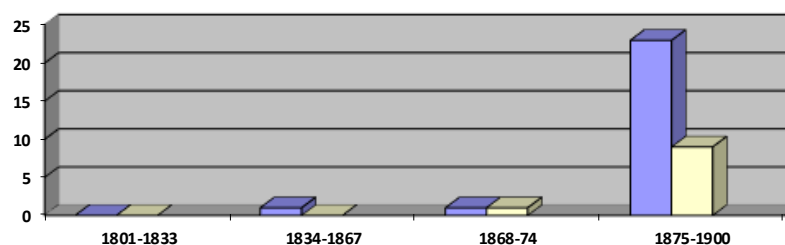


V.2 Meteorología y Física.

V.2.1 Meteorología.

La meteorología se podría considerar (al menos en el XIX) como la variante más fácil de la física, porque en principio se basa en hacer observaciones continuas acerca de temperaturas, presiones, lluvias, vientos (para lo que se debía disponer de un material como termómetro, barómetro, pluviómetro, anemómetro, etc, que se solía comprar). Sólo después se puede entrar en consideraciones más o menos fundadas acerca de esas series de datos y de la posibilidad de extraer de ellas consecuencias o predicciones sobre el clima.



Obras de Meteorología en el XIX en Aragón (Elaboración propia)

En la casi monumental obra *Estadísticas históricas de España: siglos XIX y XX*, al tratar del clima, su autor (Albert Carreras) empieza diciendo: “(...) en el caso español la mayoría de las observaciones de temperaturas arranca de 1860 (...)”.

En el caso de Aragón lo primero que aparece, por esos años y en Teruel, es la traducción por Manuel Marqués de una obra de meteorología (*Meteorología y Física del Globo*, Teruel, Imp. Pedro Pablo Vicente, 1861, 104 págs.). Conviene recordar aquí que la Meteorología como materia universitaria sólo entra en la Universidad Central de Madrid en 1900.

Pero la primera obra de esta materia con datos ‘propios’ de algún lugar de Aragón no aparece hasta 1874 y es un artículo titulado *Apuntes topográfico-climatológicos de Panticosa* (publicado por A. Negro Fernández en la prestigiosa revista de Madrid *El Siglo Médico*, 1874, nº 1064-1065, pp. 308-311 y 326-328).

Así que no faltamos (mucho) a la verdad si decimos que la meteorología no existe en Aragón hasta la Restauración. Y que, si alguien publica algo de meteorología, en el XIX y en Aragón, podemos estar seguros que es por afición propia o como tema secundario a su trabajo principal, pues no existe nada parecido a la ‘profesionalización’ en este campo.

Lo ejemplifica el caso del turolense **Carlos Castel Clemente**, quien además de ser ingeniero forestal, catedrático de Universidad y político (máximo responsable de la

ordenación de montes en España), colateralmente publicó 5 obras de meteorología, la mayoría en la *Revista de Montes*, órgano oficial del Cuerpo al que pertenecía. En 1880 publica un primer artículo titulado “Un libro nuevo y un observatorio más”, en el que da noticia de la apertura en la ciudad de Ávila de un observatorio meteorológico, montado y atendido por el profesor de física del Instituto, Juan Guerra.

En 1881 publica Castel una de sus obras importantes: *Descripción física, geognóstica agrícola y forestal de la provincia de Guadalajara*; y asociado a ella aparecen (en 1882 y en la Revista de Montes) dos artículos titulados *Climatología de la provincia de Guadalajara*.

El navarro **Pedro Marcolain Sanjuan** (1848 – 1928) licenciado en ciencias físicas por Zaragoza, trabajó siempre como profesor de física y de química en varios institutos y universidades. También en este caso sus obras de meteorología, aunque estén justificadas por su profesión, son colaterales. Así, Marcolain presenta a la Exposición Aragonesa de 1885 su libro de 93 págs. titulado: *Año meteorológico de 1883: resumen de las observaciones correspondientes al año 1883 en el Instituto de Teruel (contiene, además, instrumentos meteorológicos, estado actual de la meteorología, lo que enseñan los mapas meteorológicos)*. Fue premiado con medalla de oro.

Pero quien tiene una dedicación más específica es el turolense (de Híjar) y sacerdote escolapio **Padre Blas Ainsa de la Virgen del Pilar (1841-1889)**. Trabajó muchos años en el colegio de Santo Tomás de Aquino de las Escuelas Pías de Zaragoza, donde el año 1871 instaló un observatorio meteorológico en la azotea del colegio, muy completo, con lo último en tecnología en esas fechas (entre los aparatos, confeccionados en París, un barómetro sistema Fortin, psicrómetro con termómetros de máxima y mínima, anemómetro eléctrico, pluviómetro y areómetro, papel ozonométrico, etc). Él mismo lo explicaba en su artículo *Observatorio metereológico (sic) de las Escuelas Pías. Su objeto, condiciones del local y del material de observación* ^{Nota 1}.

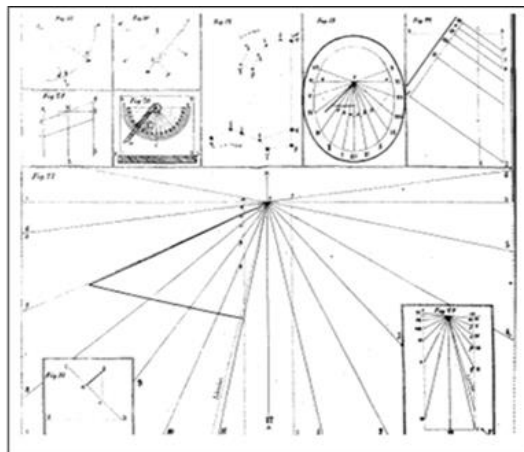
Al frente de ese observatorio estaba Ainsa, quien aceptó el compromiso para anotar las observaciones diarias a las horas 3:00, 9:00, 15:00 y 21:00 de cada día.

Y, años más tarde, los publicará como libro: *Resumen de las observaciones metereológicas (sic) efectuadas en las Escuelas Pías de Zaragoza durante el trienio de 1883 a 1885* (Madrid, Imp. Rafael Marco, 1888, 34 págs).

Creó también otros 6 observatorios en los colegios de la orden escolapia en Molina de Aragón (1880), Barbastro (1881, y lo dirigió los primeros 6 años el P. Casimiro Gil), en Jaca (1882), en Sos (1882), en Tafalla (1884) y en Daroca (1899). Como consecuencia, en sus siguientes artículos nos hablará de las *Observaciones metereológicas (sic) en los observatorios de Aragón* ^{Nota 2}.

Y publicó también una obra titulada *Gnomónica popular o el método el más sencillo y el más exacto de trazar los cuadrantes solares* (Zaragoza, Imp. Ramón León, 1875).

Imagen de la obra Gnomónica popular



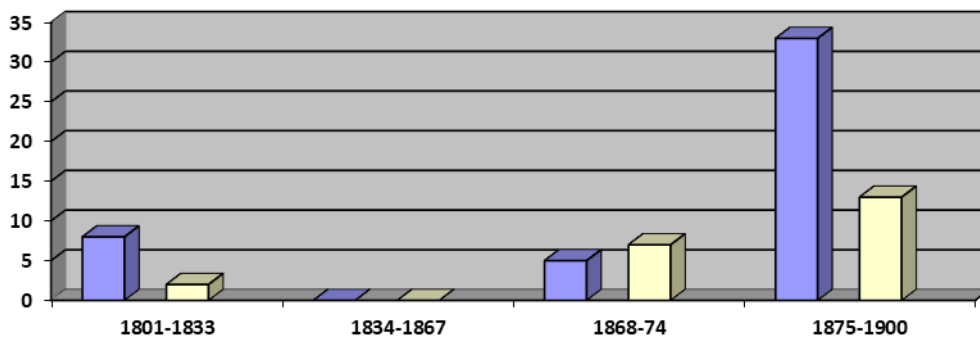
Como él mismo aclara en la Introducción, se trata de una obra de matemáticas:

“(…) Si la inteligencia y comprensión de las ciencias se facilita extraordinariamente, empleando un buen método, este llega a hacerse indispensable en aquellas, que, como la Gnomónica pertenecen casi exclusivamente al dominio de las matemáticas (...). Llamaré la atención de mis lectores hacia el lamentable estado en que se encuentran los relojes públicos de nuestras poblaciones (...). La dirección de un reloj, y esta es la verdadera causa, requiere al menos las nociones de Gnomónica, y estas nociones faltan en la generalidad (...) por la carencia de un libro que por sus condiciones sea adecuado al objeto. ¡Ojalá que nuestra obrita alcanzase a llenar este vacío! (...)”.

Esa ‘obrita’ (como la califica su autor) debería serlo sobre todo para nosotros, pues 145 años más tarde deberíamos ser capaces de hacer algunas de las operaciones y cálculos de que habla en su índice. Por ejemplo: ‘Trazar una meridiana por las estrellas circumpolares’.

Aunque su mayor dedicación fue la meteorología, como profesor que era, Blas Aínsa publicó también obras para la didáctica (*Nociones generales de Física y Química: para servir de texto en las escuelas superiores de primera enseñanza*, Zaragoza, Tip. Comas Hnos., 1886, 47 págs.).

V.2.2 Física.



Obras de Física en el XIX en Aragón (Elaboración propia)

En cuanto a la Física se refiere, en Europa y durante el siglo XIX se establecieron las bases (dejando aparte materias más clásicas como la mecánica, hidrodinámica, acústica u óptica) de la electricidad y de la termodinámica.

En esa rama de la física que es la termodinámica hay que resaltar al menos los nombres del francés Sadi Carnot (considerado padre de la termodinámica por su obra de 1820 *Sobre la potencia motriz del fuego*); y del también francés Joseph Fourier que publicará su *Teoría analítica del calor* en 1822; del británico James Prescott Joule (con su equivalente mecánico del calor: 1 joule = 0,24 calorías); y del también inglés William Thompson (Lord Kelvin, que dio nombre a la escala absoluta de temperaturas, con origen en cero grados Kelvin (- 273.15 °C y temperatura más baja que se puede

alcanzar). O del prusiano Rudolf Clausius que introdujo el concepto de entropía (medición del grado de desorden de un sistema). Tras él se estableció una regla doble: todo sistema aislado (nuestro mundo) tiende espontáneamente a un mínimo de energía y a un máximo de desorden. Con una consecuencia física (y hasta filosófica) importante: sólo de los sistemas ordenados se puede obtener energía.

Otra de las ramas de la física con un desarrollo espectacular en el siglo XIX fue la electricidad. En el primer tercio del siglo XIX hay que mencionar al alemán Georg S. Ohm (que descubre que una corriente eléctrica influye sobre un imán; dará nombre a la unidad de resistencia: el Ohm/Ohmio); al francés André M. Ampère, que trabajará en matemáticas en teoría de probabilidades y en electricidad estudiará la electrodinámica o estudio de la interacción mutua entre corrientes (dará nombre a la unidad de intensidad de la corriente eléctrica: el Ampère/Amperio). Y sobre todo al inglés Michael Faraday, que al desarrollar sus estudios sobre la inducción electromagnética va a establecer las bases de la producción de la corriente eléctrica alterna, que habrá que aprender a transportar a muy largas distancias y a variar (para ello) su tensión con los transformadores (dará nombre a la unidad de capacidad: el Farad/Faradio). Lo que culminará con la publicación por James C. Maxwell de su *Tratado sobre electricidad y magnetismo* en 1873, estableciendo de manera indudable el concepto único de electromagnetismo que desde el comienzo se intuía. La electrificación conllevará un cambio social extraordinario: cambiará el alumbrado en ciudades, pueblos y hogares donde entrarán masivamente los electrodomésticos; afectará a la industria (motor eléctrico, metalurgia) y las comunicaciones (telégrafo, teléfono, radio, etc).

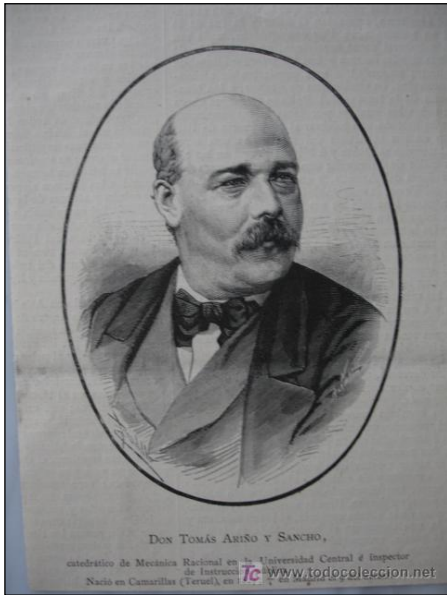
Y ya en los finales de siglo se descubren, en 1895 y en Alemania, los rayos X por Röntgen. Y en 1896 en París, por Becquerel, la radiactividad del uranio. Dos hechos que abrirán la puerta a un cambio radical de la física clásica.

Si pasamos del ámbito de Europa en general al de Aragón en particular, es evidente que esas alturas de las que hemos hablado todavía no eran para nosotros; a pesar de lo cual se puede hablar de la intensificación de la producción cultural y científica, en Aragón y en el fin de siglo (Restauración). Que tuvo – a nuestro juicio - dos causas directas: la primera, que la floración se debe a la consolidación de las instituciones creadas en su mayoría en la etapa isabelina, unos 25 años antes. Y la segunda, que la mucho mayor ‘tranquilidad política’ en ese final de siglo favoreció también la dedicación a otros menesteres más culturales o científicos.

Además, prácticamente todos los individuos que publican algo en el terreno científico, sea cual sea la materia, no solo poseen una (o más de una) titulación académica, sino que, además, son miembros de algún claustro universitario (o profesor titular de primaria o secundaria). Si después de recordar todo esto, decimos que la física fue la materia menos cultivada en Aragón, habremos explicado muchas cosas; pero repasemos, un poco al menos, lo poco que se produjo.

El turolense, de Camarillas, **Tomás Ariño y Sancho** (1827 – 1882), titulado en ciencias fisicomatemáticas por Valencia (Licenciado en 1851, y Doctor en 1855), obtuvo plaza de ayudante en el Observatorio de Madrid entre 1858 y 1862.

Volvió a Valencia como catedrático de complementos de álgebra, geometría, trigonometría rectilínea y esférica y geometría analítica en la Facultad de Ciencias. También desempeñó la cátedra de Mecánica Racional hasta 1868 en que fue suprimida. Y en 1871 enseñó Mecánica Racional en la Universidad de Madrid.



Su obra *Manual de Mecánica Popular* (1879) fue declarada de utilidad para la enseñanza en las Escuelas de Artes y Oficios.

Su siguiente obra (*Lecciones de Mecánica racional*, 1880), editada en Madrid, dice que habían sido “escritas en un principio para uso exclusivo de la Cátedra”.



“La Mecánica, ciencia de las fuerzas y de las leyes de equilibrio y movimiento de los cuerpos, consta de dos partes principales, Estática y Dinámica. La primera se ocupa de las leyes del equilibrio, la segunda de las leyes del movimiento de los cuerpos. Hay otra parte de la Mecánica, llamada Cinemática, que trata del estudio del movimiento de los cuerpos prescindiendo de las causas que lo producen, y considera sólo los espacios recorridos y los tiempos empleados en recorrerlos. Estas lecciones principian por la Estática, teniendo en cuenta que siempre es mucho más fácil de entender una cuestión de equilibrio que una cuestión de movimiento (siguiendo a Sturm, 1861: En el orden natural, en el que se pasa de lo simple a lo compuesto, debe, por consiguiente, empezarse por la Estática).

Quizás este comienzo lleve a pensar que el libro de Ariño es un manual sencillito; si esa es la primera impresión podemos descartarla de inmediato. Primero porque son dos tomos de unas 500 páginas cada uno. Y después porque en cuanto leamos las materias de que trata (de estática, de cinemática, de dinámica, de hidrostática y de hidrodinámica), y en cuanto leamos cualquier capítulo de ella veremos que maneja un aparato matemático nada despreciable para el año en que está editado (y sabiendo también que en 1871 ya había publicado una primera edición de una obra también titulada *Mecánica racional*, pero mucho menos completa).

En una tesis doctoral del siglo XXI ^{Nota 3} nos recuerdan: “El panorama científico español de finales del XIX es pobre en lo referente a la física si tomamos como criterio la producción científica propia. Existe lo que López Piñero ha llamado una generación intermedia (...); José Echegaray (1838-1916) sobresale en las ciencias físico-matemáticas por su esfuerzo para importar los conocimientos de fuera de nuestras fronteras. Son los nacidos en torno a 1850 los que se ocuparán de iniciar la recuperación de la ciencia española sobre todo en medicina, ciencias naturales y astronomía. Respecto a la física, hay que esperar hasta la generación nacida en torno a 1880 (...).”

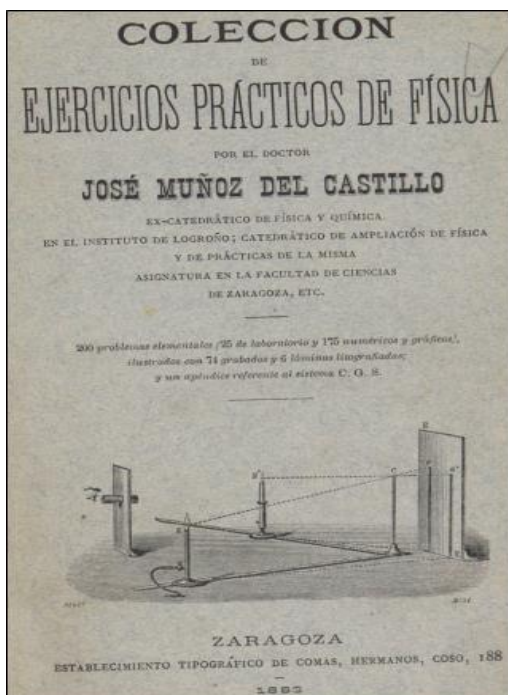
Como Ariño es incluso un poco anterior a Echegaray, su obra representa un esfuerzo propio por empezar a elevar el nivel de la física en España.

El granadino **José Muñoz del Castillo** (1850-1926), farmacéutico y doctor en ciencias físico-químicas, empezó su trayectoria docente como catedrático de física y química en el Instituto de Logroño, donde estuvo 11 años. Allí recuperó y mejoró el observatorio meteorológico del centro. Y ya en 1878, como director de la revista *Las vistas americanas*, estableció el primer vivero de estas cepas y dio las primeras conferencias sobre la filoxera (lo que le valió que la Diputación de Logroño le designase para asistir a la Exposición Universal de París de 1878; y para participar en el Congreso filoxérico de Zaragoza en 1880).

En 1881 regía ya la cátedra de Ampliación de Física en la Facultad de ciencias de la Universidad de Zaragoza, y para ese empleo redactaría su libro *Colección de ejercicios prácticos de Física* (1883). En él dice:

“(…) Nuestra Facultad de Ciencias tiene una organización en alto grado deficiente: se carece de laboratorios de Física; los gabinetes están formados con aparatos de poco precio, utilizables tan solo (...) para sencillos experimentos de demostración en cátedra; los locales destinados a dar las enseñanzas, así teóricas como prácticas, se hallan faltos de toda clase de condiciones (...). Es lógico, pues, que no tengamos físicos (...). En esta situación, el R. D. disponiendo que se den Ejercicios prácticos en todas las asignaturas de la segunda enseñanza (...) merece plácemes (...) pero...

Los ‘peros’ que le encuentra a esa R.O. son, sobre todo, que las prácticas no figuran en el programa oficial (no son examinables), por lo que los alumnos les harán poco caso; y que no se prevé que haya ayudantes para las mismas. Y acaba:



“(…) Y, sin embargo, las prácticas deben establecerse, son de absoluta necesidad, según se ha reconocido en las naciones más adelantadas (...). Al publicar hoy la *Colección de Ejercicios de Física* (...) nos proponemos (...) entregar a los alumnos una guía para normalizar más fácilmente tales trabajos (...). Pueden ser útiles los 25 ejercicios de laboratorio que encabezan nuestra *Colección*, ya que al elegirlos hemos cuidado de que exijan aparatos de poco precio, por regla general, y se refieran, muchos de ellos, a asuntos de gran interés para el país, como los referentes a la determinación del alcohol y del azúcar, y al reconocimiento de las harinas (...)”.

Destaquemos que las artes de la impresión van mejorando, porque en el libro hay, además de texto, abundante profusión de imágenes. En la página LXXII ofrece, a modo de ejemplo para sus alumnos, esta tabla con la riqueza alcohólica de algunos vinos de la provincia analizados por el director de la Estación vitícola de Zaragoza, Bruno Solano.

TABLA 16. — Riqueza alcohólica de algunos de los vinos analizados en la Estación vitícola de Zaragoza, procedentes de las tres últimas cosechas.

Nombre vulgar de la uva.	Procedencia.	1881 RIQUEZA alcohólica.		1882 RIQUEZA alcohólica.		1883 RIQUEZA alcohólica. — Aparato de Ma- lligand.
		Alambique de Sallerón.		Malligand.	Sallerón	
Moscatel.	Peñaflor.	.	.	16°,3	15°,5	.
Garnacha.	Ricla.	.	.	17°,9	16°,2	17°,6
Id.	Alpartir.	.	.	16°,5	15°,7	.
Moscatel.	Cogullada.	.	.	12°,7	11°,9	12
Cencivera.	Ateca.	.	.	15°,5	14°,7	.
Garnacha.	Villamayor.	.	.	16°,5	15°,7	15°,4
Vidadico.	Id.	.	.	12°,0	11°,2	.
Miguel de Arco	Id.	.	.	16°,5	15°,7	.
Crujillón.	Id.	.	.	12°,6	11°,8	14°,6
Vidadico.	Monte Torrero	14°,7	.	13°,1	12°,3	.
Crujillón.	Id.	15°,9	.	15°,7	14°,9	.
Garnacha.	Id.	14°,7	.	18°,3	17°,5	.
Id.	Ainzón.	.	.	17°,2	16°,4	15°,5
Viuna.	Garrapinillos.	15°,9	.	13°,8	13°,0	.
Vidadico.	Id.	13°,5	.	13°,2	12°,4	14
Garnacha.	Id.	18°,0	.	16°,8	16°,0	14
Crujillón.	Id.	15°,2	.	14°,0	13°,2	15°,4
Perrel.	Id.	16°,8	.	14°,0	13°,2	.
Miguel de Arco	Cadrete.	.	.	12°,7	11°,9	12°,9
Quiebra-tinajas	Id.	.	.	10°,6	9°,8	11°,5
Garnacha.	Ateca.	.	.	14°,5	13°,7	16
Cencivera.	Miralbuena.	.	.	13°,0	12°,2	14

Muñoz del Castillo realizó el discurso de apertura del curso 1883-84 (*Trascendencia del desarrollo de las ciencias de la naturaleza y del empleo del método experimental a que el esplendor de las mismas es debido*), y allí defendió que el siglo XIX nada tiene que envidiar de los anteriores en cuanto a adelantos e invenciones.



El turolense (de Monreal del Campo) **Gregorio Antonino García Hernández** (1843-1913), licenciado en Medicina en la Universidad de Valencia (con nota sobresaliente y premio extraordinario), fue profesor de Fisiología en la Universidad de Zaragoza, mientras acababa su licenciatura en ciencias exactas.

En el Discurso de apertura del curso 1894-95 en la Universidad de Zaragoza, titulado *El teorema de Fourier como base de la acústica, de la audición y de la música, dice:*

“(…) Fourier, celebre matemático francés, en su notable obra sobre la teoría analítica del calor, demostró que toda función periódica puede ser descompuesta de una sola manera en una suma de funciones periódicas circulares, cuyos periodos sean la mitad, el tercio, cuarto, etc, del período primitivo. Poisson, en su mecánica racional, estableció, el principio de la coexistencia de las vibraciones pequeñísimas. Aplicando el teorema de Fourier al sonido, podremos afirmar que todo movimiento vibratorio puede ser reducido de una sola manera, a una suma de vibraciones pendulares, cuyas fases, periodos y amplitudes podrán ser determinadas en cada caso.

Cada uno de estos distintos sumandos corresponde a un sonido parcial, el más grave, ordinariamente el más intenso, recibe el nombre de fundamental, porque a él atribuye el oído la altura del sonido compuesto, y los demás son armónicos ó hipertonos.

Wheatstone, Lisajous y Helmholtz, han visto experimentalmente que la descomposición del movimiento vibratorio en movimientos pendulares, no es una hipótesis puramente matemática, sino que tiene su valor objetivo (...).

En este principio está fundado el aparato de resonadores de Helmholtz; si delante de él se produce un sonido simple, habla el resonador que le corresponde, los demás permanecen mudos; si el sonido es compuesto, hablan tantos resonadores cuantos son los sonidos simples que le forman (...).

Las ondas sonoras, como las luminosas, pueden dar lugar a interferencias y entonces la suma de dos sonidos produce el silencio, como la suma de dos rayos de luz, la oscuridad: para ello es necesario elegir convenientemente la amplitud, la duración y la fase del período de los dos sonidos que interfieren (...).”

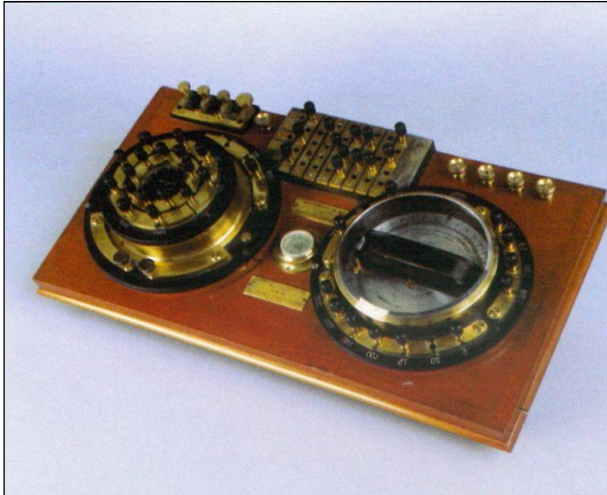
La obra de Fourier, ya lo hemos dicho, data de la década de 1820; los trabajos del (más famoso como ‘electricista’) Wheatstone, sobre el sonido, también; las figuras de Lissajous serían de la década de los 1850; y el resonador de Helmholtz de 1860.

Este Discurso del médico Gregorio García Hernández, debido a sus aficiones musicales, es de lo más ‘moderno’ que hemos localizado; una modernidad muy relativa, como vemos por las fechas que acabamos de recordar. Pero para Aragón y para España en 1894 era modernísimo.

El telegrafista zaragozano **Florencio Echenique Torres (1836 – 1903)**, es de los pocos que, en Aragón, tiene algo que ver con estudios e invenciones eléctricas. Telegrafista del Estado y constructor de instrumentos eléctricos, trabajó como telegrafista en Zaragoza desde 1857. Su capacidad técnica le permitió realizar la nueva instalación que hizo de la sala de aparatos telegráficos de Zaragoza en 1871; y en 1879 pasó dos meses en París, comisionado para visitar la Exposición Internacional de Ciencias Aplicadas a la Industria. A finales de 1880 se incorporó voluntariamente a los talleres del Cuerpo en Madrid.

En la Exposición Internacional de Electricidad de París de 1881 obtuvo medalla de bronce por un conjunto de aparatos y herramientas para el tendido y reparación de líneas, siendo después responsable de la sección de Telégrafos en la exposición aragonesa de Zaragoza (1885-86) y en la Universal de Barcelona (1888), y miembro del

jurado de ésta. A ambas llevó también sus propias realizaciones, incluyendo telégrafos Morse, herramientas, pilas, aparatos de medida y teléfonos.



Galvanómetro Universal Echenique (1890)

Su Galvanómetro Universal Echenique de la imagen, que vendría a ser el primer ‘tester eléctrico’ ideado en España (aunque fue fabricado en Francia, por la firma Dumoulin-Froment & Doignon Const.). Y al que dedica un libro: *Mediciones eléctricas: ensayos prácticos con el aparato de pruebas de Florencio Echenique* (Madrid, 1891).

El mismo año de su jubilación voluntaria (1900) Florencio Echenique publicó en la prestigiosa *Revista de Obras Públicas* cinco artículos titulados *Mediciones eléctricas* (nº 1274, pp. 67-69; nº 1280, pp. 117-119; nº 1292, pp. 212-214; nº 1293, pp. 222-224; nº 1294, pp. 229-230).



Volviendo a los textos de física, el último a considerar es el de **Pedro Marcolain Sanjuán (1848-1928)**, nacido en Lerín (Navarra). Estudió ciencias Físicas en la Universidad de Zaragoza, siendo después Catedrático y director del Instituto de Zaragoza, pasando posteriormente a la Universidad de Granada (dando clases de Ampliación de Física) y de Oviedo (dando Química general). Su trabajo *Observaciones meteorológicas de Teruel* fue premiado con medalla de oro en la exposición aragonesa de 1885-86, y en la misma exposición fueron galardonadas con medalla de plata sus *Prácticas y enseñanzas del Observatorio Meteorológico*, obra que mereció además la recompensa de medalla de oro en la Universidad de Barcelona dos años después).

El profesor de la Universidad Complutense de Madrid Antonio Moreno González (buen conocedor de la Historia de la física en España, pues sobre ello versó su Tesis doctoral) dice en un artículo ^{Nota 4}: “La primera mención que he encontrado en la segunda enseñanza a la síntesis maxwelliana pertenece a la segunda edición de *Elementos de Física Moderna*, “ilustrado con 894 grabados de los mejores artistas y redactado con arreglo a los últimos puntos de vista científicos”, del catedrático de Física y Química del Instituto de Zaragoza y después de Ampliación de la

Física de la Universidad de Granada y de Química General de la de Oviedo, Pedro Marcolain San Juan, (Zaragoza, Emilio Casañal, 1900)". En el prólogo (de este libro que Moreno califica como "el más moderno de cuantos libros he podido consultar hasta ahora"), escribe Marcolain

"(...) La ciencia de un siglo es un legado para la siguiente.... La ciencia es progresiva. Las verdades demostradas son inmovibles, es verdad; pero si nuevas verdades aparecen, nuevas aplicaciones se deducen y un nuevo edificio se fabrica...; ya no tiene primacía el MAGNETISMO, porque es un subordinado de la energía eléctrica y hechura de ésta. A la identidad sustancial del calor y de la luz, magistralmente demostrada por Tyndall, sigue más tarde la consustanciabilidad de la electricidad y de la luz. Las oscilaciones eléctricas piden plaza por boca de Maxwell y, efectivamente, las radiaciones electromagnéticas y sus analogías con las radiaciones luminosas quedan demostradas y admitidas y obtienen puesto preeminente, a virtud de los trabajos de Hertz, el genio fundador de la 'ELECTRÓPTICA'". La faz de la Física ha cambiado por completo... Dar idea de su actual situación es, por lo mismo, un trabajo difícilísimo, si ha de satisfacer además las exigencias de la crítica didáctica y literaria. Un libro no es precisamente moderno, por haber sido confeccionado a la moda, sino por responder al sentir, al querer y al pensar de la sociedad actual. No sería moderno este libro, aunque en su pie de imprenta figure el año 1900, si por su contenido pudiera haber sido hecho en el 1880 (...)"

NOTAS CAPÍTULO V-2

Nota 1.- Apareció en *El Diario de Zaragoza*, 1879, nº 330, págs. 1-2.

Nota 2.- Publicados en la *Revista Calasancia*, 1888, nº 1 y nº 3-6; 1889, nº 14 y nº 22.

Nota 3.- José M. Vaquero Martínez: *El éter en la física española del primer tercio del siglo XX: el caso de Pedro Carrasco Garorena (1883-1966)*, Universidad de Extremadura, 2001.

Nota 4.- Antonio Moreno González: "La Física en los manuales escolares: un medio resistente a la renovación (1845-1900)", en *Historia de la Educación*, 2000, nº 19, pp. 51-93.