

HISTORIA
DE LA
QUÍMICA



M.A. Señaris Rodríguez¹ M.A. Alario y Franco²

¹ Centro Interdisciplinar de Química y Biología (CICA) y Dpto. de Química, Universidade da Coruña, Rúa da Fraga 10, 15071 A Coruña

ORCID: 0000-0002-0117-6855

Ce: m.señaris.rodriguez@udc.es

² Departamento de Química Inorgánica, Universidad Complutense de Madrid, Avenida Complutense s/n, 28040 Madrid



ORCID: 0000-0002-6512-7796

Ce: maaf@quim.ucm.es

Recibido: 22/09/2022

Aceptado 08/11/2022

Los cien años de John Bannister Goodenough, Premio Nobel de Química a los 97 años

María Antonia Señaris Rodríguez  y Miguel Ángel Alario y Franco 

Resumen: Este artículo trata de la figura señera y carismática del Profesor John Bannister Goodenough, Premio Nobel de Química en 2019, que este pasado mes de julio cumplió 100 años, permaneciendo aún en activo en la Universidad de Tejas en Austin (Estados Unidos). Allí recibió un gran homenaje que incluyó la celebración de un Simposio y un Workshop para conmemorar tan señalada efemérides.

Palabras clave: Goodenough, Premios Nobel, Estado Sólido, Materiales, Baterías (de [ión] Litio).

Abstract: This article is devoted to the outstanding and charismatic figure of Professor John Bannister Goodenough, Nobel Prize in Chemistry in 2019, who turned 100 this past July and is still active at the University of Texas in Austin (USA). There, he received a great tribute, which included the celebration of a Symposium and a Workshop in his honor on this very special occasion.

Keywords: Goodenough, Nobel Prizes, Solid State, Materials, Li-ion Batteries.

Introducción

El pasado mes de julio, de 2022, tuvimos el placer y el privilegio de ser invitados a un evento muy destacado y extraordinariamente singular:

Un simposio científico, seguido de una reunión de trabajo, organizado por la Universidad de Tejas en Austin, para celebrar el centésimo cumpleaños de uno de sus profesores más ilustres, John Bannister Goodenough, quien participó en la mayoría de las sesiones.

Pero ¿quién es este John B. Goodenough del que hablamos? (Figura 1). Aunque ciertamente menos conocido para el común de los mortales que los personajes que habitualmente pululan por lo que se suele llamar “la actualidad”, por cierto a menudo efímera, el profesor JBG, ocupa un lugar más que destacado en el panorama de los personajes que han cambiado, o al menos han contribuido a *cambiar el mundo*, y ello ¡en sentido literal!

Y, además, lo va a ocupar de manera prolongada por haber alcanzado un lugar señero en la Historia asociado al progreso de las comunicaciones: Tesla, Marconi, Graham Bell...y de las tecnologías informáticas y aun de la automoción...Pero también por su infrecuente calidad de persona centenaria y seguir, a día de hoy, en activo en su Universidad de Tejas, como se relatará más adelante.

De acuerdo con la agencia *statista.com*, tal y como se recoge en Internet, en el momento actual se estima que el número de teléfonos móviles operando en el planeta es del orden de 16 millardos - en román paladino, 16 seguido de 9 ceros una cifra que es más del doble que la de la población mundial,



Figura 1. El Prof. Goodenough en una de sus visitas a España (1996).

estimada en unos 7,8 millardos de personas. Y aunque no todo el mundo tiene un teléfono móvil, y que muchos terrícolas tenemos más de uno, en una primera aproximación, se podría decir que por primera vez en la historia (casi) todos los habitantes del planeta estamos telecomunicados directamente o si se prefiere, personalmente.

También cabe señalar que el número de ordenadores portátiles vendidos en el presente año se estima en 263 millones y el de tabletas en unos 140 millones.

Por otra parte, a finales de 2021 ya había en el mundo unos 17,5 millones de vehículos eléctricos y se espera un crecimiento notable de este sector por los consabidos problemas, asociados al cambio climático, que acarrearán los vehículos de combustión de carburantes fósiles.

La utilización de estos dispositivos de alta tecnología y la electrificación de la automoción no sería posible si no se dispusiese de baterías adecuadas como fuente de energía eléctrica.

Por ello, el premio Nobel de Química de 2019 se concedió a tres investigadores que han contribuido de manera fundamental al desarrollo de las baterías de litio, que constituyen una fuente de energía sencilla, potente, portátil, recargable, económica y duradera que alimenta a multitud de dispositivos y equipos, como los citados anteriormente y un larguísimo etc., que han mejorado de manera más que notable nuestra manera de vivir y han sido el motor de uno de los más destacados cambios experimentados en nuestra civilización a lo largo de su historia, modificando incluso nuestros hábitos. Y aunque, en general sí, no siempre (solo) para bien... Así, en relación con los teléfonos, y por el uso que hacemos de ellos ya se dice *“que nos facilitan la comunicación lejana, pero dificultan la cercana”*, como se puede observar cada día, por ejemplo, en cafeterías, restaurantes, etc. en los que cada vez con más frecuencia, en vez de gente charlando de manera animada entre ellos, lo que se observa es a grupos de individuos aislados que comparten mesa o mantel...separados por sus móviles...

Baterías y Premio Nobel de Química 2019

Volviendo al tema de las baterías, aunque casi todo el mundo cree que son un invento de Alessandro Volta al comenzar el siglo XIX, tras los experimentos de Galvani, existe el antecedente de un artilugio, encontrado en lo que fue Mesopotamia, *con aspecto de batería*, consistente en un cilindro de hierro encerrado en otro hueco de cobre y todo ello insertado, a su vez, en un vaso cerámico.

Pero Volta fue el primero que construyó la primera pila útil, la *“pila de Volta”*, *“apilando”* discos de cobre y cinc separados por otros de fieltro o cartón embebidos en salmuera, lo que daba lugar a una corriente eléctrica. A lo largo del tiempo, la idea de Volta se fue desarrollando y se fueron fabricando numerosos modelos de baterías que alimentaban dispositivos variados como linternas, radios, pilotos y un sinnúmero de otros objetos de la vida diaria.

La brillante idea de utilizar el litio en baterías, dado su bajo peso atómico y su pequeño tamaño, se trata del tercer

elemento de la Tabla Periódica, lo que da lugar a una alta densidad de energía y permite, además, que pueda difundirse con relativa facilidad en la estructura de muchos sólidos, fue de G.N. Lewis, un célebre químico estadounidense, decano de la Facultad de Berkeley, en California, hacia 1915. Sin embargo, las baterías de litio no empezaron a comercializarse hasta los años 70 del pasado siglo XX y su desarrollo tuvo varias etapas importantes.

Limitándonos a la que se refiere el Premio Nobel de Química de 2019, se trata como describe la fundación Nobel, del trabajo realizado por: Michael Stanley Whittingham, John Bannister Goodenough y Akira Yoshino, en ese orden y *“a partes iguales, por el desarrollo de las baterías de ion litio”* y que naturalmente no empezaron de cero sino, obviamente, apoyándose en todos los descubrimientos anteriores. Y aquí cabe recordar la metáfora de Bernard de Chartres (en torno a 1124) que Newton expresó como *“si he podido ver más lejos ha sido subido a hombros de gigantes”*.

Como se recoge en la descripción de las diferentes aportaciones de estos tres grandes científicos en los papeles de la Fundación Nobel, vamos a mencionar brevemente sus respectivas contribuciones:

Stanley Whittingham descubrió y desarrolló un material que podía intercalar litio y a su vez conseguir una muy elevada densidad de energía: el sulfuro de titanio. Este es un material de estructura laminar con un notable espacio entre las capas en el que se pueden llevar a cabo procesos de intercalación de otras especies químicas y, en particular, de litio. De manera que construyó una batería recargable formada por litio metálico como ánodo, un electrolito y disulfuro de titanio como cátodo.

En su utilización, en la descarga, los iones litio circulaban por el electrolito al cátodo y los electrones cerraban el circuito alimentando, por el exterior, algún dispositivo, por ejemplo, una bombilla, un motor, etc. En el proceso de (re-) carga, conectada la pila a una fuente de energía, los iones se desplazaban en sentido inverso, hacia el ánodo y vuelta a empezar, por lo que esta batería se denominaba tipo *mecedora* (*rocking chair* en inglés).

Dos problemas complicaron el desarrollo comercial de esta batería; el primero que, en su vaivén, el litio no se depositaba de manera uniforme en el ánodo y crecía a modo de dendritas, con lo que, a la larga, esas *“espinas”* hacían contacto con el cátodo y se producía un cortocircuito y, eventualmente, una explosión. Por otra parte, el fin de la crisis energética de Oriente Medio en los años ochenta del siglo pasado hizo bajar el precio del petróleo y con ello el interés comercial de las baterías. Una vez más, la larga mano del mercado controlándolo todo...

Por su parte John Goodenough, gran conocedor de la Ciencia del Estado Sólido, se dio cuenta de que la utilización de óxidos en lugar de sulfuros en estas baterías, no solamente aligeraba algo su peso, sino que sobre todo, permitía obtener un voltaje sensiblemente mayor. Frente a los dos voltios de la batería de sulfuro de titanio, la del óxido de litio y cobalto en el cátodo duplicaba el voltaje, que pasaba a ser de cuatro voltios.

En cuanto a Akira Yoshino, el tercer galardonado, se ocupó de sustituir el ánodo de litio por otro de litio intercalado

en carbón, en concreto el denominado coque de petróleo, un material poroso que también puede intercalar y desintercalar el litio con relativa facilidad.

Así fue, a grandes rasgos, cómo se llegó a la tan relevante batería de ion litio.

Ahondando en la figura y personalidad de John B. Goodenough

El presente artículo, trata sin embargo y, sobre todo, de la figura señera, carismática y *centenaria*, del más senior de los tres galardonados, el profesor Goodenough (Figuras 1 y 2) dada su condición de extraordinario científico, y ser humano ejemplar, mucho más allá de la propia batería-mecedora que acabamos de describir y al que con este texto homenajeamos con nuestro mayor afecto.

Debido pues a su dilatadísima trayectoria vital: ¡100 años y aún activo!, a la enorme curiosidad científica y, no menos, a la desbordante personalidad de nuestro homenajeado, figura mundial de la Ciencia del Estado Sólido en la que convergen Física, Química e Ingeniería, prácticamente a partes iguales, así como a la amplitud de los temas y al número de sus discípulos y a los múltiples trabajos publicados no es, desde luego, sencillo describir todo ello en detalle. Sí cabe señalar que es el autor de más de 900 artículos (muchos de ellos con un número de citas elevadísimo), de cinco libros y otros cinco capítulos de libros; que ha sido protagonista de un número incalculable de conferencias en congresos y seminarios por todo el mundo; que ha tenido un número muy grande de discípulos y colaboradores, la mayoría de los cuales ocupan, o han ocupado importantes puestos docentes e investigadores en multitud de países y, curiosamente, muchos ya se han jubilado ¡mucho antes que él!



Figura 2. El Profesor Goodenough con los Profesores José Rivas Rey y María Antonia Señaris Rodríguez (1996).

Además de las baterías de litio, el Profesor Goodenough ha hecho contribuciones pioneras en otros muchos campos experimentales, incluyendo áreas tan diversas como: el desarrollo de las primeras memorias magnéticas basadas en ferritas, obtención de materiales para tecnologías basadas en

energías alternativas (además de baterías de estado sólido, electrodos catalíticos, zeolitas para acondicionamiento del aire utilizando luz solar, catalizadores heterogéneos, etc.), estudios a alta presión sobre perovskitas, superconductores de alta temperatura, materiales magnetorresistivos, etc.

La siguiente Figura 3, cedida por el Profesor Manthiran, recoge de manera simplificada la interdisciplinariedad del trabajo de JBG que ha sido el motor de sus numerosas aportaciones científicas y tecnológicas.

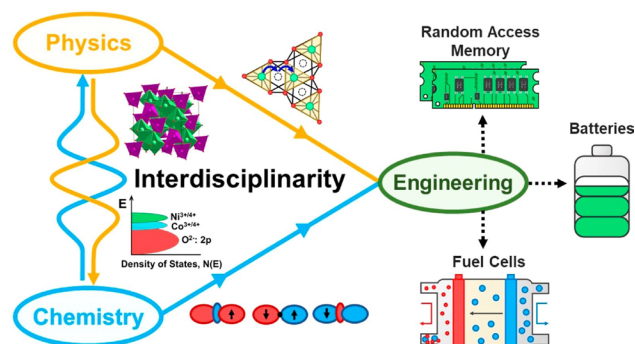


Figura 3: Esquema de cómo la aproximación interdisciplinar en el trabajo de JBG, creando puentes entre la física y la química de los óxidos de los elementos de transición, ha sido el motor de sus numerosas innovaciones tecnológicas (cedido por A.Manthiram: John Goodenough's 100th Birthday Celebration: His Impact on Science and Humanity)

En cualquier caso, conviene destacar que la personalidad y trayectoria vital de JBG, ciudadano norteamericano aunque nacido casualmente en Jena (Alemania) durante un viaje a Europa de sus padres, se aleja bastante de las directrices que la sociedad actual tanto promueve: mediatización desmedida, redes sociales, publicidad apabullante... para llegar a ser personas "de éxito"(?) con la mayor celeridad posible. Él nunca buscó la fama popular o, aún peor, la populista. Como decía Antonio Machado, "nunca persiguió la gloria" pero sí "ha dejado en la memoria de los hombres", si no su cantar, sí una enorme contribución al saber científico, al saber humano.

De niño no tuvo una infancia precisamente feliz. Nunca se sintió querido por sus padres y sus problemas para aprender a leer (probablemente por una dislexia no diagnosticada) le tenían muy acoquejado.

Con mucho esfuerzo consiguió, no obstante, ir aprobando los cursos en la *Groton School* en Massachusetts, donde estuvo siempre interno, y adquirió una buena formación, fundamentalmente en asignaturas clásicas de letras. Entre ellas ¡10 años de latín! conocimientos que –aparte de en otras lides– utilizó muy posteriormente, ya a sus 80 años, para mantener una fluida conversación en ese idioma durante más de dos horas con el Deán de la Catedral de Santiago de Compostela (Figura 4), durante uno de sus viajes a Galicia para impartir cursos y conferencias en las Universidades de A Coruña y Santiago, donde tiene varios discípulos, y de la que fuimos asombrados testigos.

Volviendo al tema de su trayectoria vital: el joven Goodenough estudió posteriormente en la Universidad de Yale graduándose en Matemáticas en 1943.

Al iniciarse la Segunda Guerra Mundial, y siguiendo las indicaciones de uno de sus profesores, se alistó voluntario para actuar como meteorólogo en la Fuerza Aérea de los EEUU, siendo destinado a las Islas Azores, donde estuvo dos años literalmente mirando las nubes para predecir el tiempo. No hace falta recordar que, en esa época, los cálculos se hacían mentalmente y “a mano”: lápiz, papel y regla de cálculo. Él está orgulloso de haber previsto, con éxito, la mejor fecha para un importantísimo viaje aéreo de F.D. Roosevelt a Europa en plena contienda.



Figura 4. El Prof. Goodenough ante la tumba del apóstol Santiago acompañado del Dean de la Catedral de Santiago de Compostela, D. Manuel Varela Duro, con quien estuvo hablando en latín toda la tarde, y la profesora María Antonia Señaris Rodríguez (1996).

De vuelta en su país, las Fuerzas Armadas le concedieron una beca para realizar estudios de Física en la Universidad de Chicago, donde como aún cuenta con mucho humor el primer día, uno de los profesores le dijo: “de verdad que no les entiendo a ustedes, los veteranos de la II Guerra Mundial: ¿No saben que las personas que han conseguido hacer alguna aportación significativa en Física ya lo habían conseguido a la edad que tienen ustedes? ¿y, aun así, pretenden comenzar ahora la carrera?”. Sería divertido ver lo que opinaría ahora dicho profesor si pudiera levantar la cabeza...

Por suerte para todos nosotros JBG no se desanimó y con el reto de empezar en una disciplina nueva para él, continuó sus estudios en Física, donde tuvo profesores tan ilustres como Edward Teller -considerado el arquitecto de la bomba de hidrógeno, aunque los químicos le celebramos más por la distorsión estructural que denominamos efecto Jahn-Teller- y Enrico Fermi, este último Premio Nobel al que, sin embargo, Goodenough describía como “de la vieja escuela”. No obstante, se dice de Fermi que fue “el último físico capaz de moverse con soltura tanto en los asuntos teóricos como en la experimentación...”.

JBG obtuvo el doctorado en Ciencias Físicas en 1952, con una tesis supervisada -esto es, en cierto modo, un decir por el también célebre Clarence Zener, famoso por el conocido diodo que lleva su nombre. Según cuenta Goodenough, cuando Zener le admitió en su grupo de investigación para

hacer su tesis doctoral le dijo: “Ahora tienes dos problemas delante de ti: El primero es encontrar un buen problema que resolver y, el segundo, resolverlo. Cuando tengas los dos resueltos vuelve a verme a mi despacho ¡Buenos días!”

Así, como trabajo su tesis doctoral JBG se centró, prácticamente de manera individual, en tratar de entender cómo y por qué la estructura de aleaciones metálicas hexagonales cambia con la concentración de electrones de conducción.

En este punto cuenta el propio Goodenough en una nota autobiográfica que, justo antes de presentar su tesis en la Universidad de Chicago, asistió en Washington al renombrado *March Meeting* de la American Physical Society con el fin de presentar su trabajo y buscar un empleo. Al terminar su exposición de 10 minutos pidió la palabra un señor bastante mayor y le dijo: “Está bien muchacho, pero la estructura de Brillouin para la fase hexagonal compacta está equivocada” ¡y el señor mayor era el propio Brillouin!

Esto asustó bastante a JBG quien, sin embargo, tras un análisis minucioso de su trabajo, se dio cuenta de que ¡era Brillouin el que estaba equivocado! ¡La estructura de la zona de Brillouin usada por Goodenough era la correcta! Eso le tranquilizó mucho y, finalmente, pasó su tesis normalmente con la máxima calificación.

Durante su estancia en la Universidad de Chicago conoció a Irene Weisman, una estudiante graduada en historia, también muy interesada por la religión, que vivía en la misma residencia universitaria que él (la International House del Campus Hyde Park en Chicago), y que sería el gran amor de su vida (Figura 5). Efectivamente, poco después se casarían celebrando la fiesta en la propia residencia, donde ellos mismos prepararon el pequeño ágape que ofrecieron a los invitados, ya que no tenían presupuesto para más...Dicha austeridad, nos atreveríamos a decir, la ha conservado toda su vida.



Figura 5. El Prof. Goodenough con su mujer, Irene, en una recepción en Santiago de Compostela en 1996, saludando al por entonces rector de la Universidad de A Coruña, José Luis Meilán Gil en presencia de los Prof. J. Rivas Rey y M.A. Señaris Rodríguez.

Tras su doctorado y según indica el propio JBG en su nota autobiográfica de la Fundación Nobel, “se me ofrecieron tres opciones: (1) ser Profesor Asistente en el Departamento de Física de la Universidad de Pensilvania, (2) ser Ingeniero-Investigador en el Laboratorio Lincoln del Instituto Tecnológico

de Massachusetts (MIT) y (3) ser investigador en la Universidad de Harvard". "El puesto en el Instituto Tecnológico de Massachusetts me pareció ser el más adecuado para mí, y me fui a Boston con una cierta seguridad interior". Allí, aparte del trabajo en memorias magnéticas, hizo notables estudios sobre las relaciones estructura-propiedades en los óxidos de los elementos de transición y publicó dos libros muy importantes. El más conocido "*Magnetism and the Chemical Bond*" en el que racionalizó y, con su propio esfuerzo, extendió a un número notable de óxidos metálicos el conocimiento y el comportamiento -con sus muy variadas propiedades magnéticas y eléctricas- de los sólidos no moleculares, base de los componentes de numerosos dispositivos electrónicos y magnéticos de la Ingeniería de Materiales. En dicho libro, publicado en 1963 y que sigue siendo toda una referencia en el campo, establece además de forma bastante intuitiva los mecanismos de interacciones magnéticas de superintercambio (de las que surgen las conocidas como "reglas de super-intercambio de Goodenough-Kanamori"), tan útiles, por ejemplo, para explicar y predecir el comportamiento magnético de las perovskitas oxídicas, entre otros muchos compuestos.

El otro texto muy destacado fue "*Metallic Oxides*" más enfocado a los problemas de los electrones itinerantes, que fue traducido al francés como "*Les oxydes des métaux de transition*" y que rápidamente se convirtió en el texto fundamental del tema. Siguió además realizando estudios sobre la estructura electrónica de materiales complejos, prestando especial atención a la naturaleza del enlace químico y, en una época en la que todavía el cálculo de estructuras de bandas no era una rutina, construyó, cualitativamente, dichas estructuras para los óxidos, semiconductores y metálicos más importantes y analizando también las muy importantes transiciones metal-aislante (*Metal/Insulator Transitions MIT*, en la bibliografía habitual y que coincide con las siglas del Instituto Tecnológico de Massachusetts, en el que las desarrolló) entre un régimen de electrones itinerantes y otro de electrones localizados.

Y en ese interesante y apasionante mundo dirigió durante 24 años, hasta 1976, al muy exitoso grupo de investigación de materiales electrónicos y magnéticos en el laboratorio Lincoln del MIT en Lexington, Massachusetts (USA).

Por entonces, y cuando por razones políticas de reorganización estratégica les iban a cerrar el laboratorio tal como había sido hasta el momento, y en plena época de la gran crisis del petróleo, recibió una oferta de Irán (!) para dirigir un nuevo centro para desarrollar materiales para la energía. Y, mientras se lo pensaba, recibió otra de la Universidad de Oxford, en el Reino Unido, para ser catedrático y director de su Laboratorio de Química Inorgánica. Aceptó finalmente esta última porque, como también cuenta con mucho humor, pensó: "si estos ingleses tienen la suficiente imaginación como para verme idóneo para este puesto, aunque yo sólo haya estudiado un curso de Química, no voy a ser yo quien les diga lo contrario"

Allí estuvo durante diez años, en los que se centró más en la electroquímica y, entre otros materiales y temas, desarrolló el célebre óxido mixto de litio y cobalto ($\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$),

con estructura laminar que utilizaría como cátodo para su revolucionaria batería de litio de 4 V. Por cierto, batería que pensó patentar, pero la Universidad de Oxford consideró que no valía la pena. Al final, se cedieron los derechos a la institución de estudios nucleares del Reino Unido (UKAERE) en Harwell, que sí consiguió buenas regalías.

Así, el profesor Goodenough no consiguió incrementar su patrimonio con ese descubrimiento tan importante -aunque sí lo logró, en cierta medida, con alguno de los materiales por él descubiertos, posteriormente, en Estados Unidos. Pero sí que disfrutó ampliamente con Irene en Inglaterra, con las tradiciones y rituales, muchas veces tan pintorescos para ellos, de una Universidad europea tan antigua y orgullosa de su pasado como la de Oxford.

Ya en 1986, con 64 años, y viendo cercana la posibilidad de que lo jubilaran en Gran Bretaña, decidió aceptar la oferta de la Universidad de Tejas en Austin (USA) para ocupar la Cátedra de Ingeniería "Virginia H. Cockrell Centennial Chair" del Centro de Ciencia e Ingeniería de Materiales con la condición de que "no lo jubilarían hasta que él así lo decidiese" y esta es la fecha en la que aún está en activo y visitando de cuando en vez su despacho y trabajando con algún estudiante ¡con 100 años!

Allí siguió, pues, desarrollando nuevos materiales para baterías de litio (el óxido de litio y manganeso con estructura espinela tridimensional o el fosfato $\text{Li}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$, etc.), estableciendo nuevos conceptos para baterías y pilas de combustible, realizando nuevos estudios sobre materiales electrónicos y magnéticos, superconductores de alta temperatura, materiales magnetoresistivos, y un amplio etcétera.

Siempre bien rodeado de estudiantes de todas las nacionalidades (Figura 6), a los que, desde hace décadas, invariablemente les inculca con su ejemplo y su palabra, la importancia del esfuerzo y el trabajo duro, la honestidad, el concepto de grupo, donde cada uno es reconocido por la valía del trabajo desarrollado... Y a los que les insiste: "lo realmente importante no es ir a un centro por el prestigio del mismo, sino para darle prestigio con nuestra presencia y buen trabajo en él".



Figura 6. El Prof. Goodenough, celebrando con su grupo de la Universidad de Tejas la defensa de la Tesis Doctoral de uno de sus discípulos, en 1994.

Y ahí continua, como decíamos, con muchas ganas de seguir yendo a su despacho, a primera hora de la mañana, para continuar trabajando y haciendo su aportación a un mundo mejor y más sostenible.

El Profesor Goodenough, cuya personalidad también tiene una vertiente humanista y religiosa (en el más amplio sentido de la palabra) que conviene destacar para completar esta semblanza, ha sido beneficiario de numerosas distinciones en el ámbito científico y es miembro de varias Academias de Ciencias, de Ingeniería y de Materiales en todo el mundo.

Así, es miembro de las siguientes instituciones científicas: *National Academy of Engineering, USA, 1976; National Academy of Sciences, USA, 1987; Materials Research Society of India, 1990; Académie de Sciences de France, 1992; Royal Society (UK), 2010...* Y, así mismo, del consejo editorial de numerosas revistas científicas, entre otras: *Journal of Solid-State Chemistry, Journal of Applied Electrochemistry, International Series of Monographs in Chemistry (OUP), Solid State Ionics, Materials Research Bulletin, Structure and Bonding, Superconductor Science and Technology...*

También, ha sido beneficiario de significativas distinciones: *Premio Japón 2004, Premio Enrico Fermi 2009. National Medal of Science USA 2013, Premio Draper 2014. Premio Welch de Química 2017, Medalla Copley de la Royal Society 2019. Premio Nobel de Química 2019 (compartido con S. Whittingham y A. Yoshino), dando nombre, además ya desde 2009 a un premio de La Royal Society: el Premio John B. Goodenough.*

En este artículo de admiración y afecto a una de las grandes figuras de la ciencia mundial hay que destacar, además, la "conexión española" del Prof. Goodenough, que es *Miembro Correspondiente Extranjero* de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de España, desde 1993.

De hecho, con ocasión de su visita a nuestro país para recibir tal nombramiento, dictó en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Complutense de Madrid un par de conferencias sobre los electrones en los sólidos y, el decano de entonces, abajo firmante, tras una presentación de algunos de los muchos méritos del orador, concluyó diciendo. *"Es interesante mencionar que los químicos consideran al Profesor Goodenough como un magnífico físico y los físicos como un extraordinario químico"* a lo que JBG replicó que *"lo mejor sería que esa fuera una función simétrica y no antisimétrica"*. El Premio Nobel de Química confirmó que estaba en lo cierto... aunque igual podría haber obtenido el de Física...

Además, el Profesor Goodenough es *Asesor Científico Extranjero* del Instituto de Ciencia de Materiales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) desde ese mismo año y *Doctor Honoris Causa* por la Universidad de Santiago de Compostela desde 1996 (Figura 7).

Porque, efectivamente, la excepcional figura científica y académica del Profesor John Bannister Goodenough, es muy reconocida y respetada en España desde hace muchos años donde se encuentran algunos de sus discípulos directos (Barcelona, A Coruña, Santiago, Madrid, ...) e incontables



Figura 7. Doctorado Honoris Causa en la Universidad de Santiago de Compostela (2002) con los profesores María Antonia Señarís, Francisco Rivadulla y José Rivas.



Figura 8. Tres generaciones de Químicos del Estado Sólido. J.B. Goodenough (1922), y los científicos españoles M.A. Alario (1942) y M.A. Señarís (1965) en el claustro del Palacio de Fonseca, Santiago de Compostela, en 2002.

alumnos indirectos y seguidores de sus libros, escritos, conferencias y trabajos (Figuras 7 y 8).

Visto todo lo que antecede, casi nos permitiríamos retocar el apellido del ilustre científico y pasarlo de "Goodenough" a "Very, very good indeed!"

Y terminamos con unas imágenes (Figuras 8-12), tomadas durante el Simposio y cena del centenario, tarta de chocolate incluida:



Figura 9. Foto de grupo de los asistentes al John Goodenough 100th Birthday Symposium, con el homenajeado sentado en primera fila en el centro.



Figura 10. María Antonia Señaris saludando al Prof. Goodenough en una pausa del simposio del centenario.



Figura 11. El Prof. Miguel Á. Alario y el Prof. Daniel Kohmskii con las efigies de JBG a los 30 y los 75 años en la celebración del centenario.



Figura 12. El Prof. Goodenough dirigiéndose a los asistentes a la cena del centenario antes de cortar la tarta de cumpleaños.

¡Feliz Cumpleaños Maestro Insigne! ¡Y que cumplas muchos más!