

lugar á ventajas positivas, se practicará la operación, recurriendo á una de las instituciones del Crédito organizadas para entregar á las Sociedades ó Sindicatos de regantes los valores fiduciarios, que, como tales, serán dinero en el acto.

También puede sufragar los gastos el mismo Sindicato, suscribiendo cantidades los asociados.

Hemos dejado para el final el factor trabajo. Hacen falta brazos para la explotación de los riegos, para la preparación de las tierras y para la conservación de las obras.

El bracero constituirá crecida población en toda la zona, asegurando la eficacia de las labores y vivirá á expensas del aumento de producción logrado por las mejoras del cultivo.

La densidad de población de la provincia de Sevilla es muy reducida, pues no llega á 39 habitantes por kilómetro cuadrado, mientras que Valencia tiene 75, Murcia 50, Alicante 83, Castellón 48 y Málaga 69, siendo una de las ventajas de los riegos la posibilidad de aumentar la población rural.

Al recorrer los terrenos de esta zona, pasan muchos kilómetros sin encontrar un ser humano, todo está desierto fuera de las faenas reglamentarias que exige el cultivo de los cortijos. *La Soledad Campesina*, que un distinguido escritor ha denominado la *Madrastra de los campos*, tiene por causa la falta del agua.

La prosperidad de las huertas de Valencia y Murcia se debe á la parcelación excesiva y á la confianza en el disfrute de las fincas, cuyas mejoras han ido acumulando una tras otra generación.

Estas obras consideradas como negocio agrícola, permitirán destinar anualmente más de cuarenta millones de pesetas á jornales; y si con 5 ó 6 millones destinados á caminos vecinales y repartidos en otras tantas provincias, ha podido hacerse frente á la crisis agraria que en Andalucía constituye una enfermedad anémica, pues los obreros del campo padecen hambre, lo mismo cuando llueve una gota más, que cuando llueve menos, ¿qué no podrá lograrse con los 40 millones de pesetas que anualmente pasarán á manos de los obreros?

Será un paso más para atajar esa corriente de sangre española que emigra en busca de glóbulos rojos, para combatir la anemia producida por el hambre.

Bajo este aspecto, los riegos del Guadalquivir deben ser mirados con atención preferente por todos los Gobiernos, porque resuelven en parte la solución al problema agrario de Andalucía.

Á su sombra se creará una población rural muy numerosa, con vida propia y en condiciones de atajar utopías y de curar enconos, y que educada con rapidez en los principios de justicia, de moralidad y de respeto, será el del origen *huertano bético*, sobrio, robusto, trabajador é inteligente, que después de una labor diaria sobre la tierra, que ya no será ingrata, pues el trabajo la habrá pulverizado, y el agua y los abonos habrán mejorado sus propiedades, meditará al caer de la tarde sentado á la puerta de una casita blanca, al lado de una mujer *morena y sevillana*, rodeado de sus hijos, y dirá contemplando la bóveda celeste tachonada de estrellas, embriagando sus pulmones con las brisas saturadas del perfume de los naranjos:

¡Qué feliz soy, Patria mía! Todo lo debo á tí y mi trabajo, vivo contento, no ambiciono nada, y estoy dispuesto á defenderte con mis robustos brazos, si alguien tratara de mancillar tu nombre sacrosanto.

CONTROVERSIA SOBRE EL RADIO

La controversia sobre la naturaleza real del radio, abierta por lord Kelvin en su carta al *Times* de 9 de Agosto de 1906, aparece como un ejemplo de plagio histórico y tiene muchos precedentes en los anales del progreso científico. De un modo

semejante Laplace no pudo resolverse á aceptar la teoría ondulatoria de la luz; las ideas de Lavoisier encontraron sus adversarios más encarnizados en algunos de los químicos más renombrados de su época; y la obra de Darwin sobre la evolución, debió principalmente su éxito á la entonces nueva generación de naturalistas, más que al apoyo que le prestaron aquellos cuya reputación estaba ya establecida. En principio, convendría no aferrarse demasiado á las teorías físicas y químicas. Así es que, como dijo el profesor J. J. Thomson en una reciente alocución, una teoría física es «un programa más bien que una profesión de fe», y el físico debe estar siempre dispuesto á abandonar ó á modificar sus puntos de vista sobre la naturaleza íntima de las cosas, á medida que las necesidades lo exigen. Sin embargo, aunque este es un consejo que tiende á la perfección, ha habido en todo tiempo muchos casos de hombres que, colocados á la cabeza de la escala científica, han sido incapaces de aceptar modificaciones muy necesarias á las concepciones teóricas en que se inspiraban sus trabajos. Es probable que la mayor parte de sus éxitos tuviera por causa la claridad con que supieron representar las relaciones recíprocas del «modelo mecánico del universo» desde el punto de vista particular en que se colocaban; así es que era mucho más difícil para ellos abandonar ó más bien modificar ese modelo, que para otros hombres más jóvenes y menos íntimamente familiarizados con todas esas particularidades.

El punto actualmente en litigio puede resumirse como sigue: en los primeros años del pasado siglo, Dalton hizo suya una teoría debida inicialmente á Demócrito, según la cual la materia no era divisible hasta el infinito, sino que consiste en un conjunto de pequeñas partículas ó átomos, que todos los procedimientos químicos son incapaces de fraccionar ó subdividir. Demócrito opinaba que los átomos no habían tenido causa y que existían desde la eternidad. Clerk Maxwell los llamó las piedras de fundación del universo, y movido, al parecer, más por deseo de encontrar un fin á la naturaleza que por consideraciones puramente físicas ó filosóficas, fué más lejos y dijo que todos los átomos tenían la apariencia de «objetos fabricados». Por el contrario, otros muchos físicos y químicos, aun admitiendo que en el laboratorio no existe ninguna prueba de la desagregación de los átomos, consideraban que era ir demasiado lejos al afirmar la imposibilidad de que esto suceda. La primera indicación de la existencia de partículas mucho más pequeñas que los átomos, fué obtenida por sir William Crookes, quien pensó que en un tubo en el que se ha hecho el vacío, la descarga es conducida por algo bastante más pequeño que los átomos, y que llamó materia radiante. Su teoría fué vivamente combatida, sobre todo en el extranjero.

Ahora bien, hace algunos años el profesor J. J. Thomson, gracias á una serie de experimentos extraordinariamente ingeniosos, logró pesar las partículas que conducen la descarga y encontró que tenían una masa igual á próximamente 1/1.000 de la de los átomos del hidrógeno. Más adelante se reconoció que estos «corpúsculos», como los bautizó Thomson, podían obtenerse con toda clase de materias. Si se expone una lámina de zinc á la luz violeta, se desprenden en grandes cantidades, y en ciertas circunstancias las sales de calcio los desprenden en corrientes muy copiosas. Hacia la misma época en que tenían lugar estas investigaciones, Zeeman demostró que lo que producía la luz cuando se calentaba fuertemente una sal, no era el conjunto del átomo, sino una partícula mucho más pequeña, cuya masa calculada concordaba con la de los corpúsculos medidos por Thomson. Así, pues, aparentemente, los corpúsculos forman un elemento constitutivo del átomo, y según una de las hipótesis emitidas, el átomo se compone únicamente de estos corpúsculos, de los que entran próximamente 1.000 en un átomo de hidrógeno. En tal caso, la desagregación atómica no es solamente posible, sino inevitable, puesto que estos corpúsculos cargados, recorriendo órbitas en el interior de los átomos, con velocidades considerables, obran cada uno como radiadores, perdiendo así

su energía cinética. Pero experimentos recientes realizados por Thomson tienden á probar que el número de corpúsculos del átomo ha sido exagerado notablemente por los partidarios de la teoría antes citada; no obstante, y aunque el número de estos corpúsculos contenidos en un átomo parezca ser del mismo orden que el peso atómico, se aplica el mismo razonamiento, y en virtud de esta teoría llega, finalmente, un momento en que la estabilidad interior de cada átomo queda destruída.

Al mismo tiempo que se practicaban las dos series de investigaciones que se acaba de citar, Becquerel hizo el descubrimiento sensacional de que el uranio daba espontáneamente origen á una radiación que obraba sobre las placas fotográficas, y poseía, por lo tanto, cierta energía. Los experimentos demostraron que esta propiedad radiante era, en apariencia, independiente de las influencias exteriores y que tenía una duración indefinida. Más tarde, Mr. et Mme. Curie separaron de la ganga de uranio el elemento radio que poseía las propiedades particulares del uranio, reforzadas en un grado maravilloso. El examen de la radiación emitida por este elemento demostró que se la podía descomponer en tres partes: los rayos llamados α , β y γ . Se observó que los rayos α eran de las partículas electrizadas positivamente, de proporciones atómicas; que los rayos β eran de las partículas idénticas á los corpúsculos Thomson; mientras que los rayos γ eran análogos á los rayos Röntgen, bien conocidos, pero poseyendo una potencia de penetración extraordinaria. Se comprobó además que la energía producida era tan grande, que una masa de radio podía elevar su peso de agua al punto de ebullición en una hora. Después de haber medido la masa de las partículas α , Rutheford emitió la hipótesis de que el helio era un producto de la descomposición del radio, y sir William Ramsay y el profesor Soddy demostraron que esta suposición estaba bien fundada. Para unificar todas las observaciones precedentes, se sugirió la idea de que se trataba de un ejemplo de esta desagregación atómica que parece una consecuencia necesaria del descubrimiento de Zeeman.

Este modo de ver fué vivamente combatido por muchos químicos, y no fué aprobado por lord Kelvin. Los químicos sostenían que el fenómeno era simplemente un caso de desagregación ordinaria de un compuesto químico, y pudieron citar casos de química orgánica, en los que se producían reacciones químicas espontáneamente en condiciones determinadas y en que el cambio que se operaba seguía exactamente leyes análogas á las que, según Rutheford, regían la declinación de la actividad de las emanaciones del torio. Sin embargo, el nuevo fenómeno difería del antiguo en dos puntos muy esenciales. En primer lugar, la cantidad de energía desarrollada era enorme en comparación con la que desarrollaba en la desagregación de un peso similar de cualquiera de los compuestos químicos que se conocen; en segundo lugar, la velocidad de la transformación parecía independiente de las temperaturas muy elevadas ó extremadamente bajas. Tenemos entendido que se ha demostrado recientemente que la velocidad de la radiación está ligeramente influida por los calores extremados; pero el resultado es el mismo á la temperatura del aire líquido que á la del rojo oscuro. Por otra parte, todas las reacciones químicas están grandemente influidas por estos cambios de temperatura, y esta influencia se hace sentir particularmente sobre aquellas cuya velocidad de transformación es más bien progresiva que explosiva. No tenemos noticia de que ningún químico haya intentado refutar estas dos objeciones, así como tampoco lord Kelvin.

La extraordinaria cantidad de energía desarrollada por el radio conduce á otra deducción fecunda, á saber: que una proporción considerable del calor que existe en las capas inferiores de la corteza terrestre es debida á la presencia del radio. Durante muchos años los físicos y los geólogos no pudieron ponerse de acuerdo acerca de la edad de la tierra.

Considerando la tierra simplemente como un cuerpo que se está enfriando, y del que se conoce la conductibilidad de las capas superficiales, lord Kelvin ha demostrado, hace bastante tiempo,

que la fecha en que empezó á formarse la corteza sólida no excede probablemente de cien millones de años. Cálculos análogos, hechos en la hipótesis de que la radiación calorífica del sol es debida únicamente á la energía desarrollada en su construcción, han conducido igualmente á la conclusión de que ha dejado de ser un foco de calor y luz desde hace unos quince ó veinte millones de años. Los geólogos, por otra parte, declaran que el examen de las rocas indica un lapso de tiempo enormemente mayor entre el depósito de las primeras rocas rudimentarias y nuestra era. En 1891, el profesor Perry demostró que la edad posible de la tierra pudiera ser mucho mayor de lo que Kelvin y Tait habían calculado, admitiendo que la conductibilidad sea mayor que la de las rocas superficiales. Pero esta hipótesis, conducía á la conclusión de que la corteza terrestre debía tener mucho espesor, lo que parece estar en contradicción con los fenómenos de ondulación observados en los temblores de tierra. No obstante, si las capas superficiales de la tierra contuviesen una cantidad apreciable de radio, la dificultad estaría resuelta; ahora bien: un examen de las rocas superficiales, hecho por mister Strutt, ha demostrado que la cantidad de radio que contienen es suficiente para explicar satisfactoriamente la elevación de temperatura observada, aun cuando la corteza terrestre no tuviese más que algunas decenas de kilómetros de espesor.

Sin duda esta conclusión dejaría de ser exacta si por una razón cualquiera el radio cesase de desagregarse á grandes profundidades, y lord Kelvin, en una de sus diferentes cartas al *Times*, hizo suya una hipótesis emitida por Mr. Douglas Rudge, de que las enormes presiones á que estaba sometido le impediría desarrollar su actividad particular. Como, sin embargo, ésta no se disminuye por un frío extremo, bastante próximo al cero absoluto de temperatura, no parece *á priori* que haya lugar á admitir que se paralice con la presión. Probablemente la idea consiste en asimilar la desagregación del radio á la del carbonato de calcio en cal y ácido carbónico. Esta última reacción se detiene, ó más bien queda en un estado de equilibrio estático cuando la presión del gas desprendido alcanza cierto límite. Pero esta presión límite depende de la temperatura, y este hecho, por sí solo parece suficiente para destruir la analogía propuesta. El cuidado de aportar pruebas incumbe, pues, á los que afirman la influencia de la presión, y estas pruebas no han tratado de presentarlas. Á menos que no intervenga una acción cualquiera de este género, la presencia del radio en la corteza terrestre en la cantidad que realmente se ha observado da á la tierra una edad suficiente para las necesidades del geólogo; la dificultad referente á la duración de la luz y del calor solar se resuelve de una manera análoga. Es cierto que no se ha observado efectivamente ninguna indicación directa de la presencia del radio en el espectro solar; pero debe recordarse que en este cuerpo luminoso es donde se descubrió primero el helio, que no se reveló en nuestro planeta sino bastantes años más tarde. Existen muy buenas razones para creer que el helio es un producto de la radioactividad, y que, por consiguiente, el sol contiene cantidades importantes de cuerpos radioactivos.

Una particularidad curiosa del helio, en lo que concierne á su derivación del radio, es que el helio no se acusa desde el principio en la emanación que se produce, sino que hace su aparición al cabo de algunos días. Si se encontrase en la emanación, de la misma manera que el sodio en la sal marina, no parece posible que su presencia no se revele en el espectroscopio desde el principio, aunque, sin duda, se conozcan casos en que la presencia de un gas oculte el espectro de otro que se halle en proporción bastante apreciable.

La teoría de la desagregación atómica trae, por supuesto, entre sus consecuencias, la de que el radio es un elemento de duración limitada; su existencia sería próximamente de mil á mil quinientos años. Por consiguiente, si no se renovase en alguna fuente, habría desaparecido hace mucho de la tierra. Se supone que la substancia que lo engendra es el uranio; éste es un elemento que se desagra también y uno de los productos

de su descomposición sería el radio. Una prueba de esta relación está dada por la observación de que la cantidad de radio contenida en un mineral que encierra uranio es siempre una fracción constante, aunque muy pequeña, del peso del uranio contenido. La existencia de este último es enormemente mayor que la del radio, y es posible que el elemento en cuestión sea el residuo de algún otro elemento primordial, que desde hace mucho tiempo no exista en la naturaleza.

Claro está que, como toda teoría física, la de la desagregación atómica podrá, á medida que se acumulen las observaciones, no responder á los resultados de nuevos experimentos; pero en el estado actual de la ciencia, ninguna otra explicación de los fenómenos de que se trata parece susceptible de abrazar y de unificar la gran variedad de hechos observados; y no se abandonará seguramente hasta el día en que se formule alguna otra hipótesis que ofrezca un modelo igualmente inteligible y adecuado de la estructura interna del átomo. El problema está todavía en su infancia y pueden esperarse muchas aclaraciones en los primeros años que transcurran. Aunque por ahora el asunto no ofrezca una importancia práctica inmediata, toca bastante de cerca á los intereses materiales de la raza. Nuestra civilización actual está basada en la posesión de la hulla, y la producción de la energía mecánica aumenta rápidamente de año en año. En un porvenir bastante próximo, la provisión de este producto, hoy día indispensable, estará agotada, y si la raza humana no ha logrado encontrar alguna otra fuente de energía, la recaída en la barbarie parece inevitable. Los experimentos realizados recientemente en Cambridge tienden á demostrar que tal vez no será imposible utilizar las enormes reservas de energía interna que, según la hipótesis actualmente en discusión, se suponen almacenadas en el átomo; verdad es que en los experimentos en cuestión, esta producción de energía se ha realizado en un grado casi infinitesimal.—H.

FERROCARRILES DE MONTAÑA

El Ingeniero Mr. Levy-Lambert ha publicado recientemente un estudio (*Boletín de la Sociedad de Ingenieros de Francia*, Marzo de 1906), sobre los caminos de hierro con cremallera, estudio en el que trata, con los desarrollos que la cuestión exige, la importante cuestión de los caminos de hierro mixtos, ó sean aquellos que están constituidos por secciones con adherencia y secciones con cremallera, y en los cuales la tracción se hace sin interrupción por medio de locomotoras dispuestas especialmente á este fin. Al tratar este asunto el autor, se encuentra naturalmente llevado al punto referente á la elección que debe hacerse en este caso, único, en el que, según él dice, y con razón, puede haber vacilaciones, entre la cremallera parcial y la adherencia en todo el recorrido. No entra profundamente en el examen de la cuestión y se limita únicamente á expresar la conclusión de que nada puede decirse con carácter general en este respecto, y que un estudio detallado y comparativo se impone en cada caso. Cita, á título de ejemplo, el caso del camino de hierro de Vierge á Zermatt, en el que las dos soluciones han sido examinadas y donde la elección ha recaído en el sistema mixto.

Participando en principio de la opinión sustentada por monsieur Levy-Lambert, según la cual, es imposible emitir reglas generales sobre esta cuestión, el Ingeniero M. A. Mollet entiende, no obstante, que algo más puede decirse y que es interesante poseer, cuando se trate de la elección de un sistema, ciertas reseñas basadas en una experiencia prolongada.

Con este objeto, ha publicado M. A. Mallet una nota, de la cual vamos á extraer lo más importante.

El problema del establecimiento de un camino de hierro, hay que considerarlo desde dos puntos de vista: la construcción y la explotación; nos fijaremos muy rápidamente en el primero.

En un camino de hierro de montaña se trata de enlazar dos puntos situados á altitudes diferentes, y, ya el punto superior es el término de la línea, que es el caso más sencillo, ó ya es la entrada del túnel que franquea el collado de la cadena de montañas que separa dos valles. Si la pendiente natural media del terreno es superior á la inclinación máxima admitida para el camino de hierro, que es el caso más corriente, hay necesidad de prolongar el trazado con lazos ó desarrollos por valles secundarios, ó, en caso necesario, acudiendo á artificios, tales como túneles en hélice practicados en los flancos del valle, como en Gonthard y otros sitios. Si la naturaleza de la línea á establecer permite la introducción de pendientes que se aproximen sensiblemente á la pendiente de la vaguada del valle que hay que recorrer, se puede seguir el terreno con una pendiente continua bastante fuerte ó introducir una combinación de pendientes fuertes y débiles, del mismo modo que se domina la pendiente excesiva de un curso de agua navegable por el establecimiento de esclusas, y franqueando las pendientes fuertes acudiendo á la adherencia artificial bajo forma de cremallera.

Se concibe que en la elección de estos dos sistemas, la disposición del terreno desempeña el principal papel porque es necesario acomodarse á sus sinuosidades, á fin de disminuir los movimientos de tierra necesarios para el establecimiento de la plataforma y, por lo tanto, hay que hacer un estudio particular en cada caso. Nada más puede decirse, pues, de carácter general, por lo que concierne á la construcción.

La explotación ya es otra cosa. El problema á resolver puede plantearse bajo esta forma:

Si un estudio serio ha indicado que los gastos de establecimiento de una línea en los dos sistemas, mixto ó por adherencia, son los mismos ó poco diferentes, ¿el estudio comparativo de los gastos de explotación pueden determinar cuál debe ser el sistema á adoptar?

Para fijar las ideas vamos á ocuparnos con algún detalle del camino de hierro de Vierge-Zermatt, simplemente mencionado en la Memoria de M. Levy-Lambert.

J. Meyer, Ingeniero Jefe de la construcción del camino de hierro Suiza-Occidental-Simplón, ha precisado las condiciones en las cuales se ha adoptado el uso de la cremallera para la línea Vierge-Zermatt, en un interesante artículo publicado en la *Revue Générale de Chemins de Fer*, de Agosto de 1890. Según el autor, en los trabajos topográficos realizados en el valle de la Veige, se estudió en primer lugar un trazado para adherencia continua con un máximo en las pendientes de 45 por 100 y un mínimo en los radios de 60 m. Se trataba de una vía de un metro.

Este trazado tenía una longitud de 35.885 m., de los cuales 8.768 ó sea el 18,8 por 100 en horizontal, y 23.116 ó sea el 81,2 por 100 en rampa.

De estos últimos, 4.825 correspondían á pendientes menores del 15 por 100. La longitud en recta era el 65 por 100 y la en curva el 35, cuyo radio no descendían de 90 m., como ya se ha dicho. Las obras, según este proyecto, constaban 8.500.000 francos.

Se estudiaron, además, diversos trazados con cremallera adoptando rampas hasta de 100 por 100, el más ventajoso de los cuales dió una economía final de 250.000 francos sobre el trazado con adherencia.

Hacia fines de 1888 MM. Chappuis y Stockalper, presentaron una modificación que consistía en hacer un uso más extendido de la cremallera, cuyas pendientes se elevaban á 120 por 100; la economía alcanzada fué de 500.000 francos. Este proyecto se adoptó con un máximo en los declives de 125 por 100.

Una Comisión en la cual figuraron MM. Rodiéux, Ingeniero Jefe de tracción del camino de hierro Suiza-Occidental-Simplón, y Haneter, Ingeniero de tracción del Norte-Sur-Suiza, fué encargada de examinar los diversos caminos de hierro con tracción mixta en Alemania y Suiza. Dicha Comisión estimó que el aumento de gastos en la tracción con relación á la explotación