

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

PRINCIPIOS DE LA MODERNA PEDAGOGÍA MATEMÁTICA ⁽¹⁾

ESCUELA PEDAGÓGICA DE PERRY

Origen de esta escuela en Inglaterra.—El método de laboratorio en los Estados Unidos.

En estos últimos años se ha observado en Inglaterra y en América del Norte, simultáneamente, un movimiento de opinión irresistible y avasallador en favor de la reforma de los procedimientos de enseñanza de las matemáticas, principalmente de la que tiene por objeto la preparación para los estudios técnicos.

Puede considerarse como Jefe de esta escuela pedagógica, que así puede ya llamarse, al profesor John Perry, que empezó a divulgar sus ideas de reforma hace ya cuarenta años, las implantó primero en el Colegio técnico de Finsbury, del que fué Director, más tarde en el Real Colegio Científico de Londres, en el cual es actualmente profesor de matemáticas, y puede decirse que su sistema ha triunfado en toda la línea, pues hoy se halla en vigor en todas las principales escuelas técnicas de Inglaterra, como lo revelan sus programas y sus planes de estudio, que hemos de examinar más adelante con la atención que merecen.

En los Estados Unidos se han generalizado también estas ideas, conocidas allí bajo la denominación de método de laboratorio, por la semejanza de sus procedimientos con el de los estudios mecánicos, físicos y químicos en los laboratorios. Uno de los más ardientes propagandistas de esta escuela en América ha sido el profesor Moore, Presidente de la Sociedad Matemática Americana. La escuela de Perry y el método de laboratorio son, en realidad, una misma cosa; pues admiten los mismos principios y recomiendan los mismos procedimientos de enseñanza, diferenciándose sólo en detalles muy secundarios.

Para dar idea de lo que es la escuela pedagógica de Perry, convendrá dar á conocer primero sus principios y caracteres fundamentales; pero luego se completará este estudio examinando escritos del propio autor, y, entre ellos, muy especialmente dos: un discurso que pronunció en un Congreso sobre la enseñanza de las matemáticas, celebrado en Glasgow en 1901, donde presentó un programa de matemáticas elementales que caracteriza perfectamente su escuela; y, en segundo lugar, su obra intitulada *Calculus for Engineers* (Cálculo para los Ingenieros) que resume su enseñanza en el Colegio técnico de Finsbury, de Ingenieros

mecánicos y electricistas. Esta obra contiene muchos comentarios del autor sobre la enseñanza. Los siguientes capítulos, que tratan de la enseñanza actual en las escuelas técnicas de Inglaterra, servirán también de complemento, pues en todas ellas se han organizado los estudios de acuerdo con estas ideas.

Principios y notas características de esta escuela.

El principio fundamental de esta escuela, consiste en sacrificar el orden lógico en la exposición y la elección de materias á las condiciones psicológicas y á las facultades mentales del alumno. Ningún método de instrucción es lógico, desde el punto de vista pedagógico, si no tiene muy en cuenta aquellas condiciones, dicen, con mucha razón, los adeptos á esta escuela.

Síguese de aquí que se deben elegir materias que despierten interés en el estudiante. Los partidarios de este sistema dicen, valiéndose de un símil, que los manjares matemáticos se deben servir bien aderezados para que sean apetitosos y puedan ser digeridos con facilidad. Se ha dicho que las matemáticas son la piedra de afilar la inteligencia, pero esto es cierto solamente cuando aquella las recibe con verdadero interés. El estudio mecánico que se hace de ellas á disgusto y en cumplimiento de un deber no aguza el entendimiento, como no aprovecha para la nutrición al navegante que padece el mareo, el *beefsteak* que ingiere con repugnancia y con asco.

Otra de las condiciones que exigen en la elección de materias es la utilidad, pretendiendo enseñar desde el principio sólo cosas útiles, y haciendo ver al alumno, en cuanto es posible, la utilidad de lo que va aprendiendo, mediante aplicaciones oportunas, que contribuyen al mismo tiempo á despertar su interés.

El orden de exposición es uno de los caracteres más importantes de este método, y en este punto reforman radicalmente las costumbres clásicas de enseñar con absoluta independencia y en orden sucesivo la Aritmética, el Algebra, la Geometría, etc. Recomiendan que se enseñen simultáneamente y por el mismo profesor, que procurará fundirlas y hacer ver las íntimas conexiones que existen entre ellas, evitando así repeticiones inútiles, y elevando rápidamente á las nociones útiles, aun á las que pertenecen, según las ideas tradicionales, á ramas más altas de las matemáticas.

Es de advertir que con esto se hallan conformes muchos matemáticos y pedagogos eminentes, que no pueden ser considerados como verdaderos partidarios de la escuela de Perry, pero que coinciden con ella en este punto y en muchos otros muy importantes.

(1) Véase el núm. 1.959.

Es muy conocida la opinión de Tannery acerca de la necesidad de reformar la exposición de las lecciones de Geometría elemental sobre volúmenes y sobre áreas de la esfera, tomando como fundamento el Cálculo integral.

Refiriéndose á la demostración que se acostumbra á dar en la Geometría elemental (1) para probar la equivalencia de un prisma recto y otro oblicuo, cuando tienen igual altura y bases equivalentes, dice: «que debe conservarse en un Museo histórico como prueba de la inteligencia de nuestros antepasados».

Propone dos medios para reemplazar esta demostración. Uno poco riguroso (mediocre), que consiste en cortar los dos prismas en rodajas delgadas, de poca altura, ó en construir los dos prismas con discos de cartulina. Con estos modelos, el teorema puede quedar claro como la luz del día en la mente del alumno.

«El segundo procedimiento es excelente, dice este autor, pero exige, sin duda, un esfuerzo importante; consiste en aprender algo de Cálculo integral antes de estudiar estos volúmenes. ¡Cálculo integral en el Instituto de segunda enseñanza! Sí, no hablo en broma. El esfuerzo necesario para aprender lo que son una derivada y una integral, y cómo se valúan las superficies y los volúmenes con el auxilio de estos maravillosos instrumentos, es ciertamente menor que el que se ha exigido hasta ahora á los niños para demostrar la equivalencia de los prismas, rectos y oblicuos y de dos pirámides (la figura de escalera que todos conocen, tan molesta de dibujar), y luego los insoportables volúmenes y áreas de revolución. Aun hoy día no sé la expresión del volumen engendrado por un segmento de círculo que gira alrededor de un diámetro.

»El enseñar lo necesario de Cálculo diferencial é integral y de Geometría analítica exigirá, quizás, yendo despacio, ocho ó diez lecciones. ¡No se me diga que los alumnos no lo entenderán! ¡Por qué entienden entonces lo que ahora se les enseña acerca de estos volúmenes? Después de estas lecciones, bastará un cuarto de hora para establecer todos los volúmenes y áreas de la Geometría elemental. Y reflexionad, además, en el mundo de ideas que se abre al alumno, en la multitud de aplicaciones que podrá hacer.»

En la obra ya citada de Laisant, *La Mathématique*, se encuentran á cada paso ideas análogas. He aquí un párrafo muy expresivo (2):

«Cuando los elementos de aritmética, de álgebra y de geometría queden libres de multitud de proposiciones parásitas y reducidas á la exposición de las ideas directivas y de los métodos esenciales, no sólo se habrá conseguido ganar un tiempo precioso, sino también mayor claridad en las ideas. Esto permitirá la introducción de los elementos de la Geometría analítica y del Cálculo.

»Este conjunto de conocimientos representa lo que toda persona bien educada debe saber de matemáticas.»

Es sabido que las primeras nociones de representación de curvas figuran hace mucho tiempo en el bachillerato en ciencias de Francia. Lo mismo sucede en Alemania; y en Inglaterra, donde se ha introducido esta enseñanza en la forma de «Usos del papel cuadriculado» se ejercita á los niños de la escuela de primeras letras, en cuanto conocen las cuatro primeras reglas de la aritmética, en la representación de funciones y en problemas sencillos y muy útiles, que sugiere el estudio de las curvas.

En Francia se ha ido más lejos; los programas del bachillerato en ciencias de 1902, comprenden los elementos de la Geometría analítica y del Cálculo infinitesimal, llegando á la definición y aplicaciones fáciles del Cálculo integral, y la misma tendencia se observa en Alemania.

A su vez, el profesor americano Mr. Moore, en su discurso presidencial de la asamblea anual de la Sociedad matemática americana, celebrada en Nueva York en 1902, pronunció estas significativas palabras:

«Como matemático puro, considero de la mayor importancia en el actual movimiento de la opinión inglesa, la sugestión de Perry, á saber: que enseñando con solidez la parte práctica de las matemáticas, el cálculo aritmético, el dibujo industrial de máquinas y los métodos gráficos en general, en relación continua con problemas de física, química é ingeniería, es posible proporcionar á alumnos muy jóvenes un amplio cuerpo de doctrina con las nociones esenciales de Trigonometría, Geometría analítica y Cálculo infinitesimal. Esto se consigue, en primer lugar por el aumento de atención y de comprensión que se obtiene al combinar las matemáticas abstractas con otras materias que naturalmente interesan al joven estudiante, de modo que todos los resultados obtenidos por procedimientos teóricos se pueden comprobar experimentalmente en el laboratorio, y por otra parte, disminuyendo el aparato de exposición en la parte sistemática y formal de la instrucción matemática.»

Aquí se indica ya un nuevo paso en las reformas preconizadas por la moderna pedagogía. Ya no basta simultanear el estudio de las diversas ramas de las matemáticas. Es preciso que, al mismo tiempo que esta ciencia se va desenvolviendo gradualmente, en una sola clase y con un solo profesor, se estudien en otras clases la Física, la Química y las aplicaciones á las diversas especialidades del Ingeniero, relacionando íntimamente las diversas clases.

Más de un lector considerará, tal vez, como irrealizables algunas de estas aspiraciones. Para convencerse de lo contrario, basta que consulte los planes y programas de las principales escuelas del Reino Unido, que figuran en los capítulos IV y V y han sido traducidos literalmente de documentos oficiales.

Todo ello se ha llevado ya á la práctica y se halla en vigor en todas las escuelas técnicas de Inglaterra, pues las que he estudiado especialmente son las principales y las que sirven de norma á todas las demás.

Asamblea de Glasgow.—Discurso de Perry.

En la Asamblea celebrada en Glasgow en 1901 para discutir sobre la enseñanza de las matemáticas, presentó el profesor Perry un programa de matemáticas elementales con destino á los colegios de niños, y aun de señoritas, que está inspirado en las ideas del autor, tomadas en toda su amplitud y llevadas á sus últimas consecuencias. El discurso que pronunció en defensa de dicho programa contiene, en principio, todo lo esencial de su método, y antes de dar á conocer íntegro el programa que propuso, extractaré algunos párrafos del discurso, no sin recomendar al lector á quien interesen estos estudios que lea el original (1). Su autor desarrolló este programa en seis conferencias para obreros, que pronunció en el Museo de Geología práctica, proponiendo un gran número de ejercicios que debían ser resueltos por los oyentes en el intervalo de tiempo entre dos conferencias, y han sido publicadas ó reeditadas recientemente (2). El examen del programa y del folleto mencionado, que no pasa de 172 páginas, hacen ver, con sorpresa inevitable, el camino que se puede recorrer en poco tiempo en el estudio de las matemáticas, cuando este estudio se limita á las nociones de aplicación

(1) *British Association Meeting at Glasgow, 1901.—Discussion on the Teaching of Mathematics*: London, 1902.

(2) *Practical Mathematics*. Summary of six lectures delivered to working men by prof. Jhon Perry. Board of education, 1910.

(1) *Revue Pédagogique*, Julio de 1903.

(2) Edición de 1898, pág. 270.

inmediata, prescindiendo de todos los desarrollos teóricos que no tienen este carácter.

Cuando Perry pronunció el discurso á que me refiero, ya estaba muy adelantada la labor de transformación de la enseñanza en las escuelas técnicas, y en muchas de las más importantes se habían organizado los estudios con arreglo á los nuevos principios. Ante la grave responsabilidad que le correspondía en esta obra, empezó su discurso invitando á sus contradictores á que manifestaran claramente su pensamiento, para que la Asamblea decidiera si era procedente continuarla ó debía ser suspendida, antes de que los daños, caso de haberlos, llegaran á ser irreparables.

«No es ésta, dijo, una discusión académica. Quien quiera que piense que estoy cometiendo un error, ó vea cómo se puede mejorar mi método y se calle, está haciendo un daño real y positivo al país. Dentro de pocos años este nuevo sistema se habrá generalizado y no será tan fácil como ahora, sino muy difícil, por el contrario, deshacer esta obra. He dicho que reconozco mi enorme responsabilidad, y espero que os convenceréis de que tenéis que cumplir un deber manifestando vuestra opinión.

»Al presentar este programa, quiero que se entienda claramente que recomiendo este método para toda clase de alumnos; no sólo para los alumnos ingenieros, no sólo para la juventud de los colegios, no sólo para el niño inglés de inteligencia media, sino también para los niños de inteligencia privilegiada, que son menos del uno por ciento de la clase más elevada, como también para los jóvenes—uno por cada diez millones—capaces de llegar á ser grandes matemáticos.»

Se extiende luego en consideraciones para probar que la utilidad inmediata debe determinar la elección de las materias que se deben enseñar al principiante, contestando á muchos contradictores que le han censurado por esta afirmación, y hace la siguiente enumeración de los resultados útiles del estudio de las matemáticas, llamando la atención sobre el abandono de la enseñanza clásica en todo lo tocante á este punto de vista:

«1.º Producir las más elevadas emociones y proporcionar placer mental, descuidado hasta ahora en la enseñanza de casi todos los jóvenes.

2.º a. Desarrollo intelectual. b. Enseñar caminos lógicos para discurrir, descuidado hasta ahora en la enseñanza de la mayor parte de los jóvenes.

3.º Proporcionar instrumentos matemáticos para el estudio de la ciencia física, descuidado hasta ahora en la enseñanza de casi todos los jóvenes.

4.º Conseguir la aprobación en los exámenes. Este es el único punto de vista en que no ha habido descuido, el único reconocido, en realidad, por los profesores.

5.º Proporcionar al hombre instrumentos mentales que pueda usar con la misma facilidad que sus piernas y sus brazos, habilitándolo para continuar su obra de educación durante toda su vida (mediante el desarrollo de sus facultades mentales), y utilizando á este fin toda la propia experiencia. Esto es enteramente análogo á la aptitud para la propia educación mediante la afición á la lectura.

6.º Quizás incluido en el precedente: enseñar al hombre la importancia de pensar las cosas por sí mismo, librándole del espantoso yugo de autoridad que hoy padece, y convenciéndole de que, ya mande á otros, ya obedezca, es uno de los seres más elevados. Esto, generalmente, se deja á otros estudios que no son los matemáticos.

7.º Hacer sentir á los hombres que se dedican á cualquier profesión que exija la aplicación de las ciencias, que conocen los

principios en que aquélla se funda, y con arreglo á los cuales se debe obrar.

8.º Dar á las inteligencias agudas y filosóficas un consejo lógico de perfección, que á la vez encanta y satisface, evitándoles así que traten ningún asunto filosófico desde un punto de vista exclusivamente abstracto, porque lo absurdo de tal empeño ha sido claramente demostrado.

A todas estas altas aspiraciones pretende satisfacer el profesor Perry con su nuevo sistema.

No le seguiré en esas lucubraciones filosóficas. Creo que más que estas sutilezas, dicen en favor de su sistema el examen de sus procedimientos y programas y, sobre todo, los resultados de la experiencia, que han sido ya juzgados suficientes para que se haya adoptado en todas las escuelas inglesas y muchas norteamericanas y en algunos de sus puntos más importantes, en Francia, Alemania y otras naciones europeas.

«Hace cincuenta años, dice en otra parte de su discurso, se creía acertado enseñar del mismo modo la física y la química á todos los hombres, como si todos se propusiesen ser físicos ó químicos. El enorme desarrollo de estas ciencias hizo necesaria una reforma, y la novedad de estos estudios facilitó el cambio de sistema. Por la misma razón creo que se deben enseñar las matemáticas, incluso las altas matemáticas, de muy diferente modo á los distintos estudiantes. En todo caso, estoy cierto de que nuestro sistema de enseñar á los niños las matemáticas elementales, como si todos hubiesen de cultivar las matemáticas puras, debe reformarse. Quizás me perdonen los matemáticos mi impertinencia al decir que, aun para el joven que reúne condiciones para llegar á ser un gran matemático, se deben recomendar los nuevos métodos de enseñanza.

»Ahora enseñamos á todos los niños lo que se llama filosofía matemática, y por respecto á algún futuro matemático que pueda haber entre ellos, arruinamos á todos los demás. Es lo que sucede en la naturaleza con los peces: de cada 10.000 arenques que se procrean sobrevive uno; de 10.000 huevos de salmón resulta que sólo un ejemplar llega al mercado; 10.000 Toms, Dicks ó Harrys destruidos para producir un hombre capaz de enseñar las matemáticas en una escuela de segunda enseñanza; 10 millones sacrificados á la producción de un gran matemático.»

Aquí aboga por la vulgarización de las matemáticas, que es otra de las grandes aspiraciones de este Profesor; no sólo quiere hacerlas asequibles, en su parte elemental (ya sabemos cómo entiende él esta palabra), y de inmediata utilidad á todas las clases sociales, sino á todos los ingleses, como dice en otra parte.

No quiero pasar á exponer el programa anunciado, sin transcribir el siguiente párrafo sustancioso y muy característico de este original autor:

«El carácter nada práctico de la enseñanza matemática es causa de que los matemáticos prescindan del sentido común en toda la enseñanza. Buenos ejemplos de ello vienen de Alemania, Francia y Suiza. El Ingeniero necesita conocer la estática gráfica.

»Un curso de pocas semanas, bien combinado, le puede proporcionar un conocimiento tan completo de los principios generales, que es suficiente para que (contando con su sentido común) pueda resolver casi todos los problemas que necesite. Pues es muy frecuente, en algunas escuelas politécnicas, dar un curso muy científico de varios meses, á veces de un año; todo problema que haya sido estudiado alguna vez por alguien, debe ser resuelto por cada uno de los alumnos. Cada una de las soluciones de casi todos los problemas va unida al nombre del profesor que la propuso. Lo mismo sucede con la Geometría descriptiva y otras ramas de las matemáticas gráficas. El alumno de disposi-

ción común, bien dirigido, con un estudio de pocas semanas es realmente un maestro en cualquiera de esas materias, mientras que el que ha estudiado un curso largo y muy científico carece de iniciativa y no es capaz de resolver un problema nuevo. Si dispusiera de tiempo, podría citar algún ejemplo divertido.»

(Aquí copia el Sr. Gaztelu el programa de matemáticas elementales propuesto por Perry á la aprobación de la Asamblea de Glasgow.)

La discusión que siguió á la lectura del discurso y programa de Perry no ofrece bastante interés para que sea oportuno resumirlo, y lo omitiré por brevedad.

A pesar de figurar en la Asamblea gran número de matemáticos y profesores adictos á la enseñanza clásica, *ortodoxa*, como dice Perry, ninguno se señaló como opuesto á lo sustancial del nuevo método, el cual continuó generalizándose hasta adquirir el gran desarrollo que hoy posee.

En obsequio á la autoridad inmensa de su esclarecido autor, transcribiré la siguiente carta, que fué leída en la Asamblea. Es de Lord Kelvin, y dice así:

«Muchas gracias por su carta de anteayer y por el ejemplar de su discurso de Glasgow, que he leído con interés. Me encuentro agobiado de trabajo, que no puedo aplazar, y ello me impide escribir sobre ese asunto. Creo, en verdad, que su programa es muy bueno. Es muy semejante á la enseñanza que recibí de mi padre.»

Examen de la obra «Calculus for Engineers».

Pasemos á examinar la obra de Perry, intitulada *Calculus for Engineers*, que ha alcanzado once ediciones, y es un resumen de la enseñanza que daba el autor en el Colegio técnico de Finsbury. Puede considerarse como complemento del programa elemental que precede, de modo que, estudiado á continuación, proporciona una preparación general de las matemáticas más indispensables para el Ingeniero, y que puede ser dominada en muy poco tiempo.

El autor afirma que seguían estos estudios alumnos que sólo conocían los primeros rudimentos de las matemáticas, hasta el punto de que muchos de ellos, al comenzar el curso, en el mes de Octubre, ignoraban la definición de las líneas trigonométricas y la fórmula del binomio de Newton. En el mes de Julio siguiente habían estudiado con provecho todo el libro de Perry, con innumerables ejercicios de aplicación á la Mecánica, la Física y la Ingeniería, y cita el nombre de uno de esos alumnos, Mr. Norman Endacott, que se encargó de la corrección de las pruebas y resolvió un gran número de ejercicios del último capítulo, que es el más difícil, como luego se verá.

Perry acepta como fundamento que el Ingeniero sólo necesita conocer los principios generales del Cálculo infinitesimal, pero necesita conocerlos muy bien y saber aplicarlos oportunamente.

Procede siempre de lo concreto á lo abstracto, conforme á uno de los principios de su escuela, explicando las nociones fundamentales en casos concretos y sencillos y generalizándolos después. Es de advertir que, á diferencia de otros autores que han pretendido vulgarizar el Cálculo infinitesimal y han empleado para ello un lenguaje grosero que disfraza y oscurece las nociones fundamentales, y muy singularmente la definición de la derivada, el lenguaje de Perry es siempre limpio y correcto, y nunca emplea frases de esas que, con justa razón, molestan á los rigoristas.

Es también justo consignar que el autor considera este tratado como una introducción al estudio de los textos clásicos, *ú ortodoxos*, como él los llama.

La obra comprende tres capítulos. Los dos primeros son los más especialmente dedicados á los Ingenieros, y contienen muchas aplicaciones.

El primero tiene 161 páginas y está destinado al estudio de la función algebraica y entera, $y = ax^m$. En todo él, sólo define y emplea las diferenciales é integrales de esta función, y el estudio se desarrolla prácticamente en problemas de aplicación. Figuran entre éstas las aplicaciones geométricas elementales, principalmente de Geometría plana, innumerables aplicaciones mecánicas; entre ellas la teoría de la flexión de las vigas, incluyendo las de varios tramos y el teorema de los tres momentos, problemas de la dinámica de los gases, de termodinámica, centros de gravedad, momentos de inercia, forma del cable en los puentes colgados, etc., etc. Ha tratado, en una palabra, de coleccionar todos los problemas usuales de ingeniería que exigen la aplicación de las nociones de Cálculo, en los cuales basta el conocimiento de lo diferencial y de la integral de la función algebraica y entera, y éstos son innumerables.

En el capítulo segundo, de 106 páginas, se estudian, con el mismo criterio, la función exponencial y la sinusoidal. En él se introduce la noción de ecuación diferencial y se hacen algunas aplicaciones muy sencillas. Los ejercicios de aplicación versan, como es fácil de comprender, sobre la catenaria, los movimientos vibratorios, problemas varios de electricidad y la flexión de los prismas oprimidos por sus extremos.

El capítulo tercero comprende toda la parte restante del Cálculo infinitesimal que el autor considera oportuno dar á conocer, pero hace observar el hecho de que las aplicaciones de esta parte del Cálculo á la ingeniería son mucho menos frecuentes, y su encabezamiento es «Ejercicios Académicos».

Su contenido se reduce á la diferenciación é integración de las funciones en general, con las aplicaciones analíticas y geométricas usuales en los primeros elementos y nociones sobre las ecuaciones diferenciales, estudiando individualmente los casos particulares de más frecuente aplicación, todo ello condensado en 108 páginas.

Bien notará el lector, por la breve reseña que precede, las profundas diferencias entre la exposición de Perry y la de los cursos y tratados de Cálculo infinitesimal, clásicos ú ortodoxos.

Insistiré en observar que el programa y tratado de Cálculo que acabo de examinar se refieren al caso en que los alumnos pueden dedicar muy poco tiempo al estudio de las matemáticas, y que esta escuela no excluye en modo alguno una exposición más completa y más científica. La enseñanza de Perry en el Real Colegio Científico de Londres reúne, sin duda alguna, estas condiciones. Basta, para convencerse de ello, examinar los programas, que se darán á conocer en su lugar oportuno. Estos programas, aunque redactados en conformidad con los principios y tendencias pedagógicas del autor, contienen todos los estudios matemáticos clásicos, con toda la amplitud que se les da en las escuelas de Ingenieros que más tiempo les dedican.

Reformas en América del Norte.

Ya se ha indicado que en América se ha propagado rápidamente la escuela de Perry, con el nombre de Método de laboratorio. En Francia y en Alemania se han introducido también algunas reformas que obedecen á los mismos principios, y la tendencia á continuar por el camino emprendido se acentúa cada día más; pero las reformas introducidas hasta ahora no han sido tan radicales.

Este hecho tiene explicación fácil: La enseñanza elemental de las matemáticas se hallaba hace algunos años en Inglaterra y en

América en situación muy inferior á la que alcanzaba en Francia y, sobre todo, en Alemania; esta inferioridad fué causa de que la reacción contra los defectuosos métodos tradicionales fuera mucho más violenta en las dos primeras naciones citadas, llegando á generalizarse en sus escuelas programas que tan abiertamente rompen con todas las tradiciones, como los que hemos examinado.

(Continuará.)

El desarrollo de la industria eléctrica en España. ⁽¹⁾

En 1903, Blumenthal intentó hacer una estadística de las centrales españolas y de sus potencias. Como por temor á los impuestos, las centrales españolas no dan voluntariamente informes, se hace el trabajo en extremo difícil. Existían en esta época en España 2.480 instalaciones eléctricas, con una fuerza total de 42.000 caballos, de las cuales eran 1.360 centrales y 1.120 instalaciones particulares ó en fábricas. El aumento del número de instalaciones, especialmente de las grandes centrales hidráulicas, desde hace algunos años ha sido muy rápido.

Antes de la guerra americana, España vivía de sus colonias (todavía, en la actualidad, se calcula que América envía anualmente 100 millones de pesetas); después de la guerra, ha quedado reducida á sus propios recursos y á su industria. El país tiene poco carbón, los medios de comunicación defectuosos, ocasionan considerables gastos de transportes; pero hay gran cantidad de pequeñas y grandes fuerzas hidráulicas. Exceptuando la región de Cataluña, casi no existía industria, y lo poco que había, no tenía ya la salida de las colonias. Tampoco había quien solicitase los grandes aprovechamientos de energía, y por lo demás, no estaba todavía resuelto el problema de los grandes transportes de energía. Se hicieron pequeñas instalaciones, frecuentemente de 10 á 20 kilovatios, para el alumbrado de las poblaciones, que desde luego produjeron buenos intereses. En vista del éxito, se instalaron en todas partes centrales en competencia, porque abundan lo suficiente las fuerzas hidráulicas, de modo que en la actualidad hay poblaciones de 3.000 á 4.000 habitantes, donde existen cinco centrales. Naturalmente, ninguna de estas instalaciones produce en la actualidad gran cosa.

El país, que en suma es muy rico, se ha repuesto de la pérdida de las colonias. La necesidad de luz aumenta como en todas partes, y las grandes poblaciones necesitan grandes cantidades de energía.

La central de la Hidroeléctrica Ibérica, construida en 1900 por los talleres Siemens-Schuckert y en donde la tensión es de 30.000 voltios, ha servido de modelo; por todas partes se han construido fábricas de más en más potentes y se han instalado transportes de energía á distancias crecientes. Juan Urrutia, un Ingeniero muy emprendedor, es el creador de un gran número de empresas hidroeléctricas; desgraciadamente no se encuentran financieros análogos.

La industria ha instalado igualmente grandes fábricas de fuerza (Papelera Española, Río Tinto, Sierra Morena), de modo que durante estos últimos años el número, y más todavía la potencia de las instalaciones, ha aumentado considerablemente. La

importación de material eléctrico en España lo demuestra claramente: según la estadística, se ha importado en 1910 por valor de 167 millones de pesetas y siguen aumentando constantemente.

Existen pocas Sociedades de construcción, porque como faltan en el país las materias primas, las casas extranjeras pueden acudir á la competencia, á pesar de lo elevado que son los derechos de aduanas.

La mayor parte de las importaciones vienen de Alemania y después de Suiza, de Inglaterra y de Francia.

La Sociedad de electricidad más importante de España es la Industria Eléctrica de Barcelona, que está unida actualmente con los talleres Siemens-Schuckert; después viene Planas Flaque y Compañía (construcciones mecánicas y eléctricas), que está unida con la Sociedad inglesa Westinghouse. Las demás Sociedades son de poca importancia; todo lo más podría citarse entre ellas la de Vivó Torres y Compañía.

Las fábricas de cables han tenido más éxito y casi ha cesado la importación de ellos. La más importante de estas fábricas no es española, pertenece á la Sociedad italiana Pirelli y lleva este mismo nombre. La otra fábrica, la Compañía de cables eléctricos, funciona también satisfactoriamente.

Las fábricas de lámparas de incandescencia, en particular la fábrica española de lámparas Z, dan buenos resultados, pero no se ha podido todavía suprimir la importación (2 millones de pesetas en 1910).

Existe una fábrica de barras de carbón, la Compañía fabril de carbones eléctricos, que no ha podido hacer todavía buenos negocios, á pesar de lo elevado de la tarifa de Aduana, que es de una peseta por kilogramo; sólo existen algunos talleres que se ocupan de la fabricación de contadores y otros materiales.

Von Scheven da los siguientes datos respecto á las principales instalaciones de distribución de energía; estos datos no son de una exactitud absoluta y no comprenden las instalaciones particulares.

Hidroeléctrica Ibero: Instalación total 12.500 caballos; utiliza tres saltos de agua y surte los distritos de San Sebastián, Victoria, Miranda y Bilbao. Esta Sociedad tiene aproximadamente nueve años de existencia, distribuye el 5 por 100 de interés, sin hacer amortizaciones, lo cual es costumbre general en España. En Bilbao surte á una serie de laminadores, que tienen motores que alcanzan á una potencia de 3.000 caballos.

Hidroeléctrica Española: aproximadamente 2.500 caballos; esta Sociedad surte á Madrid, donde además existen algunas centrales de vapor.

Fuerzas motrices del Gállego y teledinámicas: Estas dos fábricas están alimentadas por saltos situados á 30 kilómetros, aproximadamente, de Zaragoza y tienen una potencia aproximada de 8.000 caballos; envían su energía á esta población, pertenecen á la Sociedad Eléctricas reunidas, que posee también dos centrales de vapor. Capital, obligaciones y acciones: 10 millones de pesetas. Dividendos: 5 por 100.

Electra de Viescos (centrales eléctricas): Transporta aproximadamente 4.000 caballos á la ciudad de Santander, á una distancia de 30 kilómetros y á las minas de los alrededores. No da todavía dividendo.

Hidroeléctrica del Guadaira: Aprovecha un salto de unos 4.000 caballos, á 150 kilómetros de Sevilla. El capital empleado, que asciende á unos 5 ó 6 millones de pesetas, tardará todavía bastante tiempo en producir interés.

Hidroeléctrica del Chorro, de 4.000 caballos, aproximadamente: Surte á Málaga desde hace unos siete años; actualmente no produce interés.

(1) *Electrotechnische Zeitschrift* da los siguientes datos sobre el desarrollo de la industria eléctrica en España, y particularmente en Cataluña, desde 1900, tomados de una Memoria presentada por Von Scheven, Secretario de legación.