



“EL PROBLEMA DEL COMBUSTIBLE”

Cuarta conferencia de Extensión Universitaria dada en el Sal6n de Grados de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba el día 10 de Septiembre de 1921 por el Ingeniero Luis Achával.

ENUNCIADOS DEL PROBLEMA

El problema generalizado

De la Economía Política (1) “Ya nos está permitido, dicen los economistas modernos, el preguntarnos con cierta ansiedad qué será de la industria humana, si un día, faltándole la hulla negra y la hulla blanca, tiene que apagar sus fuegos o parar sus dínamos. Porque la hulla negra y la hulla blanca son una y otra limitadas. La primera se agota por el uso, cual tesoro encerrado desde los tiempos paleontológicos del que usamos como pródigos, y que pronto se acabará. La segunda tiene la ventaja de no consumirse por el uso, pues aquí solo gastamos el rédito y no el capital, más no tenemos probabilidad alguna de ver que aumente su cantidad a medida de las necesidades, al contrario, la comprobada disminución de las neveras y la sospechada de las lluvias, quizás nos amenacen con una mengua de la fuerza motriz del agua. Y ante el problema pavoroso se sueña con ir a buscar a la fuente de toda fuerza, al sol mismo, el calor que necesitamos. Pero, aún

(1) Véase la obra de Ch. Gide, “Economía Política”.

admitiendo que esto se consiga, la fuerza tomada del sol tendrá, más aún que las otras fuerzas naturales, el inconveniente de no poder ser desarrollada ni donde se quiera, ni cuando se quiera, ni como se quiera. El sol no brilla ni siempre, ni en todas partes. Si es él el que ha de hacer funcionar un día nuestras fábricas, las nieblas del mar del Norte serían para Inglaterra su sudario y la industria humana tendría que ir a edificar sus capitales en el fondo del Sahara. Más siendo este el problema, aquella nación eminentemente industrial podría responder; ¿por qué pedir esto al sol y no al mar mismo que me circunda? Las olas que el viento levanta en su superficie, o el flujo que dos veces al día sacude millares de leguas de costa, constituyen depósitos de fuerza verdaderamente inagotables. Y éstas que se ven no son nada al lado de las que se adivinan, aunque solo sean las energías latentes en las combinaciones moleculares que el radium ha revelado. (El transporte de un gramo de este cuerpo, obsequio de la mujer americana a Md. Curie, constituyó hace poco para la humanidad un angustioso problema por las precauciones a tomar contra su temible energía). Y aquel otro ejemplo que os será seguramente familiar, señalado por Gustavo Le Bon, la energía intra atómica contenida en un gramo de materia, si pudiera ser desprendida, y que bastaría para hacer recorrer a un tren de carga más de cuatro veces la circunferencia del globo terrestre”.

Pero, todos estos enunciados constituyen soluciones remotas y como tales la actualidad del problema del combustible las excluye; y más bien debiéramos pensar en reducir los consumos de lo existente a la satisfacción de aquellas necesidades económicas que pudiéramos llamar esenciales por ser inherentes a la vida misma: la cocción de nuestros alimentos, la calefacción de nuestra vivienda, las industrias que no pueden prescindir de la hulla o del carbón y buscar en otra fuente lo necesario para producir la luz y la fuerza que requiere la gran industria o el confort modernos. ¿Por qué, si es menester fuerza no proceder a lo griego? Arquí-

medes pidió alguna vez una palanca y un punto de apoyo para mover el mundo; pero sabemos que lo que se gana en fuerza se pierde en velocidad y que si él hubiera encontrado el punto de apoyo que le faltaba no habría conseguido al cabo de millones de años de esfuerzo más que alzar la tierra en cantidad infinitamente pequeña. (También Pascal señaló más tarde la posibilidad de aumentar indefinidamente la fuerza del hombre y esto si llegó en parte a realizarse: con ayuda de una prensa hidráulica, un niño puede ejercer una presión teóricamente ilimitada; pero sus aplicaciones están limitadas a levantar grandes pesos a pequeñas alturas, a ejercer fuertes presiones; y como los caminos a recorrer son cortos y estos son proporcionales a la velocidad y al tiempo la influencia de estos factores es también pequeña). Habría todavía otro medio de realizar fuertes presiones: podemos retardar la temperatura de ebullición del agua y calentarla a 516° , lo cual no es mucho suponer para desarrollar una presión de 1.700.000 atmósferas, más que suficiente para levantar en peso al Himalaya. Es cierto, solo hay una dificultad la de encontrar el recipiente que pudiera resistir.

Pero, es que no hay otra fuente de calor? Y las selvas? y los bosques? Su origen es idéntico al de la hulla negra; y por el destino que le damos marcha tan rápidamente como aquella a un próximo fin. Se sabe, en efecto, que la hulla como la madera, tiene un origen vegetal y que las capas de hulla que ahora se explotan han sido formadas en las épocas primitivas por vegetales que se han transformado bajo la acción del tiempo. Ahora bien, es bajo la influencia de los rayos del sol que los vegetales pueden formarse, que la planta se desarrolla y que la fibra leñosa se constituye. La descomposición del ácido carbónico y del agua que en el vegetal se opera no se efectúa sino por una verdadera absorción de calor solar y es este calor que, puesto por decirlo así en reserva en la planta, se desprende ulteriormente por la combustión que reconstituye el ácido carbónico y el agua. Desde un

punto de vista práctico, la madera es un combustible de primer orden: abundante en la naturaleza y barato. Es decir, lo era antes. “Los bosques y las selvas, brutal y deplorablemente desvastados, marchan, como la hulla negra, rápidamente a su fin. La desocupación de los bosques y selvas, y por consiguiente de la madera, es ya un hecho en varios países de Europa, especialmente en Inglaterra. Francia, que era una gran selva, no tiene hoy arriba de una sexta parte de su territorio dedicada a bosques y selvas (de 53 millones de hectáreas solo 9 y 1/2). En Inglaterra, el 5 olo; el 25 en Alemania; el 33 en Austria-Hungría y Rusia y casi el 50 olo en Suecia. Han nacido otras industrias que exigen más cantidad de madera que la requerida para la construcción de buques y de casas; la mayor destructora de selvas es, en este momento, la industria del papel, principalmente para los periódicos. Diario hay en los Estados Unidos, que devora por si solo toda una selva por año; y los bosques de castaño de Córcega han sido completamente destruidos para fabricar ácido gálico; y en Estados Unidos, según lo afirmó Roosevelt, que había comenzado a vivir con una herencia sin igual en selvas, la mitad de la madera para construcción ha desaparecido ya; y sus yacimientos de carbón más extensos que los de ninguna otra nación se acercaban a su fin. También se ha pensado si podrá o no la química reemplazar al concurso que hoy aportan las fuerzas de la vida y fabricar vegetales, formados exclusivamente de oxígeno, de hidrógeno, de ázoe, sobre todo de carbono y en muy reducida parte de algunas sales minerales, elementos que existen en la corteza terrestre y en la atmósfera, pero hasta hoy la ley de la vida no ha podido ser burlada: “lo vivo procede de lo vivo”.

Y ante el problema así planteado por el economismo, los hombres de ciencia, los ingenieros, los industriales y los técnicos se interrogan y proceden a la revisión del valor científico de algunos enunciados que sirvieron para orientar la humanidad por sus actuales vías; y hasta tanto las nuevas fuentes de energía que se

adivinan sean puestas en evidencia y entren a figurar en la escala de valores, proceden también a la revisión del combustible, de las existencias actuales y de su duración probable; siendo lo primero, las existencias, una incógnita hasta hoy (1); quedando lo segundo, la duración, sujeta a la ley de variación de una variable oculta, las existencias, pues parece ser calidad inherente a toda fuente secundaria de energía precisamente ésta: estar oculta y la mayor parte de las veces enterrada; así la hulla, los lignitos, el petróleo, el carbón vegetal mismo que quiere, como ciertas larvas, ser envuelto en un capullo de arcilla antes de vivir su efímera existencia.

En cuanto a lo primero, la revisión de enunciados, ha de ser nos necesaria para confirmar o no la dirección y el sentido impreso a nuestra actividad, orientada hacia el industrialismo y el maquinismo dentro del conocido ciclo: de la energía orgánica a la inorgánica, cuya primera forma, la conquista del fuego, señala un progreso de capital importancia en el desarrollo de la civilización. Así pudo el hombre contar con energías incomparablemente mayores y ejecutar trabajos que no hubiera podido nunca llevar a cabo con la ayuda de sus semejantes o de los animales, y en virtud de la extrema diversidad de propiedades que las diferentes especies de energías inorgánicas poseen, pudo ejecutar operaciones que no hubiera nunca realizado valiéndose de organismos; y de aquí el enunciado de Ostwald: "Si Inglaterra ha pasado hace medio siglo del estado agrícola al estado industrial, si ese pasaje se opera actualmente en Alemania, es en virtud de un desplazamiento en esos dos países del centro de gravedad energético de la actividad nacional; allí se acumula y se utiliza energías inorgánicas en vez de energías orgánicas". Cada país aspira a ese des-

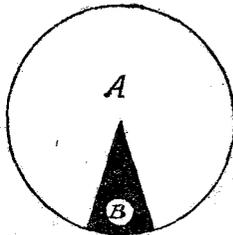
(1) La relación que hay entre lo conocido y lo probable y posible, es casi un décimo. (V. gráfico N.º 1).

N° 1

Avaluación de las reservas mundiales
de combustibles minerales
(en millones de toneladas)

A = reservas probables
y posibles.

B = reservas conocidas



A = 6 681 399
B = 716 154

Total = 7 397 553 millones

Según informaciones suministradas al XII congreso de Toronto (Canadá) publicadas en *The Coal Resources of the World* (N.º Génesis Civil 1914)

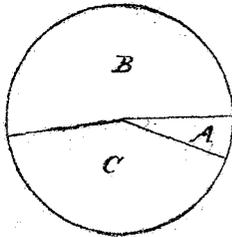
De las reservas totales corresponden a

A, antracitas y hullas antracitosas : 496 846

B, hullas betuminosas y hullas secas : 3 902 944

C, lignitos : 2 997 763

Total = 7 397 553



plazamiento, y en el nuestro, hay la sensación de que vamos a dejar de ser únicamente agricultores y pastores.

Pocas son las energías directamente utilizables y casi todas necesitan ser transformadas; así el carbón: para utilizarlo, la industria transforma la energía bruta que él representa en toda especie de energía distinta. Pero en toda transformación de una especie de energía en otra se produce una pérdida de energía libre, porque una parte solamente de la energía primitiva toma la forma deseada y otra parte se transforma en calor, resultando por ello inútil. De aquí que su valor no sea proporcional a la cantidad y sí a la calidad. Cuanto mayor sea la proporción de una energía dada que sea posible transformar en la forma deseada, mayor valor tendrá esa energía, y el conocimiento de su coeficiente económico permitía asignarle su lugar en la escala de valores de las energías. Al decidirnos por el carbón para servir de alimento a la industria, sabíamos ya que para dar otra forma a su energía era menester quemarlo, es decir, transformarlo en calor, y las investigaciones de Carnot, completadas por las de Clausius, habían establecido que, dada una cierta cantidad de calor, no hay nunca sino una fracción que pueda ser transformada en otra energía, y que esta fracción es expresada por la relación de la diferencia de temperatura de que se dispone a la temperatura absoluta a la cual el calor es recibido por la máquina. Pero este límite teórico está lejos de haber sido alcanzado por las máquinas construídas hasta el presente; las mejores, raramente tienen un límite superior a un tercio de la energía térmica empleada; los dos tercios de esta energía salen pues inutilizados, es decir, no transformados, mientras que el rendimiento teórico del carbón es de más de tres cuartos, lo que coloca la energía del carbón de piedra en un grado bastante bajo de la escala de valores. Pero él reunía todas las condiciones pedidas a los combustibles, esto es, abundante en la naturaleza y barato; y también esta otra: la de poder ser utilizado cuando se quiera, donde se quiera, y como se

quiera, lo que explica el reinado absoluto del motor término en el siglo XIX y el actual.

De la energética. — Pero, ahora se exige más y se formula este enunciado (1): “Tenemos el derecho de decir que la tarea general de la civilización consiste en obtener, para las energías a transformar, coeficientes de transformación tan ventajosos como sea posible. Porque, todo lo que se produce, se refiere en último análisis, a la transformación de alguna energía libre. La energía libre no aumenta por sí misma; al contrario, disminuye por efecto de todo lo que se produce. Pero, cuanto más ventajoso es el coeficiente de transformación, mayor será el suministro de energía de la forma deseada que da una cantidad dada de energía bruta; y estas consideraciones no deben entenderse aplicables solamente a las cuestiones económicas, tomada esta expresión en su sentido más limitado, sino también a las cuestiones de moral social, es decir, a las cuestiones relativas a los intereses de las masas. La cantidad total de energía libre de que dispone la humanidad no es ilimitada. Se compone, cada día, de una parte de la cantidad de energía que le es aportada durante ese día por la radiación solar, de otra parte, de las cantidades de energía que en el curso de las edades la radiación solar ha acumulado en la tierra bajo la forma de carbón. El bienestar de los hombres está en proporción de la parte de energía que a cada uno de ellos les toca. Hay todavía muchos hombres, desgraciadamente, que no pueden ganar el mínimum necesario a la existencia sino por un trabajo penoso, que les agota. La vida a la cual están sujetos es un reproche constante para cualquiera que posea ese mínimum. Nada sería más propio para mejorar su suerte que hacer más ventajoso el coeficiente de transformación de la energía solar en energía química. Las plantas verdes no capitalizan sino un uno o dos por ciento de la energía libre que reciben. Si se llegara a

(1) Ver Ostwald “La energía”.

inventar un transformador que les permitiera acumular solamente algunos céntimos de más, se alcanzaría en bien de la humanidad laboriosa una mejora más importante que todos los establecimientos de beneficencia del mundo”.

Pero, desde el punto de vista puramente económico, admítase también que el hombre no puede crear nada y sí solo producir, por ejemplo, apropiarse una sustancia útil, como en las industrias extractivas; transformar una materia prima en objetos útiles, como en las industrias manufactureras; o aumentar la utilidad de una cosa cambiándola de lugar, como en el comercio e industria de los transportes, y si por cada acto de producción la energía libre disminuye por efecto de todo lo que se produce; y si el hombre solo puede satisfacer sus necesidades por medio del esfuerzo voluntario (denominado trabajo, que siendo ley de la vida es también fuente del progreso industrial; y si todo trabajo exige un consumo de energía orgánica o inorgánica, cómo conciliar el concepto energetista según el cual todo lo que se produce se refiere en último análisis a la transformación de alguna energía libre, y según el cual todavía, la energía libre disminuye por efecto de todo lo que se produce? Como vivir agotadas que sean las fuentes de energía? O es que alguna vez nos serán innecesarias? Sucedería lo primero: no podríamos vivir. Porque las energías inorgánicas que en tan alto grado permiten al hombre ejecutar trabajos que respondan a necesidades económicas, no son, como antes dijimos, directamente utilizables sino mediante una transformación; así el carbón, que una vez quemado y transformado en calor hace funcionar una máquina térmica. Pero se demuestra en termodinámica que, si en los ciclos ideales o reversibles la relación $\int \frac{dQ}{T}$, denominada por Clausius entropía, función termodinámica por Rankine, peso del calor por Zeuner, y adiabasis por Oetingen, y que representa la parte de energía no transformable, no varía, experimenta al contrario variaciones en las ope-

raciones reales de toda especie que se puedan ordenar en ciclos, en ciclos no reversibles; y esas variaciones tienen lugar en un sentido único; la entropía solo puede llegar a ser más grande, nunca más pequeña. Y de aquí el enunciado: “en toda conducción de calor, la entropía aumenta”; y también este otro: “todo ciclo no ideal comporta un aumento de entropía”.

“William Thomson, más tarde Lord Kelvin, generaliza este concepto de suerte que concluya por comprender el universo entero; y bien, en virtud de la ley según la cual, en todas las operaciones naturales, la entropía aumenta inevitablemente, ese sistema no puede en ningún momento tomar exactamente ninguno de sus estados anteriores, la entropía en el ciclo así concluido, habrá necesariamente aumentado en una medida correspondiente a las conducciones de calor que allí se hayan efectuado. Ahora bien, eso quiere decir que las diferencias de temperatura existentes en el universo y las fuentes de cambios naturales correspondientes a esas diferencias de temperatura habrían disminuido. Si se imagina ese proceso continuándose de más en más lejos, deberá llegar un momento en que toda diferencia de temperatura, como por ejemplo los procesos químicos, habrán cesado para siempre de existir. A ese proceso que se prosigue constantemente y en el mismo sentido, Thomson dió el nombre de disipación, y llega a la conclusión de que el fin del universo se producirá bajo la forma de un estado de energía disipada en que ya nada pasará. Helmholtz y Clausius adhieren a esta conclusión y a este último se debe la siguiente fórmula: “la entropía del universo tiende hacia un máximun”. Pero se ha hecho notar que es imposible afirmar nada a propósito del conjunto del universo, puesto que no se le conoce y quizás existan espacios donde reinan condiciones insospechadas, lo que ha hecho limitar la extensión de aquellas conclusiones a la parte del universo que conocemos, y donde se ha constatado que todas las operaciones tienen lugar en el sentido de un aumento de entropía, y que si la conclusión de Thomson no pue-

de justificarse cuando se la aplica al universo entero, ella es exacta cuando se la aplica a la tierra; aun suponiendo que la caída de los cuerpos celestes le aporte de tiempo en tiempo grandes cantidades de energía, las provisiones de energía de que la tierra disponga no podrán aumentar y sí solo disminuir. Arrhenius dice que se escapa a la muerte entrópica partiendo de la base de que la ley de entropía no es universal y que las transformaciones estelares tienen lugar de acuerdo con el siguiente ciclo: estrella nueva, nebulosa en espiral, nudo de estrellas, sol ardiente, sol apagado, y por choque, vuelta al punto de partida o estrella nueva. Poincaré, menos optimista, dice que así solo se conseguiría retardar enormemente la muerte calorífica del mundo.

Pero, aquí cabe una observación general, que Ostwald señala, sobre semejantes cuestiones que son de suyo delicadas y que se procura explicar con ayuda de los conocimientos actuales de las leyes naturales. Debemos recordar que la naturaleza pone en obra medios infinitamente numerosos, mientras que nosotros no podemos nunca intentar explicarlos sino con los solos datos que nos suministra la ciencia en un momento dado, datos extremadamente incompletos. Por ejemplo, no se había podido encontrar hasta estos últimos tiempos explicación algún tanto satisfactoria acerca del origen del calor solar, pues todas las fuentes conocidas de energía eran demasiado pobres para reemplazar las cantidades enormes de calor que el sol pierde por radiación. Sus rayos envían a nuestro pequeño planeta una cantidad suficiente para fundir anualmente una capa de hielo de 31,89 m. de espesor que envolviera toda la tierra, según Pouillet, y según Violle, es mucho más, pues la capa de hielo a fundir sería de 45,93 mts. Como la tierra no ocupa en el espacio sobre la esfera cuyo centro es el sol sino una mínima superficie, se deduce de esas cifras un número asombroso para el calor total emitido por el sol. Cada centímetro cuadrado irradia, según Pouillet, 84.888 calorías por minuto; y si una capa de hielo de 17 kilómetros de es-

pesor envolviera al sol, sería fundida en un día. Pero, la causa misma del calor solar? Será un globo en combustión, se dijo; y Tyndall dijo, nó. Ninguna combustión, ninguna afinidad química que conozcamos no podría mantener la radiación solar. Si el sol fuera un block de hulla y se le proveyera de bastante oxígeno para quemarlo en el grado que exige la radiación medida, sería enteramente consumido al cabo de 5000 años; y desde las más antiguas observaciones astronómicas hasta hoy, no se ha podido constatar la menor disminución en la radiación solar. Mayer, lo suponía rodeado de una masa de asteroides en movimiento que por su caída incesante crearían calor. El choque de uno de esos globos podría desarrollar hasta 9000 veces el calor engendrado por una masa igual de hulla. Si la tierra cayera sobre el sol, cuyo volumen es 1.372.000 veces más grande, el acrecentamiento de volumen sería imperceptible y sin embargo el calor engendrado por su choque cubriría el gasto hecho en un siglo por el sol. Helmholtz y Thomson, suponen que el sol habría sido en su origen una nebulosa formada de moléculas colocadas a distancia. Esas moléculas aproximándose las unas a las otras, habrían producido calor y constituido la masa solar. Esta contracción continuaría en nuestros días, y como está siempre acompañada de un desprendimiento de calor, sería la fuente de la radiación solar. Bastaría desde luego una contracción excesivamente débil; se ha calculado que una reducción de un milésimo en el diámetro del sol bastaría para mantener su radiación actual durante 21.000 años.

Como nada parece oponerse a que la caída de los asteroides se produzca al mismo tiempo que la contracción, se ve que, combinando las dos hipótesis, el volumen del sol podría quedar absolutamente constante por la acción simultánea de esas dos causas produciendo ambas a la vez calor. Ambas hipótesis han sido objetadas, han aparecido otras nuevas, y en eso estábamos, buscando una explicación, cuando el descubrimiento del radium vino a hacernos saber que aquellos orígenes del calor solar que suponía-

mos, eran en realidad muy pobres; pues este último cuerpo representa una fuente de energía de una concentración de un trillón de veces más grande, en números redondos, que las conocidas hasta estos últimos tiempos. “Ciertamente que no está probado que la radiación solar resulte de una operación análoga a la descomposición espontánea del radio, pero se conoce ahora una fuente más que es bastante poderosa como para cubrir las necesidades del sol, y aún es permitido pensar que puedan haber otras fuentes de una naturaleza diferente y de una importancia semejante”. (Ostwald).

Como se ve por esta breve reseña, nada sabemos de cierto acerca de cómo han de apagarse las luminarias del cielo; verdad es que tampoco sabemos cómo se encendieron; y, ya sea que el universo haya de perecer por causa de la entropía como lo quiere Lord Kelvin, o por explosiones como lo quiere Le Bon, podemos dar por terminadas estas consideraciones preliminares que nos eran necesarias pues señalan desde un punto de vista puramente científico la existencia real de un problema cuyos efectos experimenta ya la humanidad y que en el terreno económico es designado con el nombre de “problema del combustible”.

El problema restringido

Despojadas las afirmaciones de la energética, de la termodinámica y de la Economía Política de sus afirmaciones trascendentales y traídas las cosas a la realidad, podrían formularse los siguientes enunciados:

De todos los agentes físicos cuyos efectos sentimos y utilizamos, el calor es sin duda el más importante; es elemento esencial de la vida y ha permitido multiplicar indefinidamente la fuerza del hombre ejerciendo sobre el desarrollo de la actividad industrial y de las relaciones comerciales una influencia considerable. El sol es en realidad para la tierra la fuente verdadera directa o

indirecta del calor. El calor solar directo tiene pocas aplicaciones industriales: no es con el que preparamos nuestros alimentos, ni calentamos nuestras habitaciones, ni movemos nuestras máquinas, pero la radiación solar interviene de una manera indirecta en la mayor parte de los fenómenos caloríficos o mecánicos que se producen en la superficie de la tierra. El efecto de esta radiación se encuentra en la acción química conocida con el nombre de combustión por la cual la madera, la hulla y los diversos combustibles desprenden una gran cantidad de calor; pero la madera como la hulla cuyas capas se explotan en la actualidad tienen origen vegetal, y los vegetales no pueden formarse sin la influencia de los rayos del sol.

El calor animal producido por medio de la respiración, por la combustión en el sistema muscular de los alimentos ingeridos, tiene por causa principal la radiación solar, pues esos alimentos provienen de los vegetales, sea directamente, sea por intermedio de los animales herbívoros; sucede lo mismo con las acciones físicas o mecánicas por medio de las cuales se puede producir calor, pues todos suponen la existencia de una fuerza motriz que, si es orgánica, tiene origen en el alimento; si es inorgánica tiene origen en el combustible, siendo en uno y otro caso debidas a la radiación solar, pues no son otra cosa que energías acumuladas.

Quedan todavía las fuerzas naturales, denominando así la fuerza motriz del viento y de las caídas de agua. El primero es debido al desplazamiento de las masas gaseosas y este desplazamiento es debido al sol que calienta desigualmente la masa atmosférica. Es asimismo por el calor del sol que el agua se evapora y se forman las nubes; el viento pone en contacto esas masas de vapor con las montañas que son condensadores de aguas meteóricas produciéndose así la lluvia que da nacimiento a los arroyos y a los ríos, formados por gotas de agua que descienden desde la cumbre al valle entonando su himno: "*yo soy una fuerza en marcha*".

Y de esta suerte, hulla negra, es decir, energía química del sol, y hulla blanca, trabajo mecánico del mismo, eran las fuentes con que la naturaleza nos había favorecido. El hombre, al apoderarse de ellas, conocía su naturaleza pero no su cantidad. Respecto del primero, hulla negra, hay indeterminación. Regiones inmensas del globo terrestre no han sido todavía racionalmente exploradas y nada se puede asegurar todavía respecto a su existencia en vastos continentes. (1) Una bibliografía abundantísima permite asegurar que si hay hulla en Sud América, o por lo menos, un combustible cuyo poder calorífico se aproxima mucho de aquella, y en Asia, los yacimientos de la China, son considerados como los mejores.

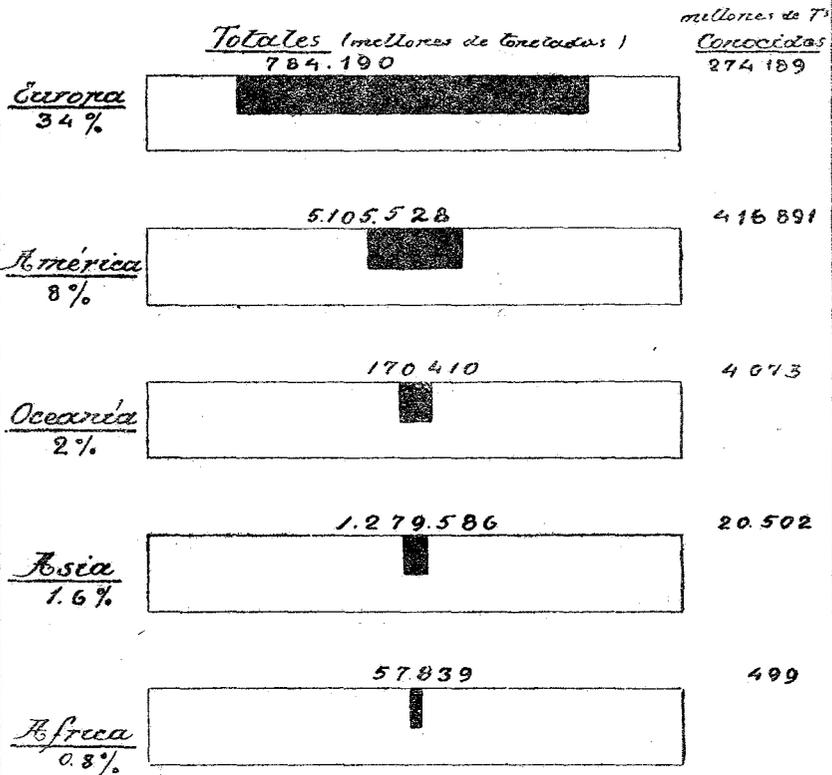
El problema del combustible no puede ser considerado, por ahora, como un problema de agotamiento absoluto; si tal fuera, no habría para qué buscarle solución; pero si lo es de agotamiento relativo. Pueden Europa y Norte América sentirse agotadas sin que por ello resulte la muerte de la industria humana. Pero sí ha de resultar su traslación de un continente a otro continente o habrán de cambiarse los centros productores de combustible, y de allí el desequilibrio económico en el mundo que los economistas preveen.

Según lo que hasta hoy se sabe, los países ricos en hulla negra son pobres en hulla blanca, y recíprocamente; así Inglaterra y Bélgica, que, ricas en carbón no tienen fuerza hidráulica apreciable; Suecia y Noruega, pobres de carbón, son poseedoras de las mejores caídas; en la actualidad, el motor hidráulico de Francia es casi equivalente a su motor a vapor; Italia y Suiza, pobres en carbón, son ricas en caídas de agua; Norte América, es rica en carbón y en caídas de agua, las cuales figuran ya con un índice

(1) La relación de las reservas conocidas a las reservas totales, es del 34 o/o para Europa; 8 o/o para América, 2 o/o para Oceanía, 1,6 o/o para Asia y 0,8 o/o para Africa. (V. gráfico N.º 2).

1892

Proporción de las reservas
conocidas a las reservas totales



Se ve inmediatamente que Europa es el continente que suministra enseñanzas más exactas acerca de sus reservas

elevado en su escala de valores; Sud América, es rica en caídas, y respecto del carbón, delibera acerca de su existencia pero no perfora la tierra que es lo indispensable para adquirir certidumbre. De aquí que el monto de sus reservas totales sea comunmente

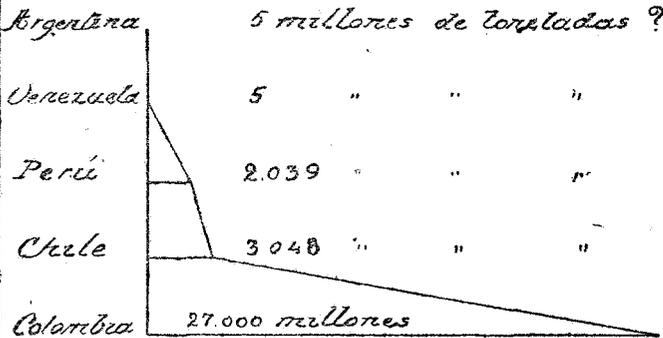
estimado en poco más de treinta mil millones de toneladas, de los cuales, 27 mil millones corresponden a Colombia. (V. gráfico N.º 3). Las solas reservas probables y posibles de Africa han sido estimadas en 57 mil millones, lo que demuestra que este último continente está, desde este punto de vista, mejor estudiado que Sud América. Se dice, que el carbón encontrado en la Argentina no es tan rico en calorías como el que nos viene del extranjero; pero los ensayos han sido hechos sobre muestras de superficie y todavía falta saber si las calorías que faltan no podrán ser compensadas con lo que se paga por fletes en mar y en tierra. Sus reservas totales fueron estimadas en el Congreso de Toronto (Canadá) en 5 millones de toneladas; pero esta cifra carece de valor real (v. gráfico N.º 3). Sobre todo, lo importante del problema es saber que Europa se agota. Si ella sola hubiera de proveer las exigencias de la industria, que en un futuro próximo alcanzarán a 2 mil millones de toneladas, sus reservas conocidas se agotarían en poco más de un siglo. (V. gráfico N.º 4). Si ella se resuelve a no trasladar sus fábricas y a importar combustible, su proveedora será seguramente China; y lo será también de Sud América; el celeste imperio, sería en tal caso, la vestal encargada de alimentar el fuego en el mundo. Sus reservas totales han sido estimadas en 995 mil millones de toneladas (v. gráfico N.º 3).

Si la cantidad disponible de hulla negra es una incógnita, se conoce en cambio lo que se produce y se conocen también las necesidades; y en presencia de ambos datos es que se llega a la conclusión de la crisis del combustible, pues *las necesidades crecen y la producción crece también aunque no tan rápidamente como las necesidades; el precio sube y las existencias visibles disminuyen rápidamente.*

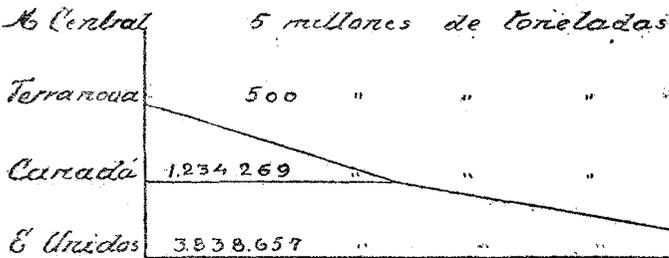
Este es el problema.

Nunca se supuso que la hulla negra fuera inagotable, pero las grandes disponibilidades justificaban su empleo como alimento único de la industria; y además el motor térmico era nuestro único

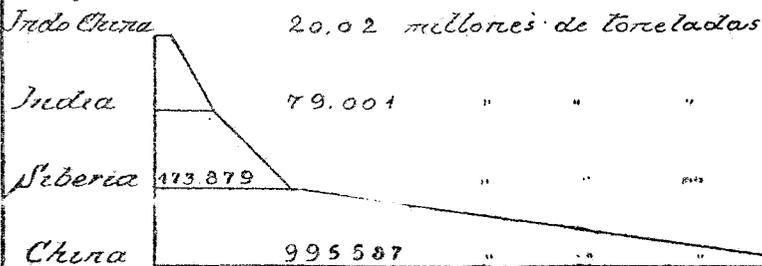
Sud América (reservas totales)

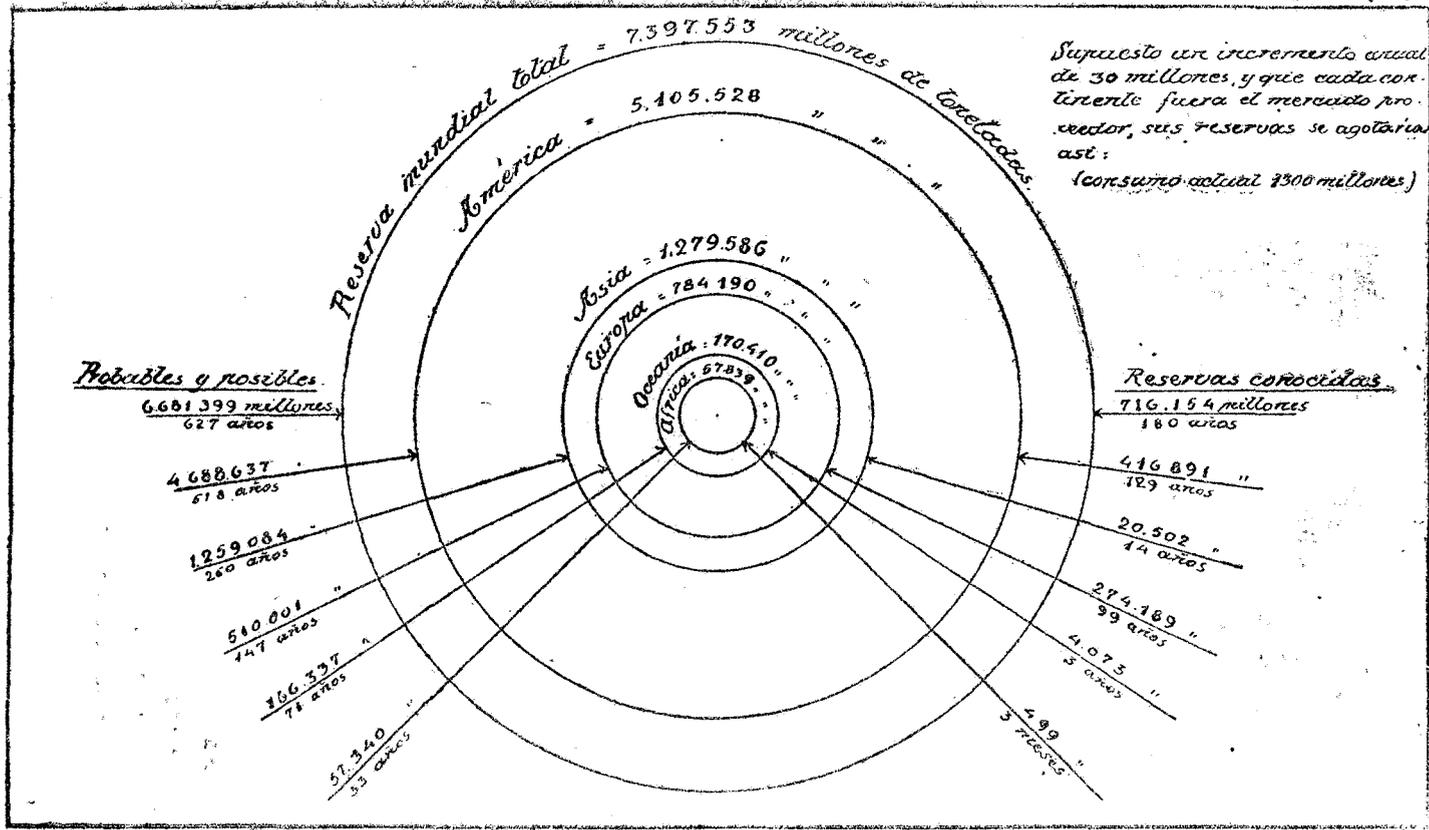


América del Norte (reservas totales)



Asia (reservas totales)





motor. Una mayor certeza nos asistía acerca de la existencia de hulla blanca, y la industria de las caídas de agua se impuso desde el principio como suplemento necesario del carbón, sobre todo cuando se hubo demostrado prácticamente la posibilidad del transporte de energía eléctrica a largas distancias; y de aquí el presunto imperio de la turbina en el siglo XX, pues la técnica actual gira para producir luz, fuerza y calor, alrededor de la turbina hidráulica, de la turbina a vapor y de la turbina aérea; el agua, el fuego y el aire, actuando sobre los delicados alabes de un receptor de tipo único que aparece aureolado de robustez, simplicidad y fácil instalación, y que podrá ser puesto en movimiento no solo mientras nos duren las reservas de la energía química solar, sino también mientras el sol pueda agitar masas de aire, y formar nubes, o provocar mareas, pues ya estamos también en esto último: hace pocos días, Francia ha mandado construir su primer dique destinado a almacenar aguas que de ellas provienen y que actuarán luego sobre receptores hidráulicos.

Esto es el pasado; la orientación seguida y la acción desarrollada han sido justas; a ellas debemos nuestro progreso actual, y es menester continuarlo. A nosotros nos corresponde esto último y nos preparamos a la acción principiando por medir nuestras fuerzas, es decir, las fuentes de energía ya conocidas y que no han sido totalmente empleadas. Las fuerzas que entrarán en juego son: la hulla negra, la hulla blanca y el petróleo. Se sabe que la primera, en los países que la producen, marcha rápidamente a su fin; está sospechada la segunda, de una causa accidental que la aminora, la disminución de las neveras y las lluvias; el petróleo parece tener vida efímera; vive la vida de los pródigos; un pozo es a veces un torrente y pocos años después un filete líquido. *Evitar* que la hulla negra se agote, no es posible; pero si nos es dable *retardar* su agotamiento mediante el empleo simultáneo de las tres fuerzas nombradas; con ello se da tiempo al descubrimiento de nuevas fuentes productoras y de las nuevas energías que

ahora se estudian y adivinan. Una acción tal simplifica un tanto el problema que ahora podemos enunciarlo así:

Simplificación del problema. — “*El problema del combustible interesa a todos los países y cada uno de ellos debe procurar resolverlo, a fin de quitarle, siquiera sea en parte, su extrema gravedad*”.

Este es el enunciado exacto; no se busca una solución general; se buscan soluciones parciales. Aminorar en todas partes el consumo del combustible más amenazado y cuya existencia se considere necesaria. La tarea consiste en inventariar las existencias, ponerlas en evidencia y en atribuirles valor. Lo primero, es del dominio de la estadística; lo segundo de la técnica profesional; lo tercero es acción del estado; pero todas exigen la colaboración suficiente y necesaria por parte de este último para ser llevadas a buen término. Ensayemos. Hagamos un poco de estadística.

El desarrollo de la producción de los combustibles minerales en el siglo XIX ha sido extremadamente rápido. Era avaluado en totalidad, a principios de ese siglo en 12 o 13 millones de toneladas, de las que Inglaterra producía los 5/6. Hacia 1857 la producción había decuplicado: alcanzaba a 125 millones de toneladas, de las que Inglaterra producía todavía la mitad, mientras que Estados Unidos de un lado y Alemania de otro producían alrededor de 15 millones; Francia y Bélgica alrededor de 8 millones. En los últimos treinta años la producción fué así:

País	1878	1888	1898	1900
Islas Británicas	134	173	205	228
Alemania	51	82	128	150
Austria Hungría	12	21	37	40
Francia	17	23	32	33
Bélgica	15	19	22	23
Rusia	3	4	12	16
Estados Unidos	65	135	200	243
Otros países	3	11	29	30
Totales	300	470	665	763

millones de toneladas

El valor total de la producción para 1898 ha sido estimado en 5 mil millones de francos. Los combustibles líquidos, nafta y petróleo, importarían 400 millones. Para Inglaterra, la hulla sola, a razón de 8 frs. la tonelada representaría un valor de 1620 millones; para Alemania 970 millones (9 fr. la hulla y 3 fr. el lignito); para Bélgica 240 millones (a 11 fr.); para Austria Hungría 250 millones (a 9.50); para Rusia, 160 millones (a 14 fr.); para Estados Unidos 1080 millones (a 5.40 fr.); para el Canadá 43 millones.

El cuadro anterior nos demuestra que en los últimos diez años del siglo XIX, la producción aumentaba a razón de 20 millones de toneladas por año; pero en los dos últimos años el incremento fué de 50 millones de toneladas por año. Las necesidades crecen más rápidamente aún, a tal punto, que en la actualidad los países productores de hulla estiman sus recursos como muy limitados. Muchos de ellos, Francia, por ejemplo, se ven obligados a sacar del extranjero una parte notable de lo que consumen; los precios se fijan de acuerdo con el precio del carbón al pie de la

mina aumentado del precio del transporte hasta el lugar del consumo y del derecho de aduana.

El conjunto formará un total muy cercano del precio de la hulla en las minas de Inglaterra o de Alemania, resultando así que las industrias francesas pagan su hulla sensiblemente más cara que las industrias extranjeras concurrentes, y que la diferencia es a menudo del simple al doble, y aún más, para los establecimientos alejados de las cuencas hulleras de primer orden.

La carestía de la hulla es una carga que pesa grandemente y de una manera directa sobre industrias tales como la metalurgia para la cual el precio del combustible es una cuestión vital. Su precio varía con la actividad de los negocios; la imposibilidad de reclutar un personal especializado y la importancia de los trabajos preparatorios, impide aumentar la producción muy rápidamente cuando las necesidades aumentan. Se ha visto recientemente disminuir la producción hullera en el momento en que la demanda era más fuerte, porque el aumento de los salarios ocasionaba una disminución del trabajo de los mineros, que en lugar de aprovechar del alza para ganar más, se contentaban con ganar como antes trabajando menos, resultando de ello que el precio de la hulla sube considerablemente en los períodos de prosperidad comercial. La amplitud de las oscilaciones de los precios en cortos períodos son mayores que los de la producción; y si en largos períodos no son tan sensibles debe atribuirse a que los progresos técnicos realizados compensan el encarecimiento de la mano de obra.

Aplicadas estas consideraciones a países nuevos y faltos de combustible, que aspiran a su desenvolvimiento industrial, los resultados son más graves. Una dependencia absoluta los vincula a los países productores, y una agitación social o acontecimientos políticos internacionales, pueden determinar la paralización o la ruina de sus industrias; de aquí que el problema del combustible

les interese a todos. En países cuidadosos de su prosperidad, los espíritus están constantemente atentos hacia la marcha de los nuevos progresos y hacia el descubrimiento de nuevas fuentes de producción para reemplazar a los que tuvieran que cerrarse. En los países que carecen de hulla, la pobreza del subsuelo en carbón explica la debilidad de su desarrollo económico y su dependencia de los que la producen; los que creyendo tenerlo no procuran adquirir la certidumbre, no sólo retardan su desenvolvimiento industrial, sino que agravan voluntariamente la sujeción económica a que se encuentran sometidos; y los que habiendo adquirido la certidumbre de su pobreza en carbón no procuran buscarle el sucedáneo cuando se ha anunciado la posibilidad de encontrarlo, conspiran contra su propio porvenir y encadenan voluntariamente su independencia económica.

Ante la perspectiva, no ya de agotamiento, sino de extrema escasez y posible desplazamiento de los centros industriales o productores hacia regiones donde se sabe ya que existen ricas hulleras, la China por ejemplo, nada queda por hacer?

Sí, queda todavía el aprovechamiento del trabajo mecánico del sol, la hulla blanca, que según Leroy-Beulieu, quitará a los países ricos en carbón el monopolio industrial que les había dado el vapor, y como la potencia política es a menudo la consecuencia de la potencia económica, debe resultar de ello cambios en el equilibrio mismo del mundo. Una nueva era se abre para los países que la poseen, era de gran prosperidad, si saben poner enérgicamente sus fuerzas hidráulicas en valor. El desarrollo de las fuerzas hidráulicas, cuya consecuencia es la producción de la energía barata, constituye un problema social de la más alta importancia, y en el porvenir, al decir de Pacoré, los países que produzcan más fuerza, serán los que prevalezcan sobre los menos ventajosamente privilegiados.

Al estudiar el problema del combustible no debe entrar como factor apreciable, como lo enuncian los economistas, la posi-

ble disminución de la hulla blanca. La ley a que obedece la formación de las neveras, la de su incremento en más o en menos, no ha sido todavía formulada; y la disminución progresiva de las lluvias es, por hoy, tan solo una sospecha; quizás con más fundamento pudiera aceptarse la concepción entrópica enunciada por Descoudres aplicable a las masas líquidas y que se enuncia así: "Si todas las operaciones terrestres no se efectúan más que en un sentido, es en virtud del principio del aumento de entropía; los movimientos de las aguas en la superficie de la tierra actúan siempre en un sentido tal que los fragmentos de roca son llevados al mar y nunca en un sentido tal que esos fragmentos sirvan para aumentar la altura de las montañas". También podría explicarse la desaparición de la energía de las corrientes de agua por el análisis de uno de los factores que determinan el valor de su potencia: ella depende de P (peso) y H (altura); supuesto P constante, H varía siempre; el material de arrastre de los cursos de agua, o sea su volumen sólido, es considerable; cada grano de arena es una altura que se resta a la montaña y que se suma al mar o a la llanura; el trabajo mecánico del sol accionando masas de agua tiende a nivelar los continentes; su hipsometría tiende a la horizontal. Supuesto que, al cabo de millones de años esto se produzca, nadie puede preveer la obra que para entonces habría realizado la naturaleza; ella trabaja lentamente pero de un modo continuo; y la formación de nuevos continentes, de nuevas cordilleras, puede muy bien estarse elaborando; por lo demás nada hay que impida suponer que el mar no esté obligado a devolver los continentes que devora. Si pues, la obra natural es lenta, la disminución de H es para nuestro problema un infinitamente pequeño, a incrementarse dentro de millones de años. Si ella fuera repentina desaparecería el problema. Es por eso que digo que, aún aceptando su variación, ella no debe figurar como factor apreciable en el agotamiento de las fuerzas hidráulicas; y en virtud de estas consideraciones podemos suponerlas, prácticamente, como

constantes. Los años de luz son todavía demasiado grandes para introducirlos en el estudio de nuestros problemas económicos.

Demos ahora algunas cifras.

Actualmente, el número total de caballos eléctricos mundiales producido con ayuda de las caídas hidráulicas, alcanza a 6 millones de caballos (caídas almacenadas) contra una disponibilidad total de 65 millones. Los Estados Unidos vienen a la cabeza con 2 millones; Francia, 1.200.000; Italia, 500.000; Suiza 400.000; Escandinavia estima sus disponibilidades en 18 millones; según Holtz se puede utilizar en Noruega, con régimen medio de aguas, 4 millones de H. P.; de los que 1.250.000 existen en Noruega meridional; un quinto de esta última cifra está afectada a la producción de energía hidráulica. Para Suecia, las disponibilidades son 6 millones y la utilizada pasaba, en 1906, de 300.000, y en instalación 120.000. El gobierno de Suecia ha resuelto electrificar, para utilizar la energía hidráulica, todas las líneas del Norte de Estokolmo.

El nuevo mundo, más que ningún otro país, ha desarrollado la utilización de las riquezas hidráulicas; sobre 30 millones de caballos consumidos por año en Estados Unidos, 26 millones provienen de máquinas a vapor; 3 millones de caídas de agua; 800 mil de motores a gas o esencia. Sobre ese total de 30 millones, 9 millones son empleados eléctricamente. Mientras que la fuerza total utilizada dobla cada diez años, la fuerza eléctrica dobla cada 5 años. Según Unurn, la potencia total de las caídas del Niágara alcanza a 7 millones de H. P.; y el Misisipi y sus tributarios podrían suministrar 2 millones. Las reservas hidráulicas del nuevo mundo se las estima en 30 millones. Según una relación del Ministerio de Agricultura, de Industria y de Comercio de Roma, se avalúa en 800.000 H. P. la potencia que se puede tomar a los cursos de agua de Italia Central; para Italia entera se puede contar con un disponible de 5.500.000.

En 1906, Suiza contaba con dos clases de motores que produ-

cían energía eléctrica de un modo continuo. Sobre sus 176 usinas, 114 eran con instalación únicamente hidráulica y 62 con usinas térmicas de socorro. En el período favorable la potencia de las usinas hidroeléctricas, alcanza a 205.000 H. P.; y baja a 122.000 en el desfavorable. El capital comprometido en esas instalaciones ha sido estimado por Tissot en 234 millones. (Este florecimiento industrial de Suiza, influye indudablemente en sus universidades; la de Lausana señala en su cuadro de distribución del tiempo 120 horas de teoría y 336 horas de ejercicios para la hidráulica y motores hidráulicos; mientras que los colegios técnicos de Inglaterra donde no son abundantes las caídas, se asigna solamente 18 horas). La potencia utilizable en Suiza se avalúa en 1.500.000 comprendiendo las fuerzas difíciles de aprovechar y las de menor valor.

Alemania tiene utilizables 1.500.000 H. P. y en acción 250.000. Austria dispone de 5 millones y utiliza 500.000. (El número de usinas hidráulicas representa casi la mitad de la totalidad de las usinas de fuerza motriz, 221 contra 446). Prusia, las disponibilidades 300.000, solo se utiliza 200.000. Baviera, estima en 300.000 su total de los que van a ser utilizados 115.000. Gran Ducado de Baden disponible 507.557, utilizados la quinta parte. Hungría disponible 550.000, utilizados 65.000. Gran Bretaña, 80.000. España, según Carballo, disponible 5 millones, (instalados 130.000). Rusia Europea, disponible 11 millones, utilizados 70 a 85 mil. Alsacia Lorena, 100.000; utiliza 23.000. Wurtemberg, disponible 58.000; utiliza 8700. Japón, un millón, utiliza 130.000; India utiliza 20.000. Chile utiliza 36.000; Argentina (en Córdoba) utiliza 8000; disponible 200.000.

Ahora, comparemos. La producción mundial de hulla negra es de 800 millones de toneladas al año. Un caballo hora consume, término medio 1 k. de carbón; al año, 8 toneladas, suponiendo un trabajo continuo de 22 horas diarias. Los 800 millones de hulla negra pueden por tanto producir 100 millones de caballos vapor. La disponibilidad mundial de hulla blanca (caídas estudia-

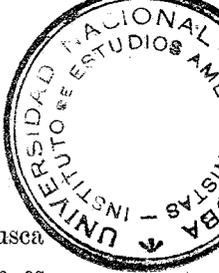
das) alcanza a 55 millones de caballos vapor; y la fuerza utilizada es solo de 6 millones (1).

Consecuencia: el motor hidráulico mundial, actualmente en función, reduce el consumo de hulla negra en un 60%; y esta reducción alcanzará a un 65%, cuando las fuerzas hidráulicas anteriormente computadas sean puestas en valor. De otro modo: anualmente dejan de extraerse 48 millones de toneladas de hulla negra debido al aprovechamiento de la hulla blanca, y esta reducción será de 520 millones de toneladas cuando sean puestas en función las fuerzas hidráulicas enumeradas. En igual proporción habrá de alejarse también el día en que la hulla negra se agote.

Digamos de paso dos palabras para la provincia en que tiene asiento esta Universidad.

El motor hidráulico de Córdoba, fué estimado en una memoria que yo presentara hace 18 años a esta Facultad, en 200 mil caballos. El motor térmico equivalente consumiría al año 1.600.000 toneladas de hulla negra; esto quiere decir que la energía hidráulica de los ríos de esta provincia equivale a la posesión de una mina de carbón que diera anualmente 1.600.000 toneladas, y que no se agotaría jamás, a menos que se suprimieran las lluvias. Y como una tonelada de carbón vale 50 pesos, quiere decir también que anualmente los ríos de Córdoba depositan en la llanura 80 millones de pesos de nuestra moneda. Para recoger ese oro en polvo, el procedimiento es conocido: se va hasta la montaña y en el cauce del río se construye un muro que forma una caída; se la obliga a pasar dentro de un tubo, después por una turbina y lo que resulte de este movimiento se recoge en un hilo que va hasta la ciudad, al pueblo o a la aldea; un niño oprime un botón y la inercia de las máquinas es destruida, el movimiento nace; genérase el calor, las tinieblas se disipan, y la luz se hace. ¿Qué ha pasado? Nada,

(1) Los cálculos están referidos al año 1906. En la actualidad, el consumo de hulla negra es estimado en 1250 a 1300 millones de toneladas.



era una gota de agua que bajaba de la cumbre al mar, en busca del rayo de sol que ha de volverla del mar a la montaña. Ese es su ciclo. Lo otro, es la suma de energía que Córdoba ha de aportar a la solución del problema del combustible. Y no podemos decir que no habría quien la empleara. Los ferrocarriles del país consumieron el año 1913, 1.443.443 toneladas de hulla y 466.658 toneladas de leña que, reducidas a carbón equivalen a 190.274 toneladas; pues se precisan 2400 kilos de quebracho elegido, sin albura y sin corteza, para efectuar el mismo trabajo que con mil kilos de hulla. Digamos pues que los ferrocarriles consumen anualmente 1.633.717 toneladas de hulla y que los ríos de Córdoba dan anualmente 1.600.000 toneladas. Está de por medio el factor transporte de la energía eléctrica a largas distancias. Pero ya se habla de ser otra cosa resuelta el transporte a 700 kilómetros; y la distancia de Córdoba a Buenos Aires es de 695 sm., 89; a Rosario 394.849; a Tucumán, 546.592; a Mendoza, pasando por V. María, Río Cuarto y San Luis 753. La técnica del transporte de energía a largas distancias está siendo resuelta cada día mejor; y no sería extraño que mientras nosotros discutimos en qué podría emplearse esta energía se nos avisara de Europa que ya se están formando capitales para explotarla. Así nos ocurrió con el petróleo, hasta que un particular buscando agua sacó petróleo; así ocurrió con el trigo: cuando lo importábamos de Chile era porque se nos dijo que el suelo de la Argentina no era apto para su cultivo; así ocurre hoy con el petróleo de Mendoza: que si hay, que no hay, y de Londres nos avisen que ya están listos los capitales para explotarlo allí y en el Neuquén. Tal sería la influencia de la hulla blanca de Córdoba en la solución del problema; millón y medio de toneladas que quedarían en las canteras de Inglaterra demorando, demorando el agotamiento de hulla negra. Mientras tanto los laboratorios de las universidades trabajan en procura de la energía contenida en un gramo de materia.

Supongamos llegado el momento en que los países exportadores de combustible avisen no haber más para la exportación y que la Argentina no hubiera todavía intensificado el estudio del problema del combustible, y no supiera, por lo tanto a qué atenerse acerca de sus existencias de carbones minerales. Para satisfacer sus necesidades actuales, ella tendría que cubrir los siguientes rubros: por carbón de piedra 5 millones de toneladas; por nafta o petróleo crudo 300.000 toneladas. La producción de petróleo de Comodoro Rivadavia es, término medio 300 mil toneladas, sin incluir la producción del pozo N.º 128 que se inició en Febrero de este año con dos mil toneladas diarias y que fué obturado por falta de transportes y tanques para almacenarlo. Suponiéndolo en función y que su gasto se mantuviera daría al año 730.000 toneladas que, junto con las anteriores suman un millón de toneladas. Ahora bien: Los ferrocarriles del Pacífico Oeste y Sud, proyectan utilizar el petróleo argentino por conceptuarlo insuperable para ese destino, y el solo ferrocarril del Sud necesitaría 200 mil toneladas para sus líneas. Si todos hubiesen de decidirse por este combustible, aquella producción sería absorbida, lo que indica la necesidad de intensificar las perforaciones. El pozo N.º 128 no debe considerarse como un caso extraordinario; en Méjico los hay muy superiores: el pozo de Aguila produjo en ocho años 20 millones de toneladas o sean dos y medio millones anuales, cuatro veces más que el N.º 128 de C. Rivadavia; según comunicación del Ing. Alejandro Figueroa dejó de producir en 1918 después de ser invadido por agua salada; el pozo No. 14 de la Mejicana, terminado últimamente en el distrito de Amatlan transporta por su propia presión siete mil toneladas diarias a diez kilómetros de distancia, estimándose en 25 mil toneladas diarias su producción si se diera abierta salida al petróleo. Podemos, pues, esperar pozos de gran rendimiento.

Según comunicaciones del 19 del mes pasado, se están realizando en Londres negociaciones para financiar una empresa exten-

sa que explotará los yacimientos petroleros de Mendoza y Neuquén. El sindicato nombrado establecerá sus oficinas en Buenos Aires para evitar los crecidos impuestos sobre el capital que rigen en la Gran Bretaña.

“Jujuy, por su parte, se apresta a movilizar sus riquezas mineras y poner en evidencia sus fuentes de petróleo que abundan en el departamento San Pedro sobre lo que los técnicos llaman el “Anticlinal del morro quemado”, y cuyas existencias son ya motivo de explotación industrial, pues con asfalto del Garrapatal se ha pavimentado la ciudad de Jujuy. En la Brea hay asfalto en abundancia, fluye naturalmente el petróleo y las perforaciones hechas dieron con alguna napa. En el Aibal, El Toba, Sta. Rita, Barro Negro, Tejeda y Yavi Chico las manifestaciones son evidentes. Para algunas de ellas los estudios realizados son completos y se conoce la clase, espesor y situación de cada una de las capas que es menester atravesar. Se calcula dar con el petróleo después de los 500 y antes de los 700 metros. La calidad de los petróleos jujeños es excelente, rica en aceites livianos, sin azufre, ni sustancias perjudiciales, según todos los análisis hechos. En La Brea el petróleo se vierte naturalmente y hay el propósito de instalar una pequeña destilería. Los ferrocarriles del Estado, siguiendo las indicaciones de varios geólogos del país y extranjeros, se proponen realizar perforaciones (“La Nación”, Julio 17 de 1921).

“Una enorme riqueza espera en el Norte de la República donde los yacimientos mineros ya explorados aseguran una explotación productiva. El carbón aparece en ricos afloramientos, cerca de Jujuy, en Tilquiza, en el Cucho, en Ocloyas y en el Cerro Labrado. Esos afloramientos dan lignitos hermosos que fueron analizados en el arsenal de guerra, acusando un rendimiento de 6300 calorías. Son de especie bituminosa y de excelente combustión. No se ha hecho en lo que parece ser una gran cuenca ningún sondeo ni estudio especial. Esas manifestaciones carboníferas están cerro de por medio de los afloramientos petrolíferos del Aibal y Garra-

patal, los que, a su vez, están vecinos de otra cuenca carbonífera cuyos afloramientos aparecen en Caillegua. Más al Norte el carbón aparece en grandes mantos en las proximidades de Orán. No se han hecho estudios de estas cuencas pero es sugerente esa proximidad de los afloramientos de carbón con manifestaciones bituminosas y la posible napa petrolífera de esa región. Abundan igualmente en esa zona las turberas que aparecen visibles en los cortes del F. C. C. N. cerca del puente del río de la Quiaca. El hierro abunda igualmente en las serranías del Aquilar, en Humahuaca. Los análisis dan una proporción de hierro de más del 60 o|o en "comunes" obtenidos de diversas vetas. Una hermosa veta de hierro, de cerca de 5 metros de ancho, corre de N. a S. en la serranía de Escaya, departamento Yavi, con óxido de hierro de un 70 o|o; hermosas hematitas hay en las proximidades de Pumahuasi y puesto del Marqués, como los hay en Santa Catalina y Binconada, en cuyos placeres auríferos, con el polvo o pepitas de oro, aparece el hierro magnético. ("La Nación" 14 de Agosto de 1921).

Los análisis del petróleo de Plaza Huincul han sido terminados y comprueban la riqueza del producto, que es superior al de Comodoro Rivadavia. Sometido a la destilación por el método de Engler, ha acusado una proporción del 25 o|o de nafta, porcentaje elevado que da idea de la fluidez del producto y de su riqueza en esencias livianas, pues se notó la presencia de muchos gases ("La Nación").

Parece pues, que el subsuelo de nuestro país, en regiones inmensas, estuviera impregnado de petróleo pues sus manifestaciones aparecen al Norte de la república en Jujuy, al Sud en Comodoro Rivadavia y Plaza Huincul y al Oeste en Mendoza, no obstante lo cual continuamos introduciendo y por consiguiente pagando al extranjero por concepto de carbón, nafta, petróleo y kerosene, período de 1913 a 1918, la enorme suma de más de 400 millones de pesos, de cuya suma corresponde al combustible líquido más de 187 millones.

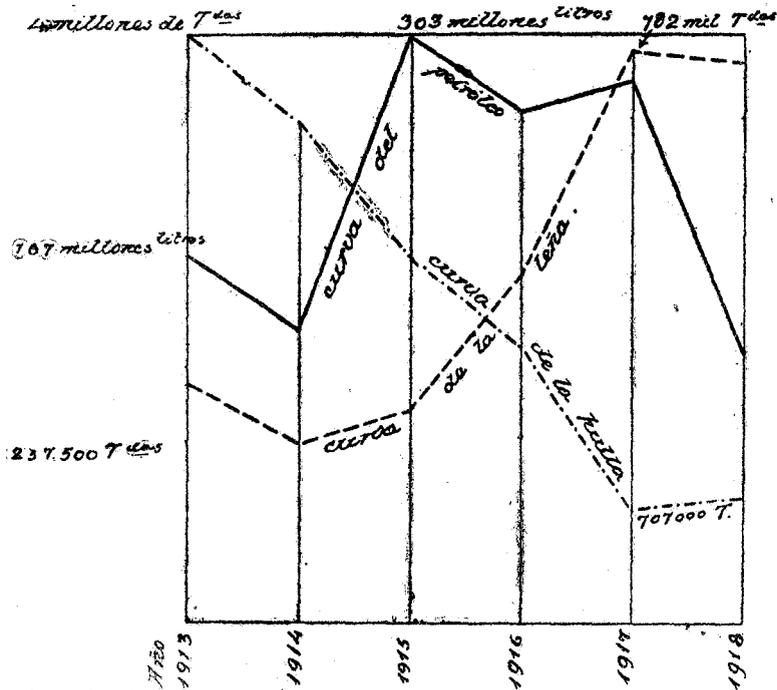
Pero nuestro problema no es suprimir las importaciones cuando ellas sean ventajosas para el país; en la actualidad, Estados Unidos, productor de petróleo, importa petróleo mejicano, porque le conviene; es más barato. El problema es con qué ha de reemplazarse el combustible importado cuando los países productores no lo exporten. Y si estas cosas han de quedar siempre libradas a la iniciativa privada, si ha de demorarse indefinidamente el estudio racional y metódico de nuestros yacimientos; si no se pide a la ciencia su eficaz colaboración y la acción del estado no se deja sentir en forma eficaz y urgente, porque el estudio preparatorio es necesariamente largo, nos encontraremos sin respuesta que dar; y nuestra incertidumbre futura habríase originado por nuestra imprevisión actual ya que, para entonces, toda nuestra presunta riqueza de combustible permanecería como hasta hoy, tesoro oculto y enterrado que pugna por ver la luz del sol, pues los hombres parecen no haber descubierto el barreno único, menester necesario para romper la costra de tierra que de tan valiosas fuentes de energía nos separan.

El país necesita saber si el petróleo y el hierro y el carbón existen en Jujuy, y si el primero existe en Mendoza, en qué cantidad y calidad; si bastan o no para nuestras necesidades y para el futuro. Ya no basta saber que existe en Comodoro Rivadavia. No por razones industriales ni comerciales, sino por otras razones, necesitamos saber a qué atenernos sobre nuestras existencias petrolíferas fuera de las costas del mar; y aunque no fuera tiempo todavía de ponerlas en explotación es menester que queden definitivamente estudiadas, pues es muy importante para un país conocer y elegir su destino en todo género de actividades.

Está en el ambiente que con el concurso de las zonas Norte, Sud y Oeste de la República, el combustible líquido importado puede ser reemplazado, y que el carbón puede ser reemplazado también; y que el país puede convertirse en exportador de combustibles; pero esto es una impresión y lo que se necesita es certeza.

Republica Argentina

Alteraciones que sufrió el mercado de combustibles durante la guerra (Período de 1913 a 1918)



La curva de la falta baja de 4 millones de toneladas a 707 000

La del petróleo sube de 187 millones de litros a 303 millones

La de la Teña (provincia de Córdoba) sube de 237 mil toneladas a 782 mil

Escala.

- Para la falta, 0,01 = 500 mil T. de
- " el petróleo, 0,01 = 37.500 m³
- " la Teña, 0,01 = 100 mil T. de

Por ahora, y desde el punto de vista que tratamos, la república entera debiera dirigir al Norte sus miradas; como poderoso imán el hierro y el petróleo de Jujuy debiera hacer afluir el poco de oro que se necesita para operar un feliz alumbramiento.

Ante el problema del combustible, tal como se presenta, un vigoroso impulso por parte del Estado, con el fin de saber a ciencia cierta a qué atenerse, debe ser considerado como el gran deber actual. Hasta la seguridad del país parece así indicarlo.

¿Y nuestros bosques? Contribuyen eficazmente a satisfacer nuestras necesidades. Con motivo de la guerra europea, la curva de importación de la hulla bajó en la Argentina de 4 millones de toneladas a 822.000. (V. gráfico 5).

En el mismo período, la sola provincia de Córdoba veía elevarse la curva de la leña de 190 a 600 mil toneladas. Si la importación de hulla cesara y la leña fuera nuestro único combustible, debería satisfacer a los siguientes rubros: por hulla que se deja de importar (equivalente en leña) 12 millones de toneladas; consumo propio de los ferrocarriles 500 mil; para el consumo, maderas de construcción, obraje, etc., 3 millones; para carbón 500 mil; total anual para necesidades actuales: 16 millones de toneladas. Se estima que un bosque da un promedio de 40 toneladas por hectárea. Anualmente consumiríamos pues, 400 mil hectáreas de bosques. Si la provincia de Córdoba fuera una inmensa selva sería devorada al cabo de 43 años, suponiendo que las exigencias actuales no aumentarían.

Hace un siglo, nadie pensaba en que la carestía de hulla pudiera llegar a ser un problema; hoy la humanidad se muestra angustiada ante su posible agotamiento en los actuales mercados productores. Si Inglaterra fuera la única proveedora de combustible mineral, vería agotadas sus reservas conocidas dentro de 63 años; y si Alemania lo fuera se agotaría dentro de 51 años. (V. gráfico N.º 6). El petróleo es abundante pero también se agota: las selvas y los bosques, llamados a responder a otras necesidades huma-

Tablas europeas

Relación de las reservas conocidas y probables a las reservas totales y su duración en el supuesto de que cada una fuera el único mercado productor. Con su mo actual 1300 millones de toneladas
Incremento: 30 millones anuales

				Duración
Belgica, total = 11 mil millones				8 años
probables = " " "				" "
conocidas, " " "				" "
Rusia Europea = 60.106 " "				34 "
probables = 60.037 " "				" "
conocidas = 169 " "		100 %		0 "
20%	Hungria = 1717 " "	80%		1 "
	probables = 1359 " "			1 "
	conocidas = 358 " "			0 "
21%	Italia = 243 " "	79%		0 "
	probables = 191 " "			0 "
	conocidas = 92 " "			
24%	Alemania = 423.350 " "	76%		130 "
	probables = 319.178 " "			109 "
	conocidas = 104.178 " "			51 "
25%	Francia = 17.583 " "	85%		11 "
	probables = 13.079 " "			9 "
	conocidas = 4.504 " "			3 "
26%	Austria = 53.876 " "	74%		31 "
	probables = 38.675 " "			24 "
	conocidas = 15.200 " "			11 "
75%	España = 8768 " "	25%		6 "
	probables = 2548 " "			2 "
	conocidas = 6220 " "			5 "
75%	Inglaterra = 189.553 " "	25%		77 "
	probables = 48.034 " "			28 "
	conocidas = 141.499 " "			63 "

nas y a colaborar en la industria del fuego, se agotarían más rápidamente que la hulla y que el petróleo; hay sin embargo algo que parece permanecer constante; es la gota de agua que baja de la cumbre al valle entonando su himno: "Yo soy una fuerza en marcha".

Concretemos. El problema del combustible no es un problema de agotamiento absoluto, pues existen en Asia yacimientos hulle-ros conceptuados como los mejores del mundo, y Sud América es una brillante promesa. Pero el rápido encarecimiento de la hulla en los actuales mercados productores hace que el problema revista una extrema gravedad.

El motor térmico actual, estimado en 156 millones de caballos vapor, es insuficiente por sí solo para satisfacer las exigencias de la industria; y el motor hidráulico mundial, estimado en 65 millones sobre la base del aprovechamiento íntegro de las caídas estudiadas, es con más razón insuficiente para satisfacerla por sí solo. El automóvil y la tracción ferroviaria tienen puestos sus ojos en el petróleo, y van en camino de absorber por sí solos la producción total.

Otras industrias, distintas de la del fuego, reclaman para sí las selvas y los bosques.

La previsión humana debe concretarse a evitar el agotamiento de la hulla y el de los bosques, y formar un solo frente con el motor térmico, el hidráulico y el de petróleo para combatir la crisis del combustible mineral.

Cada país está en el deber de dictar leyes tendientes a poner en evidencia sus combustibles y hacerlos figurar cuanto antes en su escala de valores.

En la Argentina, las fuerzas hidráulicas son abundantes, y Córdoba será antes que ninguna otra región la capital de la hulla blanca. Un pantallazo de luz emanando desde Córdoba, puede iluminar el territorio argentino desde Buenos Aires hasta Tucumán; desde el Paraná hasta los Andes. Está todo dentro del radio de

acción en que ya se considera posible el transporte de la energía eléctrica.

El motor hidráulico, alimentado por fuentes que se pueden considerar prácticamente como constantes, quitará a los países ricos en carbón el monopolio industrial que les había dado el vapor y por ello resultarán cambios en el equilibrio económico del mundo. La balanza ha de inclinarse del lado de aquellos que, en posesión de la hulla blanca, sepan con más energía ponerlas en valor.

Esta es misión del estado.

La otra, pertenece a vosotros, señores ingenieros. La tarea a realizar, Hanotaux la sintetiza así; “Aristides Bergés, apóstol y precursor de la hulla blanca, apoya una cañería en el flanco de las rocas, sube hasta el glaciar, lo encierra en una cámara de agua pone mano sobre la cascada y la conduce apaciguada hasta el taller”.

Entre tanto, nuestras universidades trabajan, por intermedio de sus laboratorios, en procura de la energía intra atómica contenida en un gramo de materia.
