

cabe inducir de aquí un criterio muy seguro, porque en estas zonas y en el interior aparecen á veces mezclados unos y otros, sin razón que fácilmente haga comprender por qué se incluye cada línea en una ú otra clase. Tal ocurre, por ejemplo, en los tres ferrocarriles de Ponferrada á Palacios de Sil, de este punto á Cangas de Tineo, y de aquí á Pravia; secundarios el primero y el último, y estratégico, precisamente, el que se halla en medio de ambos.

**

Sólo queda por advertir que, vistos los graves inconvenientes del sistema de grupos, desaparecieron éstos por ley de 30 de Agosto de 1907, ya citada y extractada en el capítulo anterior.

Y sin otra nueva variación, el «Plan de ferrocarriles secundarios y estratégicos subvencionados por el Estado con garantía de interés», propuesto por la Comisión, quedó subsistente en las leyes de 1908 y 1912, con sólo las adiciones de algunas líneas, según se ha indicado en páginas anteriores, y, una por una, se detallará más adelante.

Y aquí es preciso señalar un hecho cuya importancia medirá cada cual según su criterio.

Pocas páginas antes se han reproducido íntegramente los párrafos más salientes que el Sr. Jiménez Lluerna dedica al examen del *sistema de grupos*, y á la exposición de motivos por los que la Comisión se creyó en el caso de proponer un «Plan adicional ó supletorio». Basta su lectura para darse cuenta de las múltiples y muchas veces encontradas fuerzas que se oponían á que la Comisión pudiera desarrollar un trabajo tan técnico y difícil como el suyo, con aquel sosiego y aquella independencia que en estudios de tal índole son absolutamente indispensables para dar al asunto la debida solución, para llegar á despejar las diversas incógnitas con la naturalidad, seguridad y garantía que ofrece el haber planteado el problema en sus verdaderos términos, los que aquí son exclusivamente de orden económico, de orden técnico y de orden financiero.

No ocurrió así; bien clara y repetidamente lo expresa el señor Lluerna; y aconteció que la Comisión hizo—según él afirma—un *Plan principal*, en cumplimiento á las disposiciones de la ley, pero en el que—por las múltiples causas que el Sr. Lluerna nos revela—la Comisión no tenía confianza, preveyendo su «posible fracaso»; y, para evitar que éste fuera total, propuso el *Plan adicional ó supletorio*, cuyo carácter ya nos dice que no fué «de suma ó de ampliación, sino supletorio ó de *sustitución*».

Y así escribe que ante las «causas poderosas» que hacían que el «Plan principal» «no fuese tan viable, tan fácil de verlo realizado como desean los buenos españoles», el remedio estaba en apelar al «Plan supletorio», sustituyendo de este modo «la línea ó el grupo de líneas (del principal) que no tuviesen postor en la subasta, por *otras de menos coste y de más vida propia*»; y para que así pudiera hacerse «vino el acuerdo de la Comisión, proponiendo al Gobierno un Plan adicional».

De todo ello, parece deducirse con evidencia que ese Plan supletorio, estando destinado, no á añadir, no ampliar, sino á *sustituir* á gran parte del principal, hubiera podido quizá llenar su objeto mientras se mantuviera en el principal el gran obstáculo que, según la Comisión, constituía el sistema de grupos; pero que una vez deshechos éstos, como—según acaba de indicarse—los deshizo la ley de 30 de Agosto de 1907, ya perdía su finalidad.

A mayor abundamiento, vino la ley de 1908 que declaró como Plan único el resultante de la suma, de la adición de los dos planes, principal y supletorio, lo que mantuvo igualmente la ley de 1912; encontrándonos, por consiguiente—y aquí está el hecho sobre el que no pretendemos, ni remotamente, dar opinión, pero

que sí estamos obligados á reseñar—con que, en el Plan vigente, un número muy considerable de las líneas que lo componen—según propia declaración de los señores por cuya iniciativa se incluyeron—son «de menos coste y más vida propia» que otras á las que estaban destinadas á sustituir; y que unas y otras siguen coexistiendo dentro del mencionado Plan único de ferrocarriles secundarios y estratégicos.

(Continuara.)

La formación del Ingeniero electricista en los Estados Unidos.

POR

ETIENNE FLAGEY

(CONTINUACIÓN) (1)

Opinión del Sr. Rowland (2).

Dos casos interesan en extremo al alumno de Ingenieros electricistas cuando está en la Universidad:

1.º La relación inmediata ó remota que los cursos que sigue tienen con la situación que él desea tener más adelante.

2.º El valor del diploma que ha de recibir y partiendo de la situación que le pueda ser ofrecida cuando termine sus estudios.

De la primera de estas consideraciones resulta que es muy difícil hacer seguir asiduamente á los alumnos cursos de historia ó de literatura antiguas. No querrán aprender más que las cosas que se relacionen directamente con su futura profesión.

De la segunda consideración, que es como el corolario de la primera, puede deducirse: que una Universidad que en su programa dedique un muy amplio espacio a las materias que algunos califican de inútiles, estará considerada como de muy poco valor respecto á su diploma.

Dicho esto, hablemos de los cursos:

Cada Universidad de América tiene su programa especial para los alumnos de Ingenieros, pero puede decirse que el primer año es un período de teoría en las escuelas. La «Engineering Science» no comienza hasta el segundo año, cuando ya los alumnos han adquirido principios y conocimientos generales suficientes. Las gentes que han hecho sus «humanidades», que conocen la poesía, la literatura y la historia, aprueban esta enseñanza. Los antiguos Ingenieros electricistas, creados naturalmente por la antigua escuela, condenan un programa elaborado de un modo tan *anti-engineering*.

La tradición y los precedentes son dos elementos difíciles de vencer.

Hace algunos años, una gran Compañía americana de electricidad quiso reclutar algunos Ingenieros. A todos los que se presentaron para obtener los empleos ofrecidos, la Compañía remitía un impreso con un cuestionario, al que debía de responder el postulante. Las preguntas eran realmente inocentes para un Ingeniero, la Compañía los consideraba como ignorantes del abecé de la práctica.

Sorprendido fui á ver al Director y me dijo:

«Mirad, en esta sala trabajan 20 Ingenieros diplomados de nuestras mejores Universidades, todos saben calcular, dibujar una máquina, hacer un problema, conocen lo que es *text-book*

(1) Véase el número anterior.

(2) Presidente de la Universidad de Drexel, en Filadelfia.

(el texto del libro). Si necesito un Ingeniero para un trabajo de cuidado, llamo á un individuo de la *tool room* (del material).»

Estos Ingenieros evidentemente tienen principios de ciencia, pero no han dado nunca un paso en el dominio de la ciencia aplicada, no tienen idea alguna de los asuntos prácticos.

Las Universidades consideran demasiado los cursos científicos «como un arte» y nos envían naturalmente *artistas*. Aprecian una pieza mecánica como podrían apreciar un trozo de música ó una poesía. No están habituados á preguntarse: ¿Cuándo? ¿Dónde? ¿Por qué? ¿Cómo? y ¿Hasta qué punto? Da lástima ver á tantos Ingenieros que declinan todo asunto que no se refiera inmediatamente á la *scientific-classical*.

A través los *scientific and engineering subjects*, no creo que exista una enseñanza más perfecta que aquella que infunde suavemente la habilidad de pensar bien, justa y precisamente. Es lo que yo llamo *la cultura*, y es preciso que los Ingenieros la tengan en igual grado que todo hombre instruido y educado.

Respecto á los cursos de noche que se dan en muchos colegios y Universidades, el Sr. Rowland dice:

Estos cursos prácticos, teóricos ó técnicos de por la noche, son muy difíciles, muy ingratos, si se considera el trabajo del Profesor y las necesidades del estudiante.

El Profesor no puede admitir que un obrero inteligente y descosido, por ejemplo, de aprender la teoría y la técnica del teléfono esté dispensado de conocer algunos principios de electricidad y de física.

El alumno, por su parte, no admitirá que el Profesor le enseñe la Física pura, cuando él quiere aprender la Telefonía y no otra cosa.

En la Universidad de Pensylvania se explican cursos de noche para los obreros inteligentes que desean ser Contramaestres. Se admiten los alumnos, sean cual fueren sus conocimientos de electricidad, siendo los cursos muy elementales desde el principio y (popularizados) de modo que no sea necesario ningún conocimiento de matemáticas ó de ciencias. Estos cursos han dado hasta el presente muy buenos resultados. Es evidente que por la noche el alumno está cansado y es preciso que el tema sea verdaderamente atrayente para que pueda interesarle. El éxito de las clases de noche depende únicamente del celo y del entusiasmo del Profesor, que debe dar *lección de cosas* muy impresionantes.

La práctica ha demostrado que los cursos de noche gratuitos no dan tan buen resultado como los de pago, por poco que sea.

Los cursos de noche son muy eficaces porque el Profesor está animado por los alumnos, «que saben lo que quieren aprender y porque tienen necesidad de este ó de aquel conocimiento».

Estos cursos pueden hacerse por tres categorías de estudiantes:

1.º Los individuos que han recibido una instrucción técnica completa en un colegio y que están en condiciones de especializarse.

2.º Los jóvenes que no han hecho más que estudios primarios completos y que tienen algunos principios científicos fundamentales. Pueden recibir una instrucción que al cabo de un año les permita entrar en la primera categoría; y

3.º Los hombres ya de alguna edad que hace tiempo han dejado la escuela y que necesitan algunos conocimientos matemáticos y teóricos olvidados ó ignorados.

Si los estudiantes de estas tres categorías siguen asiduamente los cursos, al cabo de tres ó cuatro años podrán ser tan útiles como los Ingenieros diplomados procedentes de las Universidades.

En el Instituto Drexel, sigue diciendo el Profesor Rowland, se han organizado las clases de noche de un modo completamente satisfactorio.

El principio de esta organización está en que los estudiantes de los cursos de noche deben tener iguales oportunidades de instruirse que los estudiantes de los cursos de día.

Para este efecto, primeramente, todo Profesor de este Instituto está obligado á dar un curso por la noche; los laboratorios y el taller de la escuela se ponen á disposición de los alumnos, desde las nueve hasta las doce de la noche.

La escuela redacta un programa, tanto para los cursos de noche como para los de día, y se entrega á los interesados bajo la forma de una circular.

La Sección de Ciencias (electricidad y metalurgia) comprende solamente veintitrés clases, es decir, que cada alumno puede seguir el curso que le convenga, según lo que necesite. Para aprovechar las noches en que no hay clases, el estudiante está obligado á hacer en su casa trabajos escritos, y estos son siempre un estudio sobre la precedente lección explicada por el Profesor.

Después de haber cursado regularmente durante tres años estos estudios, y haber sufrido con éxito un examen, recibe el alumno un título de «Major». Muy frecuentemente es esta distinción más apreciada por los industriales, que el diploma universitario de Ingeniero.

En el Instituto Drexel existe también un curso de electricidad aplicada para los obreros bastante inteligentes, que no tienen más que una pequeña instrucción primaria. Para ser admitido en este curso que comprende: dinamos, motores, luz, bobinas, basta que el aspirante tenga conocimientos de la aritmética y de la regla de tres.

El Instituto Franklin y la Escuela de telegrafía de Pennsylvania, ya desde 1824 crearon cursos de noche para sus obreros y contramaestres.

Antes he dicho que prefería que estos cursos fueran de pago por considerar los gratuitos como nocivos, respecto á la calidad, pero también creo que algunas escuelas han hallado la verdadera solución, que consiste en hacer pagar al alumno por los cursos un abono módico, y que al concedérsele, un diploma de «Major» en su especialidad, le sean devueltas las cantidades antes entregadas.

Opinión del Sr. Carty. (1)

En un discurso que pronunció el Sr. Carty en 1915 ante los miembros de la Sociedad de Ingenieros electricistas de Nueva York, respecto á la instrucción que reciben los alumnos de Ingenieros, se expresó en la siguiente forma:

Hace cuarenta años no existían Ingenieros electricistas; en la actualidad, su número ha crecido tan rápidamente, que el Ingeniero electricista ha tenido que especializarse para poder hallar un empleo remunerador ó simplemente una plaza sin ser molestado ni molestar á los demás.

Ni la enseñanza ni los programas de las Universidades han creado la especialidad, no han hecho más que registrar el efecto de la causa. Esta causa es la necesidad creciente de día en día, de estudiar una especialidad con el fin de hallar más fácilmente un empleo.

Los medios de comunicación y de transporte han aumentado considerablemente desde hace cuarenta años, y, por otra parte, se han inventado una gran cantidad de máquinas nuevas y nuevos procedimientos de producción, dando el producto de estos dos factores como resultado inmediato la complejidad de la labor. De esta misma complejidad ha nacido la división del trabajo: la especialidad. Puede muy bien decirse, que hace cuarenta años el trabajo del Ingeniero electricista consistía exclusivamente en di-

(1) Ingeniero-Jefe de la American Telegraphy and Telephone Co.

bajar una máquina, calcularla y ponerla en marcha, pero en la actualidad, aunque su misión sea en realidad igual, está complicada por un factor económico que interviene, cuyo factor es absolutamente preciso tener en cuenta. El Ingeniero electricista debe también calcular dentro de la escala económica el momento en que esta máquina por él construida y reglada dará el máximo de rendimiento con el mínimo de gastos.

Con los programas que actualmente tienen nuestras Universidades, puede afirmarse que el Ingeniero no aprende más que una pequeña parte de lo que debería saber: la mecánica teórica y práctica de una máquina «Labor-Saving» (máquina que produce economías de tiempo y de dinero). Si el Ingeniero no ha estudiado los problemas de derecho y de economía política é industrial, cuando á fin de año considere todas las cargas resultantes del empleo de esta máquina, que en principio es una «labor-saving», comprobará que á igual rendimiento el trabajo ha resultado más oneroso que si se hubiese ejecutado manualmente. De *labor-saving*, la máquina se había convertido en *labor-increasing* (aumento de cargas).

La economía aprendida en la Universidad dirige hacia esfuerzos que resultarían inútiles, es preciso que todo el programa científico de una Universidad que prepare Ingenieros, esté sometida al «sentido común». La Ciencia sin la ciencia de la vida es una ciencia inútil. El Ingeniero no debe vivir para lo abstracto, sino producir cosas concretas que espera la humanidad.

Es preciso no olvidar que entre las investigaciones de laboratorio y las científicamente industriales, existe una marcada diferencia: mientras que aquéllas se hacen con un fin filosófico para la ampliación de los conocimientos humanos y como medio de llegar á alcanzar la verdad, éstas no se emprenden más que con un fin económico y útil.

Nuestras Universidades deberían esforzarse en hacer comprender bien á los alumnos la diferencia que existe entre las ciencias pura y aplicada. ¿Por qué no han de existir en nuestras escuelas los laboratorios científico é industrial?

Se ha visto con frecuencia á estudiantes é Ingenieros hacer interesantes descubrimientos científicos, pero no han sabido sacar provecho de ellos. Son como los exploradores que tienen necesidad de auxilios para localizar las minas y para estudiar la flora y la fauna del país explorado.

Sabido es que el que aplica á la industria este ó el otro invento gana más dinero que el inventor, hombre de ciencia pura. ¿Por qué las Universidades no han de dar una duplicidad de hombres de negocios á los hombres de ciencia para que exploten por sí mismos sus inventos y evitar en esta forma la explotación de que inevitablemente serán víctimas?

Este entrenamiento solamente es posible cuando el estudiante aprenda la economía industrial. Se me objetará que la investigación científica, pura por el deseo de alcanzar la verdad, está animada de un ideal más noble que el que conduce á la investigación aplicable á la industria, pero el amor á la verdad pura es simple, es un lujo no permitido á todos los Ingenieros.

Se me dirá igualmente que los trabajos de laboratorio que conducen á realizaciones, á descubrimientos útiles y aplicables á la industria, estarían considerados en y por la Universidad, como *money-making*. (Instituciones que producen dinero.)

Yo contesto: son trabajos prácticos y útiles y *esos* que pueden ejecutarse sin dinero?

Y de todas estas objeciones no queda nada ante el siguiente principio: el aspirante á Ingeniero electricista debe estar acostumbrado á trabajar en las formas útiles á la industria.

Cuando deje la Universidad, no será útil ni á la humanidad ni á sí mismo, si no sabe aplicar á la industria los inventos de la ciencia pura que, dado el caso, tenga que divulgar. Estoy seguro de que en el momento actual existen grandes problemas industriales que se resolverían por medio de descubrimientos é inventos científicos hechos en las Universidades, pero los interesados no los conocen, y si el Ingeniero oye hablar de ello no sabría aplicarlos, porque su inteligencia no está acostumbrada á seguir el frecuentemente difícil camino que conduce del invento á la aplicación, de la ciencia pura á la ciencia aplicada.

Opinión del Sr. H.-G. Stott (1).

«Hace siete años—dice el Sr. Stott—fui llamado á dar mi opinión al Presidente de Columbia University, respecto á la formación de los Ingenieros electricistas. Yo era entonces Presidente del American Institute of Electrical Engineers. Expresé mi *desideratum* y mi manera de comprender la formación de nuestros futuros Ingenieros electricistas en la siguiente forma:

La ciencia del Ingeniero electricista es el arte de dirigir y utilizar las grandes cantidades de fuerza de la naturaleza para el mayor bien de la humanidad.

Entonces, ¿qué debe saber el Ingeniero?

Todo.

¿Qué debe aprender en la Universidad?

Todo.

¿De qué deberá ocuparse durante el curso de su carrera?

De todo».

Y luego dije al presidente de Columbia University: organizad vuestros programas.

Respecto á la especialidad del alumno en esta ó en aquella rama de la electricidad, mi opinión es la siguiente:

Si se obliga al estudiante á optar por una parte, descuidará todo el resto. Ahora bien, en la actualidad y en el dominio de la aplicación de la electricidad á la industria se cuentan, aproximadamente, unas cincuenta ramas bien definidas y bien distintas. Si el estudiante elige una, desprecia las otras cuarenta y nueve. Entonces convendrá usted conmigo lo pobre que será su instrucción general.

Y aunque mi conclusión parezca un tanto paradójica y anti-tética, creo que el joven Ingeniero electricista debe especializar e absolutamente como el músico que no puede tocar todos los instrumentos, pero el buen instrumentista debe conocer á fondo toda la música, así como el estudiante de Ingeniero que no se especializa hasta que sale de la Universidad.

II.

(Continuará.)

(1) Antiguo Presidente del American Institute of Electrical Engineers.

