser el protagonista fundamental de la temidísima guerra nuclear?.

No dejemos que los Señores de la Guerra abusen... A pesar de todo, este tiene que ser el empeño. El hecho es que el descubrimiento de Becquerel, seguramente junto con otros, disparó una serie de hallazgos tan tremendos que realmente supusieron una revolución, quizá la revolución más violenta de la Historia de la Humanidad a cuenta de su carácter epistemológico. Los nuevos descubrimientos nos contaban que ya no se trataba estrictamente de entender mejor la Naturaleza, sino que había que "entender que es lo que hay que entender por entender", y me estoy refiriendo a la perplejidad (y quiero insistir en lo de perplejidad)

que inevitablemente nos producen los nuevos postulados de la Mecánica Cuántica o de la Relatividad.

Una meditación al respecto no vendrá mal: Cuando en la Física Clásica decimos que entendemos algo, hemos de ser conscientes de que lo que, en gran medida, queremos decir, es que somos capaces de imaginarlo. Ejemplo al canto: cuando hablamos de las órbitas elípticas de los planetas, y sus leyes correspondientes, estamos viendo con los ojos de la imaginación como se mueve el planeta. Y el correspondiente en-corsetamiento matemático, que proporciona la ley de Newton, también lo visualizamos sin dificultad (la proporcionalidad entre la fuerza aplicada y la aceleración que produce, "entra por los ojos").

Lo mismo puede decirse de los fenómenos termodinámicos: el calor pasa de los cuerpos calientes a los fríos inevitablemente. Y eso lo hemos VISTO en nuestra vida corriente de manera continua, la Naturaleza siempre promociona el transporte desde donde más hay a donde menos hay; incluso el mero concepto de Entropía, uno de los conceptos más abstrusos de la Física Clásica, en el fondo se visualiza muy bien. Y

luego, por supuesto, llega el en-corsetamiento matemático, y todos tan contentos.

Pero en la Física Moderna todo esto cambió radicalmente, revolucionariamente diría yo. Por ejemplo, la Mecánica Cuántica asegura que los electrones giran de alguna manera alrededor del núcleo, y entonces, inevitablemente, IMAGINAMOS el átomo como un minisistema solar con unas bolitas, los electrones, orbitando el núcleo. Pero no es así exactamente, el electrón no es una bolita, sino más bien una función de onda que adecuadamente tratada nos da la probabilidad de que el electrón se encuentre en un punto r en un instante t . Como si nos dijeran que la órbita no es una órbita sino un estado energético espacio-

F III. Sir Isaac Newton



nerlo al servicio de su poder". Esto realmente tuvo carácter de premonición, porque ciertamente los Señores de la Guerra usaron, ¿quizá abusaron?, de los científicos. Los Señores de la Guerra destruyeron Hiroshima y Nagasaki, utilizando un producto de, a la sazón, vanguardia científica, llamada energía nuclear. Pero tampoco hay que pasarse de ingenuos: todas las lindezas del modo clásico de hacer la guerra siempre había supuesto, de alguna manera, abusos de los hallazgos científicos y tecnológicos. Mencionemos solamente dos o tres ejemplos: la aviación, las bombas napalm, los teleproyectiles, los gases asfixiantes...

El hecho es que todo puede empezar de forma

temporal que se representa adecuadamente con una función matemática.

Y todo se complica todavía más, naturalmente quiero decir a nivel epistemológico, si se pretenden que existen confirmaciones experimentales, y por lo tanto irrefutables; me estoy refiriendo a lo que los científicos llamamos el espaldarazo experimental.

En este punto, no puedo resistir la tentación de contar el chistecito, tremendamente profundo, que contaba Luis de Broglie glosando la dualidad onda-corpúsculo, concepto que él había parido. De Broglie narraba la conversación entre un erudito, -aunque seguramente no demasiado inteligente, por cuanto además era un engreído- que explicaba, ex-cátedra naturalmente, a un pobre carnicero, nada leído pero sí muy espabilado, que la luz solar no era blanca, como a él le parecía, sino que constaba de siete colores, precisamente los del arco iris. Naturalmente, el carnicero no se lo creía, y el erudito, con cierta petulancia, le decía: ¡te lo voy a demostrar, pobre ignorante!, y armado de un prisma transparente le repetía la sencilla experiencia de Newton, haciendo incidir un rayo de luz blanca por una cara, y constatando que emergían los siete colores del arco iris por la otra. ¡Aha! -replicó el interlocutor-, yo le voy a hacer a Vd, señor erudito, un experimento parecido; y metiendo un solomillo en una máquina de picar carne, y dándole a la manivela, empezó a producir bolitas de carne por la tobera. ¿Ve Vd?, este mazo de solomillo no es lo que Vd creía; ¡en realidad está compuesto por bolitas!. Un tanto amoscado el erudito le contestó, ¡no es cierto!, ¡Vd lo ha transformado en bolitas con su máquina!. ¡Quizá sí! contestó el carnicero en plan cazurro, pero eso mismo ha hecho Vd con su prisma al rayo de luz!

Con este cuentecito el príncipe Luis de Broglie parece que nos quería contar que el Experimento, y sólo el Experimento, no da categoría metafísica a la Teoría comunicándole un valor absoluto, por cuanto con alguna frecuencia la naturaleza del experimento en cierta medida fuerza los resultados que se pretenden. Esto sucedía, ciertamente, en la discusión entre los newtonianos, que defendían a capa y espada la naturaleza corpuscular de la luz, y decían, "¡la experimentación lo pruebe!, o si no, ¿cómo puede explicarse la existencia de sombras?"; pero los maxwellianos, defensores de la naturaleza ondulatoria, contraatacaban con otro experimento, contundente según ellos, por cuanto las bandas de interferencia son inexplicables si la luz estuviera constituida por corpúsculos.

Y es que la esencia de las cosas, la Naturaleza, es mucho más complicada de lo que a veces nos parece; a mi personalmente me parece infinitamente complicada. Todo eso de la confirmación experimental... ¡y la inducción baconiana!, que realmente son la base de la civilización occidental, y que nosotros (quizá a cuenta del tipo de neuronas que pueblan nuestro cerebro) aceptamos como principio inamovible, como Dogma de Fe, resulta no serlo tanto en otras cabezas, es decir, con otras neuronas. Podemos pensar, como ejemplo, en la cultura oriental, o en el realismo fantástico; que quizá dan peores resultados prácticos, pero que es arriesgado tildar de irracional.

Y si nos fijamos en las contribuciones relativistas a la Física Moderna la situación es cuando menos igual de enigmática; yo diría como resumen que la vieja noción de espacio absoluto y homogéneo relleno por la "Voluntad Divina" en un instante de tiempo con cuerpos celestes, es algo que en nuestra visión cosmológica clásica IMAGINÁBAMOS muy bien (y digo imaginábamos con mayúsculas). Sin embargo, la Relatividad nos asegura que no es así, que en realidad el Espacio y el Tiempo, o mejor dicho el Espacio-Tiempo es una propiedad de la materia, sin significado alguno si no existe ésta. Y mi pregunta (ciertamente incoherente, por lo menos a nivel formal) es: ¿hay alguien de entre nosotros que no haya tratado alguna vez de imaginar la Nada?. Pero eso sí, existe un tratamiento matemático que encorseta todo esto adecuadamente; y hemos de sentirnos satisfechos. De modo que cuando alguien, quizá Einstein, aseguraba muy serio que hay que "entender lo que debemos entender por entender", no queda más remedio que constatar que la Física Moderna nos legó una Revolución de la Teoría del Conocimiento.

Por supuesto, en estos temas epistemológicos hay que proceder con mucha cautela. Hay que huir de esa especie de perversión academicista tan frecuente de simplificar y reducir todas las cuestiones, aún las más arduas, a problemas semánticos; que tal parece que cuando para una circunstancia, por compleja que sea, se da con el hallazgo de una terminología, de una envoltura verbal feliz, se ha resuelto el problema. Y esa táctica, tan frecuente en la escuela aristotélica y después en el escolasticismo, pudo ser disculpable, y aún útil, en alguna época de la historia, pero parece que el intelecto nos exige análisis más profundos.

Y así, el gran filósofo Karl Popper, recientemente fallecido, propone frente a la Verificación, es decir, frente a la pretensión de defender una teoría mediante una verificación experimental, insistir en su falsabilidad, es decir, reconocer humildemente que el experimento en cuestión simplemente no ha demostrado la falsedad de una teoría, pero quizá otro sí la demuestre. Subyace en todo esto, pues, la proposición de que la Verdad Absoluta es una irrealidad; y su búsqueda una vanidad casi luciférica o, en términos menos teológicos un proyecto metafísico por cuanto está más allá de la realidad, o mejor dicho, de la verificación física.

Ciertamente Karl Popper apuntaba en la dirección política, enfrentándose abiertamente a los dogmatismos del primer tercio de siglo, reivindicando que la realidad no ha de ser subvertida para que pueda responder a un apriorismo dogmático. Pero muchas de sus meditaciones, aun paridas en un entorno político, son perfectamente aplicables al campo de la Ciencia, sobre todo cuando se barajan datos nuevos, experiencias nuevas, y por consiguiente consideraciones nuevas y, necesariamente, muy profundas. Por poner un toque de humor a estas consideraciones epistemológicas sobre la "Verificación versus la Falsabilidad", o sobre la subversión, extremadamente viciosa, del Experimento al servicio de una Teoría os contaré el caso del Dr. Cicuta.

El Dr. Cicuta, o mejor dicho el Prof. Cicuta (¡por que era un profesor!), trabajaba en psicología animal. Había amaestrado un conjunto de pulgas, y se sentía particularmente orgulloso del siguiente experimento:

Elegía al azar a una de ellas, la decía: ¡salta!, y la pulga obedecía inmediatamente. A continuación le arrancaba una pata, decía ¡salta! y nuevamente el animalillo obedecía; y así proseguía arrancando una tras otra todas las patas de la pobre pulga, que, bien amaestrada ella, seguía obedeciendo. Hasta que finalmente se quedaba sin ninguna pata, y naturalmente ya no obedecía las órdenes del profesor, que cargado de espíritu científico escribía en su cuaderno del laboratorio: Conclusión del Experimento: cuando a una pulga se le arrancan las patas se queda sorda.

Muy probablemente el profesor engreído de la historieta del Príncipe Luis de Broglie que les he contado hace unos minutos, era pariente del Dr. Cicuta. Y, muy probablemente, también Sir Karl Popper tenía en la cabeza episodios como los mencionados cuando mostraba su reticencia hacia procedimientos pseudocientíficos tradicionales y se enfrentaba a las estrategias sociopolíticas de subversión de la realidad para responder a un apriori dogmático.

Pero, ¿verdad que con toda frecuencia se malinterpreta de modo inconsciente o casi inconsciente, la realidad, es decir, el resultado experimental, para justificar, o sea para servir de verificación a una teoría previamente establecida?

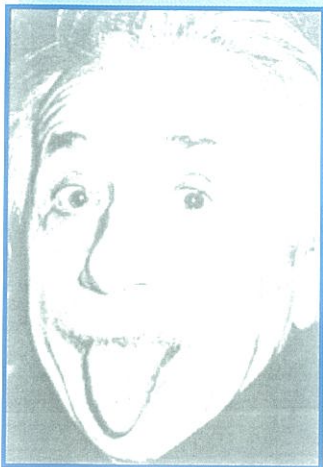
En este país tenemos un buen ejemplo. La moratoria nuclear nos costó más de un billón de pesetas, lo que junto con otras lindezas del mismo jaez medio hundió a España en la ruina. La razón oficial esgrimida por los protagonistas era que el país no necesitaba tanta potencia eléctrica instalada; y cuando dos o tres años después el ritmo del desarrollo casi se había hundido, decían: ¡Vean!, ¡Teníamos razón!. Este "rizar el rizo" recuerda al caso del asesino que cuando era juzgado bajo la acusación de parricidio doble, pedía clemencia a los jueces diciendo: ¡Tengan Vds. en cuenta que soy huérfano!

Pero después de este varapalo al científico, y a su método tan frecuentemente cargado de petulancia, hay que advertir que, en todo caso, el que estos profesionales se pronuncien con cierta prepotencia sobre sus temas parece un rebuzno menos estentóreo que la actuación diaria del berzotas consuetudinario. En efecto, en la actualidad casi cualquier persona se pronuncia sobre cualquier tema. Quizá esto sea aquello de la "Rebelión de las Masas", o quizá simplemente, castizamente, sea la salida del Berzotas a la Vida Pública.

Quizá en este punto merecería la pena ponernos serios de nuevo y considerar que la ciencia moderna, la Física Moderna, con un carácter tan marcadamente esotérico, y por lo tanto elitista, o exclusivista, necesariamente tiene que provocar un rechazo por parte de los demás; y los demás son quienes no lo entienden, es decir, casi todos. Seguramente es un punto de vista cargado de petulancia, pero ciertamente hemos sido testigos con toda frecuencia de salidas de tono, de quienes "desprecian cuanto ignoran", al decir

unamuniano, o lo que es lo mismo, rechazan todo lo que no comprenden. Y en este punto, puede que merezca la pena preguntarse, ¿será este rechazo un ingrediente de la "religión antinuclear"? ¿La corriente filosófica actual de poner en tela de juicio, (especie de piqueta escéptica ultramoderna), los dogmas y el método científico, no será de alguna manera esto mismo?, ¿No habrá un cortocircuito conceptual inconsciente en muchas mentes, quizá preclaras en otros campos, que obligue a una postura antagónica versus la Ciencia?; entonces, ¿el antinuclearismo no será una escaramuza más en el asalto al bastión del Procedimiento Científico considerado hasta ahora como inexpugnable?

F IV. Albert Einstein



En fin, volvamos a nuestra descripción histórica. Corría el primer tercio del Siglo XX; en aquellos años particularísimos los mejores cerebros de Europa estaba perpetuamente estupefactos, pero eso sí, existía d o s .

Quizá lo que

mejor exprese tal estado de ánimo sean las frases del gran matemático alemán Pascual Jordan de la Universidad de Göttingen, que suenan como una confesión: ... "todos vivíamos en una tensión extraordinaria. Advertíamos que acabábamos de topar con un estrato muy hondo de la Naturaleza, misterioso y completamente insospechado".

Sorprendentemente, la tremenda Revolución a la que me estoy refiriendo, estaba teniendo lugar en entornos inmersos en una serenidad absoluta. El césped de los parques de Cambridge con el Cavendish Laboratory al fondo, el Panteón de París con su Institut du Radium, fundado por María Skłodowska (Mme. Curie), la Universidad de Göttingen, la famosísima Georgia Augusta...

En el Cavendish, Rutherford, un neozelandés de estilo nada europeo, reunió un magnífico equipo de colaboradores que puso a Gran Bretaña en vanguardia de todos estos temas durante mucho tiempo. Citemos a algunos: Bohr, Chadwick, Dirac, Kapitzka,... No nos va a dar tiempo a hablar de cada uno de ellos, y es una lástima porque son personalidades muy notables.

Me gustaría en el siguiente cuento glosar el comentario del gran físico francés Langevin, al referirse a la marcha, -en realidad a la huida-, de Einstein desde la Europa nazi a los Estados Unidos: ¡Es como si el Vaticano se hubiera trasladado al Nuevo Mundo!, dijo. Y era cierto; aquello fue un escándalo. En ese episodio los alemanes

protagonizaron el capítulo más oscuro de toda su historia. De entre los perseguidos los más afortunados pudieron huir, siempre con grave riesgo de sus vidas, y este fue el caso de Lise Meitner, la magnífica colaboradora de Otto Hahn, cuya vida corría peligro en Alemania por el mero hecho de ser judía. Y en este punto no puedo por menos de referirme a un episodio grotesco, que fue el nacimiento de la Física Aria. A la sazón, muchos de los científicos de primera fila en Alemania eran judíos; aparte de Einstein podríamos citar a Teller, la mencionada Lise Meitner, Otto Frish, Szilard, etc... En el otro lado de la trinchera, los alemanes en una especie de ataque colectivo de locura, decidieron que nada que fuese judío, ni siquiera la Física, podía ser bueno. Y así, con una cosmética cuidadosa prepararon una sandez que llamaron la Física Aria. Y es que obviamente los excesos políticos llevan a sandeces, que son malas de puro tontas.

Recientemente, en el mundo occidental, y por supuesto también en España, un cierto movimiento socio-político ha incurrido en este tipo de majadería, aunque ciertamente no de forma tan violenta. Me refiero a las presiones ejercidas para incorporar la energía solar y la eólica a nuestra vida diaria, mostrando el entorno bucólico en que se transformaría nuestra sociedad con esta fuente energética, más al alcance del pueblo soberano, por cuanto, supuestamente, no necesita grandes inversiones económicas, y puede por tanto emanciparse de los grandes grupos bancario-capitalistas. Por supuesto, y por las mismas razones, esos mismos grupos critican la energía nuclear, algo así, como comentaba Carlos Sánchez del Río en una Reunión organizada por esta SNE, como si la energía solar fuera de izquierdas, y la nuclear de derechas. Es una tontería comparable a lo de la Física Aria.

De aquella misma época, años 30, es la historia del Musolinium, que contaré a continuación. Enrico Fermi en la Universidad de Roma había venido a ser el máximo experto del mundo en neutrones. De hecho, había encontrado que utilizándolos como proyectiles sobre diversos núcleos, les dejaba con un excedente de energía del que se libraban con emisión de una partícula β , -un electrón-, produciendo así el elemento siguiente de la Clasificación Periódica. Fue un experimento que repitió con éxito una y otra vez; y lógicamente pensó que si bombardeaba al último de los elementos, el U-92, produciría uno artificial, un transuránico, es decir, un elemento nuevo en la naturaleza. Fermi, a la sazón, sentía una gran admiración hacia el dictador italiano Benito Mussolini, y seguro del éxito de su experimento, había pensado incluso en el nombre que daría al nuevo elemento: se llamaría Musolinium.

Luego el experimento no resultó como se esperaba; y además a Fermi se le pasó su admiración hacia el Dictador, seguramente debido a que la Italia fascista había entrado en resonancia, aunque sólo parcialmente, con el antisemitismo nazi, y Laura, la mujer de Fermi, era judía. Corolario: Fermi pasó de forma casi abrupta de fascista a democrata. Pero este es un fenómeno que hemos presenciado en este país muy repetidamente, ¿verdad?. Y lo que me temo es que to-

dos los conversos no sean de tanta calidad como Fermi.

F V.



Pero volvamos al experimento de Fermi que era muy interesante, aunque aparentemente ingenuo, por cuanto era básicamente una repetición de otros anteriores, y que iba a dar mucho que hablar; porque Fermi, sin saberlo, estaba provocando fisiones en el uranio por primera vez en el mundo. El resultado del experimento era enigmático aparentemente, porque los análisis químicos esperaban encontrar una especie nueva, aparte del uranio, y lo que encontraban parecía ser una mezcla de una docena de elementos diferentes. Este experimento, el Experimento de Fermi, como dio en llamarse, fue repetido una y otra vez en todos los países civilizados, y ninguno parecía encontrar la solución al enigma. Desde luego los métodos de análisis no eran lo suficientemente sofisticados como para dar ninguna garantía en muestras tan pequeñas. Irene Curie los repitió con sumo cuidado en su laboratorio de París, y publicó su convicción de haber identificado bario en el uranio irradiado. Lise Meitner criticó muy ácidamente aquel trabajo, produciéndose entre ambas mujeres una enemistad de estilo muy femenino, que al final de la argumentación parecía tener tanto de profesional como de personal.

La verdad es que el paso de los acontecimientos les deparó a ambas un lugar dignísimo en esta historieta, y en la Historia del Mundo; primero porque se demostró que los análisis de Irene Curie estaban bien hechos, y segundo porque Lise Meitner al final interpretó adecuadamente lo que allí estaba pasando. Pero esta historia merece un punto y aparte.

Lise Meitner había tenido que huir de Alemania, y su jefe, Otto Hahn, preocupado, como todo el mundo, por el experimento de Fermi, estudió con detalle el artículo de la Curie. Le pareció que las medidas estaban hechas con un cuidado tan exquisito que no podían estar mal, de modo que decidió repetirlo con el instrumental más preciso de su laboratorio. Los resultados fueron concluyentes: Irene Curie tenía razón, y



Lise Meitner no la tenía. Esta se había reunido en Suecia con su sobrino Otto Frisch, que había escapado previamente, y trabajaba con Niels Bohr en su laboratorio de Copenhague. Y allí recibió una carta de su ex-jefe, Hahn, que saltándose a la torera las prohibiciones nazis, le comunicaba los resultados de sus análisis. Y allí, en las vacaciones de las Navidades de 1938, entre la tía y el sobrino resolvieron el enigma: lo que pasaba es que el neutrón rompía el núcleo de uranio en dos pedazos, de muchas maneras diferentes, y el resultado de los análisis químicos mostraba, naturalmente, trazas de elementos intermedios de la Clasificación Periódica. El balance energético, que hablaba de un desprendimiento enorme de energía, lo explicaron correctamente en términos relativistas.

Parece chocante que la comunidad científica, que había repetido el experimento una y otra vez, se negara a aceptar, lo que de forma más o menos nebulosa parecía evidente: que el átomo de uranio se rompiera; pero es que todos tenían en la cabeza, en modo más o menos consciente, que para tal propósito harían falta proyectiles de muy alta energía, y allí se estaban utilizando solamente neutrones térmicos, es decir, de fracciones de electrón voltio. Es evidente que la rutina es mala consejera, y que hay que ponerlo todo, hasta lo más evidente, en tela de juicio.

Y aquí tendríamos que volver a insistir en la pertinencia de muchos que no se rinden ante la evidencia, o peor aún, pretenden poner el experimento como fámulo de la teoría, la realidad como sirviente de la doctrina.

Pero dando una larga cambiada, me gustaría proponeros como siguiente tema de análisis, el hecho de que todos los protagonistas de esta historia son europeos, -franceses, ingleses, alemanes, italianos... No europeos quizá sólo merece la pena ser citado Lawrence que inventó el ciclotrón; máquina esta que utilizaba para suministrar energías cada vez mayores a las partículas subatómicas, a fin de convertirlas en proyectiles que, al provocar destrozos en los núcleos, nos hablaran de la naturaleza de los átomos. Algo así como averiguar la naturaleza de un edificio, destruyéndolo primero, y analizando sus escombros des-

pués. Pero este era el procedimiento utilizado desde el principio por Rutherford al bombardear la materia, -laminillas de aluminio-, con partículas α . Lawrence era más ambicioso, quería utilizar proyectiles mucho más poderosos para provocar mayores destrozos, para tener más datos... Por supuesto, los grandes aceleradores actuales siguen teniendo en cierta medida el mismo propósito. Es curioso recordar que Lawrence llamaba a su máquina "Atom Smasher", Destructor de Átomos, y que pretendía aceleradores cada vez más potentes con esta finalidad; y aunque esto suponga realimentar otro capítulo de esta misma historia, encaja divinamente con las dificultades para explicar el Experimento de Fermi, ¿cómo se iba a suponer que un proyectil de energía bajísima, un neutrón térmico, podía romper un átomo, cuando el mundo de los físicos creía necesitar proyectiles de energía millones de veces más alta para ese propósito! Pues vuelta a lo mismo, y repetamos una conclusión anterior: hace falta más imaginación, y sobre todo más humildad.

Bien; decíamos en este episodio que básicamente fueron físicos sólo europeos los protagonistas de esta historia; europeos, sí, pero no españoles. Esto es algo que todos y cada uno de nosotros hemos pensado y comentado más de una vez; ¿Porqué no estuvimos allí? o la recíproca de la transitiva, ¿Estamos ahora?, ¿El Plan Nacional de la Ciencia y todos los equivalentes en los últimos decenios son algo más que pura palabrería?, ¿Nuestra sociedad española será capaz de producir alguna vez un premio Nobel de Física o de Química?. Por supuesto este contingente de preguntas nos daría tema para una discusión infinitamente larga, y eso si que lo hacemos muy bien los españoles, discutir y hablar, ¡la tertulia! de modo que una primera parte de la propuesta podría ser: ¡Pongamos fuera de la ley la incontinencia verbal, y meditemos!

Y nuevamente un cambio de tercio. Quizá uno de los episodios más curiosos de este Anecdótico sea la carta de Einstein al Presidente F.D. Roosevelt de USA instándole a construir una bomba atómica. Esto último se puede decir con mil eufemismos formalmente diferentes: emprender la carrera atómica, responder al reto nazi, conjurar el peli-

gro de un mundo fascista, emprender la aventura de explorar la naturaleza íntima de la materia,... Pero realmente la idea era otra; había que hacer una bomba atómica antes de que la hicieran los nazis.

Veamos parte de esa carta,

Señor:

Recientes trabajos de E. Fermi y L. Szilard, que me han sido comunicados en manuscrito, me hacen suponer que el elemento uranio puede convertirse en una nueva e importante fuente de energía en el futuro inmediato. Ciertos aspectos de la situación parecen pedir vigilancia y, si fuera necesario, rápida acción por parte de la Administración. Creo, por lo tanto, que es mi deber llamar su atención sobre los siguientes hechos y recomendaciones.

En el curso de los últimos cuatro meses se ha hecho patente -mediante el trabajo de Joliot en Francia, así como de Fermi y Szilard en América- que puedan establecerse reacciones en cadena en una gran masa de uranio, de forma que podrían ser generadas vastas cantidades de potencia y de nuevos elementos parecidos al radio. Ahora parece casi cierto que esto podría lograrse en el inmediato futuro.

Este nuevo fenómeno conduciría también a la construcción de bombas, y es concebible -aunque mucho menos cierto- que bombas extremadamente poderosas de un nuevo tipo, transportadas por una embarcación o que hiciese explosión en un puerto, podría destruir el puerto completo con parte del territorio vecino. Sin embargo, tales bombas podrían resultar demasiado pesadas para su transporte aéreo...

Creo entender que Alemania ha detenido actualmente la venta de uranio de las minas checoslovacas, de las que se ha apoderado. Que haya tomado tal acción podría quizá entenderse sobre la base de que el hijo del Subsecretario de Estado alemán, von Weizsäcker, está adscrito al Kaiser Wilhelm Institut en Berlín, donde algunos de los trabajos americanos sobre el uranio se repiten ahora.

Suyo sinceramente, A. Einstein

Después de esta carta los EE.UU. empezaron a trabajar en la Bomba atómica y llegaron a la meta con mucha ventaja sobre sus seguidores.

Y como contrapunto parece muy indicado transcribir, al menos parcialmente, otra carta del mismo Einstein. En esta ocasión lo que estaba en tela de discusión era empezar o no el desarrollo de la bomba H, y Einstein, que por lo visto se consideraba medio responsable del holocausto de Hiroshima y Nagasaki, se oponía a esta empresa, y escribió al Presidente Truman, que había sustituido a Roosevelt, en los siguientes términos: "...el envenenamiento de la atmósfera por la radiactividad y, como consecuencia, la destrucción de toda la vida sobre la tierra, han entrado en el campo de las posibilidades técnicas. Todo parece encuadrarse en esta siniestra marcha de acontecimientos. Cada paso es la consecuencia del anterior. Al final de este camino se perfila, cada vez más claramente, el espectro de la aniquilación general".

En el entorno de las discusiones que surgieron en

el desarrollo y utilización de la Bomba Atómica, y en el desarrollo de la Bomba de Hidrógeno, y de la Bomba de Neutrones, siempre me ha resultado chocante un hecho. Cuando se trataba de llegar a la meta antes que Hitler, todo el mundo estaba de acuerdo; y no sólo llegar a la meta, sino utilizar la bomba contra Alemania. Hubo algún precedente, no idéntico pero sí de la misma naturaleza: el famoso bombardeo con bombas de fósforo en Hamburgo, el bombardeo de Dresden y, en fin, el bombardeo masivo de la población civil alemana. A todo el mundo le parecía muy bien; pero cuando Alemania capituló, antes de la prueba de la B.A. de Alamogordo, se planteó en Estados Unidos el tema de utilizar o no la bomba contra el Japón, y hubo una violenta oposición a su uso, a pesar de lo sangriento de las batallas de Iwo Jima y Okinawa que supusieron miles de muertos americanos. Nunca se ha entendido bien la razón de esta discriminación. Y en la decisión sobre la bomba H, se repitió el panorama, sólo que entonces el enemigo no era el nazismo alemán, ni el imperialismo japonés, sino el comunismo internacional. Las cartas de Einstein son una buena prueba, aunque por supuesto no definitiva. El hecho que parece claro es que USA dispuso de dos varas de medir distintas en la evaluación de sus enemigos.

Deberíamos pasar a la hora de la verdad, es decir, a las aplicaciones industriales, o rentables, o productivas, de la energía nuclear, y para eso hay que retrotraerse al 20 de Enero de 1955 cuando el primer submarino nuclear del mundo, el Nautilus, dejaba el astillero de Electric Boat, en Connecticut, y pasando junto a la ciudad de New London entraba en el canal de Long Island. Su comandante, el capitán de fragata Eugene P. Wilkinson, que luego vino a ser presidente de IN-PO, envió en aquel momento el siguiente cable al navío de escolta Skylark: "under way on nuclear power".

Era una ocasión memorable; aparte de lo que significaba para la Marina de los EE.UU un navío submarino de autonomía prácticamente ilimitada y

más veloz que sus enemigos de superficie -era la primera versión de un reactor nuclear de agua ligera productor de gran cantidad de energía aprovechable (en este caso para propulsar un navío). Merece la pena contar esta historia aunque sólo sea brevemente: El Presidente Roosevelt, por el motivo que fuera, no había consentido que la Marina participara en el Proyecto Manhattan, a pesar de que los marinos viendo la potencialidad de la fisión como proceso generador de energía, idóneo para la propulsión submarina, habían insistido en ello. Pero al término de la guerra, y con Roosevelt ya muerto, consiguieron arrancar y llevar a feliz término el proyecto. Por entonces, ya se habían construido varios reactores nucleares, pero todos ellos para experimentación o con el propósito de producir plutonio para bombas; y esto no sólo en EE.UU, también Inglaterra, Canadá y Francia (por no citar a la URSS) habían construido reactores multipropósito con los que pretendían investigar, producir electricidad y plutonio, y generar radioisótopos; pero el primero que genuinamente sólo quería producir energía fue el primer submarino nuclear de la Marina Norteamericana, el Nautilus, al que siguieron muchos más navíos de propulsión nuclear; unos 200 submarinos y una docena de navíos de superficie.

El siguiente paso era inevitable: había que comercializar los tremendos desarrollos tecnológicos conseguidos. Y con muy poco esfuerzo tanto Westinghouse como General Electric construyeron sus prototipos, -y las series correspondientes que hoy inundan el mundo- de producción de energía nucleoelectrónica.

Y esto, de lo que tanto se ha escrito, merece una reflexión directamente relacionada con el I+D. La política armamentista en los EE.UU. desde hace muchos años se lleva la parte de su león de su presupuesto nacional, lo que les ha valido con toda frecuencia la calificación de militaristas agresivos e imperialistas. Puede que con razón, pero si merece la pena dejar bien claro que

toda la inversión que requirió el Nautilus, produjo después tales beneficios a Norteamérica en el entorno civil de la energía, que probablemente los americanos no hayan hecho nunca un negocio mejor. Y ciertamente lo mismo puede decirse de otras empresas "militares", como la carrera espacial, el proyecto Manhattan y la "Guerra de las Galaxias".

Si seguimos reflexionando sobre el

tema, deberíamos concluir que a este país nuestro le hubieran venido bien algunos proyectos militares o militaristas como los mencionados de los EE.UU., y que nuestros políticos tendrían que fijarse en las distintas formas que hay de subvencionar la Investigación, y de sacarle después rendimiento. El ejemplo puesto es de lo más clarificante.

Ciertamente en España este tema de la Investigación nunca fue bien entendido y, o bien se ignora con una boutade malhumorada, -caso de Unamuno con su ..."¡que inventen ellos!"- o por el contrario se le atribuye una especie de naturaleza mágica y misteriosa que obra el prodigio de conseguir más exportaciones según una correlación casi de causa-efecto: ¡a más investigación mayor exportación!. Y como es frecuente en este tipo de lances, quienes así piensan pretenden disponer de una validación experimental al argumentar que los países que más exportan: Japón, Alemania, USA, Francia... son también los que más medios dedican al I+D, y ni cortos ni perezosos aumentan el presupuesto de investigación, y se sientan a esperar con paciencia el milagro de que las exportaciones aumenten. Pero esta interpretación de los hechos está en el mismo capítulo que el experimento del Dr. Cicuta y sus pulgas; si el pobre insecto desobedece no es porque sea sorda y no oiga las órdenes, sino porque no tiene patas. Y en nuestro caso, si el Japón exporta mucho, es porque previamente fabrica mucho, y cuida sus productos investigando para mejorar los defectos que inevitablemente surgen en la producción; pero no al revés.

En los últimos años, los camaradas responsables en España de estos temas ignorando algo tan elemental como lo expuesto, han creído en el valor mágico de la investigación, y ha aumentado espectacularmente el presupuesto para I+D con la estrategia primitiva del "Café para todos", y naturalmente el resultado ha sido grotesco; no aumentaron las exportaciones, los dineros se repartieron entre una multitud de miniproyectos, en cada uno de los cuales el titular había "inventado" previamente un problema, y en una especie de lotería nacional, había conseguido un par de millones de pesetas, o poco más, y con la ayuda parcial de algún becario y quizá un profesor ayudante, resolvía el "problema" que, por supuesto, a cuenta de su irrealidad apenas tenía ninguna utilidad. Este fenómeno tan curioso se ha repetido "ad nauseam" en España en los últimos años. Y se ha ignorado, quizá a cuenta de la escasa tradición investigadora de este país, que es mucho más difícil inventar un problema que resolverlo; o lo que es casi lo mismo, que los problemas surgen de forma inevitable en la producción, y que la necesidad de mejorar el artículo producido lleva de forma directa a analizar el problema, es decir a investigar. O dicho de otra manera, que la investigación aplicada no tiene casi ningún sentido en si misma, y que sólo se justifica asociada a la fabricación/explotación de un determinado artículo.

Y podríamos continuar contando anécdotas y meditando, que el tema es casi ilimitado, pero el tiempo consumido nos exige que pongamos

F VII. El primer submarino americano de propulsión atómica, el U.S.S. Nautilus

