

Discurso de contestación
por
D. HILARIÓN GIMENO Y FERNÁNDEZ-VIZARRA

ILMO. SR.:

SEÑORAS Y SEÑORES:

Cuando llegó a mis manos el Discurso que acabáis de escuchar con tanto beneplácito, fue mi primera intención, declinar el honroso encargo de contestarle que en su día me hizo esta ilustre Academia; porque al enterarme del tema que magistralmente estudiaba, advertí en seguida la desproporción existente entre lo que yo podía decir y lo que teníais derecho a esperar que llevase vuestra representación. Y como ni por las materias que he cultivado de por vida, sin pasar de estudiante, ni las que distraen mi ánimo como aficionado, se relacionaban con los progresos y adelantos que en nuestros días alcanza la Mecánica en sus aplicaciones industriales, imaginé que los comentarios que yo hiciese a tan hermoso trabajo no serían los voceros apropiados a su bondad, recordé a la vez, que son muchos los compañeros que podían substituirme en esta elevada tribuna, con el talento y el saber que a mí me faltan; y creí, que lo mejor que podía hacer, era dejar que cualquiera de vosotros cumpliera en la presente ocasión, las prescripciones reglamentarias.

Pero esto, que era lo más expedito, y desde luego lo más cómodo, se me ofreció poco después, como decisión de un espíritu demasiado egoísta; y recordando al mismo tiempo, que además de obligaciones académicas, debía de cumplir otras impuestas por el cariño y la cortesía; a pesar de que a mis años, todas las cuestas me parecen inaccesibles, decidí

emprender la que se me imponía, aun teniendo por seguro, que sea como sea, lo que hoy os diga precedido constantemente de vuestros pensamientos, siempre mereceré la censura de haber quedado muy por bajo de donde pretendí llegar, en justo castigo a mi atrevimiento.

Y bien lo sabéis, aunque interesa que lo sepan todos.

En el mes de Diciembre de 1921 admitió la Academia en su seno, para que compartiese vuestros trabajos en pro de la Ciencia, al ilustre profesor de nuestra Escuela Industrial y de Oficios, don Teófilo González Berganza, Bachiller en Artes por Valladolid, e Ingeniero industrial peritísimo por Barcelona, que después de haber ganado el año 1913 en brillantes oposiciones, la cátedra que actualmente desempeña, vino trasladado a Zaragoza desde Vigo, donde dejó evidentes demostraciones de su talento y laboriosidad, regentando las enseñanzas de la Mecánica general y aplicada, dirigiendo los talleres de aquel Centro y aleccionando después como numerario a la juventud escolar, en la asignatura que tiene por materia de estudio *Mecanismos, máquinas, herramientas y motores*, que la industria utiliza diariamente.

En Zaragoza ya, desde 1917, fué nombrado por la Superioridad Secretario de nuestra Escuela; poco más tarde, y cuando en 1921 hubo de proveerse la vacante de Director, a propuesta de sus compañeros, se posesionó de tan honroso cargo, que en la actualidad desempeña a satisfacción de todos.

Antes de ingresar en el profesorado, aprovecharon sus aptitudes sociedades industriales de Alicante y Madrid, y en las revistas de su profesión aparecieron más de una vez, los frutos de sus observaciones técnicas.

Tal es, señores, la labor que ha ganado para el Sr. González Berganza su reputación científica y la unanimidad de vuestros sufragios.

Respondiendo a lo que de él podíamos esperar, acaba de hacer su presentación, dilucidando un tema de singular interés, que para nada necesita de mis comentarios.

Feliz él que recordando el *Tractant fabrilia fabri*, ha podido elegir para su discurso materia en la cual es competente y distinguido maestro, y desdichado de mí, que me veo

obligado a contrariar el precepto horaciano, al poner ahora la pluma a servicio de mi entendimiento.

La exposición completa y razonada, que de los *motores térmicos* acaba de hacer mi ilustre compañero señor González Berganza, sólo con adiciones de detalles podría yo gloriarla, abusando seguramente de vuestra paciencia.

Aquella máquina ya venerada, inventada por Watt, a mediados del siglo XVIII, llegó a resolver problemas de tanto interés, y modificó tan profundamente la vida de la Sociedad estacionaria de su tiempo, que sin percatarse los más de sus inconvenientes, fue en seguida considerada como invención sublime, capaz de substituir a las energías naturales de que hasta entonces disponía la Humanidad, en sus obras mecánicas, y al verla imperar día tras día, y trabajar en los talleres y fábricas, salvar las distancias en las locomotoras, y surcar los mares para acrecer las relaciones económico sociales de los pueblos, alcanzó tales prestigios, que consiguió dar renombre al siglo de sus aplicaciones y adelantos.

Pero el coloso tenía base de barro, y cuando la crítica científica trató de valorar su funcionamiento, advirtió luego, que lejos de ser modelo que no dejaba nada por desear, era un egendro que ya al nacer, había sido condenado a imperfección eterna.

Estudiando lo que podía ser máquina tan admirada, y hasta dónde alcanzaban sus excelencias, partiendo de una hipótesis después abandonada por inadmisible y falsa, del supuesto de que el calor era una substancia material que caía de una temperatura a otra, como el agua cae en una catarata, fue un sabio ilustre el que empleando un procedimiento lógico, independiente de la hipótesis misma, dio a conocer para gloria de la Ciencia el principio que lleva el nombre de Nicolás Leonardo Sadi Carnot; desde que publicó en 1824 su obra *Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego y sobre las máquinas capaces de desarrollar esta potencia*.

Todas las ideas más o menos empíricas originadas por el estudio del calor hasta comienzos de siglos XIX, refugiáronse en el cerebro de Carnot; en él podríamos decir que anidaron; tras gestación laboriosa surgieron de él acendra-

das en parte por el raciocinio y el cálculo, y dirigiéndose al vapor que operaba en las máquinas, como intermediario de la energía calorífica, e imponiéndole una Ley fatal, refrenaron sus arrogancias, estableciendo límites a sus empeños.

Que no era cierto todo lo que el sabio creía, lo sabéis mejor que yo cuantos tenéis la bondad de escucharme; pero todos convendréis en que oculto por los errores de su tiempo, descubrió una verdad, cuya enunciación forma época en los Anales de la Ciencia, por haber servido de base incommovible a la Termodinámica moderna; pues convencido de que la cantidad de trabajo que se puede obtener en circunstancias dadas, por medio de una determinada cantidad de vapor, es función de la temperatura y no depende, ni de la naturaleza de las substancias, ni del procedimiento particular que se emplee, llegó a formular su célebre principio diciendo, que el coeficiente máximo de una máquina que funciona entre las temperaturas absolutas T y T' tiene siempre por valor $\frac{T - T'}{T}$, que según nuestro insigne Echeagaray equivalía a decir, para que todos lo entendiesen:

Nunca la máquina de vapor podrá aprovechar de las calorías de combustible, más que una fracción representada por la diferencia de temperaturas dividida por la mayor, aumentada por el 273. Ley natural que se cumple siempre, y que no sólo se impone al vapor de agua, sino a todos los cuerpos del universo, a los sólidos, a los líquidos y a los gases, pues no por variar el intermedio, deja de ser inexorable el mandato.

Comprobados siempre en la práctica tan fundamentales principios, ideada por el mismo Carnot la teoría de los ciclos, que tantos desarrollos y aplicaciones logra en nuestros días, llegó a conocerse de ciencia cierta, el coeficiente económico de las máquinas que tenían por encargo, transformar las energías caloríficas en trabajo; y aunque la industria siguió durante más de un siglo utilizándolas en sus variadas aplicaciones, no fue sin que la Ciencia advirtiese que los auxilios que proporcionaban eran a costa de dispendios tan grandes, que consumían estérilmente la mayor parte de las calorías puestas a su disposición en los hogares, por el carbón al

combinarse con el oxígeno, y derrochaba, digámoslo así, las riquezas naturales que las edades nos legaron, a pesar de que los geólogos aseguraban que aquellos, de seguir el consumo de combustible en progreso tan creciente, se agotarían pronto, y que lo que se hacía era preparar a los venideros un porvenir de sufrimiento y miseria.

Pero la industria, desoyendo tan fundados presagios, ni pudo privarse del mecanismo que tanto había contribuído a su desarrollo, ni cesó de proclamar sus éxitos, y creyendo encontrar remedio que permitiese eludir las imposiciones de las leyes que la Ciencia había promulgado, lo esperó todo del perfeccionamiento que la misma Ciencia llegase a introducir en los órganos y elementos que constituían máquina tan necesaria; y aunque es cierto que en los últimos tiempos creció su potencial utilizable, merced a grandes esfuerzos y a ingeniosas combinaciones, ya lo habéis oído de los labios autorizados del Sr. González Berganza; sólo el 15 por 100 como máximo de las energías originadas por el carbón al arder, resultan útiles, porque las restantes continúan perdiéndose irremisiblemente.

Y aun no es esto solo, pues cuando el enamorado de la Química del carbono presencia como el obrero arroja las paletadas de hulla que han de alimentar las calderas donde el vapor se genera, un honda tristeza le invade al pensar, que en tan continua operación, se destruyen con bien escaso beneficio, materiales preciosos que el químico utiliza para procurarse las más complicadas combinaciones de la serie cíclica.

Castigando los apetitos que despierta, es lástima que no podamos dedicar a semejantes despilfarros, si su abundancia y la vanidad humana lo consienten, el carbono puro o diamante, que siempre de punta en blanco y siempre ocioso tendría ocasión, al arder, de lucir con alguna utilidad sus 8080 calorías, con la ventaja, además, de que sus cenizas molestarían muy poco.

Sin brillantes viviría la Humanidad pluscuamperfectamente sin experimentar el menor quebranto, pero si se continúa derrochando la hulla negra, sin reparar siquiera en

la *blanca*, como lo hizo el siglo XIX, un día carecerá el mundo del reductor metalúrgico por excelencia, faltarán los metales, faltará el hierro, y la industria volverá a ser lo que fue en las edades primeras.

La trascendencia de estos problemas preocupa a economistas y a sociólogos, explicándose así el sin número de motores que se ofrecen hoy a la industria merced a una labor científica intensa y perseverante, que aspira a substituir la clásica máquina de vapor, que consiguió ya todos los perfeccionamientos imaginables, por otras que utilizan mejor las calorías que en ellas desarrollan los combustibles más variados.

Agrupándolos sistemáticamente, el Sr. González Berganza estudia los tipos principales que hoy se disputan el dominio industrial, desde la turbina de vapor a los motores Diesel, y al compararlos entre sí, describiendo las ventajas que los valoran y los inconvenientes que pueden ofrecer en cada caso, no se olvida de indicar hasta qué punto logran acrecer el rendimiento térmico deseado.

El estudio de nuestro compañero, pródigo en enseñanzas, sobre todo para los no especializados en la materia, invita a venerar la suma de ingenio con que han conseguido aplicarse los principios y teorías de la Termodinámica al funcionamiento de los modernos generadores, trabajo en cuya empresa han colaborado las figuras más eminentes de la ingeniería y la construcción, puestas al servicio de las Artes Mecánicas. Díganlo si no *Laval*, con sus turbinas; *Otto*, con sus motores de explosión y *Diesel* con los últimamente ideados para utilizar el petróleo y hasta los residuos de su destilación, pues si antes se quemaban materiales de la serie aromática, hoy son los alifáticos, los que se abrasan y destruyen.

Las calorías engendradas antaño en el hogar al arder el carbón, las proporcionaron después mezclas gaseosas que al reaccionar, con desprendimiento de calor, lograban que éste aumentase el volumen del carbónico y el vapor de agua producidos, y esta expansión producida en el interior de los cilindros comunicaba sus esfuerzos a los émbolos.

Las explosiones del gas del alumbrado, al quemarse en el aire, fueron empleadas primeramente: la mezcla de gases abandonada por los Altos Hornos se utilizó después, y el llamado gas pobre, engendrado en gasógenos especiales, proporcionó últimamente el combustible necesario, donde no se contaba con instalaciones capaces de suministrar las mezclas gaseosas primeramente apuntadas.

Los motores que así funcionaban llamados de explosión, introdujeron un mejoramiento digno de ser recordado, pues la combinación química generadora del calor que la máquina de Watt realiza en el hogar, en los motores ideados por Otto, prodúcese en el interior de los cilindros, con ahorro de energías; y esta modificación importantísima subsiste, en los motores inventados por Diesel, donde el petróleo y sus derivados, vaporizándose en cámaras apropiadas de sus cuerpos de bomba, o llegando ellos en estado vesicular, realizan el milagro de conseguir como rendimiento económico un 30 por 100 del calor que los combustibles llegan a ocasionar, comprimiendo a la vez el comburente.

De todo nos informa el Sr. González Berganza en su luminoso trabajo, y por él hemos aprendido no poco de lo expuesto al correr de la pluma.

La bibliografía resulta copiosísima en tales materias, pues además de las obras que las estudian por extenso, es rara la revista técnica que no comunica a sus lectores las modificaciones que constantemente se introducen en los motores modernos. Así nos enteramos, al redactar estas cuartillas, que Suiza acaba de electrificar los caminos de hierro en su cantón rhético: que los talleres de Ljunstróm de Estocolmo, han construído locomotoras con turbinas de vapor, de las que se esperaban conseguir singulares ventajas, a juzgar por los ensayos que con ellos se vienen haciendo.

Las publicaciones norteamericanas dedican su atención a los motores Diesel y a los llamados allí semi Diesel o de dos tiempos, anunciando que se pretende mejorar su rendimiento económico, haciendo en ellos aplicación del sistema *Compound*, que como sabéis, ya habían sido utilizados en las máquinas de vapor.

Actualmente celebra París una exposición de combustibles, y entre las enseñanzas a que ha dado lugar se citan con elogio las conferencias que Mr. Maihle ha dado acerca de la obtención de petróleos, partiendo de las grasas y sirviéndose de catalizadores mixtos, cobre aluminio.

Aquella memorable síntesis del etanol realizada por el insigne Berthelot, sacudiendo 53.000 veces la mezcla de ácido sulfúrico y etileno, se pretende hoy practicarla industrialmente con rapidez, merced a la acción aceleratriz de catalizadores, como los ácidos vanádico, uránico y tungstico. en presencia del mercurio, produciéndose ya alcohol combustible utilizando el etileno contenido en el gas del alumbrado o formándolo por hidrogenación del acetileno.

Aunque se trata de un carburo sólido, diré, para terminar, que además del petróleo y los residuos de su destilación se recomendó por el año 1914 la *naftalina* como cuerpo combustible, recordando que los gases de escape lograban fundirla y que penetrando líquida en los cilindros desarrollaba 9.700 calorías. Para quemar un gramo de naftalina bastan 3,07 de oxígeno y 13,34 de aire, y por la fecha citada se dijo que se vendía de 70 a 90 francos la tonelada del carburo aromático, y que el kilovatio obtenido con él costaba 12 céntimos en vez de los 42 a que ascendía originado por el benzol.

En Alemania han debido utilizarse estas ventajas en motores apropiados, según referencias de la prensa diaria; sin embargo, los petróleos seguirán siendo combustibles por excelencia, y el inmenso consumo de ellos hace que por el dominio de sus yacimientos continúen luchando los vencedores en la *gran guerra*, sin duda por ver lejano el día en que las *máquinas solares* o las que aprovechen las energías de las mareas aminoren la necesidad de aquéllos.

Y voy a terminar, quizá por donde otros hubiesen comenzado.

La Termodinámica que germinó en el cerebro vigoroso de Carnot y consolidó sus fundamentos merced a las inspiraciones geniales de Mayer y a la labor paciente de Soule, adquirió frondosos desarrollos al ser objeto de los soberanos

estudios de Clausius. Con profundo espíritu matemático, el físico alemán integró los conocimientos de sus predecesores, y aplicando las leyes fundamentales del calor a los mecanismos, dotó a la ciencia de una nueva función, la llamada *entropía*, de donde se deriva lógicamente el principio de Carnot, como las leyes de Kepler se deducen de la universal de Newton. Ecuación que ha tenido después alcances y desarrollos inmensos, no sólo en las ciencias físico-químicas, sino en las que llegan a lindar con la Cosmogonía.

Al informarnos la física-matemática en la manera cómo deben interpretarse en nuestros días las transformaciones químicas de la materia, cuando se trata de explicar el nuevo concepto de la afinidad y los fenómenos reversibles e irreversibles, la ecuación de Clausius contribuye a esclarecer tan difíciles cuestiones, según atestiguan las obras de Swarts y Nernst, y entre nosotros, las inolvidables lecciones dadas en esta Facultad de Ciencias por su ilustre profesor el Doctor Plans y Freyre, hoy catedrático de la Universidad de Madrid, a quien me complace reiterar ahora públicamente el homenaje de mi afecto y consideración.

Si el principio de Carnot y el postulado de Clausius imponen como ley natural implacable la degradación de la energía, si el calor puede pasar de un cuerpo caliente a otro frío y la inversa no se realiza, y no es posible restablecer las diferencias de temperatura, habrán de llegar éstas un día a nivelarse sin que lo podamos impedir.

¿Se extinguirán así los soles y los mundos?

Svante Arrhenius cree que la inmensa catástrofe no ha de realizarse, porque para evitarla engendrarán energías los continuos choques de la materia cósmica cargada de electrones, jugando importantísimo papel las transformaciones de las nebulosas.

Pensadores eminentes impugnaron ya las ingeniosas hipótesis del sabio sueco, estimando que por ellas, cuando más, se lograría aplazar un fin inevitable.

Ved como ideas nacidas *al calor* de los motores térmicos han llegado a ser base y fundamento de las más altas especulaciones, y hé aquí, finalmente, cuanto se le ha ocurrido decir

acerca del tema desarrollado por nuestro compañero, a un *rezagado* en la marcha y adelanto de semejantes estudios, el cual, si tanto mereciese, suscribiría estas bellísimas frases del gran Poincaré.

Admiro las conquistas de la Industria porque nos descargan de las preocupaciones materiales de la vida y nos dejan tiempo para contemplar la hermosura de la Naturaleza. Yo no digo, añade el insigne matemático, la Ciencia es útil porque nos enseña a construir máquinas, sino que las máquinas son útiles porque trabajan por nosotros y nos dejan días libres para hacer Ciencia.

Réstame tan sólo dar la más cordial bienvenida al señor González Berganza en nombre de la Academia y enviarle con mi felicitación un fraternal abrazo.

HE CONCLUÍDO.