

gas grises y los mármoles de colores variados ó las calizas mármoreas de estratificación poco marcada, pertenecientes al liás; de estos mármoles hay precisamente una explotación en Pajaroncillo, al lado de la carretera de Tarancón á Teruel.

Al otro lado del río Gabriel cambia completamente la constitución del terreno, presentándose el triásico con las areniscas que se extienden desde Boniches á Villar del Humo, reapareciendo en San Martín de Boniches y de nuevo en Henarejos; las interrupciones en el triásico están ocasionadas por unas prolongaciones del jurásico que domina en la sierra, cada una de las cuales tiene poca anchura, y aun las capas del triás están cubiertas en muchos sitios por los sedimentos del período terciario. Los depósitos del tramo superior del sistema trifásico, margas irisadas acompañadas de yeso y alguna arcilla se desarrollan en Villar del Humo, extendiéndose por San Martín de Boniches, Henarejos y Landete.

Las areniscas abigarradas presentan fenómenos notables, y entre ellos podemos citar las formas caprichosas en que aparecen en algunos puntos por consecuencia de la descomposición y desgaste de las rocas, como puede verse en el llamado Camino del Infierno, en que se observa que las capas de arenisca están salpicadas de nódulos del mismo color rojizo que la roca, aunque con menos cemento arcilloso, por lo que tienen más dureza, y al resistir mejor á la acción de los agentes atmosféricos dan lugar á tan extrañas formas, que en algunos casos han recibido nombres de figuras á las que se asemejan.

Aunque el trazado no lo cruza, por su posible importancia y su proximidad á él, no dejaremos de mencionar la existencia de una mancha de terreno carbonífero á poca distancia de Henarejos; oportunamente volveremos sobre esto y daremos más detalles acerca de su extensión, situación y posible aprovechamiento.

En dos kilómetros de anchura á lo largo del río de los Ojos de Moya reaparece el mioceno, en el que se aprecian especialmente las pudingas y similares del período terciario. Vuelve el jurásico entre el Soto y Talayuelas, y en algunos puntos se encuentra la formación devoniana, caracterizada por capas de cuarcita de colores claros.

El macizo del Pico de Ranera está formado por capas triásicas, que se extienden después por toda la parte llana hasta el límite de la provincia y con distintos caracteres aparecen en las laderas del Regajo y del Turia.

(Continuará.)

LA EDUCACIÓN DEL INGENIERO

POR

D. FRANCISCO PÉREZ DE MUÑOZ

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (1)

(CONTINUACIÓN) (1)

Parecerá ocioso insistir sobre este punto, que considero esencial en la enseñanza de las matemáticas, y que lo mismo debe de serlo para todas las demás ciencias, que, por desgracia, no es en absoluto ni atendido, ni quizás comprendido por la mayoría de quienes se dedican á enseñar cualquiera cosa que sea. Porque lo ordinario es presentar el cuerpo de doctrina, cuya enseñanza se vá á emprender, limitadísimo á la mente del estudiante, y tan

limitado que cualquier ampliación que desee hacer más tarde ha de costarle derribar las murallas con que le cercaron el campo de aquella ciencia y rectificar muchos senderos que parecían bien trazados, dentro de aquella limitada esfera de acción, y que al ampliarse ésta se ve que no conducen muchas veces, ni aun siquiera indirectamente, al fin apetecido. Que no se ha hecho siempre así, y que aun en el día de hoy se cierra desde el principio el horizonte que ha de contemplar el alumno, puede demostrarse con muchos ejemplos, de entre los cuales elijo la teoría de los logaritmos que se enseñaba antes en aritmética, siguiendo la definición basada en la comparación de dos progresiones: una aritmética y otra geométrica, y luego más tarde en álgebra, con mucha más extensión, basando su teoría en el estudio de la función exponencial; total la misma cosa que para enseñarla con poca extensión se elegía un procedimiento largo y para enseñarla con mayor se prefería otro más abreviado, y á todas éstas, sin hacer ver al alumno que ambos son uno solo y mismo, que, por igual encadenamiento de verdades, conducen á los mismos resultados, y que en ambos sólo es diferente el simbolismo de la escritura, empleado para expresarlas.

Esto debe hacerse desde el principio y en todos los pasos intermedios que el estudiante vaya dando para aproximarse al fin, advirtiéndole que la falta en cualquiera de ellos se sentirá siempre y permanentemente en todos los subsiguientes. Al llegar á puntos en que se encuentran varios senderos, al elegir uno, no deben de ocultarse los demás, indicando adonde cada uno de ellos conduce, y esto debe hacerse sin desacreditar, ni el fin adonde por ellos se llega, ni las vistas que desde ellos se descubren, ni los peones que los han recorrido y nos refirieron las aventuras ocurridas en sus viajes.

Todo esto, además de hacerse en muy poco tiempo, abre los horizontes á la mirada del estudiante aplicado y entretiene y sirve de descanso al desaplicado, que puede relajar la tensión de espíritu á que se le tiene sujeto mientras recibe las explicaciones de las teorías que se hallan en aquellos otros senderos que penosamente ha de recorrer. Estas especies, dejadas caer al acaso en la inteligencia moza y lozana de los alumnos, renacen y reviven muchos años después cuando la necesidad les hace ver que, por aquellos senderos que no exploraron, se puede llegar al logro de fines envueltos en algún problema particular, cuya resolución les esté encomendada.

Entonces acuden á libros, á compañeros ó aun á los mismos profesores, si viven, y se ponen al corriente de lo que necesiten saber en muy poco tiempo y con escasísimo trabajo.

Muchos ejemplos puedo mostrar de la verdad de estos asertos, porque teorías matemáticas, que por mucho tiempo se han tenido como abstrusas y meramente especulativas, han llegado á ser, en manos de algunos pocos que las han necesitado para la resolución de problemas de su vida real, fuente de investigaciones y métodos prácticos de resolución de problemas, de los cuales viven y dan de comer á sus hijos.

En un trabajo muy reciente se citan á este propio fin, por su autor, los tratados de Steinmetz sobre corrientes alternas, para la debida comprensión de los cuales dedica un capítulo entero al estudio extenso de las cantidades imaginarias, ó más correctamente, expresiones imaginarias.

También cita el caso de los multiplicadores de Lagrange, que han venido á ser de gran utilidad para el estudio de los electrodinámicos de cuadrante. Yo añadiría otros muchos casos más, entre los cuales creo que descuella el de Maxwell, que no sólo fundó el desarrollo de toda su teoría sobre la electricidad en el cálculo de cuaterniones, en aquella fecha recién nacido, sino que asegura que, aunque el lector, no versado en ellos, podría aceptar las ex-

(1) Véase el número anterior.

presiones cuaterniónicas como abreviaciones de las cartesianas, sin embargo, solamente entendiendo á fondo aquel cálculo, logrará penetrar la importancia de las teorías que se exponen en dicha obra, y que lo cierto es que llegaron á revolucionar la ciencia eléctrica.

Igual empeño que Maxwell en su obra pone como expositor suyo Foppl en su tratado, cuyo desarrollo matemático está fundado sobre dicho cálculo, algo modificado. Teoría matemática, tan extraña al parecer al asunto de la cristalografía como la teoría de los grupos, empleada más bien que desarrollada por Galois para el estudio de las ecuaciones de grados superiores, difícilmente podrá darse, y, sin embargo, tenemos tratados muy extensos de esta rama, al parecer tan baja de las ciencias físicas, fundados en el cálculo de los grupos.

La estática gráfica, cimentada desde sus comienzos en las teorías de transformación de figuras y figuras recíprocas por Maxwell y Cremona, y en otros fundamentos, fácilmente transformables en los anteriores, por Culmann, encuentra hoy extensísimo campo de nuevas y brillantes aplicaciones en los trabajos de Mayor, Profesor de la misma asignatura en el mismo ilustre Centro técnico donde Culmann echó los fundamentos de tan útil como ingeniosa disciplina, que, basándose en la teoría de los complejos, considerada siempre como abstrusa elucubración de Plücker, que la estableció para basar una geometría nueva sobre la recta, así como la antigua estaba fundada sobre el punto y el plano, era tenida como de imposible aplicación práctica y, sin embargo, yo no dudo en admitir que la importancia de la obra de Mayor excede con mucho á la de sus antecesores en estática gráfica, habiendo creado un departamento especial de ella, del cual el estudio de las losas de hormigón armado ha de obtener grandísimas ventajas ó, más exactamente aún, ha creado la verdadera estática gráfica, de la cual la antigua sólo era el más sencillo de sus capítulos.

Y es que el hombre, acosado cada vez más de cerca por múltiples necesidades, se ve obligado á echar mano de recursos más y más extraordinarios, y así vemos cómo cosas é ideas, industrias y doctrinas consideradas de lujo y reservadas para los pocos privilegiados de la fortuna, se extienden y difunden entre las multitudes hasta venir á ser de uso común y corriente en la humanidad.

Lo cual viene á demostrar que cada día hay necesidad de estudiar más y que el hacerlo en poco tiempo exige especial atención por los dedicados á la enseñanza, los cuales han de enseñar, en la duración de la vida humana, que tiende más bien á abreviarse que á alargarse, caudales de conocimientos cada vez más grandes, variados y complejos.

Volviendo al modo y manera de enseñar las matemáticas, á su valor educativo y á su utilidad práctica, insistiré algo más sobre el de utilizar su estudio lo más eficazmente posible para el desarrollo de la inteligencia. El valor educativo de las matemáticas no está, precisamente, en el objeto á que aplican su estudio, sino en el método que usan para ello, en la condensación del pensamiento en símbolos y relaciones de símbolos y la consiguiente difusión en la traducción de los resultados al lenguaje vulgar.

En este particular, la mayoría de los textos que por ahí andan con la pretensión de enseñar matemáticas elementales, ni las enseñan ni elevan la inteligencia del alumno un palmo sobre el suelo, ni la fortalecen con el ejercicio de sus facultades. He tenido la paciencia suficiente para leer, algunos muy detenidamente por cierto, muchos libros de esos muy en boga en estas magallánicas tierras, y sin citar autores ni centros docentes, puedo decir que no sirven para el caso, que no enseñan, que difunden en lu-

garde condensar la ciencia, que confunden en lugar de aclarar, que presentan cien principios diferentes cuando todos ellos hace muchos siglos fueron condensados en uno sólo mucho más breve que el que más lo fuera de entre ellos, y que al mismo tiempo que los condensa los relaciona entre sí. Y para que no se diga que invento, voy á citar una asignatura, bastante ramplona por cierto y que debía desaparecer con el carácter de tal de la enseñanza, la trigonometría.

Aquí tengo ante la vista el libro de texto á que aludo, donde encuentro tres teoremas para otras tantas fórmulas de resolución de triángulos esféricos, deducidas todas ellas directamente del propio triángulo, buscando en él relaciones aparentemente diferentes para obtener tres grupos de fórmulas perfectamente reversibles las unas en las otras, pero que el autor no las relaciona entre sí, y claro está que el alumno tampoco. No son libros así los que ayudan á desarrollar la inteligencia del alumno, los que la fortalecen, la aseguran y la guían.

He aquí, en cambio, el tipo de una obra escrita con conocimiento de causa y conciencia de los deberes de quien se abroga el difícil papel de enseñar al que no sabe:

«El primer objeto que yo me he propuesto es desarrollar el álgebra como ciencia y, por tanto, aumentar su utilidad como disciplina de educación. He tratado de establecer sus fundamentos de manera que nada de ellos quede sin saberse, y que tan poco como sea posible sea necesario añadir cuando el estudiante llegue á partes más altas del objeto».

Y cito texto escrito en inglés y publicado en Inglaterra, para que no se me arguya que no lo está en ninguna de las dos lenguas oficiales que, *teóricamente*, se hablan en estas islas.

Para que el libro de texto eleve la inteligencia de los alumnos debe él mismo ser elevado y estar escrito siguiendo las reglas expuestas en las breves palabras que acabo de transcribir, y si el alumno no llega á alcanzar la elevación del texto, ahí está el profesor, no en manera alguna para bajarle el texto, sino para alzarlo hasta él, y para ello, si no exclusivamente porque no siempre es posible, debe emplearse con mucha frecuencia el llamado método *socrático* ó *eurístico* por medio del cual el alumno va siendo conducido paso á paso desde las verdades más evidentes ó de aquellas que él posea con más confianza, bien á las fundamentales que le sirven de base, sobre las cuales es más que probable que jamás haya pensado bien á las más complicadas que se desea alcance, método que de ninguna manera puede seguirse sin el auxilio del maestro, que para no desdecir del método debiera estar á la altura de Sócrates.

La gradación de preguntas deberá hacerse según las facultades del alumno, estado de adelanto, tiempo disponible, y otra porción de circunstancias sobre las cuales no es posible dar reglas fijas.

Lo que sí puede decirse es que las ciencias matemáticas admiten este método de enseñanza de modo admirable, y enseñadas mediante él, al mismo tiempo que se aprenden, se hace una gimnasia intelectual sumamente fortificante y saludable. Preguntar bien es enseñar bien, porque se enseña á responder acertadamente, y preguntar en matemáticas no es más difícil que en otras ciencias, y es, generalmente, más fecundo porque son muchas las verdades que se enlazan con una sola pregunta, y se da lugar al empleo del lenguaje simbólico que, en un momento, desenmaraña muchas consecuencias.

Además, las preguntas en matemáticas, si se dirigen á investigar lo que el alumno interpreta de las fórmulas finales del cálculo, lo convertirán pronto en habilísimo calculador y rigurosísimo lógico y rápidamente, cuando las interpretaciones salgan del terreno de la realidad, podrá dejar los andadores de la representa-

ción sensible para lanzarse de lleno en ese mundo llamado imaginario por los mismos matemáticos que entran en él á sacó para deducir verdades y consecuencias muy reales.

Para esto es muy conveniente, y al mismo tiempo muy fácil, dar al alumno noción cierta y clara de la interpretación que á la palabra *infinito* se da en las diversas ramas de la matemática y familiarizarlo, sobre todo en geometría, con los puntos, rectas y plano del infinito.

Desde el punto de vista del desarrollo intelectual del alumno hay una asignatura que creo de primera importancia y cuya enseñanza es menester extender y reformar en casi todos los planes de ella que conozco, y claro está, que también en el de esta Real y Pontificia Universidad, porque hay pocas disciplinas matemáticas que más ejerciten al estudiante en ese continuo pasar y repasar de lo real á lo imaginario, de lo algebraico á lo geométrico, de lo propio á lo impropio, como la *geometría analítica*.

El Sr. Jiménez en el trabajo ya citado apunta la idea de que se debe considerar detenidamente si la enseñanza de la geometría analítica debiera de cambiarse radicalmente abandonando los métodos cartesianos para entrar resueltamente en los modernos, con sujeción á los cuales tenemos en castellano una obra, por muchos conceptos recomendable, que aunque demasiado extensa para la generalidad de los alumnos que se dedican á la Ingeniería, no es obligación aprenderla toda y tiene la ventaja de que sus principios están establecidos en la forma ya apuntada para no tener que ser ampliados ni reformados en todo el curso de ella y ni aun de alguna otra más extensa. Si el Sr. Jiménez aconseja se considere la conveniencia del cambio, yo me permito ir más adelante y aconsejo el cambio completo y radical é inmediato por la razón educativa ya apuntada y por las económicas que pronto hemos de tocar.

Con no menos valor educativo, hay otra rama de las matemáticas que tiene quizás mayor importancia en la práctica de la profesión, para la cual sirve de muy buena preparación la geometría analítica estudiada como proponemos, y es además ella misma excelente é indispensable para todas cuantas aplicaciones matemáticas haya de hacer el Ingeniero en el curso de sus estudios y de su carrera, en las ciencias de aplicación y en la aplicación de sus ciencias. Me refiero al cálculo de infinitésimos.

Nacidos sus métodos en la noble competencia entre Leibnitz y Newton, en la forma en que casi sin modificación se emplean en el día, no fueron desconocidos del mundo antiguo y ya hemos dicho que Eudoxio, pitagórico, fué el primero que usó de ellos para evaluar el volumen de la pirámide y del cono. Arquímedes conoció dos métodos infinitesimales y Euclides empleó el de Eudoxio en los mismos problemas en que los empleó su propio autor. Los métodos empleados en el día para las aplicaciones de esta rama de la ciencia matemática varían poco, hemos dicho, de los de Leibnitz, aunque hay, como es natural, mucha más riqueza en ellos que en tiempos de su fundador, pero en lo que más se ha adelantado en estos últimos tiempos es en los métodos de exposición de sus doctrinas, en la rigidez de los razonamientos y en la firmeza de los principios; así es que estudiar hoy cálculo por los métodos *duhamelistas* de hace treinta años, sin tener presente que hubo en el mundo un tal Cauchy, y otros que se llamaron Weierstrass y Cantor, y sin enseñar algo de lo que éstos hicieron por fundamentar esta rama de las matemáticas sobre sólidas é indiscutibles bases, sin mentar la fecundidad de sus principios, sin mostrarla con aplicaciones al estudio de la geometría y sin desarrollar *in extenso* el de la geometría diferencial, métrica y proyectiva, será todo lo *modernista* que se quiera, pero concede muy poco honor á los verdaderos autores modernos que tanto se esmeraron en depurar, aquilatar y embellecer, no

sólo los principios, sino aun las más vulgares aplicaciones de esta rama de las ciencias matemáticas.

La geometría de curvas, superficies y sistemas de rectas, la dinámica; todas y cada una de las ciencias físicas son en el día incomprensibles é inaplicables, si el estudiante no conoce extensa y profundamente los principios del cálculo de infinitésimos y no maneja soñando muchos de sus nada elementales procedimientos. En mi sentir esta asignatura debería comprender dos cursos estudiándose la por lo menos con la extensión en que está expuesta en *Williamson*, añadiéndole algún otro tratado de ecuaciones diferenciales; en *Ch. de la Vallée Poussin* que no necesita este aditamento y que en rigor de métodos y fecundidad de principios excede mucho al primero, en Ph. Gilbert del que hay muy buena traducción española, ó en algún otro autor que no puedo mentar por razones de parentesco.

Con esta asignatura puede decirse que queda completada la preparación matemática del Ingeniero, no sólo porque ella es la última que figura en todas ó la inmensa generalidad de las Escuelas de Ingenieros, sino porque como sus métodos y principios se aplican inmediatamente y de modo muy preferente á la geometría, métrica y proyectiva, obliga su estudio al repaso y ampliación del de estas disciplinas matemáticas más elementales, que á su luz se ven con nuevos colores destellos é irisaciones.

Como se ve, en este ligero bosquejo y repaso de las asignaturas referentes á las matemáticas he seguido la división de éstas en asignaturas, tal como se halla generalmente establecida, pero esto, no sólo no implica aprobación de la misma, sino que estimo que esta división es fatal, artificiosa y funesta en la enseñanza. Como la extensión de estos conocimientos no permite que sean enseñados en un año, será preciso enseñarlos en cursos, pero no divididos en asignaturas, al menos en tantas, tan distintas é independientes como se hace hoy y sin pretender dictar reglas invariables, ni asentar, como indiscutibles, cosas que no lo son, diré que, según mi leal saber y entender, nadie debe comenzar el estudio de las matemáticas sin saber *hacer cuentas*, esto es, sin dominar las cuatro reglas de la aritmética, la elevación á potencias y la extracción de raíces en números escritos en el sistema decimal, y que á esto y sólo á esto debería quedar reducido el estudio de esa asignatura que se llama aritmética, á operar con números escritos en el sistema decimal, ya sean éstos enteros, quebrados ó inconmensurables. Dominada la práctica operatoria de estos números, y repito que nada más que la práctica operatoria, vendrá el estudio del álgebra y de la geometría y en ellas desde sus principios, autor y profesores deberán tener gran diligencia en mostrar á los alumnos, sin desperdiciar ocasión de ello, el concepto de *función*, de *variables*, de *constantes*, y aun de las que en la definición de *Russell* se denominan *constantes lógicas*.

Deberá procurarse estudiar lo más atenta y detenidamente posible el mayor número de funciones en los casos que se van presentando en el estudio del álgebra y de la geometría, por ejemplo, el producto como función de sus factores, la potencia como función de su base y exponente, la raíz como función de su índice y radical, el círculo como función de su radio y de cierta constante que hay que determinar *experimentalmente* de una vez para todas.

Lo mismo hemos de decir del cono, de la esfera, y de muchísimas cosas más de geometría métrica y proyectiva. En todo este estudio debe esmerarse mucho el profesor en hacer notar muy claramente la diferencia entre la función y su representación analítica y en llevar este estudio tan á fondo como pueda sin hacer uso de la noción de infinitésimo, para que cuando no pueda más y tenga necesidad de echar mano de tan fecunda idea note bien el alumno las ventajas que su introducción aporta, y

como por su medio; no sólo se facilita el estudio de cosas ya estudiadas, sino se abre camino para emprender el de otras que no podían ni aun siquiera presentársenos á la mente sin poseer previamente esta noción.

Todo esto, que se dice en pocas palabras, es programa de labor de muchos meses y de muchos cursos, porque lo que únicamente pretendo hacer resaltar con ello es la idea de que esta separación de principios matemáticos en asignaturas no tiene realidad desde el punto de vista científico y que la que tenga desde el pedagógico carece de fundamento y tiene no pocos inconvenientes el conservarla.

(Continuará.)

Sobre el ancho de vía normal española.

Madrid 13 de Marzo de 1918.

Señor Director de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

Muy señor mío: En el último número de la revista de su digna dirección leo un comunicado de D. Jorge Soriano, relativo á mis «Apuntes histórico-críticos acerca de los ferrocarriles españoles». No es este el lugar más apropiado para la controversia, pero como dicho señor ha reproducido argumentos expuestos en la discusión habida en la Asamblea de ferrocarriles, me limitaré á recordar lo que entonces dije.

Reconocí noblemente que no fueron militares los causantes de la desacertada fijación del ancho de vía normal española, pero los aficionados á la Estrategia se han escudado en ella para defender tal error.

Agregué que siendo la española más ancha que la europea, es muy fácil adaptarla á ésta como lo demuestra la presente guerra, pues al invadir los alemanes la Polonia (donde como en toda Rusia había el patrón de 1,67 metros), á las tres semanas de tomada Varsovia, llegaban á ella los trenes germanos de vía intercontinental, cuya adopción propuse hace muchos años para los ferrocarriles transpirenaicos y que posteriormente se ha admitido en los ferrocarriles de la Canadiense, Madrid París y otros varios: el cálculo para la implantación total de dicha reforma lo hice varios años atrás.

En la Asamblea se dijo también que bastantes miles de vagones y locomotoras españoles estarían hace mucho tiempo en Francia de tener su misma vía; desde luego bastantes miles de locomotoras es imposible, porque no los tenemos, y en cuanto á los vagones ya repliqué que se han exportado varios miles, lo cual no debía haberse consentido en España, donde tampoco debió tolerarse el acaparamiento de medios de transporte marítimos y terrestres para objetivos que interesan al extranjero y no á nuestro país, cuya corriente circulatoria se ha perturbado. También han salido abusivamente enormes cantidades de cereales, legumbres, ganados y muchos otros artículos imprescindiblemente necesarios para la vida nacional.

Para impedirlo no ha bastado el distinto ancho de vía que padecemos, así como una desorganización en todos los órdenes y una serie inacabable de actuaciones exteriores é interiores incompatibles con la próspera normalidad del país, y terminé diciendo que todos estos abusos se corregían, afirmando el principio de autoridad.

Dándole anticipadamente las gracias, queda siempre suyo atento y seguro servidor, q. e. s. m.,

PEDRO GARCÍA FARIA,
Ingeniero de Caminos y Arquitecto.

Los Laboratorios de investigaciones.

(CONTINUACIÓN) (1)

II.—INFORME DEL SR. LE CHATELIER RESPECTO Á LOS LABORATORIOS NACIONALES DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS.

A excepción de Francia, todas las grandes naciones industriales poseen laboratorios nacionales de investigación científica, sistemáticamente orientados hacia el estudio de los problemas técnicos; estos laboratorios han ejercido una fecunda acción en el desarrollo económico de nuestras competencias.

En Inglaterra el National Physical Laboratory fué creado á iniciativas del profesor Glazebrook (actual Director), de Lord Rayleigh y de Sir Robert Hadfield; está colocado bajo la inspección de la Sociedad real de Londres y adquirió un grande y rápido desarrollo.

Además, desde la guerra el Parlamento ha votado una subvención anual de más de un millón de pesetas para fomentar la investigación científica. El Bureau of Standards de los Estados Unidos dispone de créditos más considerables todavía. Por otra parte el Ministerio de Agricultura en Washington y los distintos Estados consagran anualmente cerca de 20 millones para el sostenimiento de laboratorios y de estaciones experimentales que se dedican á investigaciones relativas á la ciencia agrícola. Por último, la célebre institución Carnegie, fundada con un capital de 100 millones, ha creado Centros de estudios que se han hecho célebres por la publicación de trabajos científicos de primer orden.

En Alemania, bajo la impulsión de Werner Siemens, se organizó la Physikalische Reichsanstalt; más recientemente, el Materialprüfungsamt se ha colocado á una altura considerable bajo la dirección del profesor Martens; en fin, en la actualidad la Wilgem Gesellschaft con una subvención de 30 millones entregada al Emperador por los grandes industriales alemanes, funda muchos institutos de investigación.

Francia no puede continuar desinteresándose de este movimiento científico. En el pasado y durante mucho tiempo ha tenido la iniciativa de todos los estudios que tienden á la aplicación de los descubrimientos científicos al progreso de la industria.

Es preciso recordar los trabajos de Vicat respecto á los cementos, punto de partida de la industria de los productos hidráulicos en el mundo entero; las investigaciones de cerámica inauguradas por Brongniart en la fábrica de Sevres, tan brillantemente continuadas por Salvétat, Ebelmen y por Vogt; los estudios de Regnault relativos á las propiedades del vapor de agua, título de gloria inolvidable para los laboratorios del Colegio de Francia y también los trabajos de ciencia agronómica efectuados en el Conservatorio de Artes y Oficios por Boussingault y Schlasing.

En la industria privada, el laboratorio de la Compañía parisense del Gas, creado á indicaciones de Regnault y dirigido sucesivamente por Audoin y Emile Sainte-Claire Deville, ha hecho sostenernos durante mucho tiempo á la cabeza de todo el progreso realizado en el alumbrado por gas.

Las investigaciones relativas á las aleaciones metálicas, dirigidas y subvencionadas por la Sociedad del fomento de la industria nacional, se citan honrosamente en todas partes. En la actualidad todos estos Centros de investigación están dormidos.

Aisladamente continúan algunos sabios interesándose en las investigaciones de ciencia industrial: los trabajos de los señores Mesnage y Rabut relativos al cemento armado, los del Duque de

(1) Véase el núm. 2215.