

Ilustrísimo señor Presidente.

Ilustrísimos señores Académicos.

Señoras y señores:

1. Introducción

1.1. Contexto

Uno de los poemas más conocidos de León Felipe declara:

"No sabiendo los oficios los haremos con respeto. Para enterrar a los muertos, como debemos, cualquiera sirve, cualquiera... menos un sepulturero".

Desde luego, éste que ahora les habla no conoce el oficio de "contestador a discursos de incorporación a academias", pero espera acercarse al oficio con el máximo respeto. Nuestra academia es joven, y las circunstancias han determinado que sea un ingeniero electrónico quien esté hoy delante de ustedes contestando a Javier Cuevas Maestro, que es físico de partículas elementales. La distancia entre nuestros campos de especialización es enorme, lo que me hace sentir muy cerca la necesidad de aplicarme a mí mismo los versos de León Felipe.

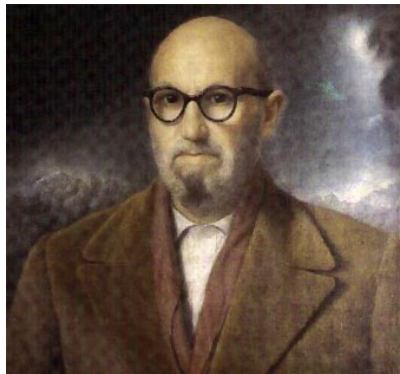


Fig. 1: León Felipe.

Sin perder el respeto del ignorante, las conversaciones con Javier Cuevas sí que me animan, no obstante, a emprender esta tarea. En ellas siempre aparece la humildad del sabio, que además de saber, sabe lo que queda por saber. Javier ha creado un grupo de investigación puntero, que es un lujo para la Universidad de Oviedo. Para comprobarlo, sólo basta acceder al "Google Académico" o repasar la última convocatoria de "*Starting Grants*" del Consejo Europeo de Investigación. Esta situación de excelencia científica es vista por Javier con objetividad y humildad, huyendo de análisis simplistas, pese a la importancia real que tiene. Y es que el tema de investigación de Javier entronca con el conocimiento más profundo del micromundo y del macromundo, buscando que el primero ayude a explicar el segundo. Seguramente, el tema de investigación más apasionante que existe. Los miembros de su grupo de investigación (y él mismo también), realizan una parte importante de sus experimentos en las instalaciones de la Organización Europea para la Investigación Nuclear (el CERN). Javier comenta que lo que realmente a él le admira del colisionador de hadrones del CERN es la obra de ingeniería que significa.

Esta admiración por la ingeniería me anima a afrontar la tarea que hoy me trae aquí, pese a mi impericia en el campo de la física de partículas, en este contexto de unión entre física e ingeniería.

1.2. Física e Ingeniería

A veces, las miserias del mundo académico han hecho rivalizar a físicos e ingenieros en la consecución de puestos académicos. En mi caso, siempre he sentido lejana esta rivalidad, quizás porque siempre he sentido gran interés por la física. Tuve la inmensa fortuna de estudiar mi carrera de ingeniero industrial siguiendo un plan de estudios en el que se consideraba adecuado dotar a los ingenieros de una base muy sólida de física y matemáticas. La idea estaba clara: la física informaba de las leyes de los procesos y la ingeniería construía máquinas. Afortunadamente, aquel plan de estudios daba una visión de la física que iba más allá del utilitarismo de esta materia hacia la ingeniería. Por ejemplo, en primer curso se planteaban las Transformaciones de Lorentz y se relacionaban las ecuaciones de la mecánica newtoniana y de la mecánica relativista. Algunos colegas ingenieros se quejaban de la inutilidad de impartir estos conocimientos a ingenieros. Muy al contrario, yo siempre pensé que era una gran suerte que un plan de estudios de una universidad pública me diera la oportunidad de acercarme a estos fenómenos, sin los cuales es imposible interpretar el universo. Conocer principios básicos de la teoría de la relatividad, ¿nos ayuda a ser mejores ingenieros? Lo más importante es que nos abre la posibilidad de comprender cosas importantes para entender las leyes del universo y la particularidad que significa la escala humana en ese universo. Desgraciadamente, los planes de estudio fueron cambiando, buscando un ingeniero "más práctico" (es decir, más barato), al que le sobran tantos conocimientos.

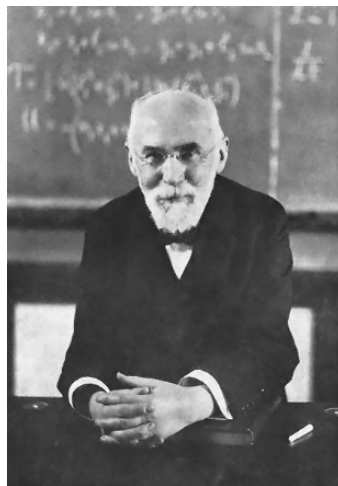


Fig. 2: Hendrik Antoon Lorentz.

La visión utilitarista de la ingeniería ha calado en los estudiantes. El año pasado, un joven profesor me contaba la protesta de un alumno de una titulación en la que la electrónica es la base de la mayoría de los procesos, sobre los contenidos de una asignatura de primer curso, en la que se describen los principios básicos del funcionamiento de los dispositivos electrónicos (diodos, transistores bipolares y transistores de efecto de campo). "Voy a ser ingeniero, no sé para qué quiero yo saber estas cosas", comentaba el alumno, seguramente de 18 o 19 años. La verdad

es que esta afirmación me entristeció por un doble motivo. En primer lugar, por el desprecio al hecho en sí de conocer, porque parece que lo importante es conocer sólo aquello que es aparentemente útil; ¿para qué voy a conocer "de más"? En segundo lugar, porque a sus 18 o 19 años ya cree que puede saber qué es y qué no es importante para su futuro profesional. Curiosamente, la situación política internacional nos está enseñando que es crucial que volvamos a fabricar nuestros circuitos integrados de altísima escala de integración, para lo que hacen falta ingenieros que empiecen por asimilar los contenidos de asignaturas como la citada. Siempre es muy difícil prever el futuro, y la inexperiencia de la juventud no favorece precisamente esa previsión.

1.3. Ingeniería y Física

En 1879 y tras grandes esfuerzos de investigación, Thomas Alva Edison desarrolló una bombilla realmente fiable y duradera. Las ventajas de la iluminación con bombillas eléctricas sobre la iluminación con el llamado "gas de alumbrado" (gas de hulla) eran muy claras: mejor calidad luminosa, inexistencia de consumo de oxígeno y de generación de malos olores, mejor transporte, etc. La iluminación con energía eléctrica propició enormemente el despliegue de la red eléctrica en todo el mundo.

En este contexto, la industria alemana estaba interesada en el establecimiento de un patrón de intensidad luminosa, con el objetivo de comparar las emisiones luminosas de distintas bombillas y lámparas de gas. Para definir ese patrón y desarrollar un sistema de medición, la industria alemana se dirigió al Instituto Imperial de Física y Tecnología, fundado en 1887 a instancias de Werner Siemens. Este instituto se había creado para el estudio de problemas físicos que tuvieran potencial interés industrial, y el problema descrito encajaba perfectamente en sus objetivos. Además, el instituto poseía un laboratorio de óptica perfectamente equipado, que dirigía Otto Lummer, que se dispuso a abordar la búsqueda del citado patrón de medición y el desarrollo de un fotómetro adecuado para dicha medición. La búsqueda de ese patrón desembocó en el interés por el estudio del "cuerpo negro", previamente estudiado por Gustav Robert Kirchhoff (este nombre es fundamental para todos los ingenieros eléctricos). El estudio de las leyes de los cuerpos negros y los problemas que la cuantificación de la densidad de energía



Fig. 3: Instituto Imperial de Física y Tecnología.



Fig. 4: Otto Lummer, Heinrich Rubens y Max Planck.

presentaba para la física clásica desembocaron en el establecimiento de los fundamentos de la mecánica cuántica, con la intervención de Heinrich Rubens y, por supuesto, de Max Planck.

Sirva este hecho para resaltar la influencia de la ingeniería en la física. En este caso, un problema de ingeniería acabó impulsando una de las revoluciones más importantes de la física.

Sin embargo, la influencia de la ingeniería en la física va mucho más allá de un hecho como el descrito. La ingeniería suministra a la física artefactos para la observación y la medición desde los tiempos de Galileo. Sin ninguna duda, los grandes radiotelescopios, las sondas espaciales y los colisionadores de hadrones son ejemplos de colosales obras de ingeniería puestas al servicio de la física. Obras de ingeniería, consecuencia de grandes colaboraciones entre físicos e ingenieros, diseñadas para el avance de la ciencia.

2. ¿De qué estamos hechos?

2.1. Pioneros

A Demócrito de Abdera se atribuye el origen del concepto de átomo, el constituyente de la materia indivisible. Para Demócrito los átomos eran eternos, indivisibles, homogéneos, indestructibles e invisibles, diferenciándose sólo en forma y tamaño, pero no por cualidades internas. Según él, las propiedades de la materia variaban en función de cómo se agrupaban los átomos. Estas ideas eran consecuencia de reflexión filosófica, en mayor medida que de experimentación. Pese a que hoy en día sabemos que los átomos de Demócrito difieren notablemente de los átomos de la física de los siglos XX y XXI, debemos reconocer el mérito de su intuición.

La primera partícula en contradecir el concepto de átomo de Demócrito fue el electrón, liberado de los átomos en 1887 por Joseph John Thomson. Las importantes leyes de Ohm, Ampere, Faraday y Kirchhoff, y las sintetizadoras ecuaciones de Maxwell son muy anteriores. Es decir, los fenómenos eléctricos macroscópicos eran bien conocidos antes de conocer la partícula que los causaba. Thomson predecía la materia como un esponjoso “pudín de ciruelas” de cargas positivas, “espolvoreado” de electrones.



Fig. 5: Joseph John Thomson y Ernest Rutherford.

El pudín de Thomson fue desmentido en 1909 por los experimentos de Ernest Rutherford con rayos alfa, que demostraban la porosidad de la materia y la existencia de unas zonas muy compactas, muy distintas a la concepción “esponjosa” de Thomson, a las que Rutherford denominó “núcleos”. Por tanto, la materia tenía electrones y núcleos. Rutherford consiguió aislar los núcleos de hidrógeno, comprobando que la carga positiva de cada núcleo equilibraba la negativa del electrón eliminado. Había nacido el protón.

Por aquellos años era ya posible calcular las masas relativas aproximadas de los átomos y, por tanto, la cantidad de protones que se pensaba que tenían los núcleos. Cada protón aportaría una carga positiva y, cuando los átomos no estaban ionizados, este número de cargas positivas tenía que coincidir con el número de electrones en los orbitales que preveía la teoría cuántica. Sin embargo, las cuentas no cuadraban, ya que había menos electrones en orbitales que presuntas cargas positivas (protones) en el núcleo. Para salvar esta incongruencia, Rutherford pensó que en el núcleo también habría electrones, hipótesis desmentida a principios de los años treinta por James Chadwick al conseguir identificar una partícula eléctricamente neutra, con una masa semejante a la del protón: el neutrón.

Con el descubrimiento del neutrón, el trio fundamental de partículas estaba establecido. Los ligeros electrones estaban alrededor del núcleo, y el pesado y



Fig. 6: James Chadwick.

macizo núcleo estaba compuesto por protones y neutrones. El comportamiento de los electrones es fundamental para entender muchas propiedades de la materia que quedan envueltas por los paraguas de la química y de la física, y que se proyectan en muchas especialidades de la ingeniería, como por ejemplo la electrónica. El mundo del núcleo atómico se presentaba como casi inexplorado hasta el descubrimiento del neutrón. Se conocía la existencia de isótopos, como el carbono 14, que acababa convirtiéndose espontáneamente en nitrógeno tras expulsar una partícula beta (un electrón), se conocía la radiactividad natural del uranio y los esposos Curie ya habían identificado radiactividad en el torio, además de descubrir el polonio y el radio. En aquellos momentos, ya se asociaba la radioactividad con el núcleo del átomo. Sin embargo, había otra pregunta más inquietante sobre el núcleo del átomo: ¿qué mantenía unidos a los protones dentro del núcleo, poseyendo cargas de idéntico signo y, por tanto, condenadas a repelerse fuera del micromundo nuclear? Los físicos tuvieron que postular la existencia de la "fuerza fuerte", presente en el micromundo del núcleo atómico y garante de la estabilidad del mismo. En 1935 y sin ser aún doctor, Hideki Yukawa postuló la existencia de una nueva partícula subatómica, de masa intermedia entre los protones y los electrones, a la que llamó "mesón". La idea del intercambio de mesones para justificar la existencia de la fuerza fuerte fue una idea revolucionaria, que establece paralelismo entre la fuerza fuerte, caracterizada por el intercambio de mesones, con la fuerza electromagnética, caracterizada por el intercambio de fotones. Una idea visionaria de un estudiante de doctorado, que ha sido fundamental para la explicación del átomo a través del llamado "modelo estándar".



Fig. 7: Hideki Yukawa.

2.2. Electrónica

Fue mucho más fácil describir el comportamiento de los electrones que el de las partículas del núcleo atómico. Los grandes hitos en el desarrollo del modelo electrónico del átomo son claramente anteriores al aislamiento del neutrón: la ley espectral de la radiación del cuerpo negro de Planck es de 1901, el modelo atómico de Bohr es de 1913, el principio de exclusión de Pauli de 1925, la ecuación de Schrödinger de 1926 y el principio de incertidumbre de Heisenberg de 1927. Todo el conocimiento que estos principios formulaban para los electrones sería posteriormente extrapolado al mundo de las partículas constituyentes del núcleo atómico, pero en esos años aún ni siquiera el neutrón había sido aislado.



Fig. 8: Niels Bohr, Wolfgang Ernst Pauli, Erwin Schrödinger y Werner Heisenberg.

En paralelo, el comportamiento en el vacío de los electrones emitidos por un filamento de metal incandescente había dado origen al nacimiento de la ingeniería electrónica, en aquellos años volcada en la realización de equipos de comunicaciones por radio y cable, y de una incipiente electrónica de consumo alrededor de la radiodifusión y de la música grabada. Cuando en 1932 Chadwick demostró la existencia del neutrón, muchos hogares ya disponían de receptores de radio, resultado del despertar de la ingeniería electrónica.



Fig. 9: Auge de la radiodifusión en los años 30.

2.3. Física nuclear

John Cockcroft y Ernest Walton consiguieron en 1932 romper por primera vez un núcleo atómico, disparando protones sobre litio. La absorción del protón rompía el núcleo del átomo de litio, generando dos núcleos de helio (partículas alfa). Sin embargo, en el caso descrito la energía a suministrar a los protones era mayor que



Fig. 10: John Douglas Cockcroft y Ernest Walton.

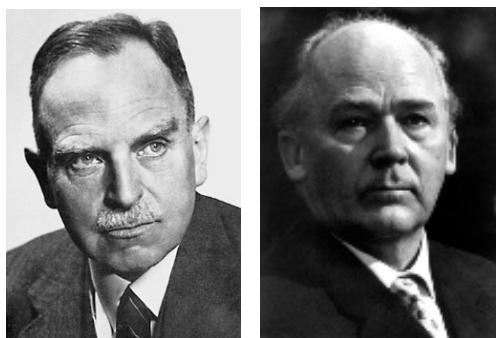


Fig. 11: Otto Hahn y Fritz Strassmann.

la obtenida como consecuencia de la ruptura de los núcleos, por lo que el interés por el proceso descrito se circunscribía a la ciencia exclusivamente.

Sin embargo, el interés por la ruptura de núcleos de átomos cambió radicalmente con los experimentos de Otto Hahn y de Fritz Strassmann. Es muy importante señalar que estos químicos eran alemanes y que los experimentos se realizaron en 1938, en un ambiente prebélico y de persecución a los judíos, incluidos los científicos con dicho origen. Bombardearon uranio con neutrones y obtuvieron bario, elemento más ligero que el uranio, en vez de uno más pesado, que es lo que pensaban obtener como consecuencia de la absorción de los neutrones.

Hahn informó de los resultados a su colega Lise Meitner, con quien había colaborado durante muchísimo tiempo y que acababa de exiliarse en Suecia. Ella y su sobrino Otto Frisch interpretaron correctamente lo ocurrido: los neutrones habían "partido" el átomo de uranio, liberando energía y obteniendo elementos más ligeros. Otto Frisch acuñó el término "fisión nuclear" a lo ocurrido y en Dinamarca compartió sus ideas con Niels Bohr. La noticia cruzó el Atlántico con él y acabó en otros dos exiliados, Enrico Fermi y Léo Szilárd, quienes se dieron cuenta de que la reacción producía neutrones sobrantes capaces de generar nuevas fisiones, desembocando en una reacción nuclear en cadena, ya prevista teóricamente en 1933 por el segundo de ellos y también estudiada por científicos franceses. La posibilidad de generar una gran bomba siguiendo este principio horrorizó a Szilárd, quien alertó a Albert Einstein, que junto a otros científicos escribieron una carta al presidente Roosevelt informando del peligro de una bomba atómica alemana. El asunto progresó lentamente, hasta que pasó a tener alta prioridad con la entrada en la guerra de Estados Unidos, en diciembre de 1941. Ese mismo año, los científicos

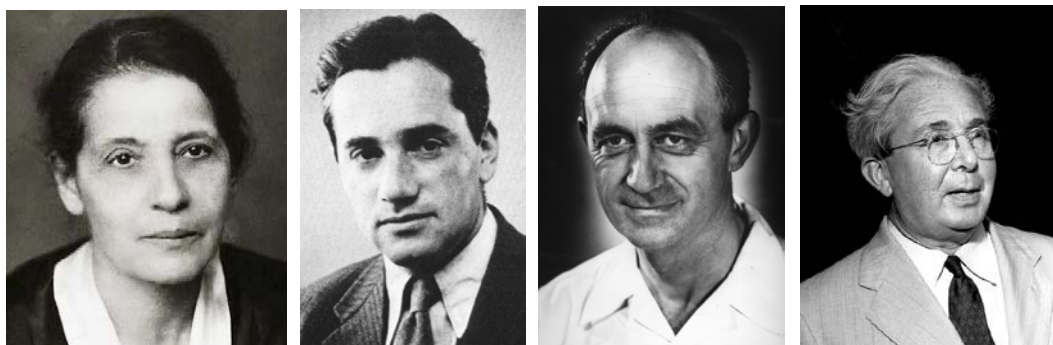


Fig. 12: Lise Meitner, Otto Frisch, Enrico Fermi y Léo Szilárd.

británicos ya habían realizado cálculos que resaltaban la viabilidad de una bomba atómica. Comenzó el famoso Proyecto Manhattan. En este contexto, Fermi realizó la primera reacción nuclear en cadena en la Universidad de Chicago en diciembre de 1942. En menos de 3 años, las bombas atómicas habían caído sobre Hiroshima y Nagasaki.

2.4. Materia detrás del espejo

En 1928, Paul Dirac había observado que la ecuación relativista que él había encontrado para el electrón contemplaba la posibilidad de la existencia de un electrón con carga positiva, al que hoy llamamos “positrón”. Si existían positrones (“antielectrones”), ¿existirían “antiprotones”, “antineutrones” y, en general, antimateria?

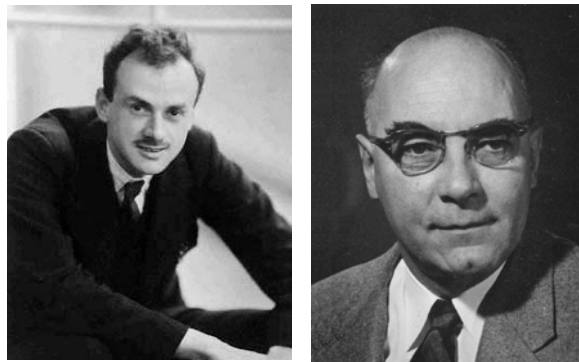


Fig. 13: Paul Dirac y Carl David Anderson.

La caza de los positrones dio sus frutos en 1932, cuando Carl David Anderson confirmó la existencia de positrones en los rayos cósmicos. Hubo que esperar a construir aceleradores de partículas para que en 1955 se encontrara el antiprotón y en 1956 el antineutrón, ambos en el “Bevatrón” de Berkeley. Habiendo conseguido crear los bloques constituyentes de la antimateria, ¿sería posible crearla? En 1965, en el CERN y en el laboratorio de Brookhaven se consiguió crear núcleos de antideuterio. Después de 30 años se consiguió añadir positrones a antiprotones para obtener átomos de antihidrógeno, en concreto 9 átomos.

Si las partículas y las antipartículas se juntan, se aniquilan generando la energía que predice la ecuación de Einstein. Sabemos que existe antimateria (nos llega), podemos suponer que hubo mucha más que se aniquiló con materia y sabemos que en la actualidad existe mucha más materia que antimateria en el universo observable. ¿A qué se debe esa asimetría, consecuencia de la cual existe todo lo que observamos?

2.5. Debajo de la punta del iceberg

A mediados de los años treinta parecía que el modelo atómico de Bohr, con electrones orbitando alrededor de un núcleo de protones y neutrones era suficiente para explicar muchos fenómenos. Sin embargo, los experimentos de fisión nuclear, inicialmente, y de fusión nuclear, posteriormente, fueron generando nuevas incógnitas a desvelar.

En 1930, Pauli dedujo la existencia de una partícula neutra, a la que Fermi acabó denominando “neutrino”, para explicar la desintegración de un neutrón para

generar un protón y un electrón, la llamada "desintegración beta". Sin embargo, la detección de neutrinos no se produjo hasta 1956 por Frederick Reines y Clyde Lorrain Cowan. Hoy se sabe que la fusión nuclear que tiene lugar en el sol transforma protones en neutrones, con generación de positrones y de neutrinos.

El neutrino es lo primero que se ve del iceberg por debajo del agua, pero el iceberg es muy grande. Desde los años cincuenta hasta que en 2012 se detectó la existencia del bosón de Higgs, se ha ido generando una amplia familia de partículas elementales, que se han agrupado en el llamado "modelo estándar". Sería muy aventurado para este ingeniero intentar introducirse en este zoológico de partículas, más allá de una somera descripción.

El modelo estándar es el punto de partida actual para los físicos de partículas, como Javier Cuevas y todo su equipo. La primera división que establece este modelo es entre "fermiones" (partículas sujetas al principio de exclusión de Pauli al poseer espín semientero) y "bosones" (partículas no sujetas al principio de exclusión de Pauli y que poseen espín entero). Los fermiones se dividen en "quarks" y "leptones". Los quarks son las partículas que forman los "hadrones" (nombre asignado a protones y neutrones). Fueron descubiertas en los años sesenta al disparar electrones sobre protones y neutrones. Los leptones incluyen a los electrones y a otras partículas más pesadas y de carga también negativa ("muones" y "taus"), además de a diversos tipos de neutrinos. Todos los leptones poseen su antipartícula correspondiente. También existen combinaciones de quarks y antiquarks, que dan origen a mesones.

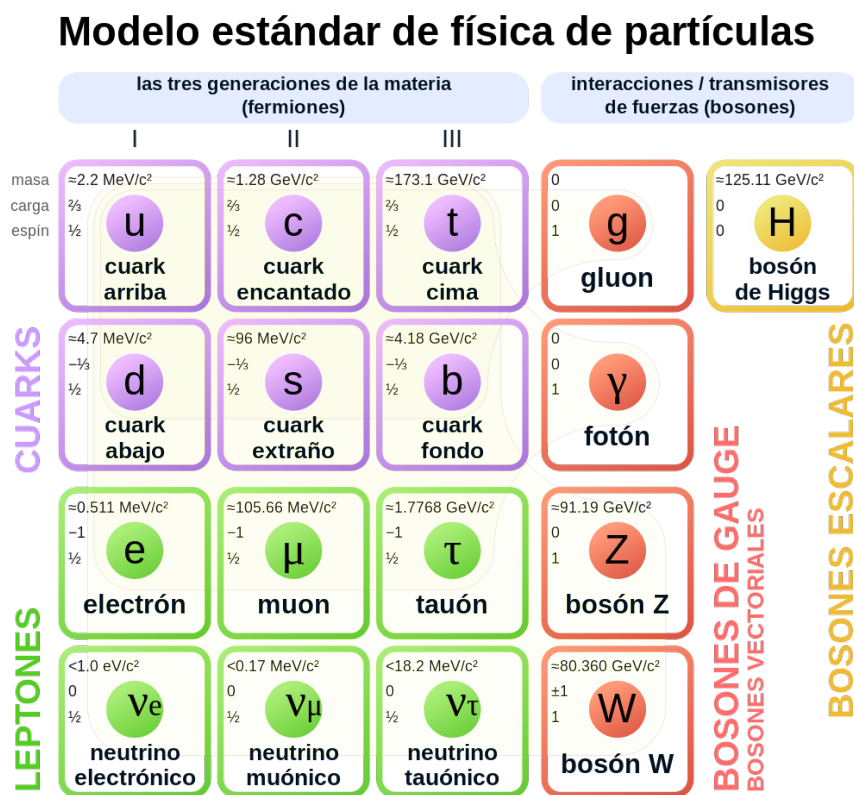


Fig. 14: El modelo estándar.

Los bosones elementales se dividen en bosones vectoriales y bosones escalares. Los primeros son los bosones "clásicos" portadores de la fuerza electromagnética (fotón), de la fuerza nuclear débil (bosones "W" y "Z") y de la fuerza nuclear fuerte ("gluón"). Conceptualmente, sustituyen el concepto de "campo" por el de intercambio de partículas, extendiendo el modelo propuesto para las interacciones electromagnéticas a través de fotones. Para los ingenieros electrónicos, el modelo de campos sigue siendo muy útil para interpretar lo que ocurre a escala humana. Solamente los fotones forman parte de nuestros modelos.

El único bosón escalar detectado es el Bosón de Higgs, que es la partícula que da lugar al fenómeno de masa. En su descubrimiento experimental colaboraron Javier Cuevas y su equipo. Su pertenencia a la Universidad de Oviedo es un auténtico privilegio que no podemos olvidar.

3. Laudatio

Javier Cuevas Maestro nació en nuestra vecina Cantabria, donde se formó como físico. Tras leer su tesis doctoral en 1988, ganó una plaza de Profesor Asociado en nuestra universidad en 1989, donde pasó a ser Profesor Titular en 1994 y Catedrático de Universidad en 2016. Su especialización en física de partículas le ha llevado a realizar largas estancias en las mejores instalaciones del mundo, entre las que están las llevadas a cabo en Ginebra, en el CERN, primero en el LEP (colisionador de electrones y positrones) y posteriormente el LHC (colisionador de hadrones), la realizada en el *Fermilab* de Chicago y las realizadas en París, en el que hoy es el IJCLab (Laboratorio *Irène Joliot-Curie*). En total, estancias de 62 meses. Javier Cuevas ha dirigido 9 tesis doctorales. Su producción científica es ingente, con un índice h mayor de 150. Cabe destacar que el artículo en el que se identifica el bosón de Higgs tiene 7.700 citas en *Scopus*. Aunque las métricas en su campo de especialización son

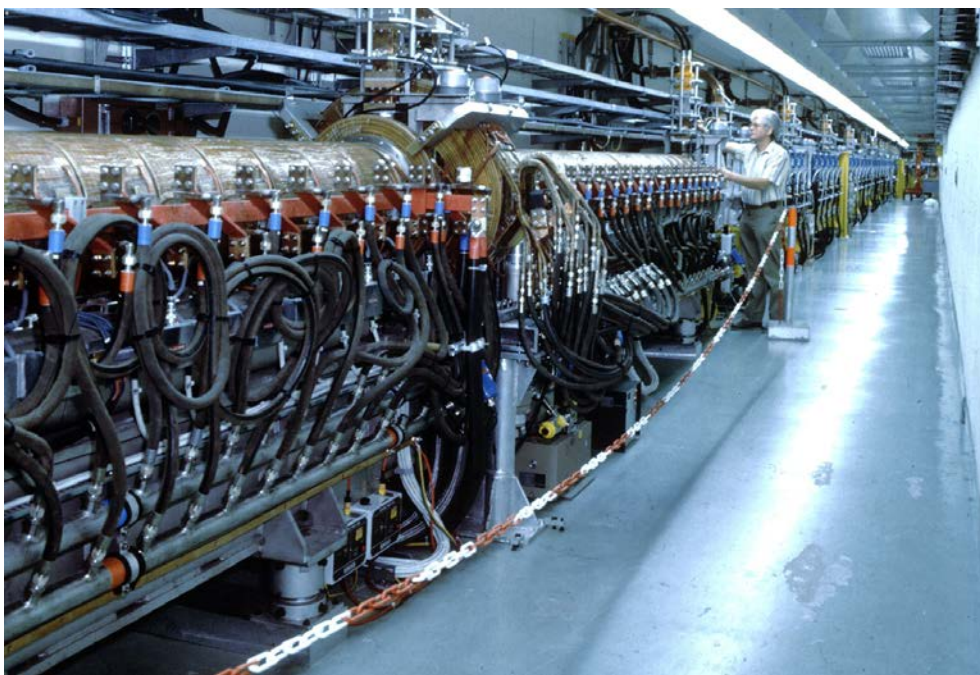


Fig. 15: Inyector Linac del LEP.

distintas a la utilizadas en otras ramas de las ciencias y de la ingeniería, no cabe duda de las grandísimas aportaciones de Javier y de su grupo en la instrumentación necesaria para la detección de partículas de cortísima vida, que atestiguan la composición más íntima de la materia.

Leyendo el discurso de Javier, creo que una conclusión muy evidente y muy positiva es que España no ha perdido el tren en este campo, quizás por primera vez cuando hablamos de ciencias que bajan hasta la raíz. Por respeto a Santiago Ramón y Cajal, a Severo Ochoa y al legado de ambos, excluyamos a la biología de esta aseveración. España se unió al CERN en 1962 y se retiró en 1968, pero afortunadamente volvió en 1983. También afortunadamente, hubo investigadores españoles con los conocimientos adecuados y con el ánimo preciso para aprovechar la oportunidad. Entre ellos estaba Alberto Ruiz Jimeno, de la Universidad de Cantabria, que fue el director de tesis de Javier Cuevas. Unos pocos centros españoles tuvieron la oportunidad (o la visión, o la posibilidad, o todas ellas al mismo tiempo) de subirse a este carro. Lo hicieron el Instituto de Física Corpuscular de Valencia (heredero de Joaquín Catalá de Alemany, auténtico pionero del estudio del núcleo atómico en España), el Instituto de Física de Altas Energías de Barcelona y el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (el bien conocido CIEMAT) de Madrid. Javier leía su tesis doctoral en 1988 y en 1989 empezaba a funcionar el "Gran Colisionador de Electrones y Positrones", el LEP. Afortunadamente, este nuevo *Beagle* tenía marineros españoles desde el principio.



Fig. 16: Alberto Ruiz Jimeno y Joaquín Catalá de Alemany.

Para Asturias ha sido un enorme privilegio contar con Javier Cuevas, privilegio que, como he comentado, comenzó en 1989. De su mano, el LEP y, posteriormente el Gran Colisionador de Hadrones, el LHC, siempre han tenido "marineros" asturianos. Sin ninguna duda, la actividad de Javier y de todo su grupo ha supuesto un gran revulsivo para los estudios de física en la Universidad de Oviedo. Siempre que hablo con Javier, me queda muy claro la importancia que tienen para él los marineros en la navegación del buque. Seguramente las magnitudes del LEP y del LHC no dejan duda sobre la importancia del trabajo cooperativo para alcanzar el éxito. Este hecho coloca la aportación personal en la escala adecuada, de tal forma que los éxitos personales no se entienden sin la colaboración del equipo.

Las primeras contribuciones de Javier a las pruebas realizadas en el LEP se centraron en la construcción de un "Detector de Tiempo de Vuelo" para el experimento denominado "DELPHI". Fueron los tiempos en los que, por primera



Fig. 17: El Tevatrón del *Fermilab*.

vez, grupos españoles trabajaban en grandes experimentos con aceleradores desde el mismo punto de comienzo de los mismos. Los logros conseguidos por el equipo en el que trabajaba Javier tuvieron una grandísima transcendencia, estableciendo una metodología aprovechada en otros experimentos realizados en el Tevatrón y en LHC.

El trabajo de Javier en la segunda etapa del LEP, a partir de 1995 y siendo ya profesor en nuestra universidad, se centró en la detección de los quarks "b" y "anti b" como punto clave para la confirmación de la existencia del Bosón de Higgs. Como en un relato de detectives, los experimentos de la segunda etapa del LEP fueron afianzando la validez del Modelo Estándar, como, por ejemplo, a través de la medida de la masa del bosón W y la mejora en la determinación de la masa del bosón Z. También se consiguió determinar los límites esperables para la masa del bosón de Higgs.

La existencia del quark "top", el más masivo de todos los quarks, había sido demostrada en 1995 en el Tevatrón. También el equipo de Javier Cuevas colaboró con esta instalación norteamericana, en particular en algunos de los detectores.

Con el LHC ya funcionando después de superar el catastrófico incidente del año 2008, la búsqueda de experimentos para poder detectar el bosón de Higgs pasó a ser una de las actividades fundamentales de la instalación. Finalmente, esto se consiguió y fue anunciado el 4 de julio de 2012. El equipo de Javier Cuevas formaba parte del conjunto de científicos e ingenieros que hicieron posible este evento, que tuvo una repercusión mundial como ningún otro de los acontecidos en décadas. Al año siguiente, Peter Higgs recibía el Premio Nobel de física.

Yo quisiera destacar el conjunto de conocimientos distintos que implica el trabajo de Javier Cuevas. Es obvio que hay que ser un experto en todo lo referente al conocimiento del proceso físico nuclear, en continua revisión y que aún tiene lagunas en la explicación de fenómenos tales como la masa de los neutrinos o la



Fig. 18: Peter Higgs.

prevalencia de la materia sobre la antimateria. Pero también, hay que ser un experto trabajando en los sensores de fenómenos a veces desconocidos, que suceden aleatoriamente y que poseen vidas medias que en el mejor de los casos están en los picosegundos, pero que a veces están muy por debajo de los attosegundos. Hay que ser pionero en la conexión de ordenadores, en su trabajo cooperativo y en su comunicación. Hay que manejar una electrónica de sensado muy singular, sometida a situaciones insólitas para la vida corriente. Y hay que ser capaz de manejar muchos datos y tomar decisiones sobre ellos muy rápidamente. Un conjunto de habilidades que abarcan un amplio espectro de la ciencia y de la ingeniería.

Vivimos una época en la que se premian los méritos individuales, quizás porque la valoración individual simplifica la necesidad de realizar un análisis más detallado. Javier Cuevas siempre es consciente de la importancia del grupo y sabe dirigir un grupo puntero magistralmente. Este conocimiento, a veces más ligado a la inteligencia emocional que a la formación académica, es también uno de los pilares de su éxito.

4. Nuestra academia

En el Boletín Oficial del Principado de Asturias de 15 noviembre de 2021 se crea nuestra academia. En un anexo a este documento aparecen sus estatutos. El Artículo 4º de estos estatutos describe sus fines, contabilizando 7 de ellos. Sólo por mencionar alguno, la refundición del primero y el cuarto sería: "Fomentar la investigación, el estudio y la divulgación de las ciencias y de la ingeniería, llevando a cabo programas específicos para conseguirlo, y siempre persiguiendo que todo ello colabore en el desarrollo personal y económico de los miembros de la sociedad asturiana".

Transmitir el interés por la ciencia y la ingeniería creo que es la función principal que debe guiar a nuestra academia. Sinceramente creo que la curiosidad por aprender es una virtud del ser humano, que adecuadamente cultivada resulta

placentera. El conocimiento de las leyes de la física, la química, la biología y la geología nos libera de mitos y prejuicios, que muchas veces nos causan miedo y desesperación. Desde los tiempos de Benjamin Franklin sabemos que la incidencia de un rayo sobre nuestra vivienda no es consecuencia de una venganza divina, sino de unos fenómenos eléctricos, no exentos de azar.

El conocimiento nos hace más libres. El conocimiento nos permite entender la escala en la que se mueve nuestra vida, y así relativizar la importancia de nuestros éxitos y de nuestros fracasos. No creo que el proceso de aprendizaje tenga que ser siempre "aburrido", como tampoco creo que tenga que ser siempre "divertido", pero de lo que estoy convencido es de que el resultado siempre merece la pena. Creo que una sociedad de personas ilustradas puede elegir mejor su futuro y también progresar materialmente con mayor facilidad.

También creo firmemente en la estructura piramidal del conocimiento en la sociedad, entendiendo por ello la necesidad de una amplia base para que la cima sea muy alta. En las sociedades en las que existe una proporción considerable de ciudadanos curiosos e ilustrados, que aprenden por el placer de aprender, es en las que surgen pequeñas agrupaciones interesadas en la ciencia y la técnica. Sus miembros transmiten este tipo de interés a su entorno y propician las vocaciones profesionales unidas a la ciencia y a la ingeniería. En estas sociedades acaba habiendo universidades con profesores que de verdad hacen crecer el conocimiento y de las que salen profesionales que crean las empresas que generan productos que mejoran el mundo.

Creo que, desgraciadamente la sociedad española no se ha contado entre estas sociedades. No cabe ninguna duda de la importancia de la cultura española en las artes (sobre todo en la pintura) y en la literatura. Sin embargo, pese a que intentemos consolarnos con las excelsas figuras de Santiago Ramón y Cajal y de Severo Ochoa, ambos en el ámbito de las ciencias de la vida, la contribución española a las matemáticas, la física y la química es muchísimo menor que la de otros países europeos, con pesos semejantes en la historia. Los Premios Nobel de física nos pueden dar una idea de la pujanza científica de las naciones en esta materia concreta desde comienzos del siglo XX. Encabeza la lista Estados Unidos, con 99, seguida de Alemania con 31 y el Reino Unido con 29. ¿Están excluidos de esta lista los países

País	nº	País	nº
Estados Unidos	99	Italia	6
Alemania	31	Canadá	6
Reino Unido	29	Austria	5
Francia	17	Rusia	5
Japón	12	Suecia	4
Países Bajos	10	China	4
Unión Soviética	7	Dinamarca	3
Suiza	7	Hungría	3

Tabla 1: Premios Nobel de Física clasificados por nacionalidades. Algunos galardonados poseían doble nacionalidad.

del sur de Europa? Pues no, ya que Francia ha albergado a 17 e Italia a 6. ¿Es cuestión de naciones grandes y muy habitadas? Pues tampoco, ya que los números de los Países Bajos, Suiza y Austria son 10, 7 y 5, respectivamente. Lo que está claro es que lo que pesa es el pasado, aunque Japón sea, en esto, un contraejemplo. ¿Cómo no va a tener resultados la física en el Reino Unido, la patria de Isaac Newton, de Robert Hooke, de Michael Faraday y de James Maxwell? ¿Cómo no iban a construirse potentes motores *Rolls-Royce* para los ágiles *Spitfire* y para los gigantescos *Lancaster* en la patria de James Watt? ¿Cómo no se iba a liderar la construcción del radar en la patria de James Maxwell? Podría establecer paralelismos semejantes entre los grandísimos matemáticos, físicos y químicos franceses, alemanes e italianos, y los ingenieros que crearon empresas muy singulares en estos países, muchas de las cuales han llegado hasta nuestros días.



Fig. 19: Avión de combate británico *Spitfire* y su diseñador, Reginald Joseph Mitchell.

El nivel de la ciencia y la técnica en nuestro país ha mejorado notablemente en los últimos 40 años. La gran mayoría de los profesores universitarios de ciencia e ingeniería escriben artículos de buen nivel en inglés y asisten en igualdad de condiciones a los mejores congresos mundiales de sus especialidades. Hemos extendido la base de la ciencia a ese nivel, pero la cima aún está por debajo de lo que nos gustaría. Seguimos sin premios Nobel en física ni en química, pero creo que eso no debe obsesionarnos. Creo que debemos seguir ampliando la base, y la mejor manera de hacerlo es generando las vocaciones en los jóvenes preuniversitarios. Esas vocaciones tienen que brotar desde la curiosidad. Nuestra academia tiene que ayudar a despertar esa curiosidad. Curiosidad por los fenómenos de la naturaleza y por el ingenio que hay detrás de muchos de los artefactos que hacen más fácil la vida al ser humano. Curiosidad más allá de los detalles insulsos de las vidas de los "oficialmente famosos", de esa información efímera que nos acorrala. ¡Ojalá tengamos éxito colaborando en esta labor desde nuestra academia!

Finalmente, voy a referirme a un hecho puramente anecdótico, pero que recalca la importancia de despertar curiosidades científico-técnicas en la juventud. Con datos del año 2016, en la población mundial existía un radioaficionado por cada 4.000 habitantes. Sin embargo, uno de cada 15 galardonados con un premio Nobel en Ciencias era radioaficionado o lo había sido en su juventud. Muchos de ellos

declararon que esta afición jugó un papel fundamental en el despertar de su vocación científica. Varios de ellos obtuvieron su galardón en temas directamente relacionados con la radioastronomía, como Robert W. Wilson, Martin Ryle, Russell Hulse o Joe H. Taylor, o con la electrónica, como Jack Kilby o George Smith, pero también con la química (como William Moerner) o la medicina (como Michael S. Brown). Seguro que el ejemplo es extrapolable a otras aficiones científico-técnicas.

5. Recepción

Después de un ingeniero químico, un ingeniero electrónico y una química, hoy nuestra academia recibe a un físico. A un físico muy singular, un magnífico "fichaje" realizado desde la vecina Cantabria, que ha revolucionado la actividad en física en nuestra universidad. Con Javier Cuevas y su equipo, Asturias, nuestra universidad y nuestra academia se embarcan en un nuevo *Beagle* o en un nuevo Apolo XI. No se trata de tripulaciones de 120 marineros (incluyendo a *Charles Darwin*) o de 3 astronautas, sino que en el caso del CERN se trata de contribuir a una tripulación de aproximadamente 5.000 científicos, ingenieros y técnicos de casi 60 países.



Afortunadamente, con Javier Cuevas y su equipo nuestra academia está embarcada en el viaje a desentrañar los secretos más profundos de la materia y del universo. Un grandísimo privilegio para nosotros, que además ganamos a una persona humilde y afable, siempre dispuesta a colaborar con nuestra academia.

Javier se define a sí mismo como una persona "muy normal", que no hace ascos a una buena novela de Eduardo Mendoza ni al "rock and roll", que jugaba al balonmano y que ahora queda con sus colegas de grupo de investigación a jugar al pádel. Su hijo le acusa de dedicarse a destrozar protones, lo que seguramente refuta su autocalificación de persona "muy normal". Desde luego para nosotros, en la AACI, es una persona "muy singular", en el mejor de los sentidos de esta palabra.

Javier, bienvenido en nombre de la Academia Asturiana de Ciencia e Ingeniería.

Finalmente, muchas gracias a todos ustedes por su interés.

En Oviedo, a 11 de abril de 2024.