

LA ENSEÑANZA PRÁCTICA  
DEL  
INGENIERO

CONFERENCIA DADA

FOR

D. JOSÉ SERRAT Y BONASTRE

PRESIDENTE DE LA ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES  
AGRUPACIÓN DE BARCELONA,

CON MOTIVO DE LA TOMA DE POSESIÓN DEL CARGO

EL DÍA

31 DE OCTUBRE DE 1908.

(Reimpreso de la REVISTA TECNOLÓGICO INDUSTRIAL)



BARCELONA

IMPRESA DE PEDRO ORTEGA, ARIBAU, 7 Y 9

1908



LA ENSEÑANZA PRÁCTICA  
DEL  
INGENIERO

3269, exp. 4

LA ENSEÑANZA PRÁCTICA  
DEL  
INGENIERO

CONFERENCIA DADA

POR

D. JOSÉ SERRAT Y BONASTRE

PRESIDENTE DE LA ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES  
AGRUPACIÓN DE BARCELONA,

CON MOTIVO DE LA TOMA DE POSESIÓN DEL CARGO

EL DÍA

31 DE OCTUBRE DE 1908.

(Reimpreso de la REVISTA TECNOLÓGICO INDUSTRIAL)



BARCELONA

IMPRENTA DE PEDRO ORTEGA, ARIBAU, 7 Y 9

1908



R.18621

LA INGENIERIA PRACTICA  
INGENIERO

CONFERENCIA DADA

POR

D. JOSE SERRAT Y BONASTRE

PRESENTE EN LA ASOCIACION DE INGENIEROS INDUSTRIALES

DE BARCELONA

CON EL TITULO DE LA TEMA DE POSICION DEL LABOR

EN EL

DI 19 DE OCTUBRE DE 1902

(Reproducido de la REVISTA TECNOLÓGICA INDUSTRIAL)



BARCELONA

IMPRESA DE PEDRO ONDAS, SUAVES, 12

1902



# LA ENSEÑANZA PRÁCTICA DEL INGENIERO

---

---

SEÑORES:

Si consultamos al azar diez industriales que hayan recibido esmerada cultura, y casi me atrevo á decir diez ingenieros que hayan dedicado toda su actividad al servicio de la industria, y les preguntamos cuál es su parecer sobre la enseñanza técnica en España, podéis tener la seguridad de que por lo menos nueve, por no decir todos, estarán acordes en sostener que dicha enseñanza no corresponde á las necesidades de la práctica. Y, sin embargo, examinando de cerca nuestras Escuelas, y me refiero principalmente á las de la clase á que tenemos la honra de pertenecer, nos será forzoso convenir en que todas ellas cuentan con un profesorado inteligente y entusiasta, cuyos miembros consultados aisladamente, si bien deplorarán que la falta de medios materiales haga imposibles ciertos ejercicios prácticos, defenderán con pleno convencimiento que para cumplir debidamente su misión no pueden suprimir una sola lección de su programa teórico. Nos encontramos, pues, enfrente de una diferencia de criterio bastante radical y que, por otra parte, sólo puede obedecer á una mala inteligencia, ya que es evidente, como dice el sabio profesor Reuleaux en la Introducción de su «Cinemática», que *en el dominio de la actividad humana, abierto libremente á la Ciencia, lo que es verdaderamente práctico debe estar forzosamente conforme con la teoría, en la inteligencia de que ésta sea justa.*

Esta diferencia de criterio entre los centros de enseñanza y el

público que debe servirse de sus alumnos, existe en mayor ó menor grado en casi todas las carreras, pero se hace mucho más marcada en la nuestra, cuyo ejercicio se traduce definitivamente en hechos materiales. La escasez de recursos pecuniarios á que acabo de referirme, no basta por sí sola á explicar esta disconformidad, puesto que una deficiencia de este género se atenuaría rápidamente con el ejercicio de la carrera; existe pues otra causa que trataré de investigar, analizando ante todo cuál es la verdadera misión del Ingeniero. Para este objeto, considero necesario partir de la división de la enseñanza técnica hoy admitida casi universalmente y que desde muchos años existe con caracteres bien definidos en Francia, Suiza y Alemania, correspondiendo á las diferentes categorías del personal técnico en los grandes establecimientos industriales. Me refiero á la clasificación de las Escuelas en elementales, secundarias y superiores.

Las escuelas elementales, cuyo tipo más definido lo constituyen las *Handwerker Fortbildung-Schulen* alemanas (Escuelas complementarias para artesanos) son por regla general escuelas nocturnas donde los obreros aprovechan algunas horas para recibir cierta instrucción complementaria de la recibida en la Escuela primaria, la cual suele consistir en elementos de matemáticas y dibujo que abren un campo más vasto á su actividad y les permite interpretar más fácilmente las disposiciones de sus jefes.

Como escuelas intermedias de carácter general, dentro del dominio de la Mecánica, ofrecen un ejemplo muy preciso las *Ecoles Nationales d'Arts et Metiers* (Escuelas Nacionales de Artes y Oficios) francesas, cuya creación data del primer imperio, es decir, de fecha casi simultánea con la Escuela Politécnica de París, obedeciendo probablemente á un plan educativo que con el tiempo ha venido á ser adoptado por las demás naciones. En dichas escuelas la enseñanza dura tres años y se divide en dos partes: una teórica formada por las lecciones orales y otra eminentemente práctica consistente en el dibujo industrial y en el trabajo manual en los talleres de la Escuela, al cual dedican unas seis horas diarias. Esta circunstancia, unida á la permanencia en el mismo ramo que el alumno escoge al ingresar, constituye un verdadero aprendizaje de un oficio relacionado con la construcción mecánica (ajustador, fundidor, modelista, etc.). De esta manera al terminar los estudios salen los alumnos convertidos en operarios regulares, y al

mismo tiempo con instrucción bastante sólida para formar en breve tiempo jefes de taller ó dibujantes técnicos excelentes. A este mismo género de Escuelas pertenecen los *Technicum* alemanes y suizos, si bien en la mayoría de estos últimos, el trabajo manual debe hacerse por los alumnos fuera de la Escuela, lo cual permite dar en igual tiempo una instrucción oral más completa. Sin embargo, en todos los casos la base matemática no pasa del Algebra elemental, dándose á lo más ligeras nociones de Algebra superior, que si en algunos *technicums* suizos existe como asignatura independiente, es con carácter voluntario (*facultativ*) para aquellos alumnos que deseen ampliar sus estudios fuera de la Escuela.

En la categoría más elevada de escuelas técnicas, figura como una institución secular la famosa *Escuela politécnica* de París, de la cual salen la mayor parte de Ingenieros de Caminos y de Minas del Gobierno francés, así como los Cuerpos facultativos del Ejército y la Armada, los cuales completan sus estudios en escuelas especiales de aplicación. Al lado de esta Escuela, que se ha mantenido siempre en una elevación científica exagerada, figura la *Escuela Central de Artes y Manufacturas*, fundada en 1830 por Perdonet, Dumas y otros sabios ilustres que la establecieron con carácter privado, pasando al Estado en 1857. Su enseñanza, sin tener la elevación de la Politénica, ha prestado grandes servicios á la industria francesa, pero desde el punto de vista práctico no pueden compararse ni una ni otra escuela con las *Hochschule* (Escuelas superiores) alemanas ni con su similar llamada *Politechnicum* de Zurich, que son, á mi entender, el modelo más perfecto de las Escuelas de esta categoría. Dejando por ahora á un lado las diferencias de las escuelas superiores, todas tienen de común el exigir para el ingreso una cultura general considerable, el penetrar en los recursos más elevados de las ciencias matemáticas y físico-químicas y el fundar en esta sólida base la instrucción técnica de sus alumnos, á quienes está reservado el papel más alto en el ejercicio de la industria. Aunque en las escuelas alemanas se exige generalmente un año de taller antes del ingreso ó de los estudios de aplicación, no puede afirmarse seriamente que esta clase de escuelas den gran importancia al trabajo manual, consistiendo sus ejercicios prácticos en trabajos de laboratorio.

Completan el cuadro otros dos tipos de escuelas que no encajan de

un modo determinado en la clasificación anterior; tales son las Escuelas de aprendices y las Escuelas de industrias especiales. En las primeras, cuya categoría es equiparable á la de las escuelas elementales, se enseña á los alumnos un oficio determinado, procurando que lleguen á la máxima perfección manual, al revés de las escuelas complementarias citadas, cuyo objeto es perfeccionar la cultura intelectual del obrero que aprende su oficio en la fábrica.

Las Escuelas de industrias especiales, que para abreviar llamaré Escuelas especiales, se mantienen en una categoría que se asemeja más bien á la de las Escuelas secundarias, con la diferencia de que su objeto es formar Jefes de fabricación para determinadas industrias; en esta clase deben contarse la Escuela de artes textiles de Crefeld (Alemania), la de Artes Cerámicas de Ohio (Estados Unidos), las escuelas azucareras de Alemania y los Estados Unidos, etc., cuya base principal es el trabajo de los alumnos en un taller ó fábrica modelo montado en la misma Escuela, además de una instrucción oral basada generalmente en principios elementales.

Según lo dicho antes, la clasificación de la enseñanza técnica corresponde á la del personal de los grandes establecimientos industriales y más especialmente de los grandes talleres de construcción mecánica. En esta industria, la dirección y oficina de estudios necesita forzosamente de ingenieros con amplitud de miras y sólida base teórica para abordar los problemas más difíciles de la construcción, al paso que los dibujantes técnicos y jefes de taller suelen proceder de una Escuela Mecánica intermedia. Esto no se opone á que algunas veces aparezcan trocados los papeles, puesto que la base teórica de las Escuelas intermedias por elemental que sea, permite resolver un gran número de problemas corrientes y además, el estudio del alumno, puesto ya en una vía determinada, puede suplir lo que no aprendió en la Escuela.

En las demás industrias, y me refiero principalmente á las manufactureras, ya no es tan definido el papel que desempeñan los técnicos de distinta procedencia, pero es forzoso reconocer que en aquellas industrias cuyo carácter especial da gran predominio al empirismo, la mayor parte de empleos y hasta la dirección van á parar á alumnos de Escuelas intermedias y mucho más si éstas son de las que he llamado especiales. Y esto sucede en tanto mayor grado cuan-

to más pequeño es el establecimiento industrial, puesto que sus recursos limitados no le permiten el lujo de tomar un ingeniero que debe empezar por pasar un cierto aprendizaje, aunque éste venga compensado más tarde por la mayor amplitud de miras con que trataría los múltiples problemas relacionados con la industria.

Esta circunstancia explica, á mi modo de ver, la diferencia de criterio que señalé al principio de esta conferencia, la cual resulta mucho más marcada en nuestra región, cuyas industrias dominantes son de índole empírica y los establecimientos fabriles de poca extensión, comparados con sus similares del extranjero. Y esta mala inteligencia se completa por la falta casi absoluta que hemos tenido hasta hace pocos años de escuelas intermedias generales y especiales, ya que no pueden considerarse como tales las Escuelas nocturnas de Artes y Oficios cuya enseñanza es más bien comparable con la de las escuelas de obreros extranjeras, sobretodo si se considera que en otros países el obrero ha recibido una instrucción primaria superior á la nuestra. En estos últimos años la creación de las *Escuelas superiores de industrias* parece tender á llenar este vacío, pero su excesivo programa teórico y la escasez de medios materiales de que disponen en su mayoría para que sus alumnos puedan hacer una práctica extensa, hace temer que salvo raras excepciones, en vez de crear ayudantes eficaces del ingeniero, produzcan solamente competidores teorizantes con conocimientos menos profundos.

A falta de escuelas intermedias, nuestros fabricantes han buscado su personal director entre obreros distinguidos cuya instrucción técnica es en general muy deficiente ó cuando no han recurrido á profesionales extranjeros y se han valido de nuestros compañeros, éstos han tenido que someterse á una especie de aprendizaje, terminado el cual, muchos de ellos se preguntan qué relación pueden tener con la industria las fracciones continuas ó el teorema de Pascal.

No se crea, sin embargo, que entre en mi ánimo el vituperar á nuestra Escuela de Ingenieros por no haber sabido descender al nivel más apropiado para la industria local. La Escuela tenía que responder necesariamente á los fines para que fué creada, manteniéndose en la categoría de sus similares extranjeras y no es suya la culpa si el Estado que todo lo acapara, ha descuidado de un modo tan lamen-

table la enseñanza intermedia. Por otra parte, aun cuando se hubiese seguido este camino, abandonando otros campos de actividad que se han ofrecido á sus alumnos, tampoco se habrían obtenido resultados prácticos sin establecer el trabajo manual en talleres modelos que ocasionan gastos incompatibles con nuestro mísero presupuesto de Instrucción Pública.

Afortunadamente en estos últimos tiempos parece que nuestros hombres públicos empiezan á preocuparse de conceder mayores recursos á la enseñanza técnica, comprendiendo sin duda que según la frase de Thurston, el gran profesor americano «*La educación del pueblo es la construcción del edificio nacional*». (\*) Al mismo tiempo las vigorosas corrientes descentralizadoras que hoy imperan, permiten esperar que con cierta independencia del Gobierno central, las regiones productoras podrán cooperar directamente al desarrollo de las industrias locales. Todos debemos interesarnos para que los sacrificios que se hagan no resulten estériles y sin descuidar nuestras propias escuelas, debemos trabajar para que una de las primeras manifestaciones de este nuevo espíritu sea la Escuela intermedia especial, con lo cual al mismo tiempo que recibirá gran empuje la industria, podremos llevar el ejercicio de nuestra carrera á su verdadero terreno.

Entonces veremos al frente de nuestras pequeñas industrias á técnicos inteligentes que serán los primeros en recurrir al ingeniero cuando se trate de asuntos generales de gran trascendencia que caigan fuera de su especialidad, tales como la construcción de edificios industriales ó la producción y distribución de fuerza. Los grandes establecimientos fabriles donde estos asuntos son suficientes para ocupar la actividad de un técnico, emplearán para este objeto ingenieros que, una vez familiarizados con la práctica especial de la industria, se impondrán como directores por lo vasto de sus conocimientos, y ayudados por los intermediarios que les ahorrarán un trabajo aplastante de detalle, podrán volver la vista hacia los últimos progresos y luchar en condiciones ventajosas con los competidores extranjeros. Al mayor desarrollo de las industrias textiles y sus derivadas, sucederá un aumento de actividad en los talleres de cons-

(\*) «The education of the people is the building up of a nation», (Discurso de Thurston sobre «La Nueva educación» en la Universidad de Ohio—1892).

trucción mecánica, en los ferro-carriles y en las grandes industrias químicas, y el carácter cada día más racional de estas industrias aumentará el campo de actividad de nuestros compañeros que también en este terreno se verán ayudados eficazmente por los intermediarios que hoy deben suplir muchas veces con prácticos extranjeros.

Creo haber dejado bien sentada la división de la enseñanza técnica y su conveniencia para el desarrollo de la industria, hecho que, por otra parte, está hoy reconocido en todas las naciones adelantadas. La misma Inglaterra, tan refractaria hasta hace poco á la enseñanza técnica superior, ha acabado por reconocer su error en vista de la competencia desastrosa que le hacían Alemania y los Estados Unidos, y después de enviar varias comisiones al Continente europeo y al americano, ha ido poco á poco elevando el nivel intelectual de sus principales centros de enseñanza técnica que habían permanecido estacionarios, más que por espíritu de rutina, por un mal entendido espíritu democrático que pretendía dar la enseñanza de modo que todos pudieran entenderla.

Una consecuencia de las nuevas tendencias ha sido el estudio hecho recientemente por una distinguida comisión nombrada por el Instituto de Ingenieros Civiles de Londres con la cooperación de las más importantes asociaciones de ingenieros de aquel país, cuyas conclusiones parece que van á concretarse en breve con la creación de un *Instituto Imperial de Ciencias Aplicadas* (\*) con carácter muy parecido á las *Hochschule* alemanas.

Esta elevación de miras no significa en manera alguna que la enseñanza del ingeniero deba ser puramente especulativa, sino muy al contrario. Es preciso no perder de vista que el objeto de nuestra carrera es «*aplicar los conocimientos científicos al aprovechamiento de las fuerzas naturales para el uso y conveniencia del hombre*» (\*\*) y este carácter de aplicación indica claramente la necesidad de que la enseñanza sea á la vez científica y práctica. Puesta la cuestión en este terreno, cabe preguntar: ¿en qué debe consistir la enseñanza práctica del ingeniero?

La cuestión es muy compleja y abarca una serie de problemas que

---

(\*) Imperial Institute of Applied Science.

(\*\*) Definición del Charter de la «Institution of Civil Engineers» de Londres.

voy á bosquejar rápidamente, agrupándolos en tres cuestiones principales:

*Conveniencia del trabajo manual.*

*Necesidad y condiciones de la enseñanza de laboratorio.*

*Aspecto general y particular de la enseñanza oral y de proyectos.*

En las escuelas inglesas y americanas que se han formado, por decirlo así, de abajo arriba, ó sea empezando por ser en su mayoría escuelas elementales y elevándose á medida que la industria ha exigido una base más sólida de conocimientos, el trabajo manual ha sido y sigue siendo uno de los puntos más fundamentales de la enseñanza del ingeniero mecánico. En el mismo informe de la Comisión inglesa á que me refería hace un momento (\*) se recomienda un año de taller, por lo menos, antes de ingresar en la Escuela, hasta para los ingenieros que no deban dedicarse á la especialidad mecánica. Un criterio análogo impera en las escuelas alemanas, si bien éstas dejan en libertad al alumno respecto de la época de efectuar este trabajo con tal que preceda á los dos años de estudios de aplicación. En cambio, en las escuelas francesas y belgas y en las nuestras que han seguido sus huellas, el trabajo manual en el taller se ha considerado siempre como cosa secundaria y hasta contraproducente. El eminente profesor Mr. Dwelshauvers-Dery, de la Universidad de Lieja, que tanto se ha distinguido en la creación de los Laboratorios de Mecánica, consultado hace pocos años sobre este punto por el que tiene el honor de dirigiros la palabra, manifestó claramente su opinión contraria al trabajo manual, diciendo que en la imposibilidad de hacer un aprendizaje serio, los alumnos se acostumbran á una ejecución imperfecta y pierden el gusto por el trabajo bien acabado.

Es evidente, sin embargo, que ni en las escuelas alemanas ni en las escuelas superiores inglesas ó americanas como la de Birmingham ó la de Columbia University, cuyos planes se publicaron hace poco en nuestra Revista, (\*\*) se pretende que los alumnos hagan un aprendizaje capaz de convertirlos siquiera en operarios mecánicos media-

---

(\*) «Education and training of Engineers.—Report of a Committee...» Minutes of Proceedings of The Institution of Civil Engineers de Londres.—Vol. CLXVI, pág. 159.

(\*\*) «La educación académica de los Ingenieros mecánicos de los Estados Unidos», Junio de 1908.

nos, puesto que para ello necesitarían á lo menos tres años trabajando medio día como se hace en las *Ecoles d'Arts et Metiers* francesas. Un aprendizaje formal sin ser desventajoso, no puede declararse obligatorio para el alumno de una escuela de ingenieros, á menos de aceptar el principio tan absurdo como vulgar de que para mandar una cosa es preciso saber hacerla, lo cual podrá ser verdad tratándose de contra-maestres, pero no de jefes superiores. Aceptando este criterio, iríamos á consecuencias tan ridículas como la de exigir que el arquitecto empezase por ser albañil y el ingeniero de caminos, barrenador ó cantero. El objeto del año de taller que en las citadas escuelas se exige, es, sin duda alguna, familiarizar á los alumnos con la realidad de las cosas, compensando de esta manera las abstracciones á que conduce el estudio aislado de las matemáticas, y al mismo tiempo dar una idea de los recursos corrientes de la construcción mecánica, para que al entrar en los estudios de aplicación, pueda el alumno proyectar los órganos constructivos con formas prácticamente realizables.

Respecto del lugar donde deban hacer los alumnos las prácticas de trabajo manual, no existe conformidad de ideas ni de sistemas. Al paso que las escuelas americanas y algunas inglesas tienen talleres propios, las escuelas alemanas exigen que dichas prácticas se hagan fuera de la escuela, indicando á los alumnos los talleres que están dispuestos á admitirlos, por lo común los de ferrocarriles del Estado ó de grandes sociedades, cuyas relaciones oficiales les hacen dar toda clase de facilidades. El primer sistema es quizás mejor desde el punto de vista instructivo; pero tiene el inconveniente de exigir enormes gastos de instalación y entretenimiento que pueden soportar bien las escuelas americanas, gracias á los generosos donativos de algunos millonarios que cifran un orgullo muy legítimo en crear ó sostener establecimientos de enseñanza que honren su memoria. Los alemanes, en cambio, menos ricos y más prácticos desde este punto de vista, han preferido invertir las cuantiosas sumas que dedican á la enseñanza técnica en sus laboratorios de Mecánica; considerando sin duda que en la escuela debe enseñarse principalmente *aquello que no puede aprenderse fuera.*

Concretándonos ahora á nuestro país y más especialmente á nuestra carrera, para el establecimiento del trabajo manual obligatorio, chocamos desde luego con la dificultad de alargar á lo menos un año

los estudios, que desde la supresión de las especialidades, resultan ya excesivamente largos. Por otra parte, el carácter teórico de nuestra enseñanza primaria y secundaria, hace que los alumnos lleguen á la edad de empezar la carrera muy mal dispuestos para sacar provecho de un año de taller, del cual los alemanes, ingleses y americanos sacan mucho más partido por la costumbre que existe en dichos países, especialmente en los últimos, de acostumar á los niños desde la clase de párvulos á vencer las dificultades que ofrecen trabajos manuales sencillos, tales como recorte de objetos de cartón, modelado de objetos de barro, pequeñas prácticas de carpintería, etc., etc.

A primera vista parece que esta circunstancia es un motivo más para que el ingreso en la Escuela vaya precedido de un aprendizaje de dos ó tres años, pero esto obligaría á fijar la vocación del alumno desde muy niño para terminar la carrera á 23 ó 24 años. Es el mismo inconveniente que ofrece la preparación para la carrera de Ingeniero en las Escuelas superiores de Industrias (\*) que, por otra parte, según ya hemos hecho notar antes, están desnaturalizadas por el prurito de enseñar matemáticas superiores en vez de dedicar más tiempo al taller. Pretender conocer en un niño de 10 á 12 años la vocación para una carrera determinada, es un absurdo que puede tener graves consecuencias. En el estado actual de la enseñanza en España, dejando aparte algunos casos excepcionales, es imposible orientarse hacia carrera alguna sin explorar antes las aptitudes por medio del Bachillerato, ya que no existe otra enseñanza equivalente de aplicaciones generales, sin que esto signifique que deba declararse obligatorio para los Ingenieros, como lo es por regla general en Alemania. Y como el alumno termina el Bachillerato á los 16 años, no hay que pensar en añadir uno más á los siete que ya imponen los planes actuales.

Si se añade á esto la dificultad de hacer el aprendizaje en talleres exteriores escasos en número y mal organizados para este objeto y el gasto que supone para las Escuelas la implantación de talleres montados *ad hoc*, se comprende que por ahora debemos renunciar al trabajo manual, supliendo la enseñanza que de él se deriva con otros medios más accesibles.

Muy eficaz sería desde este punto de vista la enseñanza desde los primeros años de carrera de la Tecnología mecánica con carácter ele-

---

(\*) Esto no significa que el autor pretenda que se quite á sus alumnos el derecho al ingreso.

mental, simultaneada con las Matemáticas, para empezar á desarrollar en los alumnos la afición á las cosas prácticas, embotada por muchos años de enseñanza clásica. Estas nociones de tecnología se completarian con visitas á talleres, y cuando los medios materiales lo permitieran, después de cubiertas las atenciones de los laboratorios, se podrían instalar una colección de máquinas-herramientas modernas típicas, como tornos cilindricos rápidos, tornos automáticos, máquinas de dentar, fresadoras, etc., las cuales serían manejadas por operarios hábiles que enseñarian los recursos de la construcción moderna á los alumnos. A su vez éstos cooperarian con los operarios en el trabajo de preparar las máquinas para objetos determinados, como por ejemplo: disponer los engranajes en el torno para un paso de rosca dado; dibujar las directrices para el torno automático y otras operaciones que les darian un resultado más positivo que una manipulación imperfecta.

Si la necesidad del trabajo manual en las Escuelas de Ingenieros ha sido y es todavía objeto de discusión, en cambio no existe la menor duda sobre la utilidad de los laboratorios. Estos laboratorios se dividen en tres secciones principales: laboratorios de Química, de Electricidad y de Mecánica. No me entretendré hablando de los primeros, cuya utilidad está reconocida desde muy antiguo, desde el momento que el Análisis químico es la base sobre que descansan las industrias de este género. Tampoco hablaré de los laboratorios de Electricidad, cuya necesidad se ha hecho palpable á medida que han ido adelantando sus aplicaciones industriales; tan sólo haré notar que la parte referente á comprobación de leyes eléctricas y los aparatos de medida viene á ser como un complemento del gabinete de Física, mientras las experiencias relativas á dinamos y motores están en íntima relación con el laboratorio de Mecánica, por el acoplamiento necesario entre aquellas máquinas y las máquinas motrices que aprovechan directamente las fuerzas naturales. El laboratorio de Mecánica es el que debe llamar toda nuestra atención, tanto por su importancia práctica como por ser uno de los progresos más notables de la enseñanza técnica moderna. Su creación es de fecha relativamente reciente y más reciente es todavía su aplicación á la enseñanza. El eminente profesor de la Universidad de Lieja, Mr. Dwelshau-

vers-Dery, de quien me ocupaba hace poco, publicó á principios de 1891 en el *Genie Civil* (\*) una serie de artículos encaminados á ensalzar la gran importancia de dichos laboratorios, consignando en ellos la opinión de distinguidos ingenieros y constructores de todas las nacionalidades. Hombres tan prestigiosos como Haton de la Goupillière, Zeuner, Kennedy, Thurston, etc., se muestran ardientes partidarios de la enseñanza de la Mecánica aplicada y de sus investigaciones por métodos experimentales. El famoso Hirn, ese admirable ingeniero que á pesar de no proceder de ninguna escuela técnica elevada, hizo dar un paso de gigante al estudio calorímetro de la máquina de vapor, dice en una carta escrita en 1880 al Director de la Escuela de Minas de Lieja, abogando por la pronta terminación del laboratorio de Mecánica: «Conozco por experiencia cuán raro es »encontrar en los establecimientos industriales jefes que quieran »prestar sus motores para ensayos, cuya utilidad práctica no comprenden y de los cuales sólo ven el lado molesto y oneroso.... Y aun »en las circunstancias tan favorables en que me he encontrado, he »tenido que luchar contra dificultades procedentes de la misma fuerza de las cosas. Me ha sido preciso aceptar las máquinas tales como »eran, adaptarme á las disposiciones locales, á menudo las más incómodas, bajo el punto de vista de mis investigaciones; he debido limitarme al papel de *observador* y *esperar* los fenómenos, en vez de »hacer el de *experimentador* y *provocarlos* y *repetirlos* á voluntad. »Todas las dificultades que indico desaparecerán en esa Escuela, »puesto que tendréis un motor dispuesto *ad-hoc*, sobre el cual podrán »repetirse á voluntad los ensayos más diversos, más opuestos, más »contradictorios....»

Estas palabras demuestran claramente la necesidad del laboratorio, desde el punto de vista de la investigación; pero al mismo tiempo en la Escuela técnica tiene el laboratorio otra misión más importante, que es acostumar al alumno á ver comprobados los problemas que el libro resuelve de una manera abstracta por medio de hechos positivos. Asimismo permite ejercitar á los alumnos en el manejo y comprobación de los instrumentos de medida de fuerzas, potencias, etc., de los cuales se deducen la resistencia de los materiales y el

---

(\*) Les laboratoires de Mécanique et les écoles techniques supérieures.

rendimiento de las máquinas, así como la influencia de los factores que intervienen en su funcionamiento.

Según su objeto, los laboratorios de Mecánica suelen dividirse en tres grupos distintos, que en las Escuelas bien montadas están instalados en secciones aisladas: Laboratorio de resistencia de materiales, laboratorio de máquinas térmicas y laboratorio de hidráulica; pudiendo decirse que en general se han ido estableciendo en el mismo orden mencionado.

En las Escuelas superiores alemanas, inglesas y americanas, desde 1880 hasta la fecha, los laboratorios han ido alcanzando un gran desarrollo, invirtiéndose en ellos sumas considerables; así, en la Escuela de Dresde, los laboratorios de máquinas térmicas é hidráulicas han costado más de un millón de marcos, sin contar los solares pagados á buen precio; en la Escuela de Berlín, su coste es mucho mayor, existiendo además un laboratorio completísimo de Resistencia de Materiales.

Nuestro digno compañero Sr. Llatas, cuyas relaciones de familia conmigo no me permiten alabar como quisiera, hizo en su viaje á Alemania, pensionado por el Gobierno en el curso de 1904-1905, un estudio muy completo de los laboratorios de las Escuelas alemanas, que publicamos en parte en nuestra Revista, siendo de lamentar que el Estado no haya publicado su Memoria con toda extensión. En la imposibilidad de reproducir los interesantes datos que contiene dicho trabajo, haré constar solamente uno que, á mi juicio, tiene mucho interés en nuestro país donde tan aficionados somos á abstracciones teóricas y es, que si se exceptúan algunas disposiciones encaminadas á favorecer los ensayos, las máquinas de vapor, bombas, turbinas, etc., de dichos laboratorios son verdaderos tipos industriales y de potencia considerable. Así, por ejemplo, en la Escuela de Berlín existe una máquina de vapor de cuádruple expansión de 220 caballos; otra de triple de 150; una turbina de vapor Parsons de 300 y un motor de gas de 150. Sólo de esta manera los ensayos é investigaciones tienen un carácter verdaderamente conforme con la práctica de la industria, y los alumnos se acostumbran á no andarse por las ramas, sin descuidar por eso el progreso, en las futuras instalaciones que les están encomendadas.

Otra cuestión que no se debe pasar en silencio es la prevención

con que hay que mirar los trabajos de investigación que desde luego deben proscribirse de las sesiones dedicadas á la enseñanza, á menos que ésta sea una ampliación de estudios más allá del título, como las preparaciones de las tesis que desarrollan en Alemania los ingenieros que aspiran al título de Doctor. Según hace notar muy acertadamente Mr. Boulvin, el sabio profesor de Mecánica aplicada de la Escuela de caminos de Gante en su trabajo sobre la Enseñanza de la Mecánica, publicado hace pocos años (\*), los alumnos corrientes se muestran muy torpes en calcular los resultados de los ensayos y cometen á menudo errores groseros que el profesor debe rectificar. Si estos errores se aplicaran á un trabajo de investigación, darían resultados negativos que en vez de animar al alumno, le descorazonarían. Los mismos trabajos de investigación hechos por personas competentes indican evidentemente los resultados obtenidos sobre tal ó cual máquina; pero al querer deducir de ellos consecuencias generales, es preciso hacer un trabajo de comparación que muchas veces no puede realizarse más que apelando á razonamientos y cálculos complicados.

No quiero terminar esta parte sin hacer constar la necesidad de que los ensayos en los laboratorios abarquen un número de horas seguidas considerables, aunque sólo tengan lugar un solo día por semana, rompiendo con la rutinaria costumbre de las lecciones de hora y media; criterio que también debería aplicarse en los laboratorios de química que además en las escuelas alemanas suelen estar abiertos al alumno todo el día. Asimismo para que los ensayos sean eficaces el alumno debe proceder de por sí, pero bajo la vigilancia de profesores auxiliares, cuyo número ha de ser proporcional al de alumnos. En una Memoria del profesor Thurston presentada al Congreso de Ingeniería de Chicago, (\*\*) éste fija como tipo normal de una escuela de ingenieros un número total de 50 profesores para 500 alumnos, proporción muy superior á la que suelen tener nuestros centros de enseñanza.

---

(\*) «Considerations sur l'enseignement de la Mécanique». Revue de Mécanique — 1904 y 1905.

En esta memoria están inspiradas varias de las consideraciones relativas á la enseñanza oral.

(\*\*) «Technical education in the United States».—Transactions of the American Society of Mechanical Engineers.— Vol. XIV.

Aparte de las cuestiones que acabamos de examinar, relacionadas directamente con la enseñanza práctica, existe otro aspecto del asunto, que aunque á primera vista puede parecer secundario, reviste quizás más importancia que las anteriores. Me refiero al criterio general que debe presidir en la enseñanza oral y en los problemas y proyectos que son su aplicación inmediata. He dicho al principio de esta conferencia que el ejemplo más elevado de la enseñanza técnica superior estaba representado por la Escuela Politécnica de París. Fundada esta Escuela en 1794 para la preparación de los Ingenieros del Estado francés, ha visto desfilar por sus cátedras durante más de un siglo á una pléyade de sabios eminentes, y sus alumnos han ostentado con orgullo unos conocimientos de matemáticas tan profundos que podían rivalizar justamente con los doctores en ciencias salidos de la Universidad. El renombre de la Escuela y las obras de texto de sus profesores se han esparcido por todos los países, y durante muchos años esta elevación de la enseñanza se ha señalado por hombres muy ilustrados como un modelo digno de imitar; en España, durante mucho tiempo, las Escuelas de Caminos y de Minas han seguido este ejemplo. En Alemania misma, á medida que las actuales Hochschule, que empezaron por ser muy elementales, iban transformándose en Escuelas superiores, se desarrolló un espíritu científico muy abstracto y elevado. Pero las escuelas alemanas, preparando más que funcionarios públicos, ingenieros para las necesidades de la industria, hubieron de rectificar pronto su criterio y redujeron los estudios generales á sus límites más convenientes, es decir, á la extensión estrictamente necesaria para penetrar con base segura en los estudios de aplicación.

En estos últimos años se ha suscitado en Francia misma, una corriente poderosa que aboga por una transformación profunda en la Escuela Politécnica, gracias á los trabajos de Mr. André Pelletan, Sub-Director de la Escuela de Ingenieros de Minas del Estado francés. Este distinguido ingeniero fué comisionado en 1906 por el Ministerio de Obras públicas para estudiar los laboratorios de las escuelas alemanas y bajo las impresiones de su viaje publicó en la «*Revue de Metallurgie*» un interesante trabajo sobre dichas escuelas, en el cual establece una comparación entre su enseñanza y la que se da en las Escuelas francesas del Estado, bajo la base de la Politéc-

nica. Concretándonos al periodo preparatorio, resulta que mientras un bachiller francés emplea generalmente cuatro años para poder ingresar en la Politécnica y pasa luego dos en ella, antes de llegar á los estudios de aplicación, un bachiller alemán llega á estos estudios en tres años: uno de taller y dos de estudios generales en la misma Escuela técnica. Así es que contando con un año de servicio militar, el futuro ingeniero del Estado, llega en Francia á los estudios de aplicación á los veinticinco años, á la edad en que el ingeniero alemán ha podido hacer prácticas posteriores á la carrera y prestar servicios de gran importancia á la industria y al Estado. Siguiendo el mismo criterio del citado artículo, Mr. Pelletan ha hecho una vigorosa campaña para cambiar este estado de cosas, y como consecuencia de ella, ha elaborado un proyecto de reforma de la enseñanza en la Escuela Nacional de Minas, basado en la preparación dentro de la misma escuela, cuyas líneas principales se establecen en un folleto que debo á la amabilidad del autor, titulado «La reforma de la Escuela Politécnica». El procedimiento allí expuesto para fijar la extensión de los estudios generales, no puede ser más racional puesto que se ha basado en consultar con los profesores de ciencias aplicadas los conocimientos que necesitaban los alumnos para estudiar con fruto sus asignaturas. De esta manera los estudios preparatorios que hoy ocupan cinco años, (no pasando por la Politécnica) (\*) han quedado reducidos á 300 lecciones de una hora y cuarto que se distribuyen en dos años para dar lugar al estudio de idiomas y á los ejercicios de laboratorio.

En el mismo folleto expone el autor algunas ideas que creo conveniente citar porque destruyen una serie de prejuicios que por desgracia están muy generalizados en España. «Es un error, dice Pelletan, la teoría de que los estudios elevados aun cuando sean estériles constituyen una gimnasia intelectual; todo esfuerzo cerebral es un gasto de fuerzas, la inteligencia más potente tiene sus reservas limitadas y el *surmenage* (el excesivo trabajo) las agota. Con la gimnasia intelectual sucede lo mismo que con la física; en otros tiempos se desarrollaban los músculos haciendo esfuerzos exagerados, hoy se

---

(\*) El ingreso en la Escuela Nacional de Minas francesa puede hacerse por medio de la Politécnica y además directamente, cursando dentro de la Escuela los estudios preparatorios equivalentes

fortifican por medio de ejercicios metódicos y moderados.» Más adelante protesta contra la idea de que una enseñanza tan superior tiene la ventaja de producir sabios. «¿Es un concepto absurdo, dice, porque se ha de condenar á un trabajo aplastante á toda una generación de alumnos para extraer de la masa algunos académicos?» Y finalmente aludiendo á la competencia de la Escuela con la Universidad exclama muy justamente: «¿A qué viene esta competencia? ¿Qué se diría si la Universidad quisiera suplantarse á la Escuela Politécnica?»

Me he entretenido un poco en este aspecto de la enseñanza para dejar bien sentado que huyendo de la enseñanza elemental, no debe caerse en las abstracciones á que nos predispone el peso de muchos siglos de enseñanza escolástica.

Afortunadamente en nuestra Escuela, calcada más en el modelo de la Escuela central de París que en la Politécnica, la extensión de los estudios generales ha sido por lo general más limitada. Pero en cambio ha adolecido de otro defecto que depende principalmente de no poder hasta hace poco, por falta de recursos, efectuar los estudios generales en la misma escuela. Esto ha hecho que muchos alumnos hicieran su preparación en la Universidad cuyo sistema de enseñanza y sobre todo de exámenes era el menos adecuado para empezar á formar hombres prácticos. El objeto de las Facultades de Ciencias es principalmente formar profesores, y por lo tanto, se sacrifica la seguridad en los conocimientos á la extensión de los mismos, que es precisamente todo lo contrario de lo que el ingeniero necesita. Además, el sistema de examen por bolas y de carácter oral solamente, da una intervención enorme al azar, dando lugar á que se apruebe á un alumno que ha contestado bien á tres lecciones de detalles, ignorando quizás teorías fundamentales, y se suspenda á otro que se encuentre en el caso contrario. En estos últimos años se han introducido, bajo este punto de vista, reformas beneficiosas, y el examen práctico por medio de problemas es un gran paso dado hacia el verdadero camino.

Sobre este asunto debo hacer, sin embargo, una salvedad, para la cual acudiré de nuevo al interesante trabajo de Mr. Pelletan. El examen por medio de problemas existe desde muy antiguo en las Escuelas francesas que bajo este punto de vista han sido siempre superiores á las nuestras. Pero en muchas escuelas y especialmente en la citada Politécnica, así como en las Escuelas españolas que la imitan,

con el objeto sin duda de limitar el número de alumnos, los problemas tienen á veces un caracter que me atrevo á calificar de charadas. El alumno para resolverlos se ve obligado á armarse de todo un arsenal de artificios ingeniosos y los va ensayando hasta encontrar la solución. «Este ejercicio, dice el citado ingeniero, no es mucho más inteligente que si se diera al alumno un manojo de llaves y se le obligara á buscar cual de ellas abre la puerta de la Escuela. En un juego de este género, el azar domina, un torpe caerá desde el primer momento sobre la llave útil y otro más hábil pasará buscándola en vano muchas horas.»

El espíritu de justicia y el sentido práctico aconsejan á un tiempo que los problemas sean de tal índole que todo alumno que comprenda y recuerde la parte esencial de las teorías abarcadas por el programa, encuentre un camino seguro y directo para resolverlos sin necesidad de artificio alguno. Aun haciéndolo así, mi corta experiencia en la enseñanza me ha demostrado que hasta los alumnos más inteligentes son refractarios al exámen práctico, cuando precisamente deberían agradecer que se les indicara desde un principio el buen camino. La razón está, en mi sentir, en que, además del exámen práctico, el alumno tiene que prepararse para el oral que le obliga á llevar aprendido un volumen lleno de principios abstractos y demostraciones artificiosas. Por esto, aunque se me tache de revolucionario, no vacilo en proponer que las demostraciones se consideren únicamente como un medio de enseñanza, descartándose del exámen, que quedaría reducido á una serie de problemas prácticos y apelando á la interrogación oral únicamente en aquellos casos dudosos en que el tribunal creyera necesario explorar la comprensión del alumno sobre los mismos problemas.

Considerada la enseñanza de las Matemáticas más como un medio que como un fin, naturalmente se deduce de este criterio la conveniencia de subordinar el rigor científico de los procedimientos á la facilidad de resolución de ciertos problemas y á la seguridad en hallar los resultados. Bajo este punto de vista, esta enseñanza ofrece un aspecto especial que hasta ahora ha sido muy poco estudiado. Un distinguido profesor que siempre ha demostrado gran espíritu práctico, decia á este propósito que *«las Matemáticas del ingeniero no han sido escritas todavía.»* Esta tendencia se refleja en el informe de

la Comisión del Instituto de Ingenieros Civiles de Londres, antes citado, que recomienda dar un gran desarrollo al estudio de la aritmética, comprendiendo los métodos abreviados y las operaciones mentales, así como el uso de la regla de cálculo. En igual sentido se ocupa del asunto Mr. Boulvin en su citada memoria. Así: para resolver una ecuación de grado superior, en vez de apelar á métodos analíticos complicados, propone trazar la curva que la representa y hallar las raíces por las abscisas correspondientes á puntos de ordenada igual á cero, escogiendo después las soluciones útiles por las mismas condiciones del problema.

Para que los estudios matemáticos sean fructíferos, es asimismo de absoluta necesidad que cada teoría vaya acompañada de ejemplos numéricos y si es posible, aplicados á trabajos de ingeniería práctica, lo cual ha de causar gran satisfacción á los alumnos que ven de esta manera que la teoría no es estéril para ellos. No hace mucho decía que había ingenieros que no veían la utilidad práctica de las fracciones continuas, y, sin embargo, si después de esta teoría se hiciera una aplicación numérica á la determinación de la relación de números de dientes en las ruedas de un torno, para hallar un paso de roscado, la teoría quedaría más grabada en el alumno y éste no creería haber perdido el tiempo. Podría citar muchos ejemplos parecidos, como la aplicación del cálculo integral á la cubicación de muros limitados por superficies diversas; la de las ecuaciones diferenciales á la deducción de la fórmula de Euler para las piezas comprimidas, etc.; pero creo haber dicho lo bastante para exponer mi idea.

En los demás estudios generales, como la Física y la Química, es aplicable el criterio indicado para las Matemáticas. En el prólogo de la magnífica obra de Electricidad de Erick-Gerard, se lee la siguiente sentencia de Lord Kelvin, el gran sabio inglés, recientemente fallecido: «*Un fenómeno no es conocido más que cuando puede traducirse en números.*» Permitid que me atreva á añadir que sólo estos fenómenos son los que interesan al Ingeniero, dejando al hombre de ciencia la exploración de los que todavía no están bien definidos.

Pasemos ahora á los estudios de aplicación. El primer problema que se ofrece á nuestra vista es la cuestión de la especialización que hoy está siendo objeto de grandes discusiones. Mr. Pelletan en su artículo de la «*Revue de Metallurgie*» hace notar que el Ingeniero de

Minas del Estado Francés abarca oficialmente cuatro especialidades alemanas: Mecánica, Electricidad, Metalurgia y Minería, y aboga por una división á lo menos en dos grandes grupos. Mr. Boulvin en cambio, aunque preconiza la especialización en el estudio de la Mecánica, cree que las Escuelas del Estado están destinadas á formar funcionarios con un campo de acción muy vasto. No entraré á discutir este asunto que sin duda alguna tiene estrecha relación con la enseñanza práctica; pero que en la actualidad debe tratarse atendiendo á otras consideraciones de unidad y prerrogativas oficiales que no podemos abandonar, desde el momento que las demás clases se apiñan para defenderse con medios análogos. Únicamente expresaré mi deseo de que dentro de breves años el desarrollo de la industria llegue en España á tal altura que, tanto bajo el punto de vista privado como oficial, haga posible y hasta necesario volver á la división de nuestra carrera sin menoscabo de nuestros derechos. Agrupando de un lado la mecánica y la electricidad y de otro las industrias químicas y sus afines, podrían formarse dos grandes grupos similares á los Ingenieros mecánicos y á los Fabrik-Ingenieure de las Escuelas alemanas, reduciendo entonces dos años los estudios actuales, lo cual permitiría establecer un año de taller ó de laboratorio junto á los estudios generales, entrando los alumnos un año más jóvenes en el ejercicio de la carrera.

Muchas de las demás cuestiones relacionadas con los estudios de aplicación, se refieren más bien á los planes de enseñanza que varían mucho según la especialidad del Ingeniero y me llevarían fuera de mi objeto. Por lo demás ya creo haber expuesto mi criterio sobre los estudios supérfluos que ni siquiera pueden defenderse desde el punto de vista de la gimnasia intelectual. Una selección de materias bajo este criterio permitiría sin duda reducir muchas asignaturas, como por ejemplo las aplicaciones de la Geometría descriptiva á las Sombras, Perspectiva y Corte de sólidos, muchas de las cuales prestan una utilidad muy discutible al Ingeniero. En el ejercicio de la carrera pocos habrán encontrado la ocasión de construir un capialzado de San Antonio ó un luneto oblicuo en bóveda esférica. En cambio los ejercicios prácticos de Mecánica, de Electricidad y de Química en sus correspondientes laboratorios, no serán nunca bastante recomendados: pero no he de volver á insistir sobre este asunto.

La enseñanza de la Tecnología ofrece un lado práctico, que es el ejercicio en los talleres de las correspondientes industrias; pero dado lo vasto de los estudios es imposible realizarlo. Puede suplirse en parte por las visitas á establecimientos industriales; pero la verdadera práctica en esta materia debe hacerse fuera de la Escuela y esta idea debe ser inculcada al alumno, no haciéndole alimentar la ilusión de que al conseguir el título ya está en condiciones de dirigir inmediatamente cualquier establecimiento industrial.

Hasta ahora no me he ocupado del dibujo, cuyos métodos de enseñanza se prestan á discusiones largas, impropias de esta conferencia. Sea cualquiera el método adoptado, su enseñanza no puede ser eficaz más que proporcionando, como he dicho antes al tratar de los laboratorios, el número de auxiliares al de alumnos. De lo contrario, tal como por desgracia sucede en nuestras escuelas, el profesor no puede multiplicarse, y por grande que sea su actividad, ha de limitarse á aprobar ó desaprobar los ejercicios del alumno sin tener tiempo para demostrarle cómo debe proceder materialmente para obtener buenos resultados. De aquí el disgusto que sienten muchos alumnos por el Dibujo, cuya importancia esencial no comprenden por otra parte. La idea de que el ingeniero no debe saber dibujar bien, porque ya dispone de delineantes, es completamente absurda. En el terreno de la construcción y especialmente de la mecánica, es imposible proyectar medianamente sin dibujar lo que se proyecta. El cálculo de los órganos de máquinas da seguramente las dimensiones principales de las piezas, pero la combinación de estas dimensiones y su adaptación á formas materialmente realizables, sólo puede hacerse dibujando y dibujando con precisión.

Bajo otro aspecto, el dibujo de proyectos y asimismo los ejercicios generales de las asignaturas de aplicación deben ser sencillos, pero ejecutados realmente por el alumno como aplicación de las lecciones orales, ampliándolas si conviene con obras de consulta. Pero éstas no han de consistir en formularios, que deberían desterrarse de toda escuela, á menos que el profesor y sus auxiliares asistieran á las clases de proyectos y enseñaran al alumno su manejo. El formulario no debe ser para el ingeniero más que un medio de recordar datos numéricos y fórmulas largas para aplicaciones del momento, pero su abuso conduce á un empirismo para el cual no hace falta haber pasado por la

Escuela. Y lo más temible es que el alumno, falto de seguridad en sus conocimientos, se muestra ávido de fórmulas que le den resuelto un problema sin necesidad de discurrir, cuando precisamente de lo que se trata es de que discurra por sí y que se acostumbre á ver con seguridad la aplicación de las teorías que ha estudiado.

Esta necesidad es para mí tan grande, que siguiendo el mismo criterio sustentado para los exámenes de las asignaturas de preparación, creo debe sacrificarse á ella toda la parte expositiva y demostrativa de las asignaturas. Si no recuerdo haberlo leído mal, porque no he tenido tiempo para comprobarlo, en la Escuela técnica inglesa de Bradford, los alumnos se examinan teniendo á la vista los apuntes de clases. Por mi parte he hecho algunas veces la experiencia con alumnos libres á quienes en vez de dar una serie de proyectos, que con la ayuda de los compañeros habrían representado para ellos un trabajo más ó menos pesado pero de éxito seguro, les sometía á un examen práctico, recomendándoles en el llamamiento que llevaran el libro de texto, instrumentos de dibujo y un papel de 0'60 m. en cuadro. El examen solía consistir en el croquis á escala de un órgano de máquina sencillo, partiendo de condiciones determinadas; como, por ejemplo, un juego de ruedas de ángulo, dado este ángulo, la relación de velocidades y la potencia á transmitir, y el alumno debía desarrollarlo en cuatro horas de incomunicación rigurosa, teniendo á su disposición el texto. Había alumno que pedía retirarse á los cinco minutos. En cambio, si el alumno había estudiado con fruto la asignatura, efectuaba el ejercicio con relativa facilidad. Siguiendo este criterio, entiendo que deberían reformarse los exámenes de nuestras escuelas hasta para los alumnos oficiales, limitando el examen oral á observaciones sobre el ejercicio práctico. De esta manera no se daría el caso de que la memoria supliera la falta de discurso y que en cambio, alumnos con aptitudes verdaderamente constructivas perdieran el curso por no haber podido recordar un artificio de cálculo ó una teoría enrevesada de dudosa utilidad práctica. He de advertir que para este objeto deben desterrarse naturalmente del examen los textos que contienen ejemplos de problemas que el alumno puede seguir sustituyendo los datos.

Para terminar he de encarecer la importancia que desde el punto de vista práctico tiene el aspecto económico de la carrera. Según una

definición americana muy vulgar pero muy justa: «*Un ingeniero es un hombre capaz de hacer bien con un dollar lo que un ignorante cualquiera hace mal con dos*». Es el mismo criterio que sentaba uno de nuestros profesores cuando al principio del curso nos decía: «*El objeto de la industria es ganar trabajando*». Sobre este asunto influyen mucho sin duda las aptitudes naturales del ingeniero, pero la Escuela puede hacer bastante en este sentido, no explicando teorías remontadas de Economía política, sino dando nociones precisas de contabilidad de talleres, enseñando, en una palabra, á saber calcular lo que cuesta un producto, cosa que muchos industriales ignoran.

---

Es hora ya de terminar esta conferencia, y sólo me resta daros las gracias por la atención con que me habéis escuchado. Pero al mismo tiempo quiero aprovechar la ocasión de ver reunidos un numeroso grupo de compañeros para dirigiros un ruego, y es que os preocupéis de estos asuntos y que hagáis atmósfera para que los demás Ingenieros, los industriales, todos los hombres, en fin, de buena voluntad que se interesan por el progreso del país, tomen con gran empeño estas cuestiones. Sólo así podrá lograrse formar una corriente poderosa de opinión que obligue á nuestros gobiernos á destinar á la enseñanza técnica sumas considerables proporcionadas á su importancia. Nuestras Escuelas han recibido en estos últimos años el refuerzo de un grupo numeroso de jóvenes y brillantes profesores que han comunicado savia nueva á sus organismos. Esperemos confiados que, disponiendo de abundantes recursos, el vigor de los jóvenes apoyado en la experiencia de los viejos ha de producir en breve mejoras radicales en la enseñanza práctica que en definitiva han de redundar en beneficio de la industria y de la riqueza nacionales.

---



RF-3-85