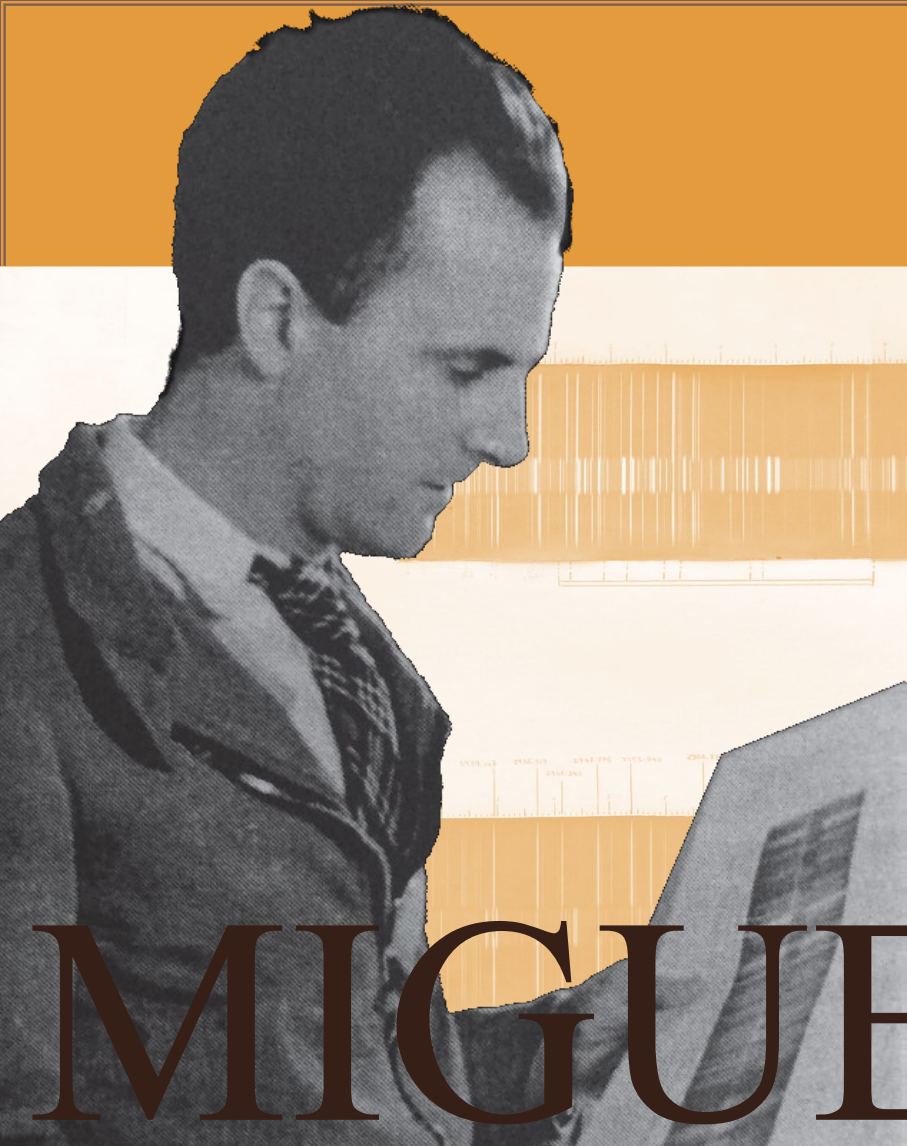




07/11/2025

31/01/2026

Lunes a viernes de
11-14 y 17-20 h.



Horario sujeto a la
apertura del edificio

MIGUEL CATALÁN

TRAS LA HUELLA LUMINOSA DE LOS ÁTOMOS

Biblioteca General Histórica - Universidad de Zaragoza

Contexto familiar y estudios en Zaragoza: Primeros años

Miguel Catalán Sañudo nació el 9 de octubre de 1894, en el domicilio familiar situado en el número 1 de la calle Espartero de la ciudad de Zaragoza. Como puede verse en el documento de inscripción en el Registro Civil, se le impusieron los nombres de Miguel, Antonio, Santiago y Dionisio.

La familia era de origen turolense; el padre, Agustín Catalán Latorre, natural de San Martín del Río y su madre, María Sañudo Fernández, de Calanda. El matrimonio Catalán-Sañudo tuvo cuatro hijos, de los que una niña, Manuela, no sobrepasó la niñez. El hijo mayor, Diego, nacido en 1892, falleció también muy joven, a los 19 años. Dos años después nació Miguel y por último la hermana pequeña, Pilar.

Agustín Catalán Latorre (1869-1939) era Licenciado en Filosofía y Letras. Su carrera estuvo muy centrada en la docencia, y publicó un buen número de obras de perfil didáctico, en buena parte, pero no exclusivamente, sobre materias de Filosofía. Tras conseguir por oposición la Cátedra de Psicología, Ética y Derecho de Palma de Mallorca, obtuvo como destino el Instituto General y Técnico de Zaragoza, donde fue catedrático desde 1905 hasta su jubilación, en 1939. Fue un profesor muy motivado, preocupado por mejorar las técnicas de enseñanza de su asignatura y elevar el nivel de formación de sus alumnos.

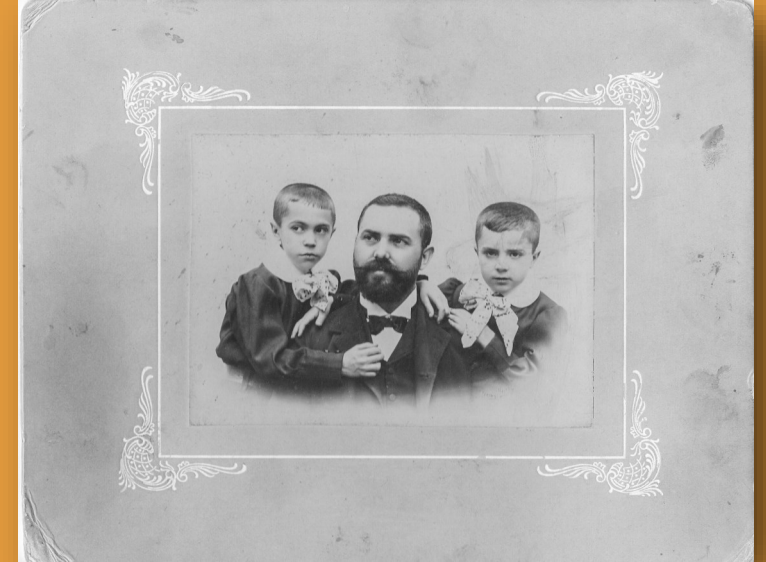
En 1907 solicitó una pensión de tres meses en París, financiada por la Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE), para conocer los laboratorios de Psicología y trasladar los nuevos métodos a su centro, en Zaragoza.

Es muy posible que la vocación hacia la enseñanza de Agustín Catalán fuera transmitida a su hijo Miguel, quien a lo largo de toda su trayectoria desarrollaría una intensa actividad docente.



Agustín Catalán Latorre, padre de Miguel Catalán, con los miembros del claustro del Instituto de Zaragoza en la Magdalena (hacia 1900)

(Imagen: Archivo histórico IES Goya)



Agustín Catalán Latorre con su hijos Diego y Miguel (a la derecha)
(Imagen: Archivo de la familia Bauluz-Catalán)



Certificado de Nacimiento Miguel Catalán Sañudo
(Imagen: Archivo Miguel Catalán - Fundación Me-
néndez Pidal)

Contexto familiar y estudios en Zaragoza: *Alma Mater*

Miguel Catalán estudió el **bachillerato**, al igual que su hermano Diego, en el Instituto General y Técnico de Zaragoza. Ingresó como alumno ordinario en dicho centro el curso 1904-1905 y se graduó en 1909 con la calificación de sobresaliente. Fue un brillante estudiante, reconocido con el Premio Extraordinario, en 1910.



Instituto General Técnico de Zaragoza.

A principios del siglo XX tenía su sede en el edificio de la Universidad, en la plaza de la Magdalena

(Imagen: Archivo histórico IES Goya)

[illegible]

Expediente de Bachillerato de Miguel Catalán en
el Instituto de Zaragoza (1904-1909)

(Imagen: Archivo histórico IES Goya)

DISTRICTO UNIVERSITARIO DE ZARAGOZA

Instituto General y Técnico de Zaragoza

ACTA DEL GRADO DE BACHILLER

SECCION DE CIENCIAS

Curso de 1908 á 1909 Folio _____ Núm 38

D. Miguel Catalán Samuël

Reunido en el día de la fecha el Tribunal nombrado por el Señor Director, sacados á la suerte dos temas é incommunicado el aspirante, verificó éste su ejercicio escrito y luego los ejercicios oral y práctico, habiendo merecido la calificación de aprobado

Zaragoza 28 de enero de 1909

El Presidente,
Manuel Bar de Irujo

Firma del graduando
Miguel Catalán Samuël

El Vocal,
Narciso Sanjurjo

Acta del grado bachiller
(Imagen: Archivo histórico IES Goya)

Contexto familiar y estudios en Zaragoza: Alma Mater

En la década de 1910, la Universidad de Zaragoza experimentó un periodo de crecimiento y transformación, reflejo de los cambios que vivía la sociedad española. En este periodo, la Universidad contaba con las Facultades de Derecho, Filosofía y Letras, Medicina y Ciencias. La matrícula total en el curso 1910-1911 rondaba los 1500 alumnos, una cifra considerable que convertía a la Universidad en un motor intelectual para la región.

La Facultad de Ciencias, se encontraba ubicada, desde 1893, en el actual Paraninfo, obra del arquitecto Ricardo Magdalena. Se había trasladado a ese edificio, compartido con la Facultad de Medicina, desde su sede provisional en el antiguo edificio de la Universidad en el barrio de la Magdalena.



Facultad de Medicina y Ciencias de la Universidad de Zaragoza — Postal

Miguel Catalán cursó estudios en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza, Sección Químicas, a partir del curso 1909-1910. Se licenció en 1913 con brillantes calificaciones: obtuvo Matrícula de Honor en ocho de las catorce asignaturas y sobresaliente en todas las demás. En su promoción de Ciencias se graduaron siete estudiantes, la mayoría (cinco) en Químicas como él.

Extracto del expediente académico de D. <u>Miguel Catalán Sanudo</u> natural de <u>Zaragoza</u> provincia de <u>Jal.</u> de <u>18</u> años de edad.						
Verificó los ejercicios del GRADO DE BACHILLER en el Instituto de <u>Zaragoza</u> el <u>28</u> de <u>junio</u> de <u>1909</u> con la calificación de <u>sobresaliente</u> en el primero y de <u>sobresaliente</u> en el segundo, habiéndosele expedido el Título correspondiente con fecha <u>22</u> de <u>marzo</u> de <u>1910</u> , autorizado con la firma del Ilmo. Sr. Rector de la Universidad de <u>Zaragoza</u> .						
Tiene acreditada la aprobación de un curso de Dibujo en el Instituto de <u>Zaragoza</u> en el curso de <u>1904</u> a <u>1905</u> con nota de <u>Notable</u> y otro de Dibujo en el Instituto de <u>Zaragoza</u> en el curso de <u>1905</u> a <u>1906</u> con la nota de <u>Notable</u> .						
Tiene además probados los estudios de FACULTAD que a continuación se expresan:						
ASIGNATURAS de la LICENCIATURA.—Sección de <u>Químicas</u>	Matriculado en el curso de	En la Universidad de	Se examinó en la de	CALIFICACIÓN BY LOS EXAMENES		OBSERVACIONES *****
				Ordinarios	Excepcionarios	
<u>Análisis matemático 1º curso</u>	<u>1909-910</u>	<u>Zaragoza</u>	<u>id</u>	<u>sobresaliente</u>	<u>"</u>	<u>"</u>
<u>Geometría métrica</u>	<u>"</u>	<u>"</u>	<u>id</u>	<u>sobresaliente</u>	<u>"</u>	<u>"</u>
<u>Química general</u>	<u>"</u>	<u>"</u>	<u>id</u>	<u>sobresaliente</u>	<u>"</u>	<u>"</u>
<u>Fisiología y Botánica</u>	<u>"</u>	<u>"</u>	<u>id</u>	<u>sobresaliente</u>	<u>"</u>	<u>M. de honor</u>
<u>Análisis matemático 2º curso</u>	<u>1910-911</u>	<u>"</u>	<u>id</u>	<u>sobresaliente</u>	<u>"</u>	<u>"</u>
<u>Geometría analítica</u>	<u>"</u>	<u>"</u>	<u>id</u>	<u>sobresaliente</u>	<u>"</u>	<u>"</u>
<u>Física general</u>	<u>"</u>	<u>"</u>	<u>id</u>	<u>sobresaliente</u>	<u>"</u>	<u>M. de honor</u>
<u>Cartografía</u>	<u>"</u>	<u>"</u>	<u>id</u>	<u>sobresaliente</u>	<u>"</u>	<u>M. de honor</u>
<u>Elementos de Cálculo infinitesimal</u>	<u>1911-912</u>	<u>"</u>	<u>id</u>	<u>sobresaliente</u>	<u>"</u>	<u>M. de honor</u>
<u>Zoología general</u>	<u>"</u>	<u>"</u>	<u>id</u>	<u>sobresaliente</u>	<u>"</u>	<u>M. de honor</u>
<u>Química orgánica</u>	<u>"</u>	<u>"</u>	<u>id</u>	<u>sobresaliente</u>	<u>"</u>	<u>M. de honor</u>
<u>Cartografía y Física del Globo</u>	<u>1912-913</u>	<u>"</u>	<u>id</u>	<u>sobresaliente</u>	<u>"</u>	<u>M. de honor</u>
<u>Química orgánica</u>	<u>"</u>	<u>"</u>	<u>id</u>	<u>sobresaliente</u>	<u>"</u>	<u>"</u>
<u>Análisis químico general</u>	<u>"</u>	<u>"</u>	<u>id</u>	<u>sobresaliente</u>	<u>"</u>	<u>M. de honor</u>

Expediente de la Licenciatura de Química de Miguel Catalán (1909-1913)
(Imagen: Archivo de la Universidad de Zaragoza)

Expediente personal del interesado. 1

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Facultad de Ciencias

Sección de Químicas

ACTA DEL GRADO DE LICENCIADO

Curso de 1912 a 1913 Folio 6 Núm. 6

Miguel Catalán Sanudo

Primer ejercicio.—Reunido en el día de la fecha el Tribunal nombrado por el Sr. Decano de la Facultad, sacados a la suerte dos tomas é in-comunicado el aspirante, verifiqué este su ejercicio escrito y fué declara-do admisible al siguiente.

Zaragoza 25 de junio de 1913

El Secretario del Tribunal,

Firma del graduando,

Miguel Catalán Sanudo

Repetido en el día de hoy el Primer ejercicio, el Tribunal declaró al interesado admisible al segundo

Zaragoza de 1913

El Secretario del Tribunal,

Firma del graduando,

Segundo ejercicio.—Verificado en el día de la fecha el ejercicio oral de preguntas fué declarado admisible al siguiente.

Zaragoza 25 de junio de 1913

El Secretario del Tribunal,

Firma del graduando,

Miguel Catalán Sanudo

Repetido en el día de hoy el Segundo ejercicio, el Tribunal declaró al interesado admisible al tercero.

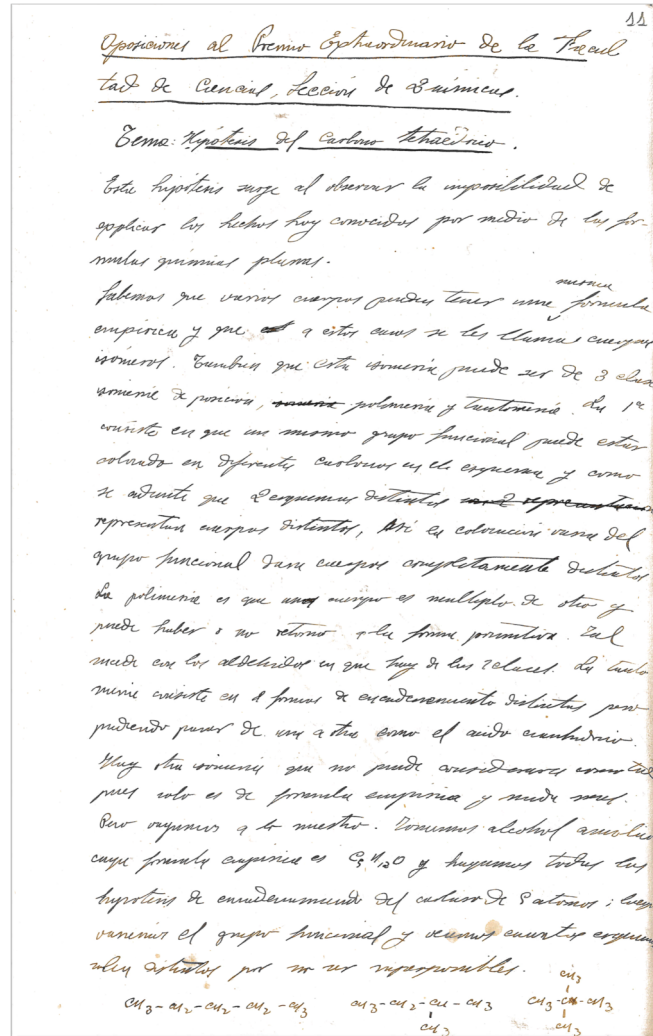
Zaragoza de 1913

El Secretario del Tribunal,

Firma del graduando,

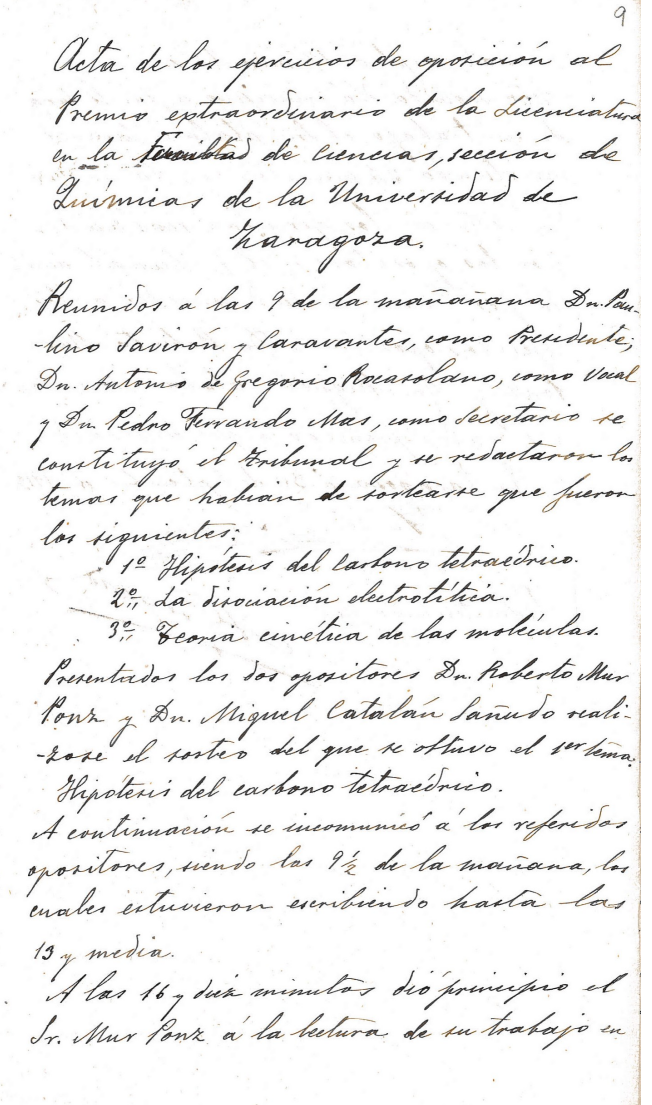
Acta del grado de licenciado
(Imagen: Archivo de la Universidad de Zaragoza)

Contexto familiar y estudios en Zaragoza: Alma Mater



"Hipótesis del Carbono tetraédrico", tema con el que Miguel Catalán obtuvo el Premio Extraordinario (Imagen: Archivo de la Universidad de Zaragoza)

Con ese expediente no es de extrañar que optase al Premio Extraordinario, que consigue tras celebrarse el correspondiente ejercicio oposición el 30 de septiembre de 1913. El tema que los dos candidatos tuvieron que desarrollar, elegido por sorteo, fue "Hipótesis del Carbono tetraédrico", cuya lectura le llevó a Catalán veinticuatro minutos. El tribunal de la oposición estaba presidido por Paulino Savirón, Decano de la Facultad de Ciencias, Antonio de Gregorio Rocasolano y Pedro Ferrando Mas.



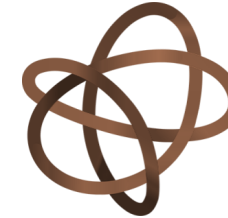
Acta de los ejercicios de oposición al Premio Extraordinario (Imagen: Archivo de la Universidad de Zaragoza)

Contexto familiar y estudios en Zaragoza: *Alma Mater*



Miguel en una fotografía tomada en 1912

(Imagen: Archivo Miguel Catalán - Fundación Menéndez Pidal)

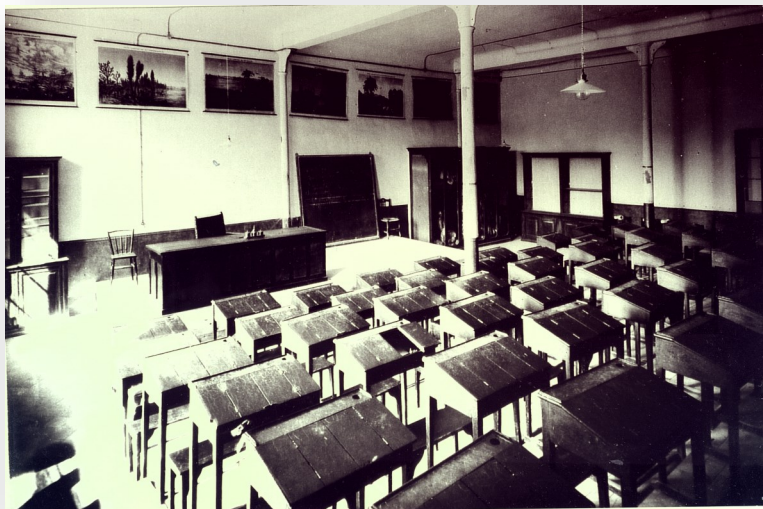


Dadas las calificaciones, y la seriedad aparente que muestra en la imagen de 1912, cabría pensar que el joven Miguel Catalán fuese un “empollón introvertido o raro”, pero nada más lejos de la realidad. Gabriel Barceló, ex-alumno de Catalán y uno de los más prolijos biógrafos del mismo, en su libro *“Miguel A. Catalán: CXXV aniversario. Profesor, descubridor y pedagogo”* donde aglutina todo tipo de testimonios de personas que lo conocieron y trataron estrechamente, destaca la personalidad de un joven brillante que: *“Es extrovertido, deportista, esquiador, amigo de aventuras y poco conformista, incluso hoy se le podría calificar de hiperactivo”*¹.

¹ Gabriel Barceló Rico-Avelló. Miguel A. Catalán: CXXV Aniversario. Profesor, descubridor y pedagogo. Ed. ADANAE (2019)

La forja del investigador y maestro: Joven químico, definiendo su vocación

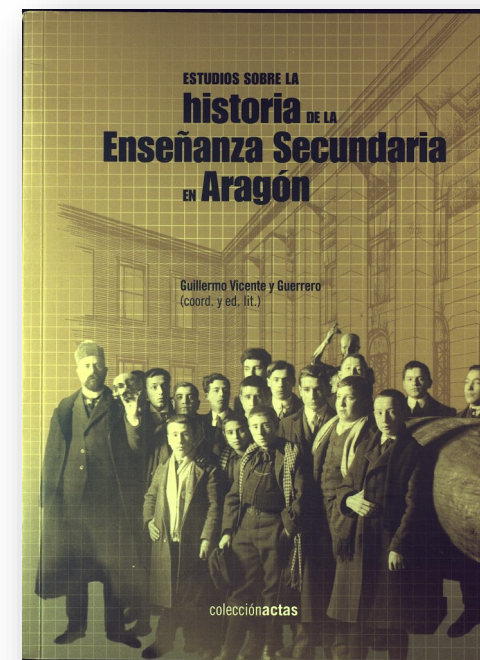
Joven licenciado en Química, Miguel Catalán presta servicios como Ayudante Interino de la sección de Ciencias en el Instituto General y Técnico de Zaragoza (actual IES Goya) desde octubre de 1913 a octubre de 1915.



Aula del Instituto de Zaragoza, donde Miguel Catalán, recién licenciado fue ayudante
(Imagen: Archivo histórico IES Goya)



El joven Miguel Catalán, junto a profesores de Instituto (hacia 1915)
(Imagen: Archivo Miguel Catalán-Fundación Menéndez Pidal)



La elección del Instituto Goya como sede de las dos ediciones (2009 y 2011) del Congreso (sobre la historia de la enseñanza secundaria en Aragón) revela su importancia como centro de secundaria histórico

La forja del investigador y maestro: Joven químico, definiendo su vocación



De forma simultánea, trabaja como químico de la Sociedad Aragonesa Portland Artificial S.A., en la fábrica instalada en Quinto de Ebro (Zaragoza). La fábrica había sido dirigida años atrás por Paulino Savirón, quien promovió la modernización de sus instalaciones, hacia 1905, con un consiguiente aumento de productividad ².



Artículo sobre los inicios de la industria cementera en España, uno de cuyos primeros enclaves fue la fábrica de Quinto de Ebro. Puche Riart, O. y Mazadiego Martínez, L. F. Las primeras fábricas españolas de cemento Portland (desde 1894 a 1907). En: *Llull: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, vol. 47, n. 95 (2024)

(Imagen: Texto de libre acceso)

² Octavio Puche Riart, Luis F. Mazadiego Martínez. LAS PRIMERAS FÁBRICAS ESPAÑOLAS DE CEMENTO PORTLAND (DESDE 1894 A 1907), LLULL, Vol. 47 (N.º 95) 2024 <https://doi.org/10.47101/llull.2024.47.95.Puche>

La forja del investigador y maestro: Joven químico, definiendo su vocación

Son tiempos en los que el joven Catalán debe decidirse y definir su vocación: docencia, industria, investigación... Su expediente académico apunta a una avidez por instruirse siempre más allá y, como no, constituye una carta de presentación excelente para iniciar su doctorado. Lo hará a partir de 1915, en la Universidad Central de Madrid (la única que puede emitir el título de Doctor en Ciencias hasta 1954).

En su primera etapa en Madrid se alojó en una pensión de la calle Arenal, habitual entre estudiantes. Según testimonio de Luis Bru, recogido en la obra de Sánchez Ron³, entre sus compañeros Catalán "... era conocido con el nombre de «el sabio» y también por el de «el alpinista», imperando más el último." Se destaca su carácter deportista y amante de las actividades al aire libre. En la imagen, fechada en abril de 1915, se le ve en una excursión a la Peñota, en la Sierra de Guadarrama.



De excursión en la Peñota, en la Sierra de Guadarrama, 1915

(Imagen: Sánchez Ron, J.M. *Miguel Catalán: su obra y su mundo*. 1994 (CSIC))

³ Sánchez Ron, José Manuel. *Miguel Catalán. Su obra y su mundo*. CSIC. 1994. Colección: *Estudios sobre la ciencia*, nº 21

La forja del investigador y maestro: Joven químico, definiendo su vocación

Profesorado numerario y auxiliar de los Establecimientos públicos de Enseñanza

HOJA DE SERVICIOS

Don Miguel Catalán Larudo

natural de Huesca provincia de Aragón de edad de 28 años,

Cuadrante Químico de la Sección de Ciencias que actualmente

Ayudante numerario de la Sección de Ciencias

del Instituto General y Técnico de Huesca

y ocupa el número 1 en el Expediente de 1917, tiene los servicios y méritos que a continuación se expresan:

CARGOS QUE HA SERVIDO en qué concepto y en virtud de qué nombramientos con expresión de las escalas, separaciones y salidas del Profesorado	PRIMEROS		SEGUNDOS		TERCEROS		CUARTOS		QUINTOS		SEXTOS		SEPTIMOS		OCTAVOS		NOVENOS		DIEZIMOS	
	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936
Ayudante numerario de la Sección de Ciencias del Instituto General y Técnico de Huesca, nombrado en virtud de Decreto de la Subsecretaría de H. de 15 de Mayo de 1917																				
Tiempo de servicio como Ayudante numerario																				
Ayudante interino de la Sección de Ciencias del Instituto General y Técnico de Huesca, nombrado por el Rectorado en virtud de propuesta de la Dirección del Centro de Huesca, en el día 27 de Mayo de 1917																				
Cesó en este cargo el día 20 de Mayo de 1918																				

Hoja de servicios de Miguel Catalán, firmada por el secretario del Instituto General Técnico de Huesca (1917)

(Imagen: Archivo de la JAE. Residencia de Estudiantes-CSIC)

CARRERA LITERARIA

Bachiller por el Instituto General y Técnico de Huesca con calificación de Sobresaliente y Premio extraordinario: tituló expedido el 25 de Mayo de 1916.

Licenciado en Ciencias, Sección de Químicas, por la Universidad de Huesca, con calificación de Sobresaliente y Premio extraordinario: tituló expedido el 3 de Enero de 1917.

Tiene aprobados los asignaturas de Mecánica química en nota de Sobresaliente y Matemática de Física, Química biológica en la de Sobresaliente, y Análisis especial en la de notable, asignaturas correspondientes al doctorado en Ciencias, Sección de Químicas.

Otros servicios:

Desde 1º de Octubre de 1917, hasta el 30 de Septiembre de 1918, desempeñó el cargo de Tesorero de la Sociedad Aragonesa de Botánica Experimental.

Formó parte de los tribunales de examen de los aspirantes a la Sección de Ciencias, en el Instituto General y Técnico de Huesca, de los alumnos de enseñanza oficial, no oficial colegiada, y no oficial (no colegiada), en los extraordinarios del curso de 1918 a 1919.

Miguel Catalán Larudo

Curriculum vitae manuscrito de Miguel Catalán, con detalles de su trayectoria hasta 1917

(Imagen: Archivo de la JAE. Residencia de Estudiantes-CSIC)

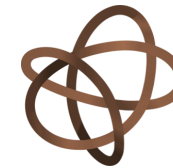


La forja del investigador y maestro: Joven químico, definiendo su vocación



También es en estos años cuando entra a realizar el servicio militar. Comienza en enero de 1915, llegando a ser nombrado sargento en mayo de 1917.

La Guerra Mundial está en su apogeo y Miguel Catalán, en pleno servicio militar, se ve afectado por la “Ley de Reclutamiento y Reemplazo del Ejército” con articulado de R.D. de 19 de enero de 1912. La ley establecía una duración normal de tres años para el servicio activo ("en filas"). Ambas circunstancias le generarán obstáculos que le obligarán a retrasar una pensión de estudios en el extranjero, casi dos cursos. No obstante, todo apunta a que Catalán pudo acogerse al sistema de "soldado de cuota" (que seguía contemplado en la ley de 1912), por el que, a cambio de un pago, se reducía considerablemente el tiempo de servicio militar activo.



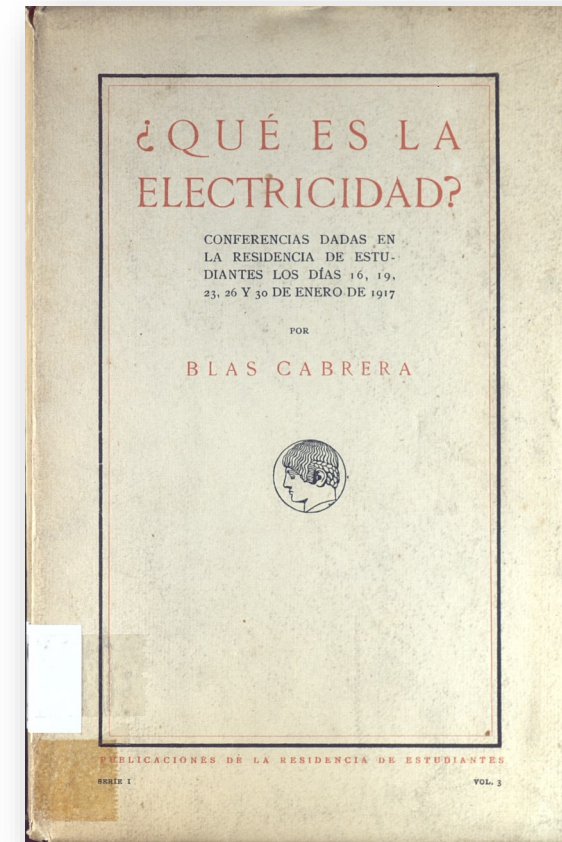
Miguel Catalán cumpliendo el servicio militar
(Imagen: Sánchez Ron, J.M. *Miguel Catalán: su obra y su mundo*. 1994 (CSIC))

La forja del investigador y maestro: Laboratorio de Investigaciones Físicas

Miguel Catalán llega a Madrid en 1915, incorporándose al Laboratorio de Investigaciones Físicas (LIF), de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE). El LIF había sido creado en 1911, y desde 1912 su director era Blas Cabrera (1878-1945), considerado el "padre de la física moderna española". En el LIF trabajan físicos y químicos organizados en cuatro secciones: Metrología, Electricidad, Espectrografía y Química-Física. Miguel Catalán se unió a la sección de Espectrografía del laboratorio, que dirigía Ángel del Campo y Cerdán catedrático de Análisis Químico de la Facultad de Ciencias de Madrid y al que puede considerarse el introductor de la Espectroscopía en España.



Visita de Albert Einstein a Madrid, 1923 (sentado a la derecha, Blas Cabrera; de pie, el segundo por la derecha, Ángel del Campo y Cerdán
(Imagen: Dominio Público)



Cabrera, Blas

¿Qué es la electricidad?: conferencias dadas en la Residencia de Estudiantes los días 16, 19, 23, 26 y 30 de enero de 1917 / por Blas Carrera

Madrid: Publicaciones de la Residencia de Estudiantes, 1917

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza

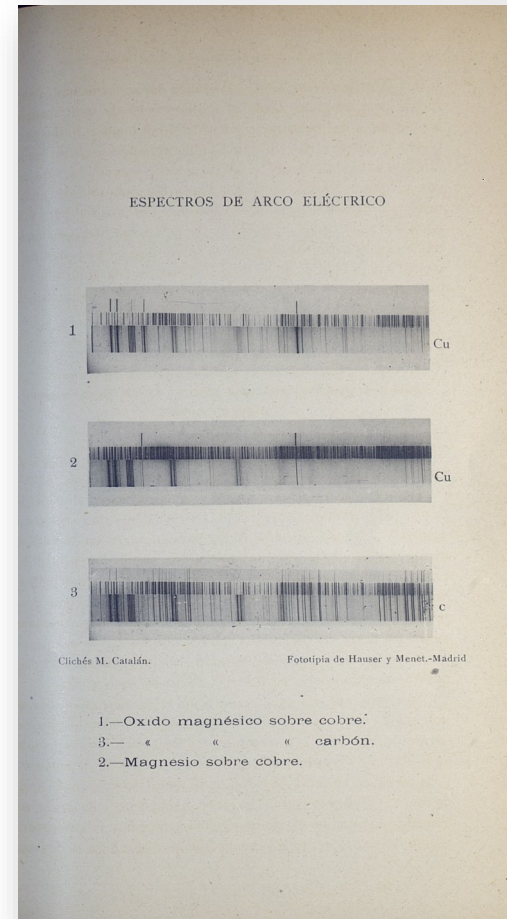
La forja del investigador y maestro: Laboratorio de Investigaciones Físicas

Bajo la dirección de Ángel del Campo, estudió los espectros de emisión atómica de varios elementos. En 1916 publicó su primer artículo, "Contribución al estudio del espectro del Magnesio. Nuevas líneas halladas en el mismo." En este periodo, además de los cursos de Espectrografía, Catalán sigue también los de Química-Física y Electroanálisis, dirigidos por Enrique Moles y Julio Guzmán. Participa igualmente de las actividades científicas organizadas en torno a la Residencia de Estudiantes, donde reside algún tiempo.



Miguel Catalán (sentado, primero por la izquierda) en el jardín de la Residencia de Estudiantes. De pie, el primero a la derecha, Luis Buñuel (hacia 1917)

(Imagen: Archivo Miguel Catalán-Fundación Menéndez Pidal))



Catalán Sañudo, Miguel A.

Contribución al estudio del espectro del magnesio: nuevas líneas halladas en el mismo

En: *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, tomo XIV, primera parte (1916)

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza

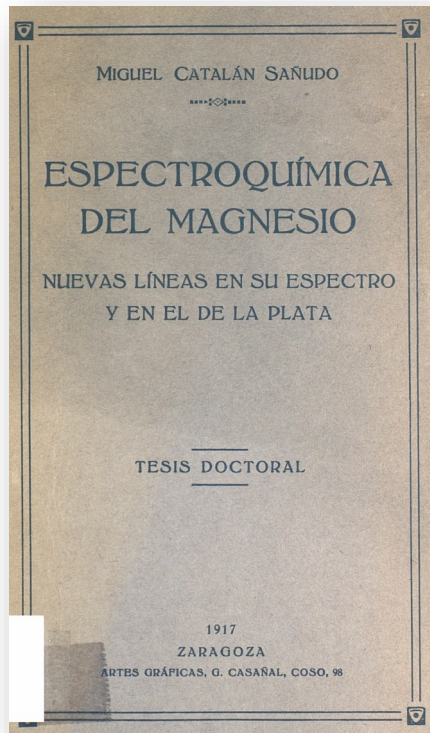


La forja del investigador y maestro: Laboratorio de Investigaciones Físicas

El 22 de junio de 1917 defiende su tesis doctoral «Espectroquímica del magnesio. Nuevas líneas en su espectro y en el de la plata», ante el tribunal constituido por José Muñoz del Castillo, Eugenio Piñerúa Álvarez, Felipe Lavilla Llorens, Ignacio González Martí y Ángel del Campo. Como dato anecdótico, puede verse que, pese a estar instalado en Madrid, la impresión de la tesis se realizó en Zaragoza.

La tesis doctoral constituye el punto de partida de la trayectoria científica de Miguel Catalán. De hecho, en febrero de 1917, unos meses antes de defender su tesis solicita una pensión a la JAE, para “ampliar sus estudio de Físico-Química, y especialmente Espectrografía, en Estados Unidos de América o Suiza, y si la I Guerra Mundial hubiera finalizado, sería para Alemania, Inglaterra o Francia.” La situación política internacional, en plena I Guerra Mundial, hizo que su estancia en el extranjero tuviera que aplazarse, al no autorizar el Ministerio de Guerra su salida del país.

Sus investigaciones en el LIF en esa etapa inicial dan lugar a un buen número de artículos científicos, que publica en solitario o junto con Ángel del Campo. Entre 1917 y 1920 da a conocer sus estudios espectroscópicos profundizando en las propiedades del cobre, el boro, la plata...



Catalán Sañudo, Miguel A.

Espectroquímica del magnesio: nuevas líneas en su espectro y en el de la plata: tesis doctoral / por Miguel Catalán Sañudo
Zaragoza: [s. n.], 1917 (Tipografía de G. Casañal)

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza



Miguel Catalán en el laboratorio de espectrografía del Laboratorio de Investigaciones Físicas (LIF) durante el doctorado (1915-1917)

(Imagen: Archivo Miguel Catalán-Fundación Menéndez Pidal))

La forja del investigador y maestro: Laboratorio de Investigaciones Físicas

La **JAE** había sido creada en 1907 en el marco de la Institución Libre de Enseñanza, para promover la investigación y la educación científica en España, y fue clave para la modernización de la ciencia en España. (R.D. 15 de enero 1907, Gaceta de Madrid nº 15). Estuvo presidida por Santiago Ramón y Cajal desde su fundación hasta su muerte en 1934, y por Ignacio Bolívar hasta 1939.

La **Residencia de Estudiantes** fue creada por la JAE en junio de 1910 con la idea de proporcionar al estudiantado un espacio y un ambiente adecuados. *“La Resi fue, sobre todo, un foco de actividad científica, de laboratorios, y sus habitantes médicos, biólogos, físicos y químicos, aunque se conoce más como espacio de creación y difusión de arte”*⁴.

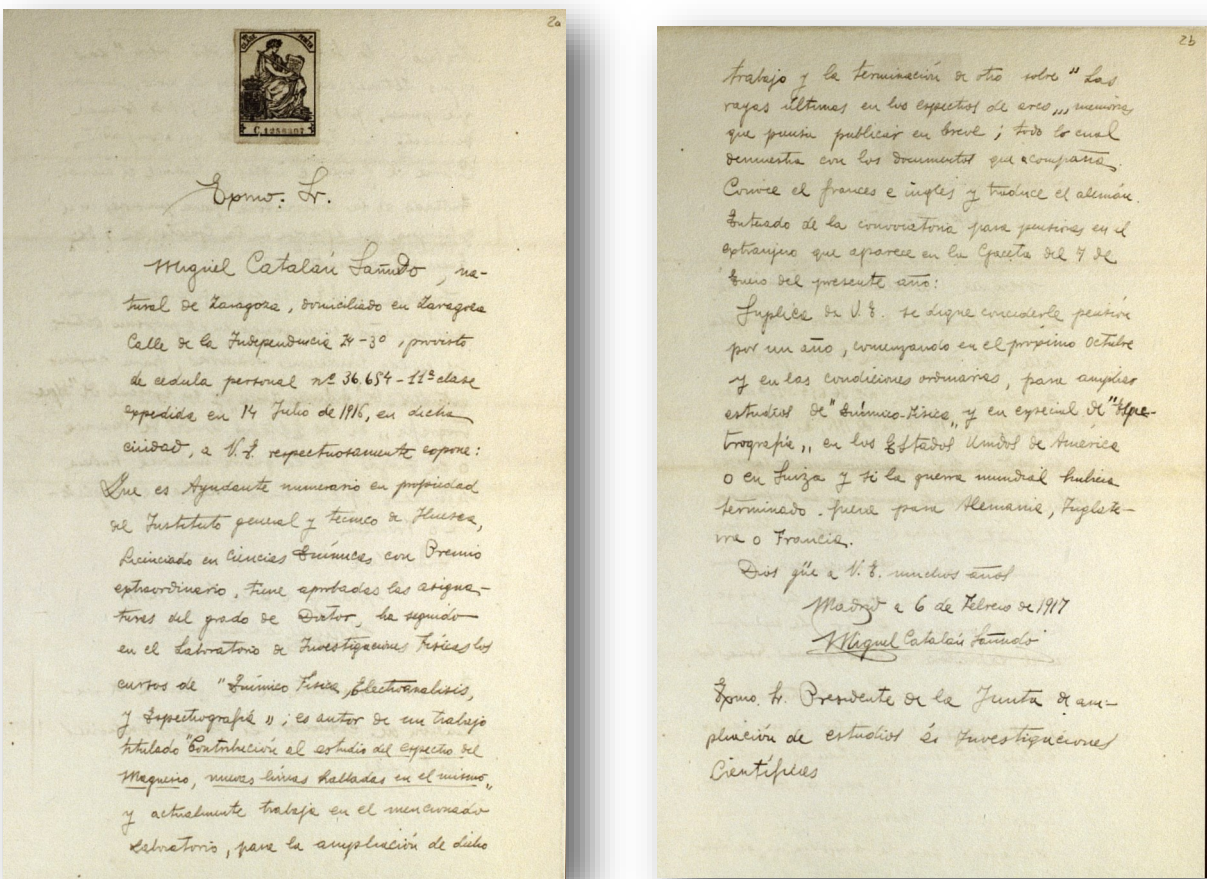
A la llegada de Catalán a Madrid, el interés por la Espectroscopía (inicialmente muy ligada a la Química), estaba ya muy integrado con la Física Atómica. Era necesario explicar por qué existían diferencias entre los espectros de unas sustancias y otras y qué leyes regían los procesos de absorción y emisión de luz. Se conocía el carácter específico de la luz emitida por cada átomo (distinta de la de cualquier otro), pero no el porqué. El primer espectro que estudiaron los físicos fue, por su sencillez, el espectro visible del átomo de hidrógeno. En 1913, Niels Bohr dio a conocer su teoría del modelo atómico, dando una primera justificación teórica a las expresiones empíricas (fórmula de Rydberg) a las que se ajustaba la energía de las líneas espectrales de hidrógeno.



⁴ <http://www.jae2010.csic.es/centros22.php>

La forja del investigador y maestro: Joven doctor, docente e investigador

Deeseoso de ampliar su formación en espectroscopía, en 1917 solicita una pensión a la JAE para realizar una estancia en el extranjero; no llega a disfrutarla al serle negado el permiso por la situación de guerra del que iba a ser el país de acogida, EE.UU.



Solicitud de pensión, presentada por Miguel Catalán antes de acabar el doctorado, para ampliación de estudios en físico-química y espectrografía. (1917) [Reproducción]

(Imagen: Archivo de la JAE. Residencia de Estudiantes-CSIC)

490

ANALES DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA Y QUÍMICA

M. A. Catalán.—ESPECTROS DE ARCO DE LOS ELEMENTOS

491

		INTENSIDAD				INTENSIDAD				
		Arco.	Chispa.			Arco.	Chispa.			
Teluro.....	2385.9	3	20	que son las más intensas.		Zinc.....	3345.2	10	12	en su región en arco, las más intensas, y también en chispa.
	2383.4	3	20				3303.1	10	12	
Fósforo.....	2555.0	3	4	que son las más intensas.			3282.4	12	10	
	2553.4	4	5			Cadmio.....	2288.1	10	10	en arco, las más intensas, en chispa hay la 2748.6 (10), muy débil en el arco.
	2533.8	5	5				2295.1	4	8	
	2534.1	3	4				2144.4	4	4	
Arsénico.....	2780.4	10	8	en arco son las más intensas.			2086.1	10	8	en arco y en chispa, las más intensas.
	2349.8	10	6	en chispa, solamente las dos primeras.			2800.1	10	10	
	2388.2	10	3				4572.9	8	1	
Antimonio.....	2598.2	8	10	en arco, las más intensas.		Berilio.....	3131.2	12	10	en arco y en chispa, las más intensas.
	2528.6	10	12	en chispa, las más intensas.			3130.5	12	10	
	2311.6	6	8				2739.6	6	15	
Carbono.....	2478.7	10	10	en arco, las más intensas.			2631.1	6	4	de las más intensas en arco y en chispa.
	4297.0	6	6	en chispa, las más intensas.			2599.5	4	20	
	2497.8	10	10				2598.5	6	8	
Boro.....	2496.8	10	10			Hierro.....	2395.7	6	4	en arco y en chispa son las más intensas.
	2881.7	30	15				2382.2	6	10	
Silicio.....	2528.6	10	8				4383.7	10	20	
	2316.2	15	10				4045.9	6	15	en arco no son las más intensas, en chispa, las dos primeras sí; la tercera no, pues hay algunas de intensidad 10.
Litio.....	6708.2	20	20			Níquel.....	2437.9	2	10	
	4602.6	10	8				2416.2	2	15	
	5866.2	20	20				2316.1	2	6	en arco y en chispa son las más intensas.
Sodio.....	5890.2	20	20				5208.6	12	10	
	3303.1	20	10				5206.2	12	9	
	3302.5	25	15			Cromo.....	4286.9	10	10	en arco y en chispa son las más intensas.
Potasio.....	4047.4	20	10				4275.0	12	10	
	4044.3	20	10				4254.5	12	12	
Rubidio.....	4215.7	20	10				3905.5	12	10	en la región visible son las más intensas en arco y en chispa.
	4202.0	30	15				3593.6	12	10	
				en arco son las más intensas, en chispa, la segunda. La primera no, pues hay las 4604.00 (10) y 4275.3 (10), no presentes en el arco.			3578.8	12	10	
Cesio.....	4593.4	10	2				4030.9	18	8	en la región ultravioleta, en chispa son las más intensas, en arco hay otras iguales a ellas.
	4555.4	20	10				4033.2	15	8	
						Manganeso.....	2905.8	5	10	
Calcio.....	3968.6	30	40	en arco y en chispa, las más intensas.			2593.8	5	10	las más intensas en arco y en chispa.
	3933.8	40	50				2576.2	5	15	
						Aluminio.....	3961.7	10	10	
Estroncio.....	4215.7	30	30				3944.2	10	10	
	4072.9	50	50			Indio.....	4511.4	10	10	
							4102.0	20	12	
Bario.....	5535.7	10	10				4171.8	15	20	
	4934.2	10	10				4033.1	10	30	
	4554.2	10	10			Golio.....	3667.8	15	10	
	2335.4	6	10			Samario.....	2988.1	10	10	
Magnesio.....	2795.6	15	30	las más intensas en arco y en chispa.			2938.4	10	15	
	2802.8	12	30				4722.7	10	6	
	2852.2	30	20							

Catalán Sañudo, Miguel A.

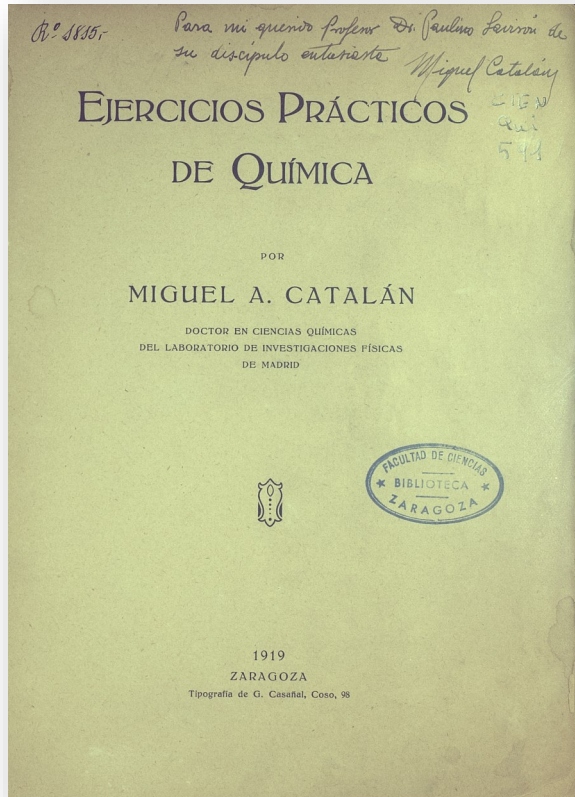
Investigaciones sobre las rayas últimas en los espectros de arco de los elementos

En: *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, tomo XV, primera parte (1917)

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza



La forja del investigador y maestro: Joven doctor, docente e investigador



Catalán Sañudo, Miguel A.

Ejercicios prácticos de Química / por Miguel A. Catalán

Zaragoza: [s. n.], 1919 (Tipografía de G. Casañal)

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza

El doctorado y su interés por la investigación no hicieron que descuidara su implicación con la docencia en la enseñanza secundaria. Apoyado por la JAE, en 1918 su plaza de Ayudante Numerario de Huesca se traslada al Instituto de San Isidro de Madrid. En el curso 1919-20, gana por oposición una cátedra de Física y Química para el Instituto de Palencia, consiguiendo su traslado al Instituto de Ávila ese mismo año.

En línea con la política de la JAE de atraer a los mejores docentes e investigadores, no resulta extraño que su presidente, Santiago Ramón y Cajal, solicitara al Ministerio la transferencia de la plaza de Miguel Catalán al recién creado Instituto-Escuela de Madrid. Esto le permite trabajar cerca del LIF y continuar con sus investigaciones al mismo tiempo que desarrolla su vocación docente en un centro innovador concebido como un modelo de modernización pedagógica.



Miguel Catalán midiendo las distancias entre líneas espectrales con ayuda del microscopio

(Imagen: Archivo Miguel Catalán-Fundación Menéndez Pidal)

La forja del investigador y maestro: Joven doctor, docente e investigador

En un plano más personal, en el Instituto-Escuela imparte clases a la que años después se convertiría en su esposa, Jimena Menéndez Pidal, hija del gran filólogo Ramón Menéndez Pidal.



Catalán con estudiantes de bachillerato (posiblemente del Instituto-Escuela)

Un joven Miguel Catalán, sentado, con un grupo de estudiantes, entre ellas Jimena Menéndez Pidal (de pie, detrás a la izquierda) (1918-1919)
(Imagen: Archivo Miguel Catalán-Fundación Menéndez Pidal)



Jimena Menéndez Pidal flanqueada por Miguel Catalán y Cándido Bolívar, hijo de Ignacio Bolívar, director del Museo de Ciencias Naturales (San Rafael, Segovia, 1919)

(Imagen: Archivo Miguel Catalán-Fundación Menéndez Pidal)



La forja del investigador y maestro: Joven doctor, docente e investigador

El Instituto-Escuela

Esta institución educativa fue fundada en 1918, como un experimento pedagógico para extender a la enseñanza secundaria oficial los principios educativos de la Institución Libre de Enseñanza y de la pedagogía europea más avanzada de su época.

Otro de sus objetivos fue la formación de profesorado que después debía difundir el modelo educativo al resto de los centros de secundaria. Entre los profesores responsables de dicha formación (catedráticos de la Universidad Central) encontramos a personajes de la talla de Ramón Menéndez Pidal (sección de Lengua y Literatura Castellanas y Lenguas y Literaturas Modernas), Julio Rey Pastor (sección de Matemáticas) o Ignacio Bolívar (sección de Ciencias Naturales, Fisiología, Higiene y Agricultura).

El Instituto-Escuela fue uno de los más importantes organismos creados por la Junta para Ampliación de Estudios (JAE), junto a la Residencia de Estudiantes, la Residencia de Señoritas, el Centro de Estudios Históricos y el Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales. Miguel Catalán tuvo, junto con Andrés León (JAE, 1925: 288- 342) un papel fundamental en el diseño e implementación del programa para la enseñanza de la Física y Química, lo que significó sin duda un gran paso adelante en la formación científica de los estudiantes del Instituto-Escuela. La institución interrumpió sus actividades durante la Guerra Civil y fue suprimida al acabar la contienda.



Instituto Internacional, primera sede del Instituto-Escuela, Madrid

(Imagen: Luis García—Zaqarbal (CC BY-SA 3.0))

La forja del investigador y maestro: En el Royal College, London



Pese a haber tenido que renunciar a la pensión que consi-

guió en 1917 para ampliar su formación en EE.UU., el decidido apoyo de la JAE, que le concede traslado de la misma al curso 1920-1921, le abrió las puertas al extranjero.

Su trabajo en el LIF seguía con plena actividad, en colaboración con Ángel del Campo, pero esa

primera estancia de investigación fuera de nuestras fronteras le proporcionó el empuje y las herramientas que sentar-

án las bases de su futuro legado científico.

La reacción del suero y la influencia que sobre ella ejerza la temperatura requieren, pues, nuevos estudios experimentales.

(Del *Laboratorio de Fisiología de la Junta para Ampliación de Estudios*).

LA TABLA DE INTERPOLACIÓN DE RYDBERG Y EL CÁLCULO DE LAS SERIES ESPECTRALES, por Ángel del Campo y Miguel Catalán.

II. Cuantos investigadores se han ocupado en trabajos relacionados con la seriación de espectros de líneas saben perfectamente hasta qué punto es útil la fórmula dada por Rydberg,

$$n = n_0 - \frac{N}{(m + \mu)^2}, \quad [1]$$

que si no es estrictamente aplicable más que en determinados

118 ANALES DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA Y QUÍMICA

obtenido en contacto con el aire, se separa de la del plasma, siendo una de las diferencias la disminución de su alcalinidad de valoración. Si se obtiene el suero sin que la sangre pierda CO_2 , el suero, por el contrario, tendría la misma composición que el plasma, prescindiendo, claro es, de la formación de la fibrina.

Es posible, pues, que a esta deficiente técnica sea debido el que Hasselbalch obtenga valores más alcalinos que los míos. En apoyo de ello diré que Mac Clendon y Magoon¹ hallan, confirmando mis resultados, que el suero y la sangre desfibrinada tienen una misma reacción si se evita toda pérdida de CO_2 .

Parsons² halla también recientemente que a igual tensión de CO_2 la sangre total reducida tiene la misma reacción actual que el plasma.

Por otra parte, Mac Clendon y Magoon³ hallan que el suero equilibrado con aire alveolar a 20° y medido a la misma temperatura, tiene un p_{H} 0,15 aproximadamente más bajo que el de la sangre arterial.

La reacción del suero y la influencia que sobre ella ejerza la temperatura requieren, pues, nuevos estudios experimentales.

(Del *Laboratorio de Fisiología de la Junta para Ampliación de Estudios*).

LA TABLA DE INTERPOLACIÓN DE RYDBERG Y EL CÁLCULO DE LAS SERIES ESPECTRALES, por Ángel del Campo y Miguel Catalán.

II. Cuantos investigadores se han ocupado en trabajos relacionados con la seriación de espectros de líneas saben perfectamente hasta qué punto es útil la fórmula dada por Rydberg,

$$n = n_0 - \frac{N}{(m + \mu)^2}, \quad [1]$$

que si no es estrictamente aplicable más que en determinados

¹ Mac Clendon y Magoon: Loc. cit.

² Parsons: *Journ. of Physiol.*, tomo LI, 1917, pág. 440.

³ Mac Clendon y Magoon: *Journ. of Biol. Chemistry*, tomo XXXI, 1917, pág. 519.

A. del Campo y M. Catalán.—LA TABLA DE RYDBERG 119

casos, constituye, sin embargo, una primera y utilísima aproximación para el cálculo de aquellas otras series que responden más frecuentemente a la fórmula de Ritz

$$n = A - \frac{N}{\left(m + \alpha + \frac{\beta}{m^2}\right)^2};$$

a las más modernas de Mogendorff e Hicks,

$$n = A - \frac{N}{\left(m + \alpha + \frac{\beta}{m}\right)^2};$$

y

$$n = A - \frac{N}{\left(m + \alpha + \frac{\beta}{m} + \frac{\gamma}{m^2}\right)^2};$$

o bien a otras no muy diferentes, por su estructura, de las anteriores.

Igualmente conocidas son las dificultades con que suele tropezarse para el cálculo de μ en la fórmula [1], cuando, como sucede siempre que se trata de series nuevas, se desconoce n_0 y se duda acerca del valor que corresponde a m ; el camino más sencillo que para vencer aquéllas puede seguirse es el empleo de una tabla de interpolación, calculada por Rydberg, en la

la cual se contienen todos los valores del término $\frac{N}{(m + \mu)^2}$ cuando m varía, de unidad en unidad, entre 1 y 9 y cuando μ va pasando de 0,00 a 1,00, de centésima en centésima.

Dos inconvenientes presenta, sin embargo, la tabla en cuestión: es el primero, que dicha tabla fué calculada en 1890, admitiendo para la constante universal, que figura en el numerador de la fórmula, un valor $N = 109721,6$, que multitud de trabajos posteriores han obligado a rectificar; el segundo se debe a que la tabla en cuestión fué publicada por su autor en el trabajo «Recherches sur la constitution des spectres d'émission»¹, cuyo original no se halla al alcance de todo el mundo,

¹ Kgl. Svenska Vetensk. Akad. Handl., vol. XXIII, núm. 11.

109729,2 / (m + μ) ²																		
μ	m = 1	Δ	m = 2	Δ	m = 3	Δ	m = 4	Δ	m = 5	Δ	m = 6	Δ	m = 7	Δ	m = 8	Δ	m = 9	
0,51	48102,8	30693,7	17409,1	8866,6	8902,49	3540,40	5892,26	1779,64	3612,61	1024,63	2687,99	943,33	1944,66	439,17	1514,49	301,76	1212,74	
2	7472,0	0260,8	7271,2	419,2	8861,95	453,52	68,44	68,44	3899,53	19,48	80,05	49,56	39,49	28,55	10,94	00,75	10,19	
3	6859,4	29718,4	7185,0	333,1	01,87	457,11	44,76	58,23	86,63	19,48	72,16	37,81	34,35	26,99	07,89	299,75	07,64	
4	6246,9	9246,6	7000,3	248,1	8752,21	430,97	21,24	47,65	78,59	29,29	64,30	35,08	29,22	25,35	08,89	95,76	05,12	
5	5632,1	3784,9	6887,2	164,2	02,97	405,10	37,49	74,66	37,15	60,72	44,48	35,37	24,11	23,70	09,93	96,77	02,59	
6	5098,7	8333,9	6785,7	081,5	8654,15	405,10	37,49	74,66	51,00	26,73	47,03	999,24	18,69	19,03	22,18	1496,85	97,76	
7	4496,4	7890,6	6605,8	000,1	05,73	354,13	51,00	26,73	47,03	999,24	18,69	19,03	22,18	1496,85	97,76	00,08	00,08	
8	3935,0	7457,8	6477,3	7919,5	8507,72	329,02	28,70	06,16	22,64	89,32	33,22	24,31	08,91	19,03	89,88	94,80	95,08	
9	3384,0	7033,6	6350,3	840,2	10,11	304,17	06,94	166,59	09,95	84,42	25,63	21,64	08,89	17,43	86,41	93,83	92,58	
1	2812,9	6212,1	6100,8	684,7	16,08	2,5322	60,88	85,91	3497,42	79,54	17,88	10,00	1898,88	14,38	79,51	91,89	87,62	
2	1792,1	5814,1	5978,0	608,3	8869,65	231,10	38,55	65,97	72,68	69,88	02,70	13,78	88,92	12,84	76,08	90,92	85,16	
3	1290,9	5442,2	5866,7	533,1	29,60	207,23	16,37	56,12	60,25	65,10	2495,16	11,17	88,08	11,32	72,66	89,97	82,69	
4	0779,0	5042,2	5736,8	458,9	8277,93	183,58	5094,85	46,36	47,69	60,37	87,62	08,57	79,05	09,79	69,26	89,62	80,24	
5	0286,2	4667,9	5618,3	385,7	32,63	160,17	72,46	36,66	35,80	55,03	80,17	00,93	74,14	08,28	65,86	88,97	77,79	
6	39802,3	4391,3	5501,0	313,3	8187,70	137,01	60,71	27,04	23,67	30,94	72,73	03,48	69,25	06,62	62,48	87,12	75,58	
7	8927,0	3941,8	5385,1	242,0	43,14	114,04	29,10	17,50	11,60	46,28	65,32	00,94	64,38	05,25	59,10	86,17	72,93	
8	8890,3	3598,8	5270,5	171,5	8098,05	091,32	07,63	08,03	3399,60	41,66	57,94	598,42	59,52	02,29	82,40	84,31	69,09	
9	8401,7	3244,5	5157,2	102,1	55,11	068,81	4986,30	1598,64	87,66	37,06	50,60	95,91	54,69	00,77	55,76	85,24	70,61	
1	7951,3	2856,1	5045,2	033,6	11,63	040,52	65,11	86,33	78,78	32,49	43,29	93,41	49,89	08,82	49,06	83,27	68,69	
2	7073,8	2249,1	4824,7	899,9	25,71	002,59	22,12	79,09	52,22	23,46	38,46	40,80	39,12	80,61	55,51	80,61	55,51	
3	6646,6	1930,2	4716,3	833,0	7883,27	2680,95	02,32	61,79	40,63	18,96	21,67	86,02	35,65	99,41	44,69	00,77	44,69	
4	6226,5	1617,4	4609,1	767,9	41,17	959,49	4881,66	54,76	28,90	14,53	14,37	83,56	30,81	94,98	35,83	79,69	58,14	
5	5813,6	1310,6	4508,0	703,5	7799,41	938,28	61,13	43,80	17,33	10,10	07,23	81,15	29,08	93,54	32,64	81,53	60,90	
6	5407,8	1009,7	4398,1	640,1	57,08	938,28	54,76	28,90	14,53	14,37	83,56	30,81	94,98	35,83	79,69	58,14	60,90	
7	5008,8	0714,4	4294,4	577,5	16,88	896,43	20,45	26,08	3294,37	05,71	23,93	79,73	21,38	92,10	29,28	77,88	51,40	
8	4616,6	0424,9	4191,7	514,5	7678,10	875,80	00,30	17,32	82,98	89,01	85,97	70,33	16,70	79,34	12,03	89,23	46,70	
9	4230,9	0140,7	4090,2	454,5	85,57	4780,28	08,63	11,65	92,70	78,95	71,57	07,38	87,84	19,64	75,19	44,35	42,02	
1	3851,6	1986,9	3989,7	394,7	7595,61	835,13	00,38	00,00	60,98	88,42	71,96	69,24	02,75	89,43	13,10	73,41	39,69	
2	3478,6	1688,3	3880,3	334,6	55,69	815,08	40,61	1491,44	49,17	84,18	64,99	66,86	1708,13	85,03	13,10	73,41	39,69	
3	3111,7	1310,7	3782,0	275,8	18,19	795,23	20,96	92,95	38,01	79,95	58,05	64,52	93,64	82,64	09,80	72,52	37,38	
4	2750,8	995,1	3694,7	217,7	747,69	773,59	01,43	75,08	4682,02	66,15	15,87	71,58	44,29	50,88	84,41	80,88	32,78	
5	2395,8	879,7	3598,4	160,3	38,10	750,68	46,82	66,15	15,87	71,58	44,29	50,88	84,41	80,88	84,41	80,88	32,78	
6	2046,6	854,3	3503,1	103,6	7399,51	736,77	62,74	57,85	04,89	67,44	37,45	57,59	70,86	79,51	00,35	99,99	30,45	
7	1702,9	829,0	3408,9	047,7	61,22	717,65	43,67	49,61	1193,08	63,32	30,64	55,30	73,84	78,14	1397,20	69,04	26,16	
8	1364,7	804,1	3315,6	599,4	23,22	698,79	24,52	41,44	83,08	59,22	22,86	53,04	70,82	76,77	94,05	68,18	26,87	
9	1031,9	775,5	3213,1	883,8	48,12	661,35	46,82	66,15	15,87	71,58	44,29	50,88	84,41	80,88	84,41	80,88	32,78	
1	0704,4	749,5	3110,6	829,0	23,22	698,79	24,52	41,44	83,08	59,22	22,86	53,04	70,82	76,77	94,05	68,18	26,87	
2	0382,0	712,7	2992,0	777,8	11,74	640,61	31,00	01,46	29,64	39,14	90,40	41,86	48,64	70,07	78,47	63,01	14,56	
3	0064,7	688,9	2868,0	725,9	37,61	600,61	25,97	00,61	25,97	35,20	88,80	39,67	44,19	68,75	75,38	61,07	12,81	
4	29752,4	666,1	2775,8	674,5	01,32	588,68	12,64	1393,64	19,00	35,20	88,80	39,67	44,19	68,75	75,38	61,07	12,81	
5	3444,9	666,9	2775,8	674,5	01,32	588,68	12,64	1393,64	19,00	35,20	88,80	39,67	44,19	68,75	75,38	61,07	12,81	
6	4142,1	643,0	2689,1	623,8	7065,32	579,93	08,50	08,50	31,28	77,22	37,45	57,59	70,86	79,51	00,35	99,99	30,45	
7	3844,0	624,8	2603,2	573,6	29,69	6994,13	535,35	78,24	78,18	3098,06	27,39	70,67	33,14	31,01	64,82	66,19	55,62	
8	3560,4	603,2	2518,2	524,1	16,88	682,19	20,45	26,08	3294,37	05,71	23,93	79,73	21,38	92,10	29,28	77,88	51,40	
9	3261,3	582,3	2434,0	475,1	88,94	673,65	18,19	795,23	20,96	92,95	38,01	79,95	58,05	64,52	93,64	82,64	09,80	
1	2876,5	562,8	2350,7	426,7	24,02	664,58	16,88	88,94	46,82	66,15	15,87	71,58	44,29	50,88	84,41	80,88	32,78	
2	2696,1	542,9	2268,2	377,8	8880,35	484,58	04,17	47,94	56,83	12,07	47,94	56,83	12,07	47,94	56,83	12,07	47,94	
3	2418,8	523,2	2186,6	331,6	54,91	497,76	43,67	49,61	1193,08	63,32	30,64	55,30	73,84	78,14	1397,20	69,04	26,16	

Campo y Cerdán, Ángel del Campo y Catalán Sañudo, Miguel A.

La tabla de interpolación de Rydberg y el cálculo de las series espectrales

En: *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*,

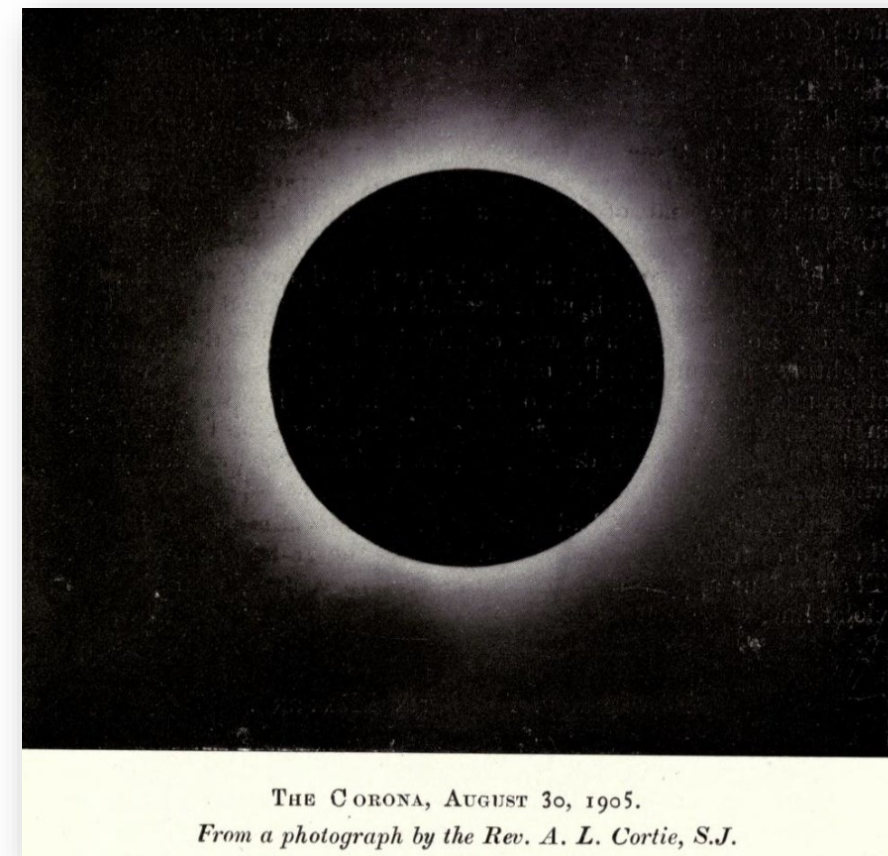
La forja del investigador y maestro: En el Royal College, London

La pensión le llevará a Inglaterra. Su primera intención y la de la JAE era ir a Cambridge a trabajar con Rutherford en el Laboratorio Cavendish, pero finalmente recalca en el Imperial College of Science and Technology, en Londres, cuya parte “más científica” seguía siendo conocida con el antiguo nombre de Royal College of Science.

Tras un breve periodo en el que trabaja bajo la supervisión de William Mitchinson Hicks, se incorpora definitivamente al laboratorio del profesor Alfred Fowler, con quien conseguirá sus mejores logros y avances espectrográficos. Fowler fue un destacado espectroscopista y profesor de Astrofísica en el Imperial College. Sus principales contribuciones fueron en la Física Solar, donde se le distinguió por sus investigaciones y observaciones espectroscópicas de eclipses, prominencias y manchas solares. Fue pionero al determinar que las manchas solares son más frías que las áreas circundantes del sol.



Alfred Fowler, astrónomo británico (1868-1940)
(Imagen: Library of Congress (Dominio Público))



Corona solar
(Imagen: *The total solar eclipse 1905*. 1906. California Digital Library (CC BY 4.0))

La forja del investigador y maestro: En el Royal College, London

En sus cartas desde Londres, Catalán deja clara su intención de visitar y realizar algún tipo de prácticas en una “High School” y aprender más del sistema educativo británico. Su insistencia al secretario de la JAE, José Castillejo, para que le mande recomendaciones e instrucciones en este sentido, pone de manifiesto que la formación en docencia es parte importante de su pensionado. Se confirma una vez más que siente verdadero interés por la innovación pedagógica y que la estancia en Londres es también una oportunidad para desarrollar nuevas destrezas que podrá aplicar más tarde en España.

Como dato anecdótico, pero que resulta revelador, en varias cartas (en el otoño de 1920 y a principios de 1921) queda claro que el dinero que recibía como pensionado era escaso. La recomendación para incorporarse a alguna escuela secundaria, que podría suponer un alivio económico, no llega... El 24 de octubre de 1920, escribe literalmente “en la actualidad estoy haciendo equilibrios metálicos”.



Londres 26 sep. 1920 29 Torrington Square. Londres (W.C.1)

Dr. D. José Castillejo

Mi distinguido amigo: A mi debido tiempo recibí su postal, que le agradezco mucho, diciéndome vía en la propuesta. También ahora me he enterado que está ya la firma aunque faltaba un documento de Arika (lo pidió U. ya?). Yo sé el curso de Español en Liverpool hasta el 15 sep. Después vine aquí, he hablado con Mr. Hicks, jefe de la sección, voy a hacer investigaciones en Egiptología y de la actualidad estamos esperando constatación de Mr. Rutherford para ver si puedo trabajar en Cambridge, si no lo haré aquí, en el laboratorio de Mr. Fowler. Mr. Hicks me ha recibido muy bien y estoy aprendiendo mucho con él. En cuanto a los gastos de viaje de ir a Cambridge o me quedo aquí, le avisaré por si tiene U. la bondad de indicarme y recomendar a alguna escuela secundaria, para que si me habíamos en el mes de junio pasado.

Le agradezco mucho que envíase a Arika un certificado de que yo prestaba mis servicios al Instituto Escuela o lo que U. crea más conveniente, pues como la pensión no ha sido firmada tiempo que necesito que estoy en algún lado para cobrar el 1.º de Octubre. Allí ya tienen noticia (que yo dije antes de salir de España) de que recibí algo de autonomía para ir y venir en la próxima.

Muchas gracias y sabe es siempre buen amigo st.

7.10.20.

Miguel A. Catalán

19 octubre 1920

Muy distinguido amigo: Recibo su grata, el traslado de la R. C. de mi pensión y una hoja de instrucciones la cual me hace conocer la 1ª instrucción pero nada ^{me} porque está cortada allí. ¿Han olvidado el resto de las instrucciones? La angustia de irse puede girar aquí por Ciro postal o como mejor les parezca. Si por Banco el mejor para mí es London Joint City and Midland Bank, ^{que hace correspondencia con} ~~la~~ de Hispanoamericana de ahí. ¿que me los dejen en?

De V. apº 1.1. 9.10.20.

Miguel A. Catalán

29, Torrington Square. Londres (W.C.1)

29, Torrington Square Londres (W.C.1)

24 octubre 1920

R. D. José Castillejo

Mi querido amigo: Definitivamente recibí su postal diciéndome lo del certificado a Arika (allí todo va bien) y hace pocos días la comunicación de mi pensión. Yo estoy definitivamente instalado en Londres en el Royal College of Science con el prof. A. Fowler. F.R.S. Así pues ahora por seguir el plan adoptado sería conveniente que U. me diese cuatro instrucciones más pertinentes para mi visita y prácticas en escuelas secundarias. Ya sabe U. que el Royal College está en S.W.7 por consiguiente debería una escuela cercana sería preferible por razones de tiempo y de dinero (sea U. que así sea tan caro que en la actualidad estoy haciendo equilibrios metálicos). Pero si no es buena para cualquier otra aunque esté más lejos.

Ejemplo anterior de después su buen amigo

Miguel A. Catalán

Dr. Quiero:

Haz p. enviarme introducciones e instrucciones.

Cartas de Miguel Catalán enviadas desde Londres al secretario de la JAE, José Castillejo, con detalles de su situación como pensionado (1920)

(Imagen: Archivo JAE-Residencia de Estudiantes CSIC)

La forja del investigador y maestro: En el Royal College, London



Miguel Catalán en el Imperial College, (South Kensington, Londres, 1920)

(Imagen: Archivo Miguel Catalán-Fundación Menéndez Pidal)

Desde el punto de vista científico el trabajo de Catalán en el laboratorio de Fowler fue extraordinario. Estudió la serie del escandio como parte de la tarea que le había encomendado Fowler, pero su interés estaba centrado en los espectros luminosos del cromo y del manganeso, a los que dedicaba su tiempo libre.

De esta época se conserva una libreta de pequeñas dimensiones, fechada en 1920, con apuntes manuscritos. En ella claramente se interpretan datos de longitudes de onda clasificados y organizados, pudiéndose leer una anotación que cita “correcciones de Rowland”. Habida cuenta de lo que esta estancia iba a significar, es fácil pensar que Miguel Catalán lo guardó como un grato y significativo recuerdo de su trabajo en el Imperial College.



92-93		93-94		93-95		94-95	
9230.9	2.551	9304.7	2.551	9378.3	2.571	9452.0	2.591
34.6	2	08.4	2	81.9	2	55.7	2
38.3	3	12.1	3	85.6	3	59.4	3
42.0	4	15.8	4	89.3	4	63.1	4
45.7	5	19.4	5	93.0	5	66.7	5
49.4	6	23.1	6	96.6	6	70.4	6
53.1	7	26.8	7	100.3	7	74.1	7
56.8	8	30.5	8	04.0	8	77.8	8
60.5	9	34.1	9	07.7	9	81.5	9
64.2	10	37.8	10	11.4	10	85.2	10
67.9	11	41.5	11	15.1	11	88.9	11
71.6	12	45.2	12	18.8	12	92.6	12
75.3	13	48.9	13	22.5	13	96.3	13
78.9	14	52.5	14	26.2	14	100.0	14
82.6	15	56.2	15	29.9	15	03.6	15
86.3	16	59.9	16	33.5	16	07.3	16
90.0	17	63.6	17	37.2	17	11.0	17
93.7	18	67.2	18	40.9	18	14.7	18
97.4	19	70.9	19	44.6	19	18.4	19
101.1	20	74.6	20	48.3	20	22.1	20
104.7	21	78.3	21	52.0	21	25.8	21

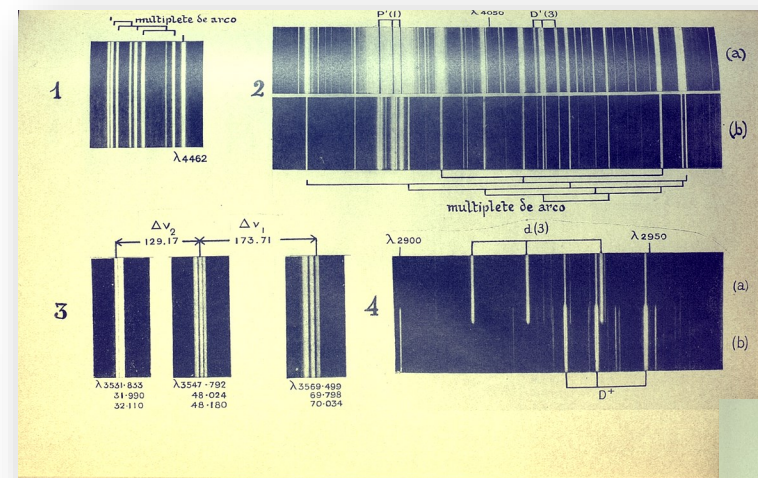
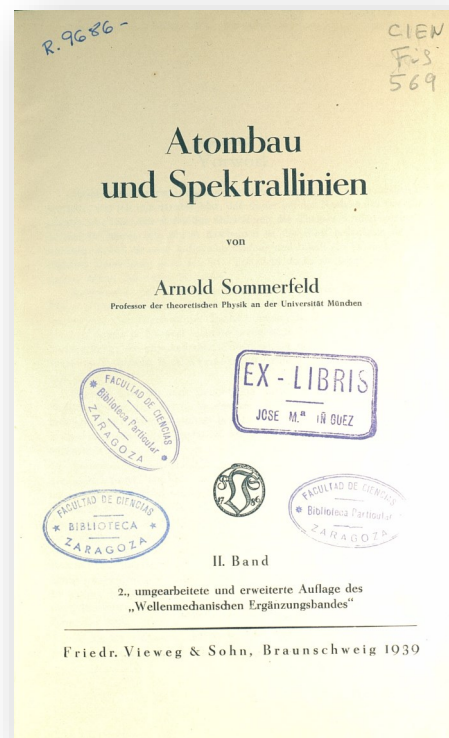
Libreta con anotaciones de laboratorio manuscritas por Miguel Catalán (1920)

(Imagen: Archivo Miguel Catalán-Fundación Menéndez Pidal)

La forja del investigador y maestro: Descubrimiento de los multipletes

A lo largo de varios meses entre 1920 y 1921, Catalán mide y analiza repetidamente el espectro de emisión atómica del manganeso, en el que identificó grupos formados por numerosas líneas, que pensó podrían tener un origen común, y a los que llamó multipletes. Regularidades de esa naturaleza (dobletes y tripletes de líneas), se conocían para átomos más sencillos, pero los resultados de Catalán mostraban agrupaciones más numerosas de líneas, indicando que la organización de los electrones en las diferentes capas atómicas sigue un patrón aplicable a átomos complejos. Como se verá, el descubrimiento de los multipletes atraerá el interés del gran físico Sommerfeld, abriendo una vía sistemática para profundizar en el conocimiento de las estructuras atómicas. En 1919, Sommerfeld había publicado su libro de referencia *Atombau und Spektrallinien* (en español *Estructura atómica y líneas espectrales*), en el que generaciones de físicos se formaron en las antiguas teorías cuánticas.

Para poder analizar los espectros era fundamental tener imágenes fotográficas de calidad. Hay una anécdota que pone de manifiesto el entusiasmo y la confianza del joven Miguel Catalán. En el momento clave de su investigación, tras una larga jornada, necesitaba contar con placas fotográficas muy sensibles, por lo que tomó sin permiso unas que había preparado su supervisor, Fowler, para sus estudios del sol. Catalán consiguió registrar las líneas que buscaba, y se fue del laboratorio, ya avanzada la madrugada. El disgusto de Fowler por la desaparición de las placas, se transformó en asombro y felicitaciones al ver los resultados del joven investigador.



Detalle de algunas de las líneas espectrales del Manganese.

Catalán Sañudo, Miguel A.

Estudios sobre series espectrales I

En: *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid*, tomo XX (1922)

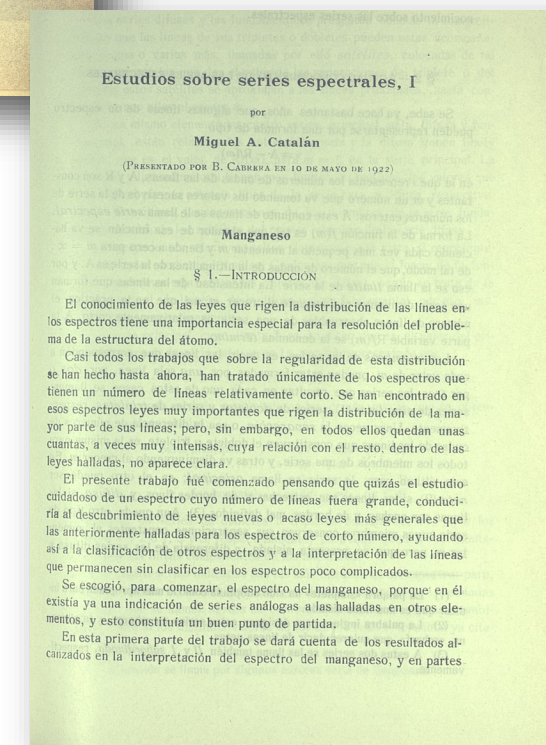
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza



Sommerfeld, Arnold

Atombau und Spektrallinien. II Band / von Arnold Sommerfeld Braunschweig: Vieweg & Sohn, 1939

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza



La forja del investigador y maestro: Descubrimiento de los multipletes



El hallazgo de Catalán va a tener una gran repercusión en la comunidad científica. Como muestra de la importancia de su investigación, un año antes de publicar su trabajo oficialmente, el físico indio Meghnad Saha (1893 –1956) ya citaba en una de sus publicaciones (en la revista *Nature*, el 28 de julio de 1921) los datos del potencial de ionización del manganeso, que había obtenido a partir de los datos de Catalán. El descubrimiento de los multipletes en el espectro del manganeso es el pilar de un artículo fundamental, *Series and Other Regularities in the Spectrum of Manganese*, que se publica el 20 de julio de 1922.

IV. *Series and Other Regularities in the Spectrum of Manganese.*

By MIGUEL A. CATALÁN, D.Sc. (Madrid); Research Student, Imperial College, South Kensington.

Communicated by PROF. A. FOWLER, F.R.S.

Received February 22,—Read March 23, 1922.

Artículo que presenta el descubrimiento de los multipletes.
Publicado en *Philosophical Transactions of the Royal Society*, Vol. 223, 1923

16. THE ATOMIC RADIUS AND THE IONISATION POTENTIAL
(*Nature*, 107, 682, 1921)

Prof. Eve's interesting contribution to *Nature* of June 30, p. 552, on the relation between the ionisation potential and the atomic radius induces me to publish certain ideas of mine on the same subject some time ago before the Rankine.

ON A PHYSICAL THEORY OF STELLAR SPECTRA

Atomic Radius
From I.P.
 $a \times 10^8$

Crystal
measures
 $b \times 10^8$

Viscosity
data

Element I.P. $a \times 10^8$ $b \times 10^8$ Viscosity data

H 13.54 0.530 — —
He 23.40 0.53 — —
Ne 22.80 1.50 1.77 —
(Horton, Phil. Mag., May, 1921)
Li 5.11 1.34 2.07 —
Na 4.92 1.41 2.25 —
K 4.16 1.67 2.37 —
Rb 3.88 1.73 — —
Cs 3.88 1.86 — —
Cu 7.63 0.94 1.37 —
Ag 7.50 0.95 1.77 —
Au 8.63 0.83 — —
Mg 7.61 1.18 1.42 —
Ca 6.09 1.27 1.70 —
Sr 5.19 1.39 1.95 —
Ba 9.35 0.77 2.10 —
Zn 8.95 0.81 1.32 —
Cd 10.38 0.68 1.60 —
Hg 7.30 0.90 2.25 —
Tl 7.38 0.98 1.47 —

$\frac{a}{2.01} = e(13.54 \text{ volts})$. Therefore for an element x with an ionisation potential of V_x we have
 $a_x = \frac{(0.532 \times 13.56)}{V_x} \times 10^{-8} \text{ cm.}$

Thus the atomic radius varies inversely as the ionisation potential. The atomic radii calculated according to this formula are, in general, smaller than the atomic radii calculated either from crystal data (Bragg) or from the kinetic theory of gases (Rankine and others). They are shown in the appended table for the sake of comparison.

The values of V_x for copper, silver, and gold have been calculated from Hick's value of the (IS) term for these elements. That for manganese has been similarly calculated from Mr. Catalan's value of (IS) for manganese (not yet published). For these data I wish here to record my indebtedness to Prof. Fowler and Mr. Catalan. The sources for the other values are quite well known.

21 Cromwell Road,
London, July 13.



El físico Meghnad Saha (1893-1956) cita a Miguel Catalán en *Nature*, núm. 107 (28 jul. 1921)

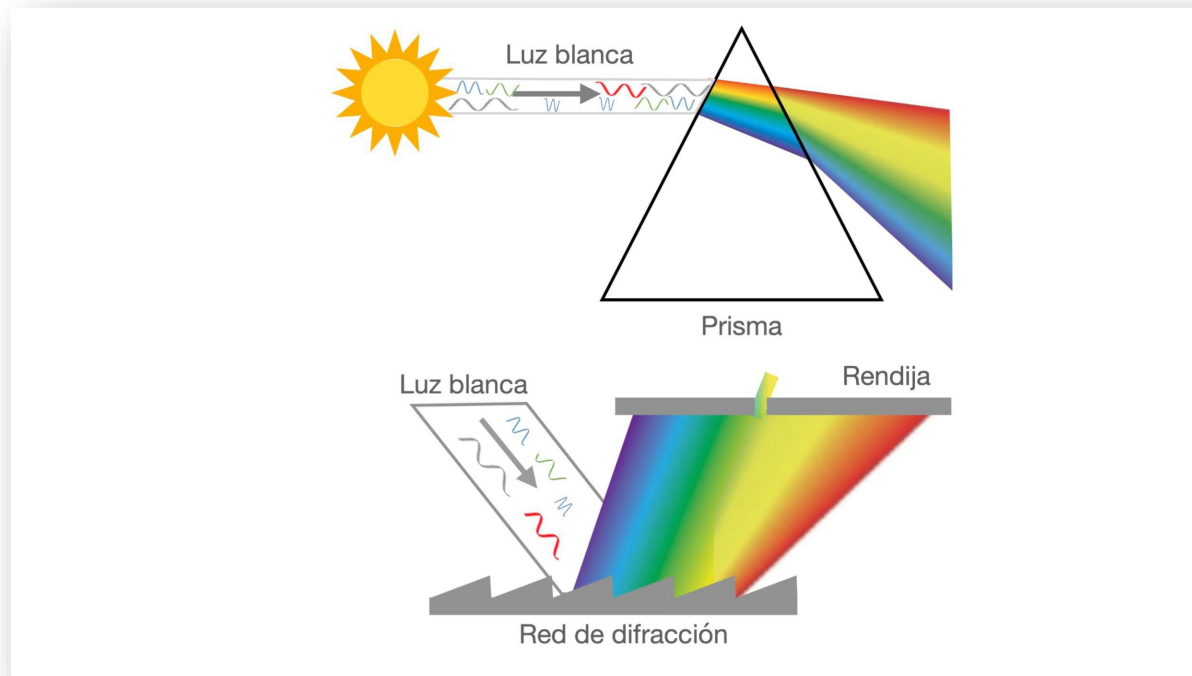
Meghnad Saha, físico indio (1893-1956) (Imagen: *The Modern Review*, 1934, vol. LV, núm. 2 (Dominio Público))

La forja del investigador y maestro: Descubrimiento de los multipletes

Contexto tecnológico: obtención de espectros

Se considera que Newton fue el primer científico en acercarse al fenómeno de dispersión de la luz (descomposición de la luz solar en sus componentes de “distintos colores”, usando prismas), pero la naturaleza de los espectros comenzó a revelarse gracias a la invención de la red de difracción, hacia 1815, por el astrónomo y físico Joseph von Fraunhofer. Las redes de difracción separan más las componentes de la luz (es decir, tienen una mayor capacidad de resolución), facilitando el análisis de los espectros. A finales del siglo XIX, la espectroscopía da un nuevo salto cualitativo con la fabricación de las redes de difracción cóncavas por Henry A. Rowland. Estas redes, con radios de curvatura de hasta 10 metros, podían generar espectros enormes, de hasta 17 metros.

A principios de la década de 1920 los espectroscopistas se enfrentan al desafío de analizar espectros compuestos por miles de líneas. Descifrar si existía una serie lógica, un cierto patrón, que permitiera relacionar grupos de esas líneas entre sí, para entender su origen era una tarea monumental. Técnicamente, era particularmente arduo el estudio de las líneas en el infrarrojo y el ultravioleta, que eran difíciles de fotografiar y requerían placas fotográficas costosas.



Descomposición espectral de la luz blanca por un prisma y por una red de difracción, con su estructura periódica de surcos



Montaje experimental (Instituto de Física de Tubinga) ilustrando la medida de espectros bajo campo magnético y usando una red de difracción cóncava.

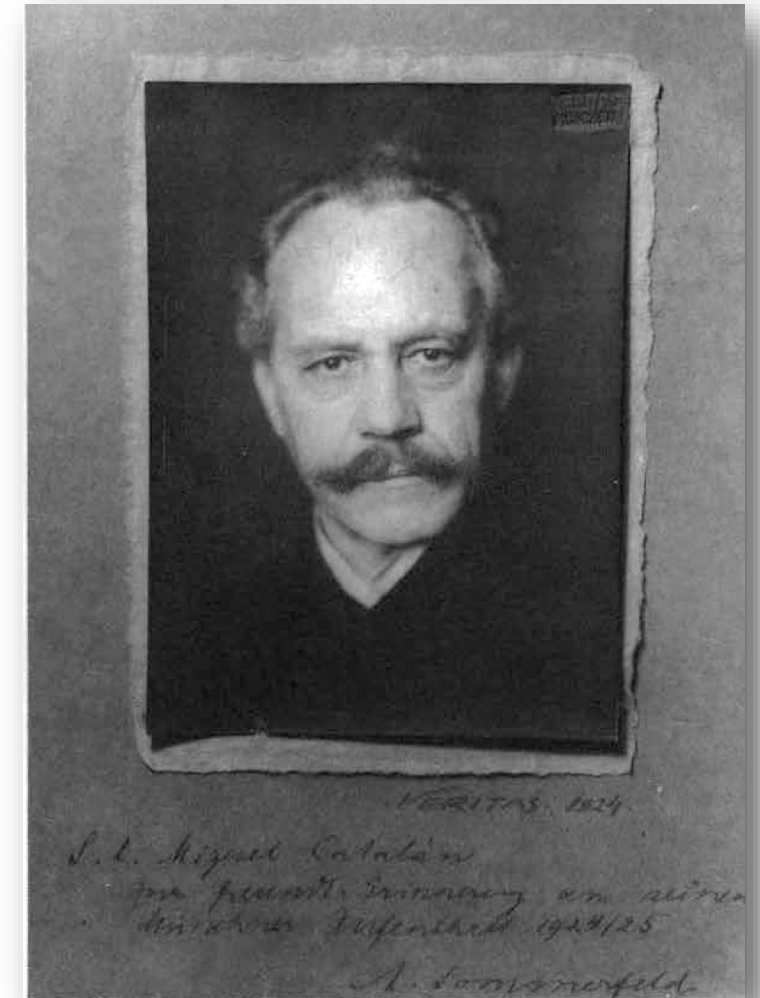
(Imagen: Sánchez Ron, J.M. *Miguel Catalán: su obra y su mundo*. 1994 (CSIC))

Investigador reconocido, docente con vocación

Relevancia del descubrimiento de los multipletes

La búsqueda de una explicación para esos multipletes impulsó el desarrollo de la teoría cuántica, ya que permitió avanzar en la comprensión de la estructura electrónica de los átomos.

En ese proceso fue crucial el encuentro entre Arnold Sommerfeld y Catalán en la primavera de 1922 durante la visita del renombrado físico alemán a Madrid. En la entrevista que mantuvieron, Catalán compartió con él sus resultados experimentales, antes de que fueran publicados. El meticuloso análisis del espectro del manganeso que Catalán había realizado parecía encajar con el esquema de los números cuánticos internos, lo que supuso un impulso para que el físico alemán abordase su extensión a átomos complejos⁵.



Arnold Sommerfeld, físico alemán (1868-1951). Fotografía dedicada a Miguel Catalán (Imagen: Sánchez Ron, J.M. *Miguel Catalán: su obra y su mundo*. 1994 (CSIC))

⁵ Hay que mencionar que la explicación de Sommerfeld en ese momento no podía ser completa. Pronto se hizo evidente que para comprender la estructura de los multipletes faltaba una pieza crucial, el espín del electrón, descubierto en 1925 por Goudsmit y Uhlenbeck, y que transformaría por completo la comprensión de los números cuánticos y el mundo atómico.

Investigador reconocido, docente con vocación

Relevancia del descubrimiento de los multipletes

2. Über die Deutung verwickelter Spektren (Mangan, Chrom usw.) nach der Methode der inneren Quantenzahlen; von A. Sommerfeld.

In einer vorangehenden Arbeit¹⁾ wurde der Begriff der „inneren Quantenzahlen“ eingeführt, in der Absicht, die in den Spektren der Alkalien und Erdalkalien auftretenden oder von ihnen gebildeten Kombinationen der Mehrfachterme auf ein einfaches formales Schema zu bringen. Es soll in der gegenwärtigen Arbeit gezeigt werden, wie sich das früher entworfene Schema bei entsprechender Erweiterung an den viel komplizierteren Linienstrukturen bewährt, die am Ende des periodischen Systems vorkommen. Den Anstoß zu dieser Erweiterung erhielt ich, als ich eine Untersuchung des Spektrums von Mangan kennen lernte, die Herr Catalan²⁾ im Laboratorium von A. Fowler ausgeführt hat. Es zeigte sich, daß die von Herrn Catalan analysierten neuartigen Liniengebilde sich vortrefflich in das Schema der „inneren Quantenzahlen“ einfügen. Außer dem Bogen- und Funkenspektrum von Mangan kommt für das folgende wesentlich auch das von Herrn Catalan betrachtete, aber nur auszugsweise mitgeteilte Spektrum von Chrom in Betracht. Ich benutze zugleich die Gelegenheit, um meine zuerst genannte Arbeit in solchen Punkten zu ergänzen und zu berichtigen, über die in der Zwischenzeit neue Aufschlüsse bekannt geworden sind.

§ 1. Ursprung und bisherige Verwendung der inneren Quantenzahlen.

Um die einzelne Spektrallinie serientheoretisch zu kennzeichnen, haben wir drei Quantenzahlen nötig: 1. das „azimutale Quantum“, 2. die „Hauptquantenzahl“ oder „Quantensumme“.

1) Ann. d. Phys. 63. S. 221. 1920. Vgl. auch „Atombau und Spektrallinien“, 3. Aufl. Braunschweig 1922, VI. Kap., § 5.

2) Die Arbeit erscheint in englischer Sprache in den Phil. Transactions of the R. Soc. London, und wurde mir vom Verfasser freundlich im Manuskript zur Verfügung gestellt.

Sommerfeld amplió su teoría, asignando números cuánticos a cada línea espectral del Mn-I, así como a otros elementos, como el cromo, cuyos espectros también habían sido explorados por Catalán.

Poco tiempo después publica un artículo (Sommerfeld, 1923) titulado «Interpretación de los espectros complejos (manganeso, cromo, etc.) por el método de los números cuánticos internos», en cuya introducción reconoce que el “estímulo para llevar a cabo esta ampliación la encontró cuando pudo conocer el análisis del espectro del manganeso que había realizado Catalán”.

2. Sobre la interpretación de espectros complejos (Manganeso, Cromo, etc.) según el método de los números cuánticos internos; por A. Sommerfeld.

En un trabajo anterior¹⁾ se introdujo el concepto de «números cuánticos internos» con la intención de reducir a un esquema formal sencillo las combinaciones de términos múltiples que aparecen o están prohibidas en los espectros de los alcalinos y los alcalinotérreos. En el presente trabajo se pretende demostrar cómo el esquema diseñado anteriormente, con la correspondiente ampliación, se aplica a las estructuras lineales mucho más complejas que se encuentran al final del sistema periódico. La idea de esta ampliación me vino al conocer un estudio sobre el espectro del manganeso realizado por el Sr. Catalan²⁾ en el laboratorio de A. Fowler. Se ha descubierto que las nuevas estructuras lineales analizadas por el Sr. Catalan encajan perfectamente en el esquema de los «números cuánticos internos». Además de los espectros de arco y chispa del manganeso, también es relevante para lo siguiente el espectro del cromo considerado por el Sr. Catalan, pero solo comunicado de forma parcial. También me gustaría aprovechar esta oportunidad para completar y corregir mi trabajo mencionado anteriormente en aquellos puntos sobre los que se ha obtenido nueva información desde entonces.

Ø 1. Origen y uso hasta ahora de los números cuánticos internos.

Para caracterizar cada línea espectral desde el punto de vista de la teoría de series, necesitamos tres números cuánticos: 1. el «cuanto azimutal», 2. el «número cuántico principal» o «suma cuántica».

¹⁾ Ann. d. Phys. 63. Pág. 221. 1920. Véase «Atombau und Spektrallinien» (Estructura atómica y líneas espectrales), pág. Auf. Brunswick, 1922, cap. VI Ø 5.

²⁾ El trabajo aparece en inglés en Phil. Transactions of the R. Soc. London, y el autor tuvo la amabilidad de facilitarme el manuscrito.

Primera página del artículo de Sommerfeld, A. 1923. Über die Deutung verwickelter Spektren (Mangan, Chrom usw.) nach der Methode der inneren Quantenzahlen. En: *Annalen der Physik* 70, (1923), junto a su traducción al español

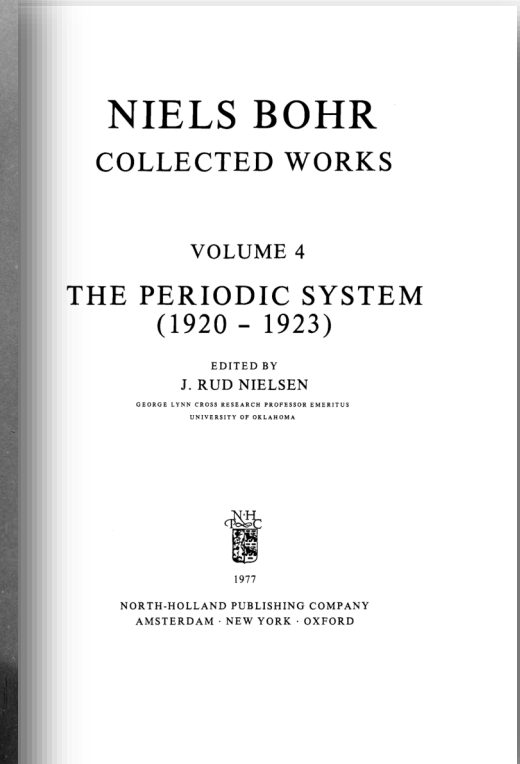


Investigador reconocido, docente con vocación

Relevancia del descubrimiento de los multipletes

Otro ejemplo de la relevancia del descubrimiento de los multipletes lo ofrece nada menos que Niels Bohr, premio nobel en 1922.

En junio de ese mismo año, Bohr impartió un curso sobre la «Teoría de la estructura atómica» en Gotinga, al que asistieron, entre otros, jóvenes estudiantes como Heisenberg y Pauli. En una de las conferencias Bohr mencionaba los resultados obtenidos por Catalán, que constituyeron un avance muy valioso en su objetivo de explicar la tabla periódica de los elementos.

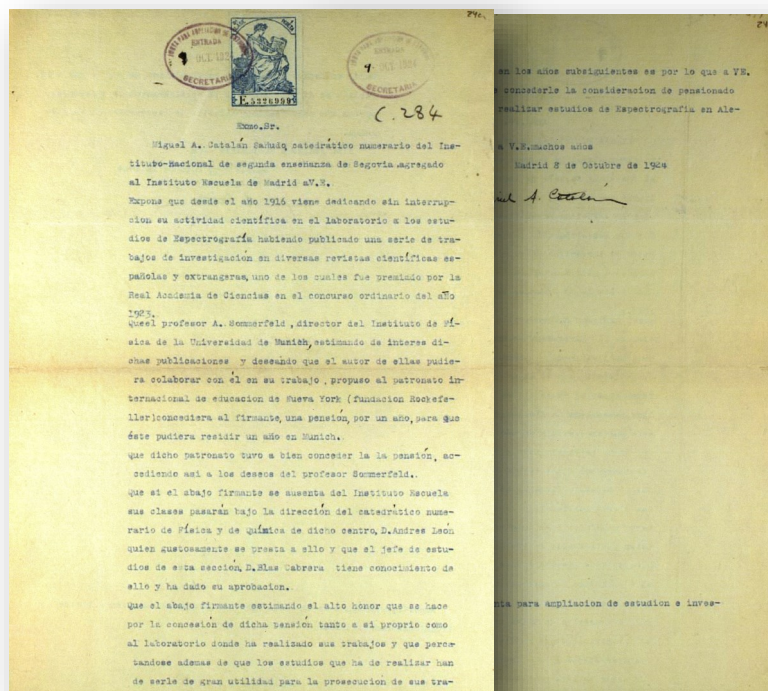


Niels Bohr, físico danés y Premio Nobel (1955-1962) (Imagen: AB Lagrelus & Westphal (Dominio Público), junto a la publicación donde se recopilan los trabajos del físico danés sobre la tabla periódica de los elementos

Investigador reconocido, docente con vocación

Relevancia del descubrimiento de los multipletes

Tras el contacto con Sommerfeld, Catalán se esfuerza por confirmar con sus observaciones el método de los números cuánticos internos. El interés de Sommerfeld en los progresos de Catalán es también evidente, con comunicaciones frecuentes entre Madrid y Múnich. Una prueba de ese interés en los trabajos (pasados y futuros) de Catalán se tiene en la invitación que recibió para trabajar en Múnich. Miguel Catalán, con el apoyo decidido de Sommerfeld, obtuvo una beca de la Fundación Rockefeller a través de la International Education Board (IEB) para la Universidad de Múnich el curso 1924-1925.



Solicitud de Miguel Catalán a la JAE de una pensión para la estancia en Múnich. Se hace referencia a la intervención del propio Sommerfeld ante la International Education Board (Fundación Rockefeller) apoyando el viaje de Catalán. (1924)
(Imagen: Archivo de la JAE, Residencia de Estudiantes, CSIC)



Primera promoción de alumnado del Instituto-Escuela con sus profesores. (Jardín del Instituto-Internacional, Calle Miguel Ángel, 8, 1924)
(Imagen: Archivo Miguel Catalán-Fundación Menéndez Pidal)



Investigador reconocido, docente con vocación

Relevancia del descubrimiento de los multipletes

Instalado en Múnich con su esposa, Catalán trabaja directamente con Karl Bechert, con quien publicaría un buen número de artículos, en castellano y alemán, centrados en espectros atómicos y en el efecto de un campo magnético sobre ellos (estudios sobre efecto Zeeman). Esta colaboración, centrada en la labor teórico-experimental en espectroscopía, fue esencial para una correcta explicación teórica de los datos espectroscópicos y para el incipiente desarrollo de la mecánica cuántica.



Miguel Catalán, Jimena Menéndez-Pidal, Kirschner, Dr. Stendeman y Olea.
(Oberammergan, Alemania, 3 de enero de 1925)
(Imagen: Archivo Miguel Catalán-Fundación Menéndez Pidal)



306ANALES DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA Y QUÍMICA

TABLA 1
NUMERACIÓN DE LOS MULTIPLETES

Nr.	Designación.	Nr.	Designación.	Nr.	Designación.
1	$P^1 \ ? \ D^1$	29	$f^3 \ \bar{f}^2$	59	$f^2 \ G^2$
2	$P^1 \ ? \ D^2$	30	$f^3 \ \bar{f}^3$	60	$F^1 \ d^1$
3	$P^1 \ ? \ \bar{F}^1$	31*	$f^1 \ g^1$	61	$F^1 \ d^2$
3 a	$P^1 \ ? \ \bar{F}^2$	32	$f^1 \ g^2$	62	$F^1 \ d^3$
4	$F^1 \ D^1$	33	$f^1 \ g^3$	63	$F^1 \ \bar{f}^1$
5	$F^1 \ D^2$	34*	$f^2 \ g^1$	64	$F^1 \ \bar{f}^2$
6	$F^1 \ \bar{F}^1$	35	$f^2 \ g^2$	65	$F^1 \ \bar{f}^3$
7	$F^1 \ G^1$	36	$f^2 \ g^3$	66	$F^1 \ g^1$
8	$F^1 \ G^2$	37	$p^1 \ D^1$	67	$F^1 \ g^2$
9	$F^1 \ G^3$	38	$p^1 \ D^2$	68	$F^1 \ g^3 \ ?$
10*	$p^1 \ d^1$	39	$p^1 \ D^3$	69	$f^1 \ \bar{g}^1$
11*	$p^1 \ d^2$	40	$p^1 \ \bar{F}^1$	70	$f^2 \ \bar{g}^1$
12	$p^1 \ d^3$	41	$p^2 \ \bar{F}^1$	71	$f^1 \ \bar{g}^2$
13*	$p^2 \ d^1$	42	$p^2 \ \bar{F}^2$	72	$f^2 \ \bar{g}^2$
14*	$p^2 \ d^2$	43	$p^1 \ ? \ d^1$	73	$f^1 \ \bar{g}^3$
15	$p^2 \ d^3$	44	$p^1 \ ? \ d^2$	74	$f^2 \ \bar{g}^3$
16	$p^1 \ \bar{f}^1$	45	$p^1 \ ? \ d^3$	75	$d^1 \ f^3$
16 a	$p^1 \ \bar{f}^2$	46	$p^1 \ ? \ \bar{f}^1$	76	$\bar{f}^1 \ f^3$
17	$p^2 \ \bar{f}^1$	47	$p^1 \ ? \ \bar{f}^2$	77	$g^1 \ f^3$
18	$p^2 \ \bar{f}^2$	47 a	$p^1 \ ? \ \bar{f}^3$	78	$d^2 \ f^3$
18 a	$p^2 \ \bar{f}^3$	48	$f^1 \ D^1$	79	$\bar{f}^2 \ f^3$
19*	$f^1 \ d^1$	49	$f^1 \ D^2$	80	$g^2 \ f^3$
20*	$f^1 \ d^2$	50	$f^1 \ D^3$	81	$\bar{g}^1 \ g^1$
21	$f^2 \ d^1$	51	$f^2 \ D^1$	82	$\bar{g}^2 \ g^1$
22*	$f^1 \ d^3$	52	$f^1 \ \bar{F}^1$	83	$\bar{g}^3 \ g^1$
23*	$f^2 \ d^2$	53	$f^1 \ \bar{F}^2$	84	$\bar{g}^1 \ f^3$
24	$f^2 \ d^3$	54	$f^1 \ \bar{F}^3$	85	$G^1 \ f^3$
25*	$f^1 \ \bar{f}^1$	55	$f^2 \ \bar{F}^1$	85 a	$G^2 \ f^3$
26	$f^1 \ \bar{f}^2$	56	$f^1 \ G^1$	86	$\bar{g}^1 \ f^3$
27	$f^1 \ \bar{f}^3$	57	$f^1 \ G^2$	87	$\bar{g}^2 \ f^3$
28*	$f^2 \ \bar{f}^1$	58	$f^2 \ G^1$	88	$\bar{g}^3 \ f^3$

Los multipletes que Walters publicó han sido marcados por *.

El detallar todos los multipletes encontrados lo creemos innecesario, hemos preferido reunir en una tabla al final del trabajo

Catalán y Bechert.-LA ESTRUCTURA DEL ESPECTRO DEL COBALTO NEUTRO 307

todas las líneas clasificadas con sus designaciones y dar solamente aquí algunos ejemplos de multipletes de las tres multiplicidades encontradas (dobletes, cuartetos y sextetes).

DOBLETES

F^1	
3	4
5	60-60 R-40 R-30 R II 25997,25
4	60-50 R-30 R-20 R II 25672,71
	693,89 1018,43 26691,14

Multip. 5

F^1	
3	4
3	4-9-7-3 II A 27631,68
	60 R-40 R-36 R-20 II 28650,00
	782,60
2	50 R-40 R-20 R-15 II 28414,28

INTERCOMBINACIÓN: DOBLETES-CUARTETOS

f^2				
2	3	4	5	
5				80 R-80 R-50 R-30 R II 8-8-8 R-101 29297,06 659,82 29956,88
				693,83 693,86
4				40 R-40 R-30 R-20 II 10-8 R-8-8 I 29443,38 547,51 29990,89 cal.

Catalán Sañudo, Miguel A. y Bechert, K.

La estructura del espectro del cobalto neutro

En: *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, tomo XXIII, primera parte (1925)

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza

Investigador reconocido, docente con vocación

Relevancia de los multipletes en Astrofísica

Para valorar la importancia del trabajo de Catalán en el área de la astrofísica, hay que referirse de nuevo al físico indio Meghnad Saha, uno de los primeros científicos en conocer (y reconocer) el descubrimiento de Catalán, a quien cita en su publicación en *Nature*, en julio de 1921. Poco tiempo antes, en 1920, M. Saha había desarrollado la conocida como “Ecuación de ionización de Saha”, que relaciona el potencial de ionización de un átomo (lo que “cuesta” arrancar un electrón) y su grado de ionización (cuántos electrones ha perdido), con la temperatura y la presión de su entorno gaseoso.

Es comprensible el atractivo del trabajo de M. Saha para los astrofísicos, interesados en desentrañar la luz procedente de los cuerpos celestes. Henry Norris Russell (1877-1957), un gran astrónomo teórico estadounidense, profesor en Princeton y que tenía acceso a los mejores datos espectroscópicos estelares del Observatorio Monte Wilson, en California, reconoció inmediatamente el valor de la teoría de Saha y junto con sus colaboradores la aplicaron a los espectros estelares. En ese marco se podía explicar por qué las estrellas emitían luz de distintas características: las variaciones en las líneas espectrales se debían principalmente a las diferencias de temperatura entre las estrellas, que causaban diferentes niveles de ionización de los elementos.

El impacto del trabajo de Catalán se amplifica cuando Russell y otros astrónomos lo integran en sus análisis. Antes de que Catalán publique su artículo, en diciembre de 1921, la correspondencia entre Saha y Russell muestra el interés de este último por el trabajo de Catalán, del que solicita toda la información disponible. El astrónomo americano estaba particularmente interesado por los espectros del hierro, una constante de la relación entre el grupo de Princeton y Catalán durante un largo periodo, hasta bien pasada la guerra civil española. Las líneas espectrales del hierro analizadas por los astrónomos permitían comprender la composición de las estrellas y determinar las condiciones (temperatura, densidad, etc.) de nebulosas y galaxias distantes.



Henry Norris Russell, astrónomo estadounidense (1877-1957)
(Imagen: *The World's Work*, 1921, vol. XLI, núm. 5 (Dominio Público))

Investigador reconocido, docente con vocación

Relevancia de los multipletes en Astrofísica



Cecilia H. Payne, astrónoma anglo-estadounidense (1900-1979) (Imagen: Smithsonian Institution/Science Service, restored by Adam Cuerden (Dominio Público))

La gran astrónoma Cecilia Payne (1900-1979) aplicó la teoría de la ionización de M. Saha para relacionar la clasificación espectral de las estrellas con sus temperaturas absolutas. En 1924 publica su trabajo “*A synopsis of the ionization potentials of the elements*” donde se recogen los resultados obtenidos por Miguel Catalán no solo para el manganeso, sino también para el cromo y el molibdeno.

Pese a su brillantez, Payne había tenido que dejar Inglaterra, donde no le era permitido graduarse en la universidad, por Estados Unidos. En su tesis doctoral (Radcliffe College, 1925), inicialmente rechazada y posteriormente considerada un hito fundamental para la astronomía, propuso que las estrellas estaban compuestas principalmente de hidrógeno y helio. Fue profesora en Harvard y llegó a dirigir un departamento en esa universidad.



Investigador reconocido, docente con vocación

Relevancia de los multipletes en Astrofísica

1064

ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLE III. — Système B.

Série principale $3s - mp^2$.

$1s = 57420,41$

λ .	Int.	λ .	$mp^2_{1,2,1}$
3132,591	3oR	31913,24	25507,17
70,333	2oR	333,34	2389,07
93,999	15R	399,99	26120,43

Série diffuse $3p^2 - ms$.

λ .	Int.	λ .	ms .
—3132,591	3oR	—31913,24	379,90
—3170,333	2oR	—31533,34	238,35
—3193,999	15R	—31299,99	
[12880	calc.	7762,4	379,9
12279	calc.	8142,3	238,4
11936]	calc.	8355,7	

Série diffuse $3p^2 - 3d$.

λ .	Int.	λ .	ms .
[7670,01	calc.	13034,2	9,8
64,24	1	644,03	12,78
56,74	4	656,81	379,96
7456,65	1	13407,16	6,87
52,83	2	414,03	9,96
47,30	2	423,99	233,38
7331,51	2	13636,00	4,67
29,00	2	610,67	6,75
25,37	1	617,42	

Il faut remarquer que le terme diffus est aussi quintuplet et pourtant les triplets diffus sont formés de $g(3+3+3)$ composantes.

Outre ces deux systèmes de triplets nous trouvons dans le molybdène, comme nous l'avons montré dans le chrome, quelques *multi-triplets* (*) qui ont les mêmes quatre séparations 487,7, 404,1, 311,6, 176,9.

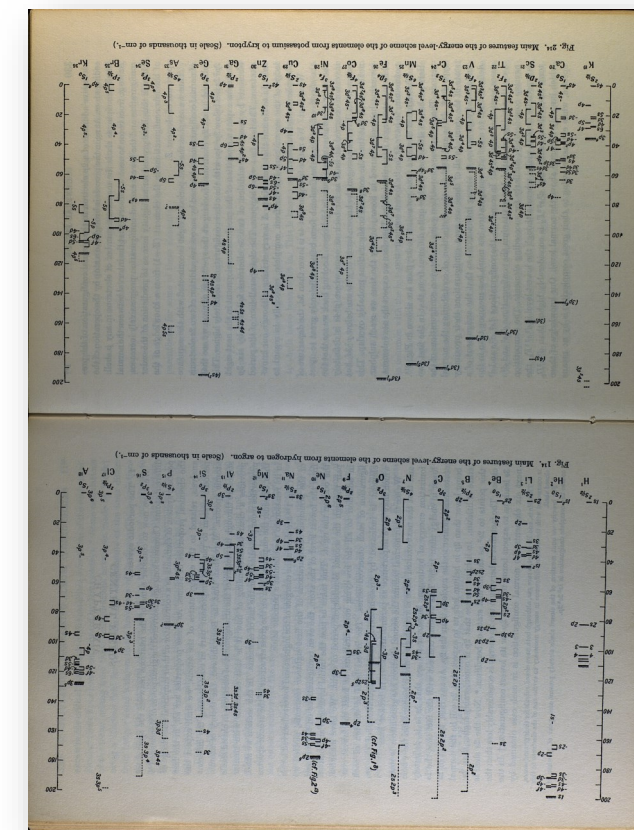
Un de ces multi-triplets est le suivant, qui se trouve placé entre $\lambda 5662$

(*) Phil. Trans. A, t. 223, 1922, p. 127; An. Soc. Esp., t. 20, 1922, p. 606.



Miguel Catalán. (Hacia 1924)

Imagen: (Archivo Miguel Catalán-Fundación Menéndez Pidal)



En esta obra de referencia se hace mención a los multipletes de M. Catalán.

Condon, E. U. y Shortley, G. H.

The theory of atomic spectra / by E.U. Condon and G.H. Shortley

Cambridge: University Press, 1935

Departamento de Física Teórica. Universidad de Zaragoza

Catalán Sañudo, Miguel A.

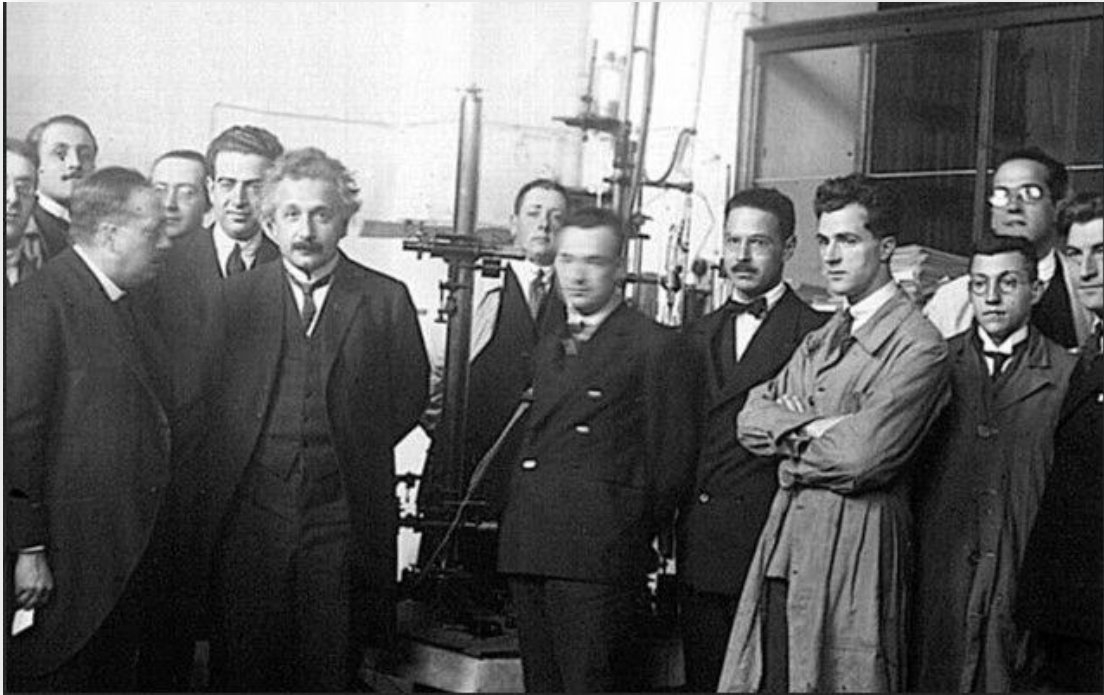
Séries spectrales et potentiels d'ionisation et de résonance du chrome et du molybdène

En: *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences*, t. 176 (1923)

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza

Investigador reconocido, docente con vocación

Investigador consolidado en España



Visita de Einstein al Laboratorio de Investigaciones Físicas, 1923) (Miguel Catalán a la derecha)

(Imagen: Archivo General de la Administración AGA)



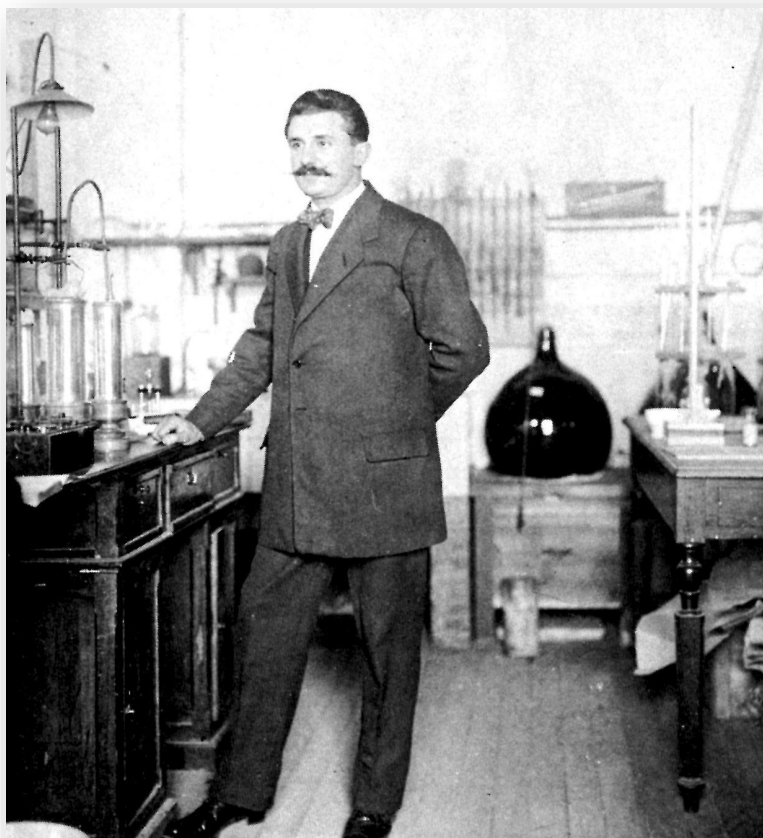
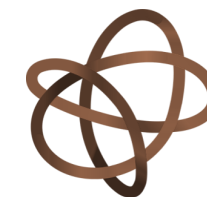
El descubrimiento de los multipletes en los espectros de los átomos complejos, que le valió a Miguel Catalán el reconocimiento científico internacional inmediato y le proyectó a la vanguardia de la espectroscopía atómica, lo situó además en una posición de liderazgo dentro de la ciencia española. La trascendencia de los trabajos de Miguel Catalán para el desarrollo de la espectroscopía es indudable.

Es relevante destacar que Ángel del Campo, su maestro, manifestó desde muy pronto la admiración que sentía por el descubrimiento de su discípulo. Con motivo del discurso inaugural del IX congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias (físico-químicas), celebrado en 1923, destaca no solo el gran trabajo desarrollado por Catalán, sino su iniciativa e independencia científica, y el impacto que sus resultados está teniendo en las teorías de científicos tan ilustres como Bohr y Sommerfeld, y que está influyendo en el desarrollo experimental en laboratorios de Estados Unidos y Europa.

El éxito de Catalán contribuye a que Blas Cabrera refuerce ante las autoridades de la JAE la posición de su Laboratorio a la hora de solicitar financiación para modernizar las instalaciones, en concreto de los laboratorios de espectroscopía, para mejorar la competitividad internacional.

Investigador reconocido, docente con vocación

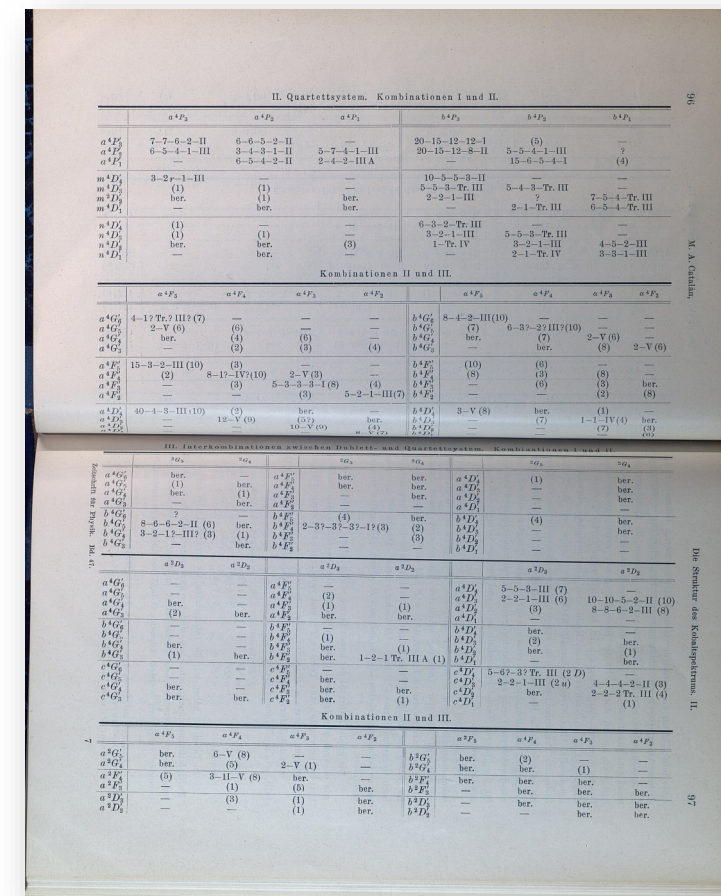
Investigador consolidado en España



Enrique Moles, químico español, (1883-1953) en Leipzig. 1911
(Imagen: Moles Conde, E. *Enrique Moles un gran químico español*, 1975 (Dominio Público))

Su prestigio visión de la investigación moderna convierten a Catalán en una figura importante también en la gestión científica. En ese contexto hay que mencionar su participación, muy temprana, en la configuración del Instituto Nacional de Física Química (INFQ), que iba a convertirse en el centro de referencia durante la Edad de Plata de la Ciencia Española. Así, en agosto de 1925, Catalán acompañó a Blas Cabrera, director del Laboratorio de Investigaciones Físicas, a su encuentro en la frontera francesa con representantes de la International Education Board (IEB), fundada en 1923 por Rockefeller. Esa institución iba a ser la fuente de financiación fundamental para la construcción del INFQ.

Más adelante, en octubre de 1927 viaja por Europa junto con el gran químico Enrique Moles (1883-1953) y los dos arquitectos encargados del proyecto de construcción del futuro instituto. Financiados por la International Education Board, que había concedido 2.000 dólares a la JAE, visitan los principales laboratorios de física europeos. En lo que respecta a las instalaciones para Espectroscopía, visitan Berlín, Potsdam, Amsterdam (Prof. Zeeman) y Copenhague (Prof. Bohr).



Catalán Sañudo, Miguel A.

Die Struktur des Kobaltspektrums II

En: *Zeitschrift für Physik*, 47, 1-2 (1928)

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza

Investigador reconocido, docente con vocación

Investigador consolidado en España

— 104 —

Don Salustiano Duñaiturria Sáez, profesor de la Escuela Normal de Maestros de Avila. Para estudiar en París Química aplicada a la Farmacia. Real orden 18 octubre 1927.

Don Enrique Moles Ormella y don Miguel Catalán Sañudo, el primero catedrático de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central, y el segundo del Instituto-Escuela de Segunda Enseñanza de esta Corte. Dos meses, para realizar en Francia, Alemania, Dinamarca y Holanda, en unión con los arquitectos que han de dirigir la construcción del Instituto de Física y Química de Madrid, que dona a España el “International Education Board” fundado por Rockefeller, estudios de tales materias en los laboratorios de aquellos países. Real orden 20 octubre 1927.

Don Gabriel Martín Cardoso, catedrático del Instituto Nacional de Segunda Enseñanza de Teruel. Prórroga por un año, a partir de 25 de octubre último, de la concesión de 9 de octubre próximo pasado para estudios de Cristalografía y Petrografía en Alemania. Real orden 5 noviembre 1927.

Don Eugenio Montes Domínguez, catedrático del Instituto Nacional de Segunda Enseñanza de Cádiz. Para asistir al curso de Sociología que da en el Instituto Católico de París el profesor Lablement y para trabajar en Polonia, también en estudios de Sociología, con los profesores Scholer y von Wiese, de 3 de marzo a 30 de junio siguiente. Real orden 11 noviembre 1927.

Don Alfonso Retortillo y Tornos, profesor de la Escuela Normal Central de Maestros y auxiliar de la Facultad de Derecho de la Universidad Central y de la Escuela de Estudios Superiores del Magisterio. Prórroga hasta 1 de diciembre de la concesión de la Real orden de 23 de

— 181 —

Notificado el Jefe del Gobierno, manifestó su propósito de ofrecer terrenos para la construcción del Instituto. La Real orden del 31 de julio de 1925 autorizó al Subsecretario de Instrucción pública para aceptar el donativo, encargó a la Junta las bases para la adquisición de terrenos y mandó incoar expediente de crédito extraordinario, facultando además a la Junta para seguir sus gestiones con carácter oficial.

Por delegación del Presidente de la Junta, el secretario, señor Castillejo, se reunió a fines de agosto, en la frontera francesa, con el doctor Trowbridge y con los señores Cabrera y Catalán. El resultado de las conversaciones fué un proyecto de convenio entre el I. E. B. de una parte y el Gobierno español y la Junta para ampliación de estudios de otra, respecto a la construcción, equipo y sostenimiento de un Instituto de Física y Química. Ese proyecto de convenio, firmado por el representante del I. E. B. y por el Secretario de la Junta en 3 de septiembre de 1925, fué aprobado por ésta el 15 de septiembre y elevado al Gobierno el 23 del mismo mes.

El proyecto de convenio contenía las cláusulas siguientes:

1. En reconocimiento de los resultados ya alcanzados por la Junta respecto a la educación superior en España, y esperando que este organismo conservará su actuación autónoma y continuará empleando los métodos generales que han tenido éxito hasta ahora, el International Education Board ha resuelto aprobar el proyecto de cooperación con la Junta para fundación de un Instituto al servicio de las ciencias físicas en España, siempre que el Gobierno español se encargue de atender adecuadamente al sostenimiento de dicho Instituto.

2. El International Education Board desearía, por

— 186 —

do al comenzar el año 1928 un trabajo extenso sobre el cobalto. Además ha publicado un trabajo breve sobre el manganeso.

En octubre de 1927 marchó comisionado por la Junta a visitar varios laboratorios de Física y Química en compañía de los arquitectos constructores del Instituto de Física y Química (fundación Rockefeller, Jr.). Visitó los laboratorios de Basilea, Zurich, Munich, Berlin, Copenhagen, Amsterdam, Utrecht, Bristol y Londres. En este punto, etapa final del viaje, permaneció un mes fotografiando los espectros del cobalto y del hierro en el laboratorio del profesor Fowler en el Imperial Institute, fotografías que no puede obtener en España por falta de material instrumental adecuado y que le eran necesarias para continuar su trabajo.

A su regreso prosiguió activamente el estudio de esos espectros, trasladándose, por último, en el verano de 1928, a Munich para resolver con el profesor Sommerfeld algunos detalles teóricos de ellos.

Tiene terminados para su publicación un trabajo sobre el espectro del hierro en relación con el espectro solar, y otro muy extenso acerca de la estructura del espectro del hierro.

El señor Piña de Rubies ha confirmado sus trabajos sobre los espectros de las tierras raras y de algunos otros elementos, como el manganeso, cuyos resultados se detallan en la relación de las publicaciones del Laboratorio.

Investigaciones de Estequiometría y de Química física, bajo la dirección de don E. Moles.

Con el señor Crespi ha realizado el señor Moles el estudio completo del volumen molecular ocupado por el agua de los hidratos cristalizados, concretándose al caso interesantísimo de los *títridos* y a los sulfatos de metal

Esa intensa actividad, que lo sitúa en la cima de la toma de decisiones, no frena el avance de sus investigaciones. Sigue trabajando en el análisis detallado de los espectros de elementos de transición. Entre 1927 y 1930 publica en los Anales de la Sociedad Española de Física y Química 7 artículos, sobre cobalto (3), hierro (2), manganeso (1) y cromo (1). En 1928 publica en alemán, en la revista “Zeitschrift für Physik”, su trabajo sobre el cobalto.

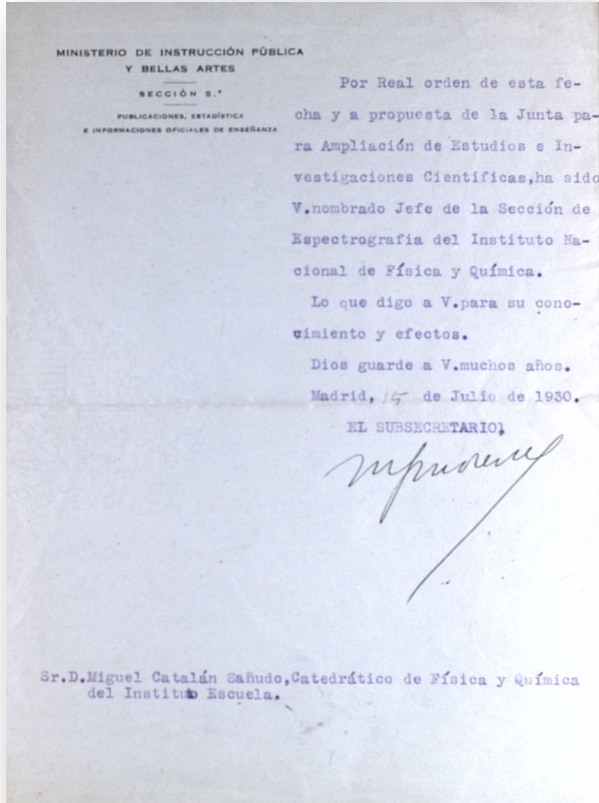
De su avidez por tener los mejores datos, nos da cuenta el hecho de que al final del viaje mencionado más arriba para visitar laboratorios en Europa, recala en Londres, donde es acogido de nuevo por Fowler. Permanece allí todo un mes (octubre de 1927), lo que le permite obtener espectros de una gran calidad, inaccesible en Madrid en esos momentos. No hay duda de que el LIF debe modernizarse si quiere sumarse a la vanguardia, como así lo entiende la JAE.



La implicación de Miguel Catalán en el proceso de creación del Instituto Nacional de Física y Química se recoge en las Memorias de la JAE; referencia a su participación en las negociaciones iniciales (1925) y a la Real Orden por la que se le nombró comisionado para viajar a laboratorios de Europa (1927). [Reproducción]

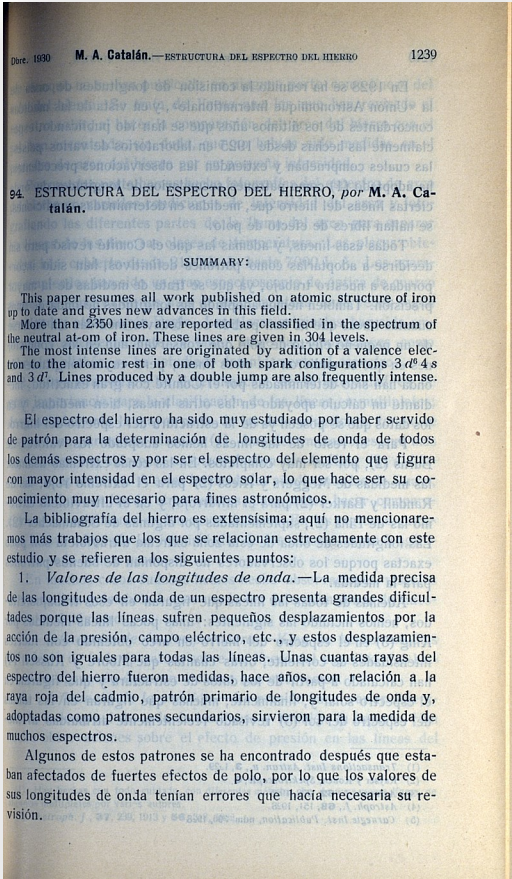
Investigador reconocido, docente con vocación

Instituto Nacional de Física y Química (I)



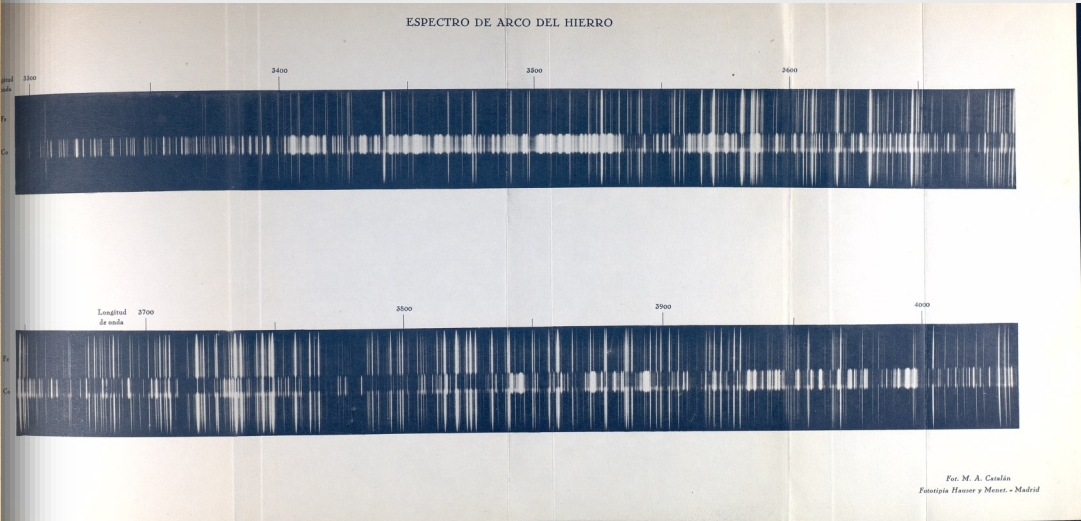
Comunicación del nombramiento de Miguel Catalán como Jefe de la Sección de Espectrografía del Instituto Nacional de Física y Química (1930).

(Imagen: Archivo Miguel Catalán-Fundación Menéndez Pidal)



En julio de 1930 Miguel Catalán es nombrado Jefe de la Sección de Espectrografía del Instituto Nacional de Física y Química, aunque su sede en el conocido como edificio Rockefeller, en Madrid, no se inaugurará hasta casi dos años después.

Continúa su intensa actividad investigadora sobre las series espectrales de diversos elementos, como lo atestiguan sus publicaciones sobre el hierro, el cromo o el cobalto. En particular, sigue profundizando en los espectros del hierro, que como ya se ha mencionado es un elemento de gran interés para los astrónomos. La elaboración de un “catálogo” espectroscópico preciso del hierro suponía una aportación fundamental a la astrofísica.



Detalle de las líneas del espectro de arco del hierro. El conocimiento espectroscópico de este elemento resulta crucial en astrofísica.

Catalán Sañudo, Miguel A.

Estructura del espectro del hierro

En: *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, tomo XXVIII, primera parte (1930)

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza

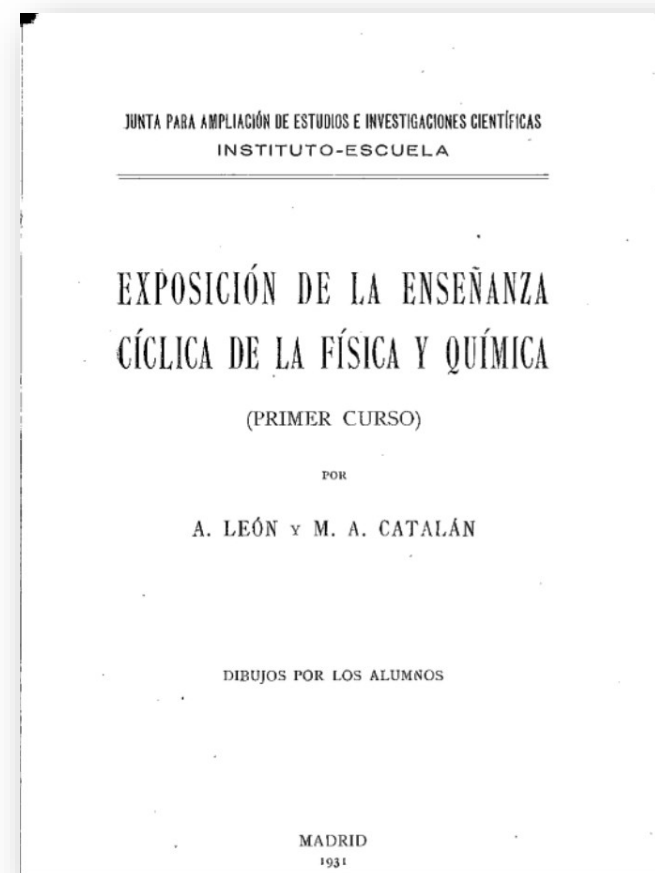
Investigador reconocido, docente con vocación

Instituto Nacional de Física y Química (I)



Por otro lado, no se puede olvidar que sigue siendo un profesor “agregado” al Instituto-Escuela, primero desde su Cátedra de Instituto de Ávila y desde 1922 desde la Cátedra de Segovia. Hay constancia de que le gustaba que su alumnado “tomase nota” y elaborase sus propios apuntes, descubriendo por sí mismo lo que debían aprender, siguiendo el espíritu de la Institución Libre de Enseñanza.

En 1931 publica, en colaboración con Andrés León Maroto, “Exposición de la enseñanza cíclica de la Física y la Química (1er curso)”. Desde la misma portada queda claro que es la recopilación de diez años de trabajos, y que los dibujos los han realizado sus alumnos. A ese libro seguirá una serie de volúmenes, con el mismo título pero dedicados a los sucesivos cursos, también elaborados en colaboración con Andrés León.



León, A. y Catalán Sañudo, Miguel A.

Exposición de la enseñanza cíclica de la física y química: (primer curso) / por A. León y M. A. Catalán; dibujos por los alumnos

Madrid: Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, Instituto-Escuela, 1931 [Reproducción]

Archivo de la JAE. Residencia de Estudiantes-CSIC

Investigador reconocido, docente con vocación

Instituto Nacional de Física y Química (I)



Imágenes de la inauguración del Instituto Rockefeller en marzo de 1932
(Imagen: canal de youtube de ACIISI, Agencia Canaria de Investigación,
Innovación y Sociedad de la Información)

Instituto Nacional de Física y Química (1932-1939)

El Instituto Nacional de Física y Química (INFQ) fue un hito trascendental en la historia de la ciencia española. Impulsado por la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE), financiación (negociada en agosto de 1925 con el IEB), provino de una donación de 420,000\$ de la Fundación Rockefeller (EE. UU.), solicitada en 1926 por Santiago Ramón y Cajal, presidente de la JAE.

La inauguración de su sede, el 6 de febrero de 1932, contó con la presencia del Ministro de la Instrucción pública, Fernando de los Ríos, y de científicos de la talla de Sommerfeld, Weiss y Willstaeter ⁶. El 7 de marzo Niceto Alcalá Zamora, Presidente de la República, lo visita acompañado entre otros de Blas Cabrera y Miguel Catalán.

⁶ Inauguración del Instituto Rockefeller, 1932:
https://www.youtube.com/watch?v=tk_3ayZ42VU

Investigador reconocido, docente con vocación

Instituto Nacional de Física y Química (I)

El nuevo Instituto, conocido desde muy pronto como “el Rockefeller” absorbió a los investigadores, equipos y la biblioteca del antiguo Laboratorio de Investigaciones Físicas, dirigido por Blas Cabrera, quien asumiría asimismo la dirección del INFQ. Se estructuró en seis secciones especializadas: Electricidad, dirigida por B. Cabrera; Rayos Roentgen, por J. Palacios; Espectroscopía, bajo la dirección de M. A. Catalán, como se ha indicado arriba; Química y Física, por E. Moles; Química Orgánica, bajo la dirección de A. Medinaveitia y Electroquímica, por Guzmán.

La trayectoria científica del Instituto se vio interrumpida por el estallido de la Guerra Civil española y la subsiguiente desaparición de la JAE. En 1939, tras la creación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el edificio “Rockefeller” pasó a formar parte del patrimonio del nuevo organismo.



Instituto Nacional de Física y Química “Edificio Rockefeller” (Imagen: Archivo JAE. CSIC)



Investigador reconocido, docente con vocación

Instituto Nacional de Física y Química (II)



Aníbal Morillo y Pérez del Villar, Conde de Cartagena
(1865-1929)

(Imagen: *La ilustración artística*, 1914, 23 febrero
(Dominio público))

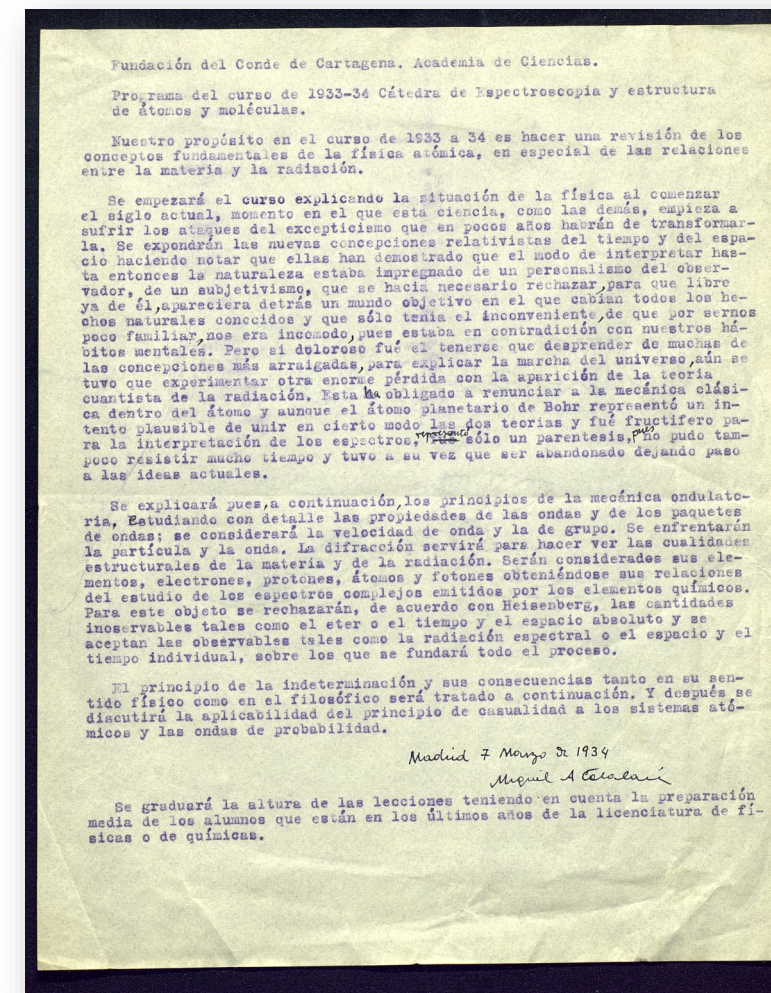
En 1932 Catalán recibió la cátedra de “Espectrografía y estructura del átomo” establecida por la Real Academia de Ciencias. Era una de las tres cátedras (con un claro perfil investigador) creadas por la Real Academia al amparo de la Fundación del conde de Cartagena, en principio por un periodo de cinco años. El nuevo puesto le permite una mayor dedicación a la investigación, al haber sido liberado de sus obligaciones docentes en el Instituto-Escuela, del que consigue una excedencia temporal.

El nuevo puesto le permite una mayor dedicación a la investigación lo que no significa que deje de enseñar, aunque a partir del curso 1932-1933 lo hace en la Universidad Central. Comienza su docencia universitaria con un curso relacionado con su especialidad, explicando nociones de estructura molecular y atómica y con énfasis en alguna de las técnicas espectroscópicas. Para el curso 1933-1934, su docencia, destinada a estudiantes de cursos avanzados de las licenciaturas de Física o Química (según sus propias palabras) se centra en los fundamentos de Física Atómica y en especial en las relaciones entre radiación y materia.



Temario preparado por M. Catalán para sus clases como beneficiario de la cátedra promovida por la Fundación del conde de Cartagena. (Curso 1933-1934)

(Imagen: Archivo Miguel Catalán-Fundación Menéndez Pidal)



Investigador reconocido, docente con vocación

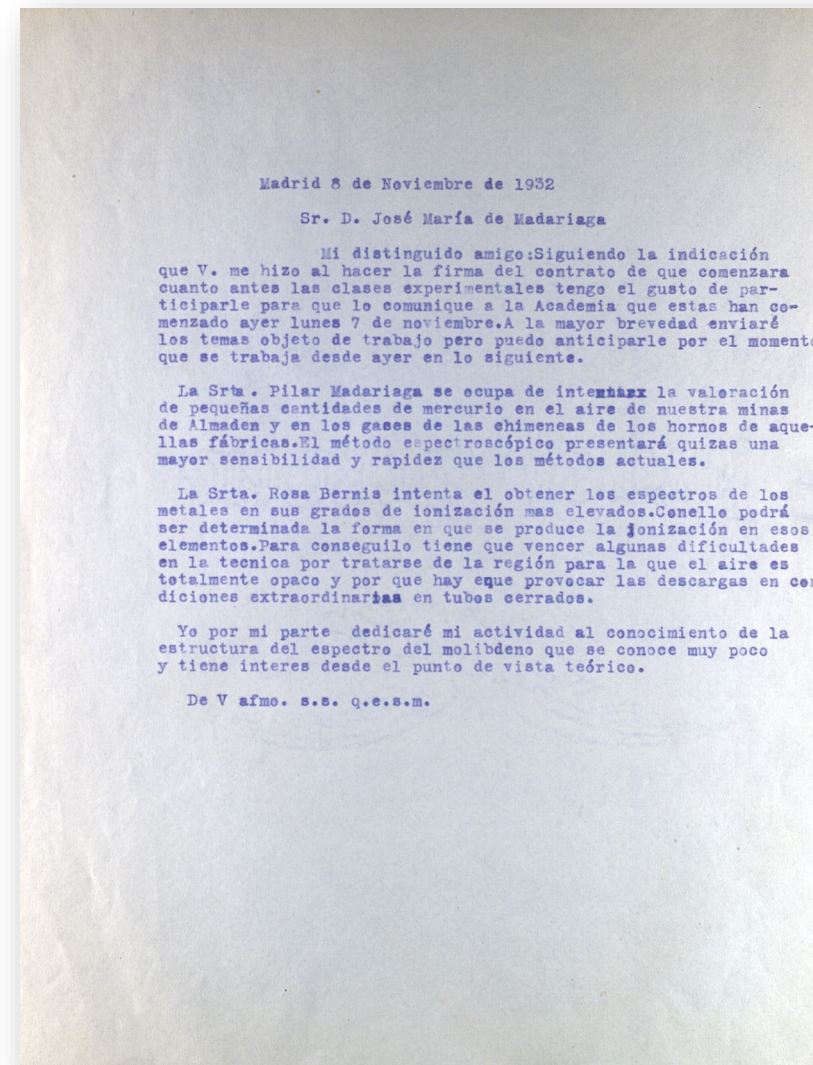
Instituto Nacional de Física y Química (II)

La cátedra del conde de Cartagena también tenía como objeto el desarrollo de las investigaciones de las personas que trabajaban en el grupo del investigador titular. Como jefe de sección, Catalán es responsable de supervisar las tareas de sus jóvenes colaboradores, de cuyo trabajo informa a instancias superiores. Su situación profesional se consolida tras realizar la oposición para la cátedra de nueva creación “Estructura atómico-molecular y espectroscopía”, en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid, convirtiéndose en catedrático de universidad en junio de 1934.

Según puede verse en las memorias de la JAE de ese periodo (años de 1931 a 1934), la Sección de Espectroscopía la integran alrededor de doce personas, de las cuales al menos la mitad son mujeres: Dorotea Barnés, Pilar Martínez Sancho, Pilar de Madariaga, Rosa Bernis, M. Paz García del Valle, Josefa González Aguado, Carmen Mayoral. Un poco más adelante se hablará del trabajo de estas pioneras de la espectroscopía en España. El laboratorio de Catalán acoge a profesores extranjeros, como el portugués M.T. Antunes, de la Universidad de Lisboa, con quien investiga sobre el cobalto en esos años y con el que mantendrá una duradera colaboración. Al igual que hiciera él mismo, las personas que trabajan en la sección salen al extranjero a perfeccionar su formación en laboratorios de Europa y de Estados Unidos. Se puede hablar de una primera “escuela de espectroscopía”, entorno en el que se desarrolla una gran actividad científica hasta 1936.

Informe de actividades a desarrollar en el laboratorio, enviado por Miguel Catalán al secretario de la Real Academia de Ciencias, en el que se hace referencia al trabajo de dos de sus colaboradoras (1932)

(Imagen: Archivo Miguel Catalán-Fundación Menéndez Pidal)

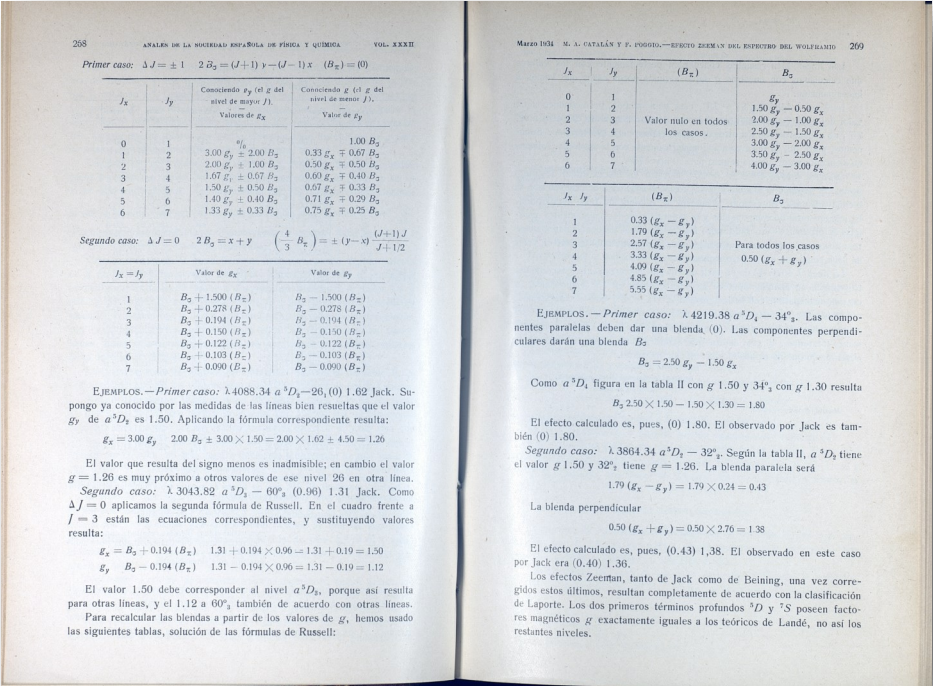


Investigador reconocido, docente con vocación

Instituto Nacional de Física y Química (II)



Además de completar las series espectrales de elementos ya mencionados, en la sección se amplía el estudio a algunas tierras raras, se analiza el efecto de campos magnéticos en los espectros, se inician nuevas líneas de investigación, basada en otras técnicas espectroscópicas, como el Raman. Desde 1930 hasta 1938 Catalán publica dieciocho trabajos sobre espectroscopía, lo que junto a los de sus colaboradores (no siempre firmaba los artículos generados en la sección) muestra la gran actividad desarrollada en el entorno de Catalán, y la proyección de ese grupo de investigadores e investigadoras.



Catalán Sañudo, Miguel A. y Poggio, F.

Efecto Zeeman del espectro del wolframio

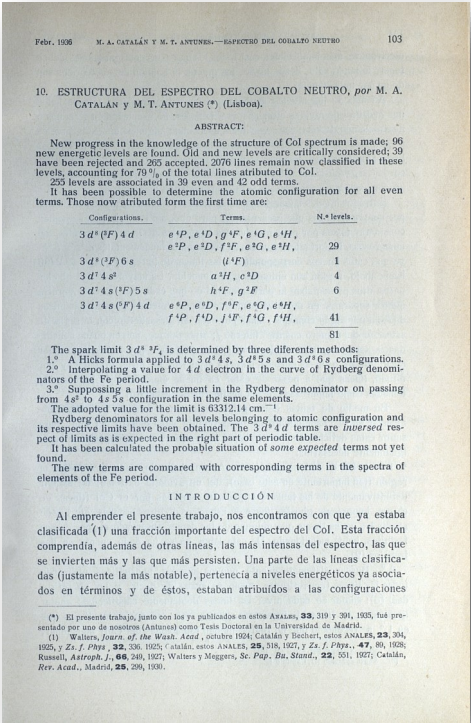
En: *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, tomo XXXII, primera parte (1934)

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza



Miguel Catalán en el Instituto Nacional de Física y Química (principios de la década de 1930)

(Imagen: Archivo Miguel Catalán-Fundación Menéndez Pidal)



Catalán, Miguel A. y Antunes, M. T.

Estructura del espectro del cobalto neutro

En: *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, tomo XXXIV, primera parte (1936)

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza

Investigador reconocido, docente con vocación

Las mujeres en el Instituto Nacional de Física y Química



Residencia de señoritas (Imagen: *Nuevo mundo (Madrid)*. 1911 (Dominio Público))

Aunque oficialmente no se permitió la incorporación de las mujeres a los estudios universitarios hasta 1910, en solo un par de décadas la presencia femenina destacó por su aportación a los avances científicos junto a sus compañeros varones. La creación, en 1920, del Laboratorio Foster (de química) en la Residencia de Señoritas y, sobre todo, las becas aportadas por la Junta de Ampliación de Estudios (JAE) desde 1911 facilitaron la formación en ciencias de las estudiantes, e incluso la extensión de sus estudios en el extranjero.

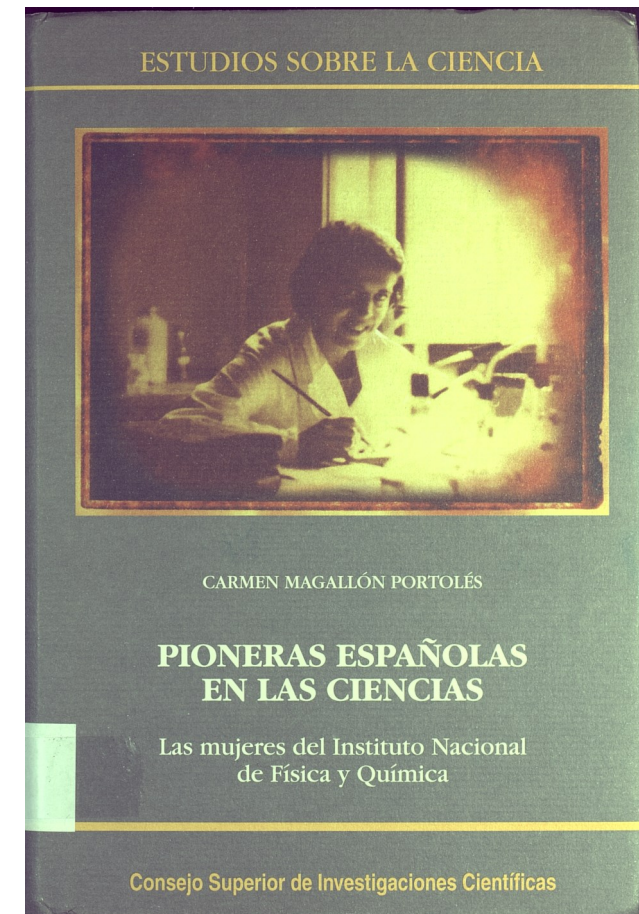
El libro de Carmen Magallón “*Pioneras españolas en las ciencias. Las mujeres del Instituto Nacional de Física y Química*” publicado en 1998, constituye un análisis, a su vez pionero, de la contribución de las mujeres españolas a las ciencias durante el primer tercio del siglo XX. Muestra a ese grupo de primeras científicas en su contexto histórico y social, incluyendo su relación con las instituciones académicas de la época: la Universidad, las Sociedades Científicas y, en especial, la Junta para la Ampliación de Estudios, el órgano clave de la política científica de entonces.

Magallón Portolés, Carmen

Pioneras españolas en las ciencias: las mujeres del Instituto Nacional de Física y Química / Carmen Magallón Portolés

Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1998

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza



Investigador reconocido, docente con vocación

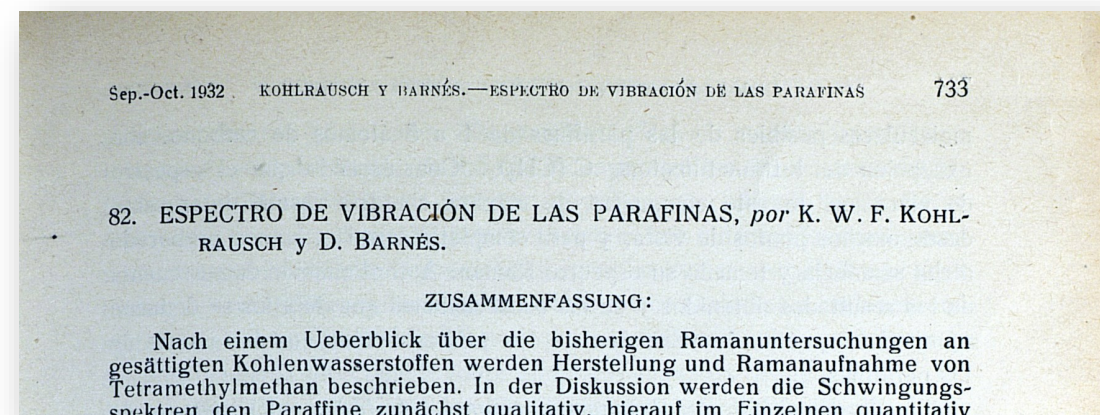
Las mujeres en el Instituto Nacional de Física y Química



Dorotea Barnés, química española (1904-2003). Hacia 1930
(Imagen: Wikimedia Commons. Dominio Público)

La Ciencia se hace en equipo y, en el caso de la investigación desarrollada en la sección de Espectroscopía del Instituto Nacional de Física y Química, destaca especialmente la participación de las mujeres. Siete científicas trabajaron en esa sección en el periodo entre 1931 y 1936 (solo superada por la de Química-física, con catorce mujeres). La sección de Espectroscopía contó con el mayor número de investigadoras becadas por la JAE, de trabajos científicos publicados por mujeres (trece artículos) y con mayor repercusión internacional. Tres de ellas recibieron ayudas para ampliación de sus estudios en el extranjero: 1) Dorotea Barnés González, doctora en Química, para investigar un año (1929-30) en el Smith College (Northampton, Massachusetts, EE.UU.), después para el Sterling Chemistry Laboratory (Yale, New Haven, EE.UU.) y finalmente para trabajar tres meses en 1932 en Graz (Austria) sobre Espectroscopía Raman; 2) Pilar de Madariaga Rojo, licenciada en Química, investigó en el Vassar College (Poughkeepsie, New York, EE.UU.) durante un año (1929-30) y más tarde en la Columbia University entre 1930 y 1932; 3) María Paz García del Valle obtuvo una beca también de un año (1932-33) para estudiar en el Radcliffe College (Harvard University, Cambridge, EE.UU.).

De este grupo de mujeres, Dorotea Barnés (1904-2003) tuvo un papel esencial en la introducción y los trabajos del equipo sobre Espectroscopía Raman tras su estancia en Graz con el profesor Kohlrausch. Ya antes de doctorarse, había publicado un artículo sobre las propiedades espectroscópicas de la cistina (1930) que es considerado la primera contribución científica internacional hecha por una mujer española en el campo de la Bioquímica. Ostenta el mayor número de publicaciones en esos años (cinco trabajos), siendo el aparecido en 1932 en los "Anales de la Sociedad Española de Física y Química" el primer artículo español sobre Raman.



Kohlrausch, K. W. F. y Barnés, D.

Espectro de vibración de las parafinas

En: *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, tomo XXX, primera parte (1932)

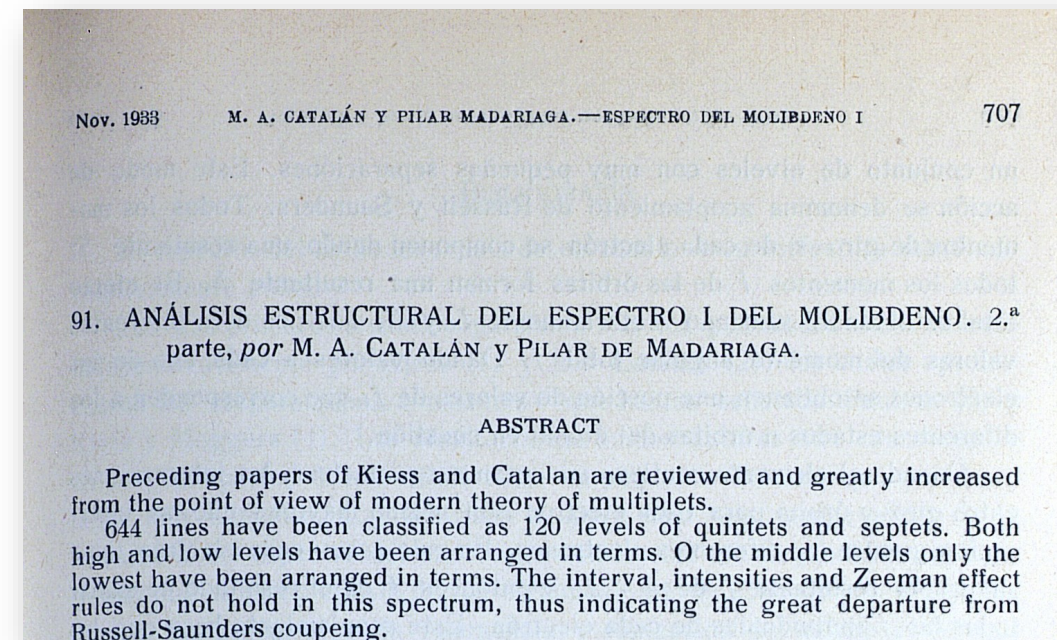
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza

Investigador reconocido, docente con vocación

Las mujeres en el Instituto Nacional de Física y Química

Otra de las jóvenes becarias, Pilar Martínez Sancho, analizó los espectros de diversos metales y la influencia del campo magnético, publicando dos artículos en 1931 y 1932, este último como única autora. Por su parte, Pilar de Madariaga trabajando directamente bajo la dirección de Catalán, estudió espectros de átomos complejos, como el molibdeno, publicando dos artículos en 1933. También realizó investigación aplicada, centrada en la identificación espectroscópica de pequeñas cantidades de mercurio en el aire de las minas y en los gases emitidos por sus hornos.

Estas menciones, lejos de ser exhaustivas, sólo pretenden mostrar algunos de los sobresalientes logros alcanzados por un grupo de mujeres de gran valía, en un contexto históricamente desafiante.



Catalán, Miguel A. y Madariaga, P.

Análisis estructural del espectro I del molibdeno (2ª parte)

En: *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, tomo XXXI, primera parte (1933)

[Reproducción]

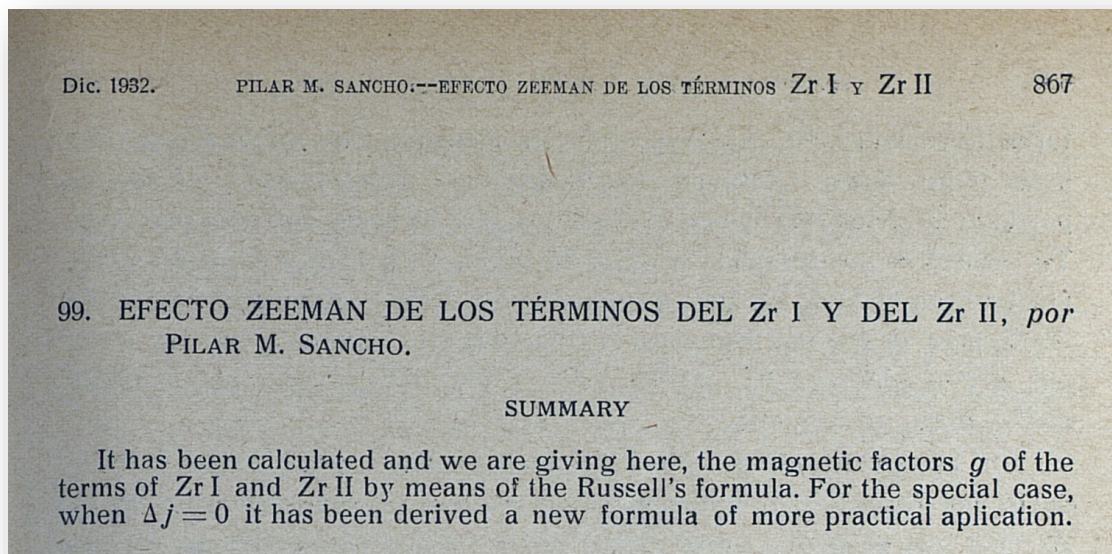
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza

Martínez Sancho, Pilar

Efecto Zeeman de los términos del Zr I y del Zr II

En: *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, tomo XXX, primera parte (1932) [Reproducción]

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza



Guerra y posguerra: La Guerra Civil



El verano de 1936 se presentaba sin grandes acontecimientos para Miguel Catalán. Iba a participar a finales de julio de 1936 en los cursos de la Universidad Internacional de Verano, en Santander. Unas semanas antes se había instalado con su familia en la casa de campo que Menéndez Pidal tenía en San Rafael, en la Sierra de Guadarrama, donde solían veranear. El estallido de la Guerra Civil les sorprende allí, pero ante el peligro por los bombardeos la familia y algunos conocidos se trasladan a Segovia, donde pasarán la guerra.

En la búsqueda de un medio de vida para la familia, encuentra trabajo en el Centro de Información de Heridos de Guerra de Segovia. Se ofreció a colaborar como profesor en la Universidad de Salamanca, cuyo rector era Miguel de Unamuno, gestión que no tuvo ninguna consecuencia. Finalmente pudo incorporarse a la cátedra de Física y Química en el Instituto de Segovia, reencontrándose con la docencia en niveles de secundaria. Su esposa Jimena, volcada en la enseñanza, da clases a su hijo Diego y a un grupo de niños y niñas, en su mayoría de familias conocidas.

A la precaria situación hay que añadir que la familia es vista con gran desconfianza por las autoridades nacionales. En 1937 se remitió a Burgos, capital del bando sublevado, un primer informe sobre la familia Menéndez Pidal-Catalán. El informe, además de mostrar una falta de conocimiento llamativa (llama Ramón Catalá a Miguel A. Catalán...) revela lo delicado de su situación: se le tilda de “célula comunista”, mostrando además un desprecio absoluto por su capacidad y su trabajo. Las que salen peor paradas son las mujeres de la familia, calificando en dicho informe a María Goyri, esposa de Menéndez Pidal, como “una de las personas más peligrosas de España”, y a su hija Jimena como cortada con el patrón de la madre. Los informes posteriores sobre Catalán son cada vez más preocupantes, habida cuenta de su amistad con “izquierdistas muy reconocidos”.

Informe Suñer sobre la familia Menéndez Pidal-Catalán
(Imagen: Archivo Miguel Catalán - Fundación Menéndez Pidal)

*RAMÓN MENÉNDEZ PIDAL: Presidente de la Academia de la Lengua. Persona de gran cultura, esencialmente bueno, débil de carácter, totalmente dominado por su mujer. Al servicio del Gobierno de Valencia como propagandista en Cuba.

MENÉNDEZ PIDAL Señora de. Persona de gran talento, de gran cultura, de una energía extraordinaria que ha pervertido a su marido y a sus hijos; muy persuasiva y de las personas mas peligrosas de España. Es sin duda una de las raíces más robusta de la revolución.

GI MENA MENÉNDEZ PIDAL; Hija de los anteriores, con todas las características de su madre , casada con

RAMON CATALÀ, Doctor; Un mentecato , célula comunista, juguete de su mujer y de su suegra. Era Dr. En Ciencias cuando se casó con Gimena; como regalo de boda le dieron una cátedra en el Instituto de Segovia de donde era natural (?) Se amañó un tribunal especial para él y la Institución lo consagró como sabio y profesor de la Central.

GONZALO MENÉNDEZ PIDAL; Dr. En Filosofía y Letras; También de la Institución Libre de Enseñanza del tipo de su padre , capaz de evolucionar y hacerse bueno, pero del grupo de intelectuales que han traído esto...

Los cuatro últimos están en territorio conquistado, cobrando sus sueldos como profesores que son todos y actuando entre nosotros. La Sra.de Menéndez Pidal y el matrimonio Català están en Segovia. Gonzalo Menéndez Pidal está en Telecomunicaciones.

Interesaría mucho saber quien o quienes se han interesado por ellos para regularizar su situación.

Es también del mayor interés vigilar el grupo de gente que opera alrededor de esta familia en Segovia. No cabe duda que este grupo será el mas peligroso de la retaguardia."

Guerra y posguerra: La Guerra Civil

Evidentemente la guerra le aparta de su trabajo en el laboratorio, pero no solo eso; al haber quedado en zona controlada por los nacionales, incomunicado de Madrid, no tiene acceso a su material de trabajo (solo había llevado consigo algunos espectros para trabajar durante los meses estivales).

Catalán era muy conocido entre los espectroscopistas de todo el mundo, e investigadores de prestigiosos centros de EE.UU. se interesaron por su difícil situación científica y personal. Investigadores de Princeton, como el ya mencionado Henry N. Russell y Charlotte Moore (1898-1990) o William F. Meggers (1888-1966) del National Bureau of Standards, que seguían muy de cerca los estudios sobre el hierro de Catalán, mostraban su preocupación por que se perdieran. C. Moore había publicado una tabla de multipletes solares (1933), un referente mundial para la identificación de líneas en el espectro solar y de las manchas solares, y para la elaboración de una edición actualizada contaba con las contribuciones de Catalán.



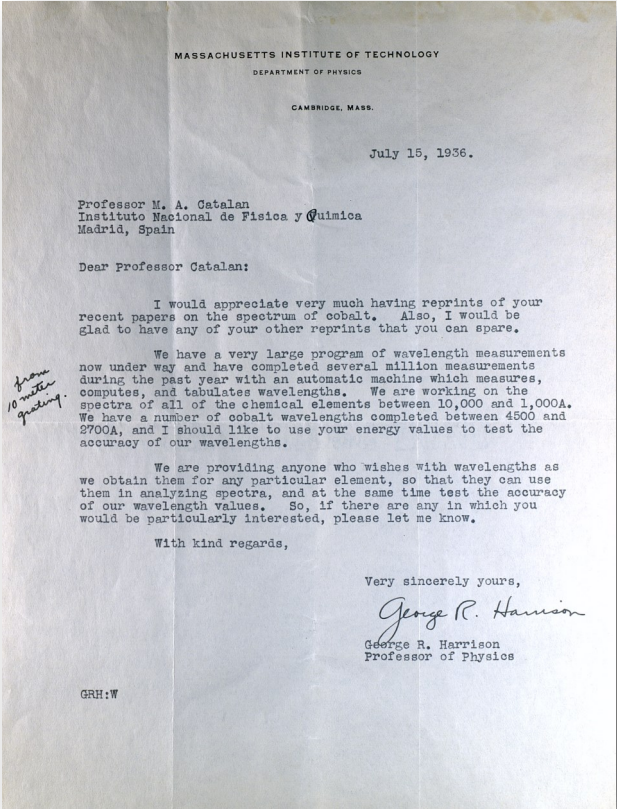
Charlotte E. Moore, astrónoma estadounidense, (1898-1990)
(Imagen: National Institute of Standards and Technology (Dominio Público))



William F. Meggers, físico estadounidense, (1888-1966)
(Imagen: Library of Congress. Harris & Ewing Collection (Dominio Público))

Guerra y posguerra: La Guerra Civil

Las cartas intercambiadas con otros colegas en Europa muestran también una profunda preocupación por su seguridad personal. Recibió invitaciones en firme para trabajar en Princeton y en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, ofreciéndole un sueldo y sus instalaciones para continuar o rehacer los estudios a los que no tenía acceso. Catalán tuvo que rechazar todas las ofertas porque el Gobierno de Burgos no concedió los visados necesarios.



Carta de George R. Harrison (1898-1979), profesor del Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass., a Miguel Catalán, profesor del Instituto Nacional de Física y Química de Madrid. 15 de julio de 1936

(Imagen: Archivo Miguel Catalán-Fundación Menéndez Pidal)



Miguel Catalán, con su hijo Diego y un combatiente conocido de la familia. Durante la guerra, en Segovia (1937)

(Imagen: Archivo Miguel Catalán-Fundación Menéndez Pidal)



Tabelle 1. Ionisationsenergie (I. E.) für die Elemente der Eisenreihe.					
Element	Tiefster Term		I. E. in cm ⁻¹	Benutzte Formel	Autor
	des Elements	des Ions			
Ga I	4 s ² 1S ₀	4 s ² 1S _{1/2}	49 305	Ritz	Russell ¹⁾
Sc I	3 d 4 s ² 1D _{3/2}	3 d 4 s ² 1D _{3/2}	51 000	Rydberg korr.	Russell u. Meggers ²⁾
Ti I	3 d ² 4 s ² 3F ₄	3 d ² 4 s ² 3F ₄	55 138	Ritz	Russell ¹⁾
V I	3 d ³ 4 s ² 4F _{1/2}	3 d ³ 4 s ² 4F _{1/2}	54 800	Rydberg korr.	Russell ¹⁾
Cr I	3 d ⁵ 4 s ² 7S ₃	3 d ⁵ 4 s ² 7S ₃	54 541	Ritz	Catalán u. Sancho ³⁾
Mn I	3 d ⁵ 4 s ² 6S _{5/2}	3 d ⁵ 4 s ² 6S _{5/2}	59 937	Ritz	Catalán ⁴⁾
Fe I	3 d ⁶ 4 s ² 1D _{3/2}	3 d ⁶ 4 s ² 1D _{3/2}	63 400	Rydberg korr.	Russell ¹⁾
Co I	3 d ⁷ 4 s ² 4F _{1/2}	3 d ⁷ 4 s ² 4F _{1/2}	63 900	Ritz u. Rydberg korr.	Catalán u. Antunes ⁵⁾
Ni I	3 d ⁸ 4 s ² 3F ₄	3 d ⁸ 4 s ² 3F ₄	61 579	Ritz	Russell ¹⁾
Cu I	3 d ¹⁰ 4 s ² 1S ₀	3 d ¹⁰ 4 s ² 1S ₀	62 308	Ritz	Shenstone ⁶⁾

Tabelle 2. Ionisationsenergie (I. E.) für die Ionen der Eisenreihe.					
Ion	Tiefster Term		I. E. in cm ⁻¹	Benutzte Formel	Autor
	des 1. Funktspektrums	des 2. Funktspektrums			
Sc II	3 d 4 s ² 1D _{3/2}	3 d 4 s ² 1D _{3/2}	104 000	Rydberg korr.	Russell u. Meggers ²⁾
Ti II	3 d ² 4 s 4F _{3/2}	3 d ² 4 s 4F _{3/2}	110 000	Rydberg korr.	Russell ¹⁾
V II	3 d ³ 4 s 4F _{1/2}	3 d ³ 4 s 4F _{1/2}	119 000	Rydberg korr.	Russell ¹⁾
Cr II	3 d ⁴ 4 s 6S _{5/2}	3 d ⁴ 4 s 6S _{5/2}	135 000	Rydberg korr.	Russell ¹⁾
Mn II	3 d ⁵ 4 s 7S ₃	3 d ⁵ 4 s 7S ₃	127 000	Rydberg korr.	Russell ¹⁾
Fe II	3 d ⁶ 4 s 4D _{3/2}	3 d ⁶ 4 s 4D _{3/2}	131 000	Rydberg korr.	Dobbie ⁷⁾
Co II	3 d ⁷ 4 s 4F _{1/2}	3 d ⁷ 4 s 4F _{1/2}	139 000	Rydberg korr.	Findlay ⁸⁾
Ni II	3 d ⁸ 4 s 3F ₄	3 d ⁸ 4 s 3F ₄	147 000	Rydberg korr.	Russell ¹⁾
Cu II	3 d ⁹ 4 s 2S _{1/2}	3 d ⁹ 4 s 2S _{1/2}	163 639	Ritz	Kruger ⁹⁾

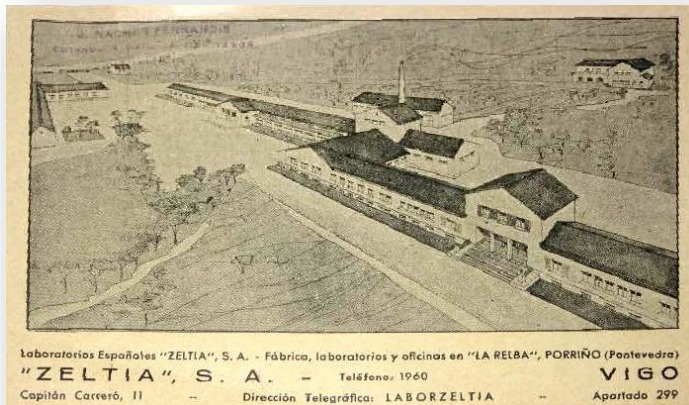
1) H. N. Russell, Astrophys. Journ. 66, 283, 1927. — 2) H. N. Russell und W. F. Meggers, Bur. Stand. Sci. Papers 22, 323, 1927. — 3) M. A. Catalán u. P. M. Sancho, An. Soc. Esp. Fis. Quim. 29, 327, 1931. — 4) M. A. Catalán, Trans. Roy. Soc. (A) 223, 127, 1922. — 5) M. A. Catalán u. M. Antunes, An. Soc. Esp. Fis. Quim. 34, 163, 1936. — 6) A. G. Shenstone, Phys. Rev. 28, 449, 1925; 34, 1623, 1929. — 7) J. G. Dobbie, Phys. Rev. 45, 76, 1934. — 8) J. H. Findlay, ebenda 36, 5, 1930. — 9) P. G. Kruger, ebenda 34, 422, 1929.

Catalán Sañudo, Miguel A. y Poggio, F.
Beziehungen zwischen den Rydbergschen
Nennern der tiefen Terme in der Eisenreihe
En: Zeitschrift für Physik, 102, 4, (1936)
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza

Guerra y posguerra: El exilio interior

La guerra finaliza, pero Catalán no recupera la situación anterior a julio de 1936. Hay constancia de que antes del verano de 1939 estaba de vuelta en Madrid, pero no se le permite retomar sus investigaciones espectroscópicas, para frustración de sus colegas norteamericanos que seguían solicitando su colaboración. Hay constancia de que, con grandes dificultades, trató de proseguir su trabajo a partir de los escasos datos de que disponía (sin acceso al laboratorio del INFQ, ni a la biblioteca, con problemas de comunicación con el extranjero...) y sacando tiempo entre sus otras ocupaciones, en un momento de apuros económicos.

Apartado forzosamente de su cátedra en la universidad, se gana la vida como asesor de varias industrias. Trabaja para industrias químicas y farmacéuticas, como Zeltia, los laboratorios IBYS o la industria Química Riojana. En cualquier caso, su forma de enfocar "científicamente" los problemas siempre estaba presente. Así, en su trabajo para Zeltia a partir de 1941, se ocupó entre otros temas del análisis de muestras de pescado para la determinación de concentraciones de vitamina C y de caroteno y vitamina A en la sangre. En esa época contactó con el gran experto en nutrición, Francisco Grande Covián (1909-1995), en situación académica similar a la suya, y a quien conocía de cuando éste era estudiante en Madrid y vivía en la Residencia de Estudiantes. A raíz de esa colaboración publicaron tres artículos científicos entre 1942 y 1944.



Zeltia S. A. — Postal



Sede (Mola) del Colegio Estudio. 1941

(Imagen: Archivo Histórico Fundación Estudio - Cesión de imagen)

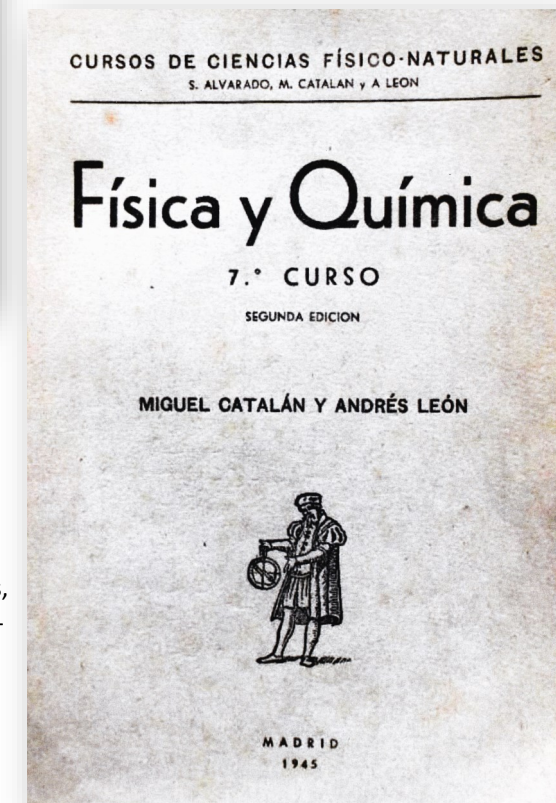


Trabaja también como profesor en el Colegio Estudio, fundado en 1940 por su esposa Jimena, junto con otras dos pedagogas, Ángeles Gasset y Carmen García del Diestro. Se trata de un centro heredero del modelo educativo y los ideales de la Institución Libre de Enseñanza, donde se educó Jimena. Catalán imparte allí clases de Física y Química y Matemáticas, elaborando material docente propio y aplicando metodologías innovadoras.



Fundadoras del Colegio Estudio (de izquierda a derecha: Carmen García del Diestro, Jimena Menéndez Pidal y Ángeles Gasset)

(Imagen: Archivo de la familia Bauluz-Catalán)



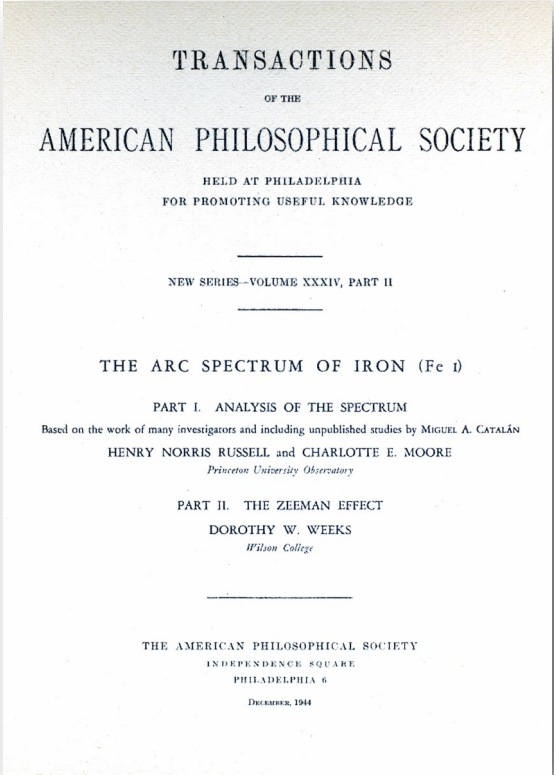
Parte de la colección de textos para la docencia de las Ciencias Físico-Naturales, que elaboró Miguel Catalán en colaboración con otros docentes.

Guerra y posguerra: El exilio interior

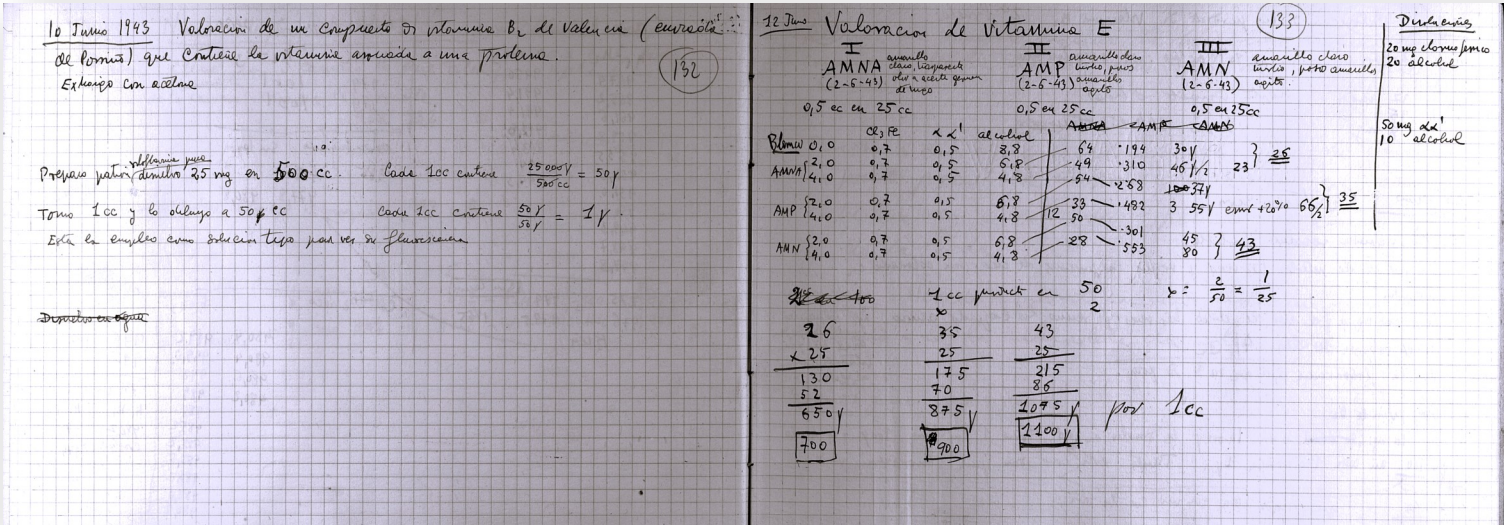


Miguel Catalán, leyendo, en la casa familiar de Ramón Menéndez Pidal. (Años 40)
(Imagen: Archivo Miguel Catalán-Fundación Menéndez Pidal)

En la posguerra, los colegas Miguel Catalán siguen atentos a su situación, mostrando la elevada consideración en que le tenían. En 1940, es invitado a Portugal a impartir una serie de conferencias que tuvieron mucha resonancia en la prensa del país, siendo recibido por el Ministro de Educación. En cuanto a los astrofísicos estadounidenses, envían frecuentes comunicaciones, pero no siempre llegan a su destinatario. Aunque los intercambios científicos eran muy complicados, el reconocimiento de los colegas es indudable, como demuestran las menciones a Catalán en artículos de gran relevancia, como el publicado sobre el espectro del hierro (Fe I) en 1944 por Russell y Moore, de Princeton. Además de en los agradecimientos, el nombre de Catalán se menciona en la misma portada del artículo.

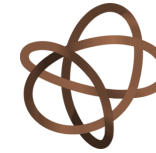


Russell, H. N. y Moore, C. E.
The arc spectrum of iron (Fe I)
En: *Transactions of the American Philosophical Society*, vol. XXXIV, part II (1944). [Reproducción]
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza



Cuaderno de laboratorio de Miguel Catalán, con anotaciones sobre su trabajo para laboratorios farmacéuticos (1941-1943)
(Imagen: Archivo Miguel Catalán-Fundación Menéndez Pidal)

Guerra y posguerra: Mecánica cuántica en España



La devastación y destrucción sin precedentes que supuso la Guerra Civil afectó, por supuesto, a la ciencia española. La llamada *Edad de Plata de la Ciencia Española* termina con el golpe de estado de julio de 1936 y el inicio de la Guerra Civil. Una parte importante de los investigadores murieron o se exiliaron durante la contienda. Al terminar la guerra, aquellos que apoyaron o se sospechaba de sus simpatías hacia al bando republicano fueron depurados y apartados de sus responsabilidades, como en el caso de Miguel Catalán.

La JAE fue dismantelada en 1939 tras la derrota republicana y a partir de su estructura se creó el actual Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC. El CSIC fue fundado con un espíritu diferente e incluso antagónico al de la JAE. En el discurso inaugural en octubre de 1940, su primer director José Ibáñez Martín afirmaba:

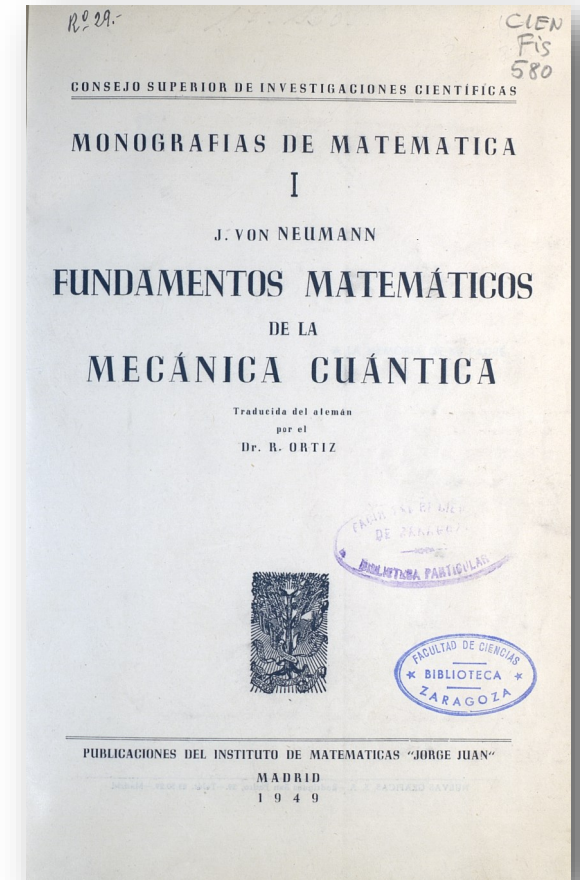
“Queremos una ciencia católica. Liquidamos, por tanto en esta hora, todas las herejías científicas que secaron y agostaron los cauces de nuestra genialidad nacional y nos sumieron en la atonía y la decadencia. [...] Nuestra ciencia actual, en conexión con la que en los siglos pasados nos definió como nación y como imperio, quiere ser ante todo católica”.

Esta postura y el aislamiento internacional sumió a la ciencia española en una profunda crisis que tardó décadas en superar. Debido al empuje de unos pocos investigadores y a pesar de las condiciones difíciles y sin apenas recursos disponibles, la ciencia y en particular la Mecánica Cuántica fue avanzando en la maltrecha sociedad española.

En 1949, el CSIC publica *“Los Fundamentos Matemáticos de la Mecánica Cuántica”*, traducción de la obra de 1932 del genio John von Neumann. La versión fue realizada por el físico y matemático Ramón Ortiz Fornaguera (1916-1974), a instancias de su maestro Esteban Terradas, y vio la luz seis años antes que la traducción inglesa. Ortiz también tradujo del ruso casi todos los volúmenes de la famosa serie de Landau y Lifschitz, cuyo tercer volumen está dedicado a la Mecánica Cuántica y fue publicado en 1967.



John von Neumann, matemático húngaro-estadounidense (1903-1957)
(Imagen: Los Álamos. National Laboratory (Attribution))



Neumann, John von

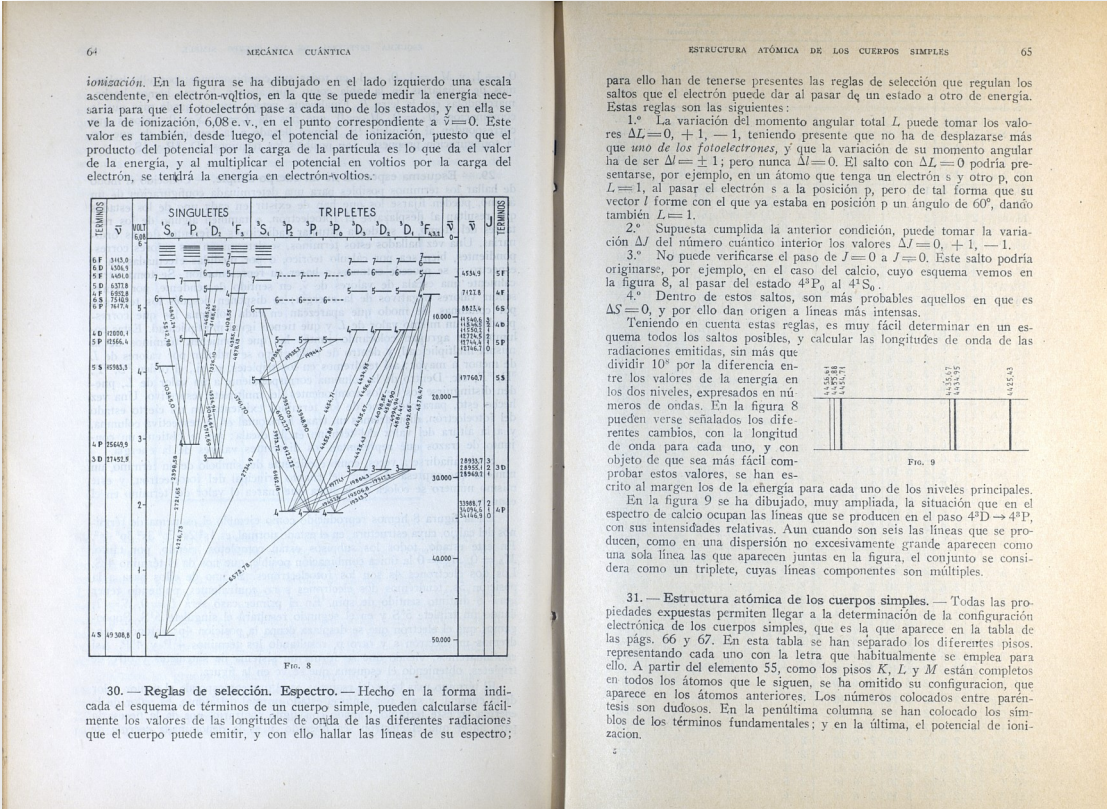
Fundamentos matemáticos de la mecánica cuántica / J. von Neumann; traducida del alemán por R. Ortiz
Madrid: Instituto de Matemáticas "Jorge Juan", 1949
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza

Guerra y posguerra: Mecánica cuántica en España



José María Iñiguez y Almech, catedrático de Mecánica de la Universidad de Zaragoza (Imagen: Archivo familiar)

En Zaragoza se publica ese mismo año de 1949 el primer texto académico (y de una gran rigurosidad matemática) dedicado a la *Mecánica Cuántica*, escrito por José María Iñiguez y Almech, catedrático de Mecánica de la Universidad de Zaragoza desde 1922. En la introducción de esta Memoria de la Academia de Ciencias de Zaragoza, se agradece al Gobernador Civil de Zaragoza, Tomás Romojaro Sánchez “su generosidad y que llevado por su amor a las ciencias, hizo posible la impresión de esta obra”. Por su parte la voluminosa obra *Introducción a la física teórica* (de 1941 y reeditada muchas veces) del decano de la Facultad de Ciencias y posteriormente rector de la Universidad de Zaragoza Juan Cabrera y Felipe contenía desde la tercera edición de 1947 una parte dedicada a la Mecánica Cuántica.



Iñiguez Almech, José M.

Mecánica cuántica / por José María Iñiguez Almech
Zaragoza: Academia de Ciencias, 1949
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza

Guerra y posguerra: Mecánica cuántica en España

El físico panicense Julio Palacios Martínez (1891-1970) fue uno de los investigadores españoles más relevantes del primer tercio del siglo XX. En 1916, y con tan solo 25 años, ganó la cátedra de Termología de la Universidad de Madrid e ingresó en la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales en abril de 1932 con un discurso sobre la Mecánica Cuántica. El *Esquema Físico del Mundo* (1947) es un breve ensayo donde se exponen las bases de la física cuántica, así como diferentes reflexiones filosóficas sobre esta nueva física, algunas de tipo religioso. Así afirma como conclusiones:

“Algunos de nuestros filósofos católicos muestran hostilidad hacia una nueva física porque temen que, sin la estricta causalidad, no quede lugar para los milagros. No vemos razón para tal temor, si se ponen las cosas en su punto”.

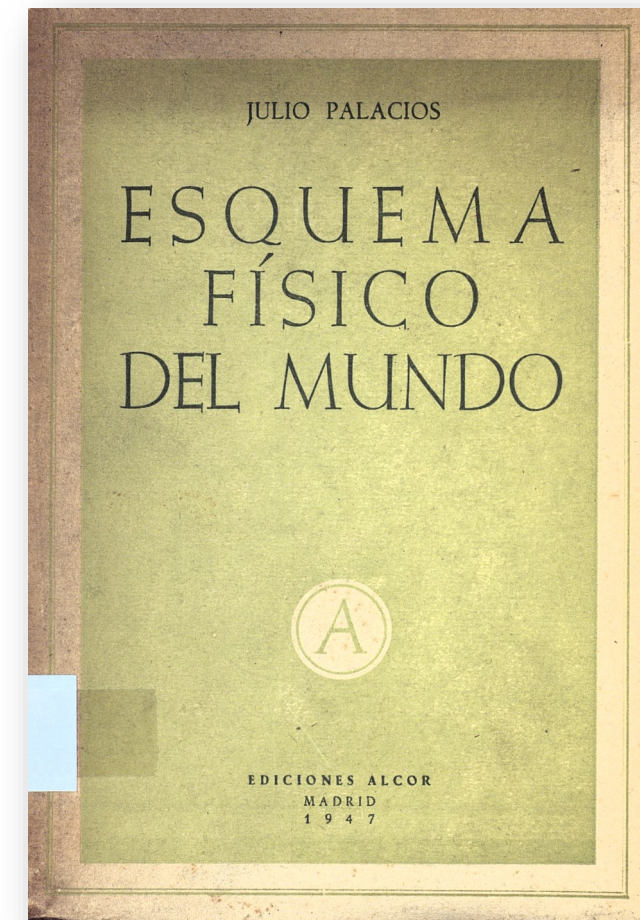


Julio Palacios Martínez, físico español (1891-1970) (Imagen: Dominio Público)

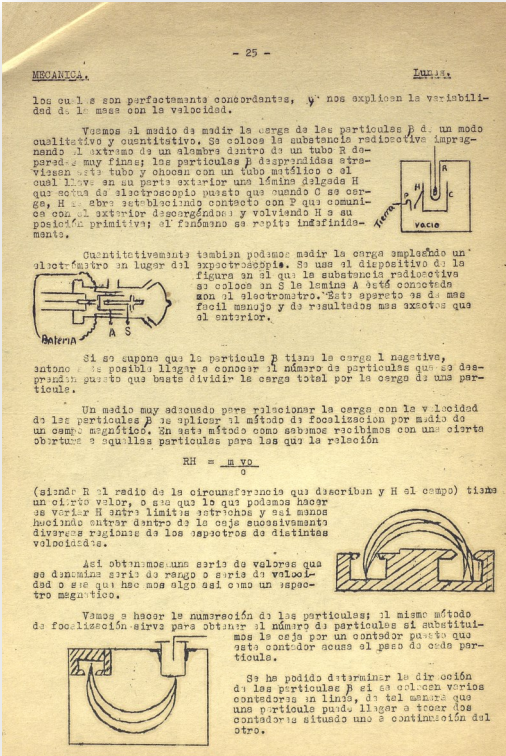
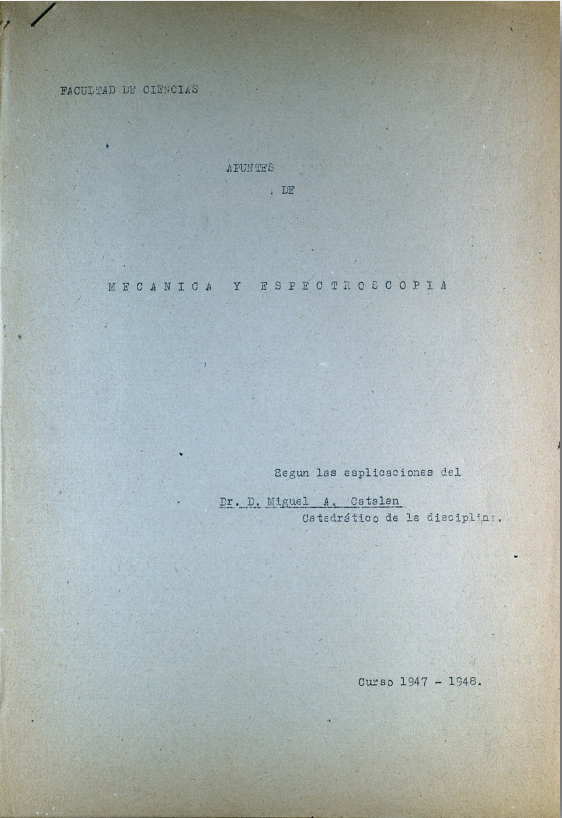
Palacios, Julio

Esquema físico del mundo / Julio Palacios
Madrid: Alcor, 1947

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza



La vuelta a la Academia: Regreso a la Universidad y apoyo internacional



En 1946 Miguel Catalán recupera su cátedra en la Universidad Central de Madrid. A principios de ese año imparte las primeras clases de un curso de doctorado en la sección de Ciencias Químicas.

El programa se enfoca en la estructura del átomo, incluyendo aspectos de Física Nuclear, algo por lo que en esos momentos sentía mucho interés, avivado sin duda tras el lanzamiento de las bombas atómicas en Japón. Llegaría a plantearse la escritura de un libro sobre el tema, y existe un manuscrito borrador, que quedó inconcluso y no llegó a publicarse. En cursos sucesivos impartió además otras asignaturas, siendo habitual que preparara unos detallados apuntes personales.

En estos primeros años tras volver a la universidad, también se pone de manifiesto su perfil como divulgador, con contribuciones en publicaciones de ámbitos no especializados en Física o Química.

Apuntes de Mecánica curso 1947-48 (Imagen: Archivo Miguel Catalán-Fundación Menéndez Pidal)

La vuelta a la Academia: Regreso a la Universidad y apoyo internacional



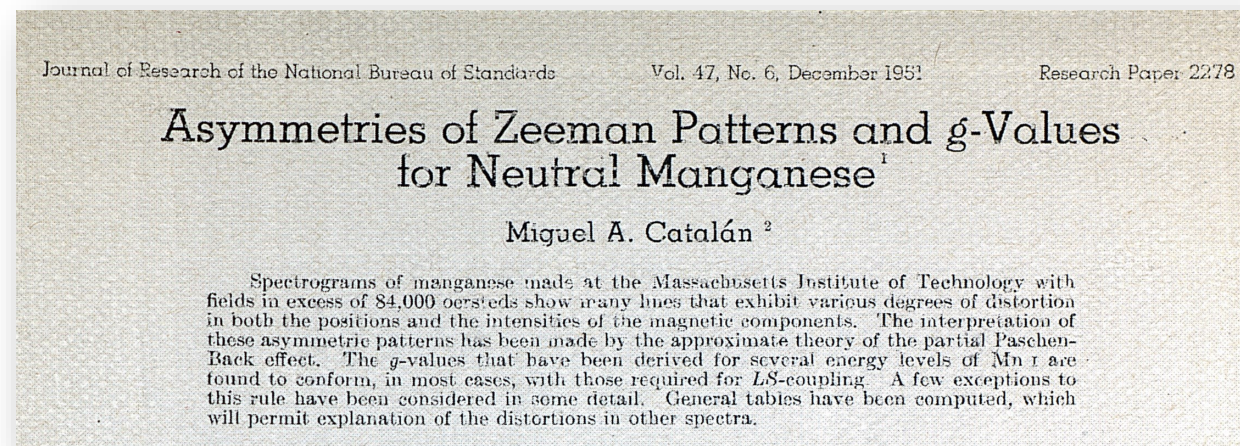
La recuperación de la cátedra no supone su vuelta a la investigación “oficial” en España, que en esos momentos se desarrollaba fundamentalmente en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). El CSIC asumió las competencias y los medios de la Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE) tras su disolución. En 1940, el Edificio Rockefeller, donde hasta 1936 había trabajado Catalán, se convirtió en sede de varios Institutos de Física y Química del CSIC. Pese a recibir esa herencia material, desde el CSIC se quería olvidar a toda costa todo lo que recordase a la JAE, incluidas muchas de las personalidades más relevantes en Ciencia antes de la Guerra Civil.



Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Edificio Rockefeller

(Imagen: Arquitectura de Madrid. Página Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid. -Licencia de uso adquirida-)

La vuelta a la investigación “de facto” de Miguel Catalán se ve propiciada por sus colaboraciones internacionales. Por fin puede viajar a EE.UU., donde permanece 15 meses entre 1948 y 1949, lo que es fundamental para reactivar su carrera científica. Trabaja en el National Bureau of Standards con Meggers y Charlotte Moore, en el MIT con Harrison y en la Universidad de Princeton con Shenstone, investigadores con los que mantenía el contacto desde antes de la guerra. Parte de su trabajo experimental en el MIT dio lugar a un artículo, publicado en 1951, firmado como único autor.



Catalán, Miguel A.

Asymmetries of Zeeman Patterns and g-Values for Neutral Manganese 1

En: *Journal of Research of the National Bureau of Standards*, vol. 47, nº 6 (1951) [Texto de acceso libre. Reproducción]

La vuelta a la Academia: Regreso a la Universidad y apoyo internacional

La relevancia del trabajo científico de Catalán es innegable, pero no hay que olvidar su talante y valía personal, que fue correspondida con la estima de sus colegas. Tanto en los difíciles años de la posguerra como tras su vuelta a la investigación, Catalán recibió repetidas muestras de ese aprecio.

[illegible]

Tabla periódica propuesta por Catalán, referenciada en:

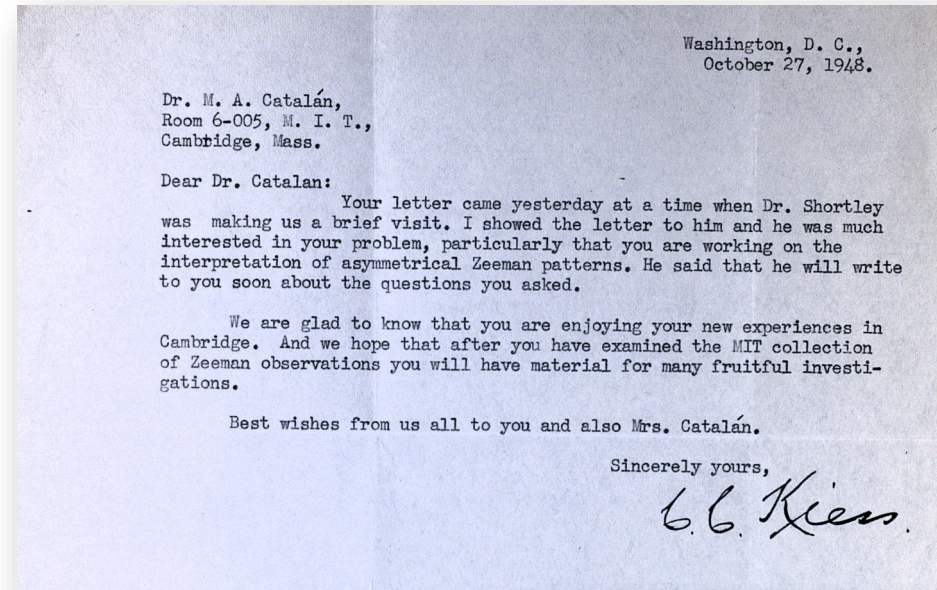
Moore Sitterly, Charlotte

Atomic energy levels. Vol. I

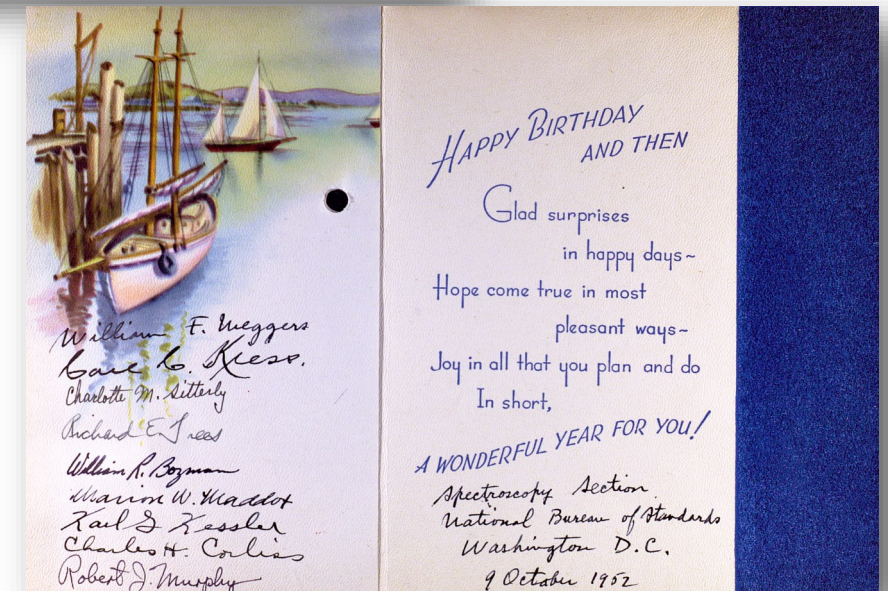
[Maryland (EE-UU)]: National Bureau of Standards, 1949

Departamento de Física Aplicada. Universidad de Zaragoza

Esta obra contiene constantes referencias a los trabajos de M. Catalán, y sigue siendo reseñada en la reedición de 1971.



Carta desde Washington, D.C.
(Dr. Shortley) a Miguel Cata-
lán (M.I.T., Cambridge,
Mass.). 1948.



Felicitación de cumpleaños enviada a Miguel Catalán por los colegas de la sección de espectroscopía del National Bureau of Standards, Washington D.C. (1952)

La vuelta a la Academia: Regreso a la Universidad y apoyo internacional

El mismo año que recupera la cátedra, en 1946, se crea el Instituto de Óptica “Daza de Valdés” del CSIC, a partir de la sección de óptica del Instituto de Física “Alonso de Santa Cruz” (uno de los ubicados en el edificio Rockefeller), con José María Otero de Navascués (1907-1983) a su cabeza. En el “Daza de Valdés” había inicialmente dos áreas principales de investigación: visión y espectroscopía. En 1950, la sede se desplaza desde el Rockefeller a una nueva ubicación, momento que coincide (no por casualidad) con la llegada de Catalán, que es nombrado jefe del Departamento de Espectros Atómicos. El talante abierto y la amplitud de miras de Otero Navascués le permitió reconocer la valía científica de Catalán, aunque fuera evidente que había sido un “investigador de la JAE”.



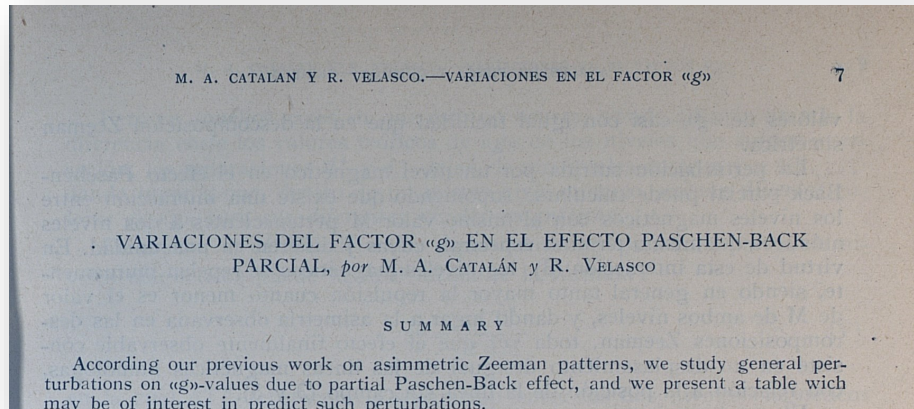
Francisco Oltra, José María Otero de Navascués, Guillermo Velarde, Javier Goicolea, Paul

Barbour y Robert Loftness. Inauguración del Centro Nacional de Energía Nuclear Juan Vigón. 1958 (Imagen: Ministerio de Defensa (Dominio Público))

La vuelta a la Academia: Presencia activa en la ciencia

La actividad investigadora de Miguel Catalán durante los años 50 demuestra una fructífera reincorporación a la ciencia, en el seno del CSIC.

El núcleo de su trabajo en Madrid está centrado en la espectroscopía atómica, en colaboración estrecha con un equipo de investigadores que constituyeron lo que ha dado en llamarse la II Escuela de Espectroscopía. Entre sus colaboradores se encontraban Rafael Velasco, Fernando R. Rico, Laura Iglesias u Olga García Riquelme, clave para la continuidad de los estudios de elementos complejos (paladio, hierro, bismuto, sodio, manganeso, etc.). En la década de los 50 publicaron cerca de una veintena de artículos sobre espectros de elementos de transición, consolidando la reputación internacional de la sección. Las referencias a su trabajo en publicaciones clave como el *Atomic Energy Levels* de Charlotte Moore, atestiguan la relevancia de sus aportaciones.



Catalán, Miguel A., Velasco, R.

Variaciones del factor g en el efecto Paschen-Back parcial

En: *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, t. 47(A), nº 1 y 2 (1951)

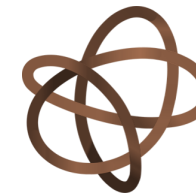
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza



Grupo de investigación (Madrid) (Imagen: Archivo familia Bauluz-Catalán)



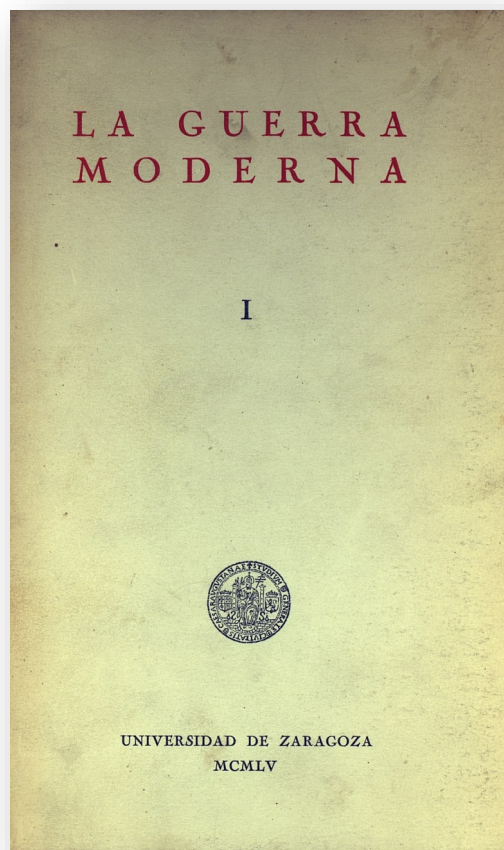
La vuelta a la Academia: Presencia activa en la ciencia



La actividad con sus colaboradores internacionales también fue muy intensa, con numerosos viajes de trabajo al extranjero que contribuyeron al impacto de su carrera científica. Realizó estancias prolongadas en Estados Unidos (en 1950-1951 y nuevamente en 1953), donde trabajó con sus colegas del National Bureau of Standards en Washington y en la Universidad de Princeton.

Como prueba del reconocimiento a sus aportaciones a la espectroscopía de los átomos complejos, fue elegido Consejero Asesor de la Comisión Conjunta de Espectroscopía, dependiente de la Unión Internacional de la Física Pura y Aplicada, en su reunión de 1952, celebrada en Roma. En 1955 fue elegido Académico de número de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, aunque no llegó a pronunciar el discurso de entrada

Catalán profundizó en este periodo en su interés por la física nuclear, participando como ponente en cursos y conferencias en España y en Latinoamérica. Sus contribuciones a una serie de conferencias desarrolladas en Zaragoza en 1955 sobre "La Guerra Moderna", fueron publicadas por la Cátedra General Palafox de Cultura Militar.



Catalán Sañudo, Miguel A.

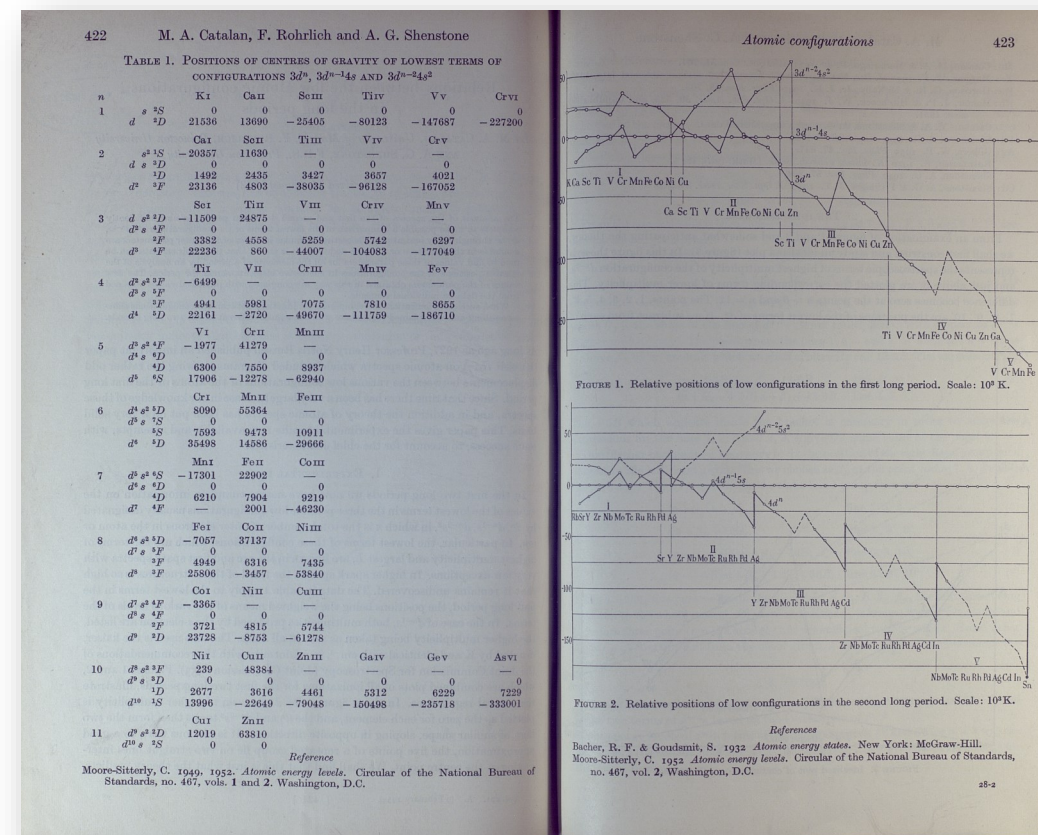
Efectos de las explosiones atómico-nucleares con fines de guerra

En: *Curso de Conferencias sobre "La Guerra Moderna"* (1º. 1955.

Zaragoza, España)

[Zaragoza]: Universidad de Zaragoza, 1955

Colección particular Belén Villacampa Naverac



Catalán, Miguel A., Rohrlisch, F. y Shenstone, A. G.

Relations between the low atomic configurations in the long periods

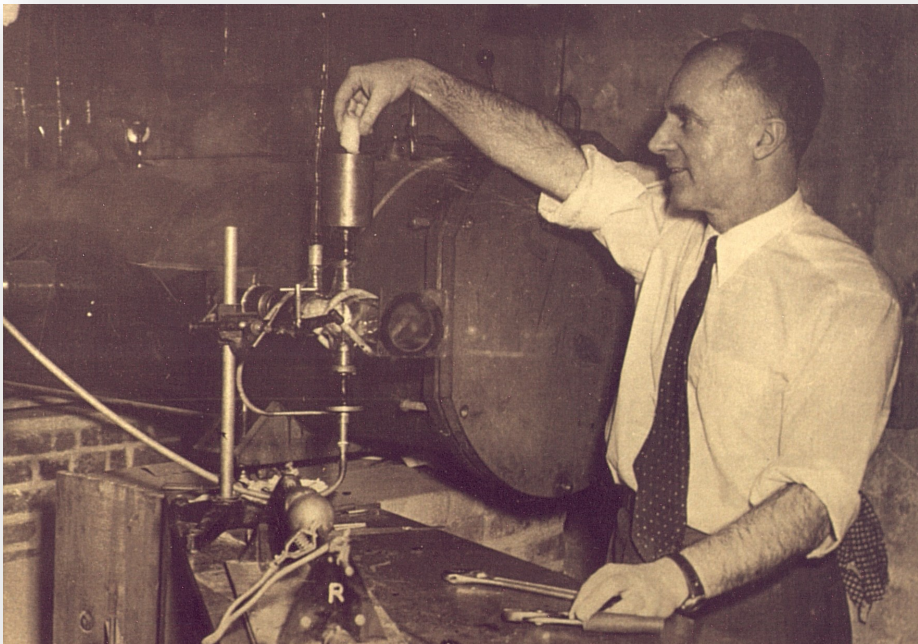
En: *Proceedings of the Royal Society. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, A221 (1954)

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza

La vuelta a la Academia: Presencia activa en la ciencia

Al año siguiente pasó varios meses en Venezuela impartiendo un curso especializado sobre el mismo tema. El contenido de estas lecciones fue recogido en una obra póstuma: “Lecciones de física nuclear: ciclo de conferencias dadas en Caracas en 1956”. En este texto abordó desde la teoría de los reactores hasta la preparación de compuestos trazadores, demostrando su capacidad para asimilar y enseñar las nuevas fronteras de la física moderna.

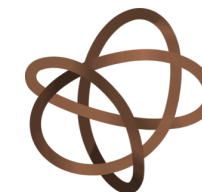
En 1957, de forma inesperada, y en un momento de plena actividad científica, Miguel Catalán fallece en Madrid. Estaba trabajando sobre espectros de átomos múltiplemente ionizados, frecuentes en algunos tipos de estrellas. Sus colaboradores publicarán algunos de esos trabajos conjuntos de forma póstuma.



Miguel Catalán en el laboratorio. (Mediados años 50)
(Imagen: Archivo Miguel Catalán - Fundación Menéndez Pidal)



Miguel Catalán impartiendo clase en Caracas, Venezuela. (1955)
(Imagen: Archivo Miguel Catalán - Fundación Menéndez Pidal)

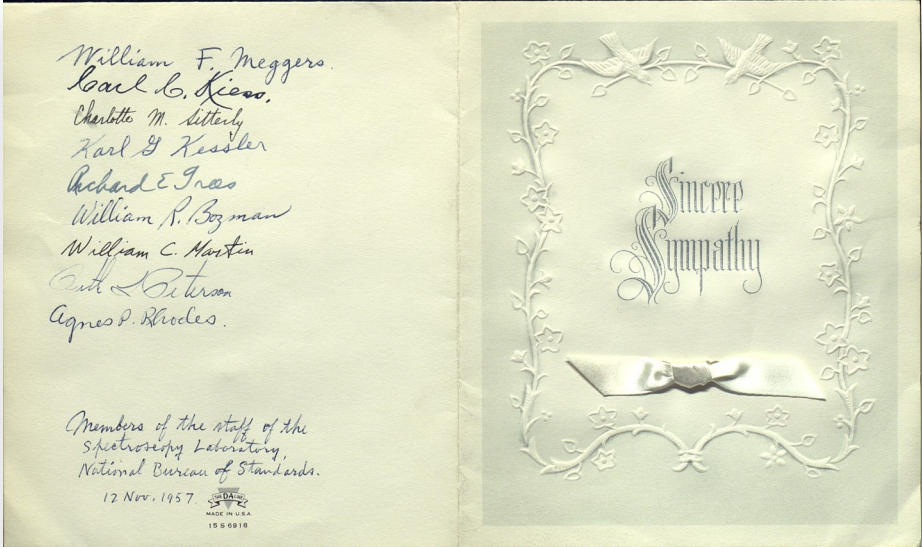


Legado y memoria: Legado científico y reconocimientos

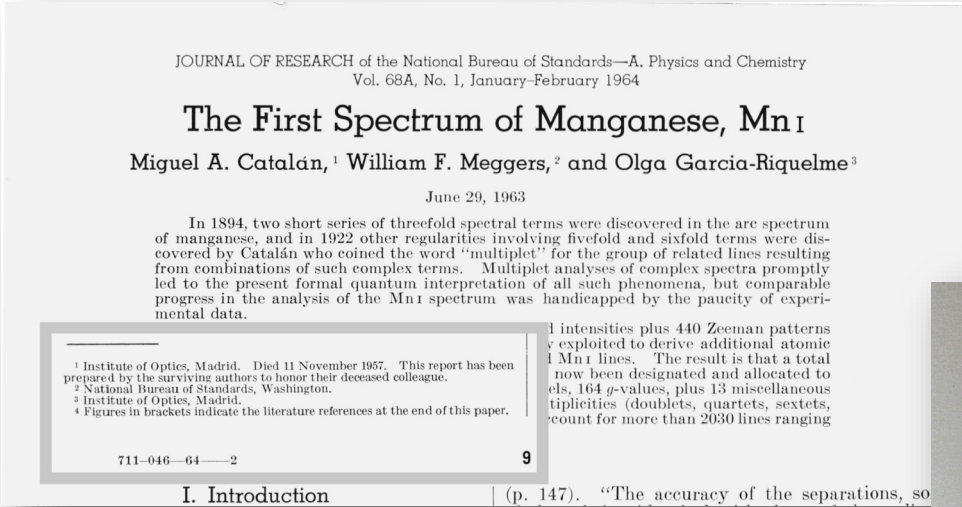


La carta de condolencias fechada un solo día después de su fallecimiento, donde la dirección en pleno del Laboratorio de Espectroscopía del National Bureau of Standards de EE.UU., plasma su firma, es una clara muestra de que la figura humana de Miguel Catalán trascendía la figura científica.

Su trabajo, repentinamente interrumpido, tuvo continuidad gracias a sus colaboradores de su grupo en Madrid y a los colegas de Washington. En 1963, William F. Meggers (primer firmante en las condolencias), junto con Olga García Riquelme, publican “en honor al colega fallecido”, el último artículo en el que aparece la firma de M.A. Catalán.



Tarjeta de condolencias
(Imagen: Archivo Miguel Catalán - Fundación Menéndez Pidal)



1958 IONIZACIÓN DE LAS PARTÍCULAS Al a K, Si⁺ a Ca⁺ y P⁺⁺ a Sc⁺⁺ 291

TABLA I

Distancias entre los niveles más profundos de las configuraciones 3pⁿ-4s y 3pⁿ-3s

Término	Nivel	Distancia	Nivel	Distancia/4	Nivel	Distancia/9
4s 2S _{0,1/2}	Al I	25348	Si II	65495	P III	117835
		12341		8118		6467
5s 2S _{1/2}		37689		97967		176041
4s 3P ₀ ⁰	Si I	39683	P II	86599	S III	146696 *
		14562		9186		7009

Catalán, Miguel A. y Rico, F. R.
Potenciales de ionización de las partículas Al a K, Si+ a Ca+ y P++ a Se++
En: *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, tomo 54A, nº 9 y 10 (1958)
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza

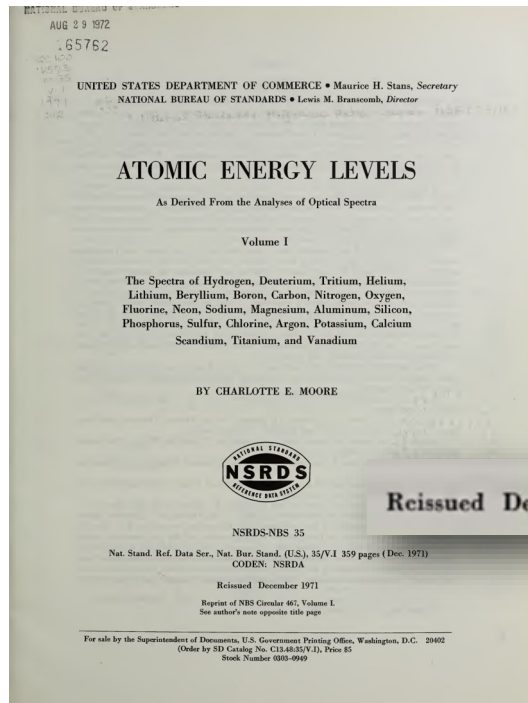
Catalán, Miguel A., Meggers, W. F. y García-Riquelme, O.
The First Spectrum of Manganese, Mn I
En: Journal of Research of the National Bureau of Standards- A. Physics and Chemistry, vol. 6SA, nº 1 (1964) [Reproducción]
Biblioteca de la Universidad de Zaragoza

Legado y memoria: Legado científico y reconocimientos



En 1970, la Unión Astrofísica Internacional en su congreso de agosto celebrado en Sidney, acuerda dar el nombre de Catalán a un grupo de cráteres [el principal y 3 satélites Catalán-A, -B y -U] de la parte oculta de la luna en reconocimiento de sus aportaciones a la astrofísica.

En diciembre de 1971, se publica la versión revisada de las tablas de los “Niveles Atómicos de Energía”, de Charlotte Moore Sitterly (National Bureau of Standards, EE.UU.), derivados de los análisis de espectros ópticos. Catalán es citado diez veces en el Volumen 1 y sigue apareciendo la tabla periódica que había propuesto. Catorce años después de su muerte, sigue en la élite mundial de su especialidad.



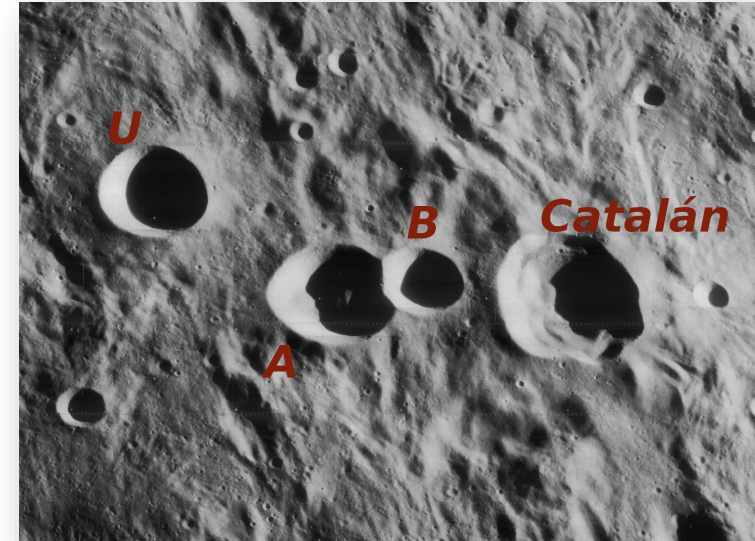
Esta obra contiene constantes referencias a los trabajos de M. Catalán, y sigue siendo reseñada en la reedición de 1971.

Moore Sitterly, Charlotte

Atomic energy levels. Vol. I

[Maryland (EE-UU)]: National Bureau of Standards, 1949

Departamento de Física Aplicada. Universidad de Zaragoza



Cráteres Catalán

(Imagen: NASA. Dominio Público)

Legado y memoria: Legado científico y reconocimientos

Son varios los centros educativos y de investigación que honran su memoria. En Coslada, Madrid, en 1976 se funda el Centro de Formación Profesional Miguel Catalán, que en el curso 90/91 se reconvierde en Instituto de Enseñanza Secundaria (IES). En Zaragoza, el Colegio-residencia Ntra. Sra. del Pilar, es convertido en IES en 1986, pasando a denominarse Miguel Catalán Sañudo. A principios de los 90, el CSIC organiza el Centro de Física “Miguel A. Catalán” (CFMAC), integrando a los Institutos de Estructura de la Materia (IEM), Óptica (IO) y Física Fundamental (IFF).

En 1994, Correos emite un sello de 65 pts., y varias tarjetas postales con su efigie, conmemorando el centenario de su nacimiento.

En 2005, la Comunidad de Madrid instituye el Premio de Investigación “Miguel Catalán” en ciencias. Desde el año 2008 se concede también a investigaciones menores de 40 años. Los últimos, otorgados en octubre de 2024, fueron para Francisco José García, catedrático de la UAM, por sus contribuciones en la nanofotónica, la plasmónica y los metamateriales, mientras que en la modalidad de menores de 40 años recayó en la doctora Marta Martínez, del Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CSIC-UAM), por sus trabajos en biopolímeros.

El Grupo Especializado en Física Atómica y Molecular (GEFAM), de las Reales Sociedades de Física (RSEF) y Química (RSEQ) instaura la Medalla Miguel Catalán en 2018.

En junio de 2023 el Grupo Especializado en Didáctica e Historia de la Física y la Química, de la RSEF y RSEQ, dedica en el Boletín Faraday tres páginas a su memoria y a los actos realizados en el 125 aniversario, un homenaje firmado por Gabriel Barceló.



IES Miguel Catalán (Zaragoza)



Legado y memoria: Biografías



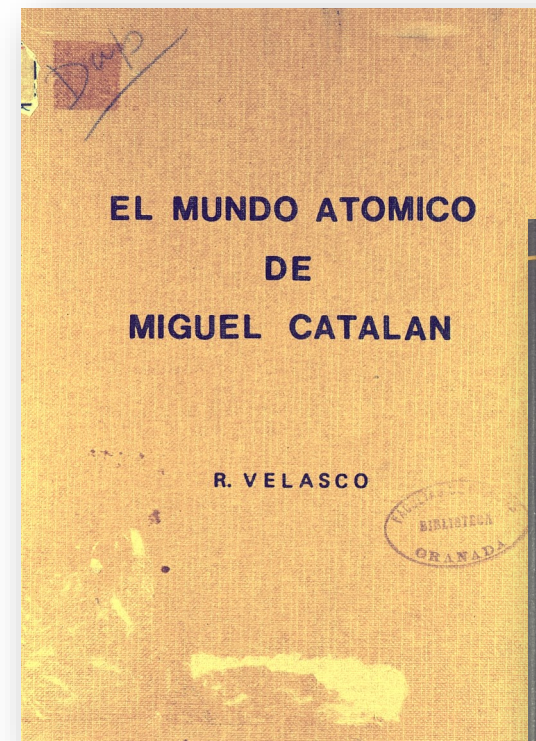
La vida y obra de Miguel Catalán ha inspirado a varios autores que han plasmado en libros de carácter biográfico las múltiples facetas de su legado.

En el *“El mundo atómico de Miguel Catalán”*, publicado en 1977 por el Comité Español de Espectroscopía S.E.D.O. Instituto de Óptica, CSIC, su antiguo alumno Rafael Velasco (1919-1976) no solo rinde un homenaje a su maestro, sino que documenta con todo detalle, profundidad y rigor sus cruciales aportaciones científicas. Sin dejar de otorgar el valor que se merece el descubrimiento de los multipletes en 1921, incide en la importancia de las aportaciones de Catalán a la espectroscopía a lo largo de toda su trayectoria.

“Miguel Catalán: su obra y su mundo”, de José Manuel Sánchez Ron, se publica en 1994 en conmemoración del centenario del nacimiento del científico. Se trata de una completísima biografía, en la que se presenta a Catalán como una figura de gran relevancia para la ciencia española del siglo XX. Además, muestra con todo lujo de detalles el contexto de la ciencia española del momento y cómo los acontecimientos históricos marcaron la evolución de la investigación en España. Se trata de un texto fundamental para conocer el conjunto de la obra de Catalán, así como el difícil mundo en que le tocó vivir.



José Manuel Sánchez Ron (Imagen: Real Academia Española (CC BY-SA 4.0))

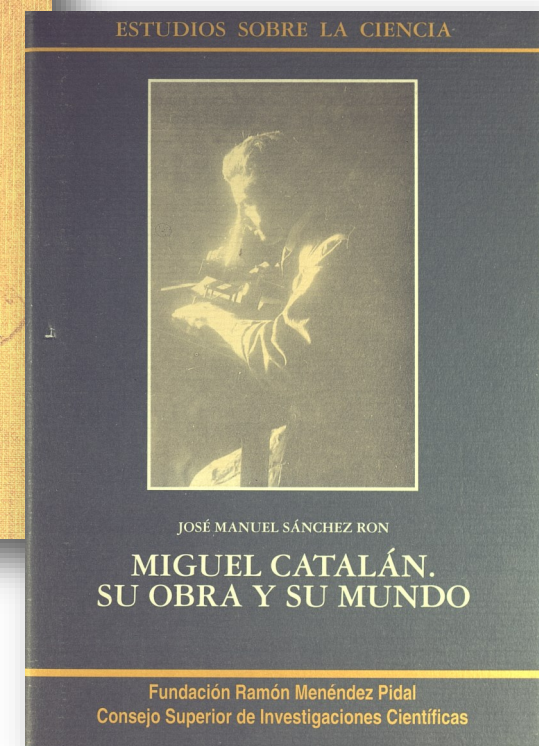


Velasco, R.

El mundo atómico de Miguel Catalán / R. Velasco

Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1977

Colección particular Belén Villacampa Naverac



Sánchez Ron, J. M.

Miguel Catalán: su obra y su mundo / José Manuel Sánchez Ron

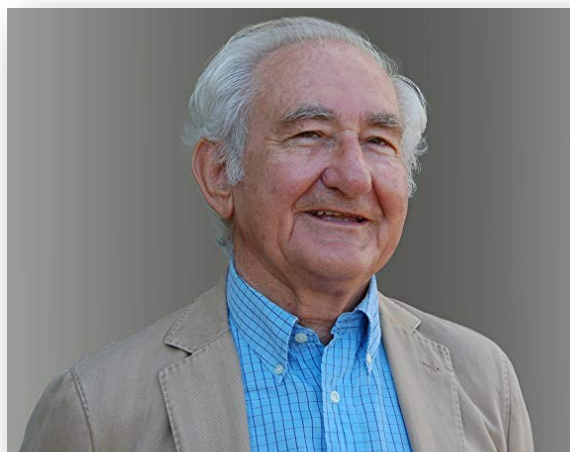
Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1994

Colección particular Belén Villacampa Naverac

Legado y memoria: Biografías



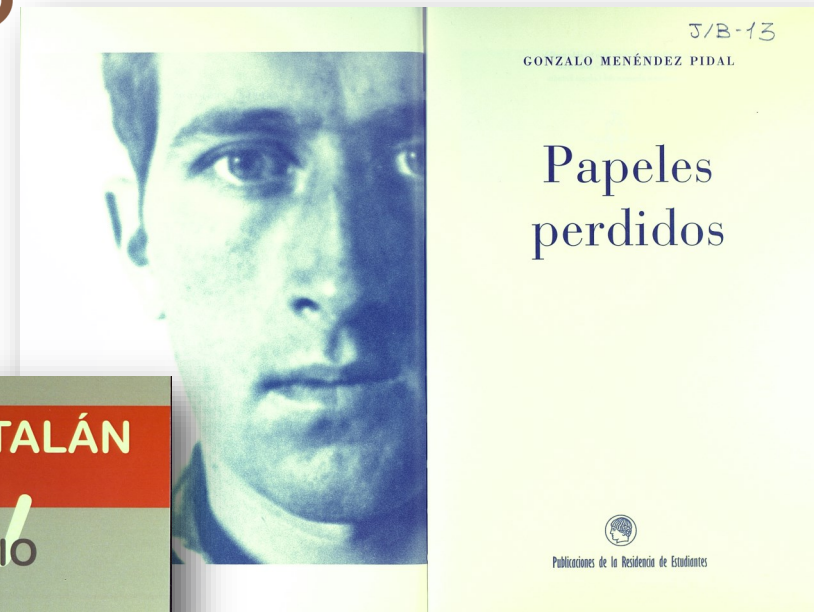
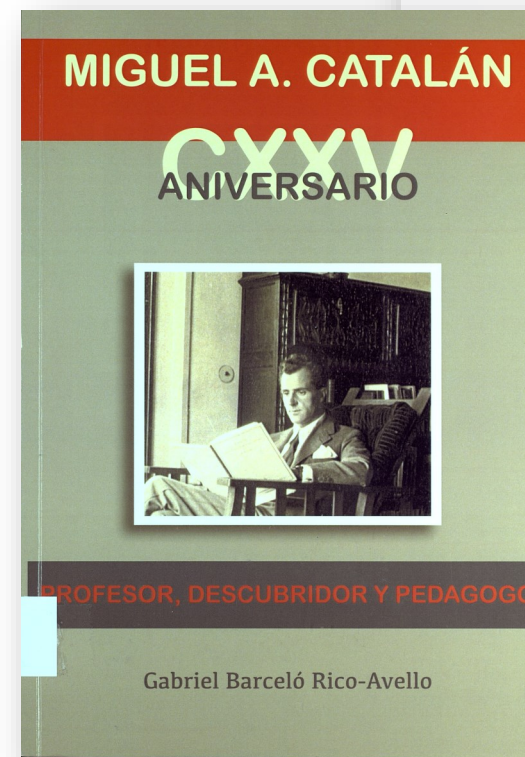
Gonzalo Menéndez Pidal, hermano menor de Jimena, y por tanto cuñado de Miguel A. Catalán, publica en 2004 su libro "*Papeles perdidos*", editado por la Residencia de Estudiantes. El libro recorre la historia del siglo XX a través de diferentes personajes y situaciones, narradas en primera persona. Aunque no sea una obra exclusivamente sobre Catalán, el autor dedica su último capítulo a rendir homenaje al científico, con quien mantuvo una relación muy cercana.



Gabriel Barceló Rico-Avelló, autor de numerosos artículos y tres libros sobre Miguel Catalán.

(Imagen cedida por Gabriel Barceló)

Muy probablemente la persona que más ha escrito sobre Miguel Catalán es Gabriel Barceló Rico-Avelló, que fue alumno suyo en el Colegio Estudio. Gran admirador de su maestro, es autor de numerosos artículos y tres libros biográficos de Miguel Catalán, salpicados de recuerdos en primera persona, donde se destaca tanto su relevancia como científico como su maestría docente y su gran calidad humana. En 2009, Barceló publica "*El señor Catalán*", al que sigue "*Miguel A. Catalán Sañudo : investigador, descubridor y pedagogo : memoria viva*", aparecido en 2012. En 2019, con su obra "*Miguel A. Catalán: CXXV aniversario. Profesor, descubridor y pedagogo*", Barceló conmemora el CXXV aniversario del nacimiento de Catalán, así como el centenario de la publicación de su primer libro (sobre la docencia de la Física y la Química) y el inicio de su estancia como becario en Londres, en los laboratorios del Imperial College (1920-1921).



Menéndez Pidal, G.

Papeles perdidos/ Gonzalo Menéndez Pidal

Madrid: Publicaciones de la Residencia de Estudiantes, 2004

Colección particular Belén Villacampa Naverac

Barceló Rico-Avelló, G.

Miguel A. Catalán: CXXV Aniversario. Profesor, descubridor y pedagogo / Gabriel Barceló Rico-Avelló

Madrid: ADANAE, 2019

Colección particular Belén Villacampa Naverac

ÍNDICE DE NOMBRES

Alcalá Zamora, Niceto 40	García, Francisco José 65	Lifschitz, Evgeny 53	Payne, Cecilia H. 33
Antunes, Manuel Telles 43, 44	García del Diestro, Carmen 51	Loftness, Robert 59	Piñerúa Álvarez, Eugenio 14
Barbour, Paul 59	García del Valle, Mª Paz 43, 46	Madariaga Rojo, Pilar de 43, 46, 47	Ramón y Cajal, Santiago 17, 40
Barceló Rico-Avelló, Gabriel 6, 65, 67	García Riquelme, Olga 60, 63	Magallón, Carmen 45	Rey Pastor, Julio 19
Barnés González, Dorotea 43, 46	Gaspar Vicente, José 10	Martínez, Marta 65	Rico, Fernando R. 60, 63
Bechert, Karl 31	Gasset, Ángeles 51	Martínez Sancho, Pilar 43, 47	Ríos, Fernando de los 40
Bernis, Rosa 43	Goicolea, Javier 59	Mayoral, Carmen 43	Romojaro Sánchez, Tomás 54
Bohr, Niels 15, 29, 35, 36	González Aguado, Josefa 43	Medinaveitia, Antonio 41	Rowland, Henry A. 23, 26
Bolívar, Cándido 18	González Martí, Ignacio 14	Meggers, William F. 49, 57, 63	Russell, Henry Norris 32, 49, 52
Bolívar, Ignacio 15, 18, 19	Goudsmit, Samuel Abraham 27	Menéndez Pidal, Gonzalo 67	Saha, Meghnad 25, 32, 33
Bru, Luis 9	Goyri, María 48	Menéndez Pidal, Jimena 18, 31, 48, 51, 67	Sánchez Ron, José Manuel 9, 11, 26, 27, 66
Cabrera, Blas 12, 35, 36, 40, 41	Grande Covián, Francisco 51	Menéndez Pidal, Ramón 18, 19, 48	Sañudo Fernández, María 2
Cabrera y Felipe, Juan 54	Gregorio Rocasolano, Antonio de 5	Moles, Enrique 13, 36, 41	Savirón, Paulino 5, 8
Campo y Cerdán, Ángel del 12-14, 20, 35	Guzmán, Julio 13, 41	Moore, Charlotte E. 49, 52, 57-58, 60, 64	Serrano Suñer, Ramón 48
Castillejo, José 22	Harrison, George R. 50, 57	Morillo y Pérez del Villar, Aníbal, Conde de Cartagena 42	Shenstone, Allen G. 40 57, 61
Catalán Menéndez-Pidal, Diego 48, 50	Heisenberg, Werner 29	Muñoz del Castillo, José 14	Sommerfeld, Arnold 24, 27, 28, 30, 34, 35, 40
Catalán Latorre, Agustín 2	Hicks, William Mitchinson 21	Neumann, John von 53	Terradas, Esteban 53
Catalán Sañudo, Diego 2, 3	Iglesias, Laura 60	Newton, Isaac 26	Uhlenbeck, George 27
Catalán Sañudo, Manuela 2	Íñiguez y Almech, José María 54	Ortiz Fornaguera, Ramón 53	Unamuno, Miguel de 48
Catalán Sañudo, Pilar 2	Kohlrausch, Friedrich 46	Otero de Navascués, José María 59	Velarde, Guillermo 59
Ferrando Mas, Pedro 5	Landau, Lev 53	Palacios Martínez, Julio 41, 55	Velasco, Rafael 60, 66
Fowler, Alfred 21, 23, 24, 37	Lavilla Llorens, Felipe 14	Pauli, Wolfgang 29	Weiss, Pierre 40
Fraunhofer, Joseph von 26	León Maroto, Andrés 19, 39		Willstaeter, Richard 40



Comisaria:

Belén Villacampa Naverac

Asistencia al Comisariado:

Carlos González Larraga

Textos:

Belén Villacampa Naverac (Coordinación)

Carlos González Larraga

Josefina Pérez Arantegui

Pedro J. Miana Sanz

Diseño cartel:

Héctor Escalada

Edición:

Cruz Joven Pérez

Consuelo Marco Simón



Biblioteca General Histórica. *Un espacio para el libro*

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza

biblioteca.unizar.es