

hacerse rígidas todas las armaduras; pero de hecho hay colocadas unas 500 t en obra, de las que una sexta parte (empleada en riostras y andamiajes) podrá ser retirada por el contratista después del hormigonado.

La oficina propietaria encargó al citado profesor Dr. Heinrich Spangenberg de la inspección superior de los cálculos y de la obra; ésta ha sido construída por la Hochtief A. G. für Hoch- u. Tiefbauten, de Munich, a cuya amabilidad debo algunas de las fotografías y por la que fuimos muy obsequiados en nuestra visita; habiéndose encargado la parte me-

tálica a los talleres Eisenwerk Kaiserlautern, siendo el coste total superior a 650 000 marcos.

Esta obra tiene un carácter muy popular, y como otras importantes de la región (por ejemplo, la Central eléctrica de Walchensee, hasta hace poco la mayor de Europa, con 168 000 CV), figura en algunos itinerarios de autobuses de turismo, tan numerosos en la provincia. La Compañía constructora ha instalado un buen mirador que permite enfilar el barranco, con lo que la obra está siempre despejada, y allí, como en nuestras romerías, hay varios puestos ambulantes con postales y recuerdos.

Ramón RÍOS GARCÍA

Alumno de la Escuela de Ingenieros de Caminos

Sobre la formación profesional¹

III

En el último artículo me ocupé de la preparación exterior y del examen de ingreso, pero ya indicaba que con ello no debía considerarse terminada la selección, ni siquiera en su mayor parte. Todavía el número de candidatos se mantendría en proporción aproximada al doble del de los que en definitiva habrían de llegar al término de la carrera. Veamos cómo esta selección debe continuar y cómo debe organizarse en consecuencia la enseñanza interior de la Escuela.

Observemos que hasta ahora los ejercicios del examen de ingreso, tal como lo hemos concebido y tal como de hecho se practica, sin que sea fácil organizarlo de otra manera, no pueden conducir a lo sumo sino a garantizar un mínimo de conocimientos y una inteligencia suficientemente clara para manejar con destreza unas cuantas nociones, sencillas y esquemáticas, como lo son las que constituyen el objeto de estudio de las Matemáticas elementales.

Pero si éstas son condiciones necesarias, no son suficientes, ni siquiera las más importantes, para que el candidato pueda considerarse apto para ejercer en su día la profesión. Ya hemos visto que los conocimientos especiales pueden adquirirse en un momento cualquiera de la carrera, y sólo accidentalmente pueden servir de base a la selección. En cuanto a la inteligencia, tampoco puede bastar el puro razonamiento que conduce a la solución de un problema claramente planteado. No es así como llegarán a presentarse los problemas en la práctica, sino envueltos en una porción de circunstancias más o menos secundarias, de entre las cuales habrá que saber destacar el verdadero problema que hay que resolver en cada caso.

Para ello será preciso un certero sentido de la realidad, que sólo el tiempo desarrolla, y que no siempre acompaña al recto razonar dialéctico y rectilíneo. Hay quienes ven todas las cuestiones en un mismo plano, como si les faltara el sentido de la profundidad, y en la naturaleza y en la vida el ingeniero debe saber *ver en el espacio*. Son las ciencias concretas y, sobre todo, las aplicaciones las que habrán de poner de relieve estas otras aptitudes,

diferentes, aunque no opuestas, a las aptitudes matemáticas.

Y tampoco basta al ingeniero saber y juzgar. Su misión ha de ser eminentemente activa y, tanto como su inteligencia, debe ser apta su voluntad. Un carácter enérgico y la conciencia de la propia responsabilidad son, pues, condiciones esenciales, y sobre este punto el examen de ingreso nada puede decir. Es el trato directo con el alumno, la observación de su conducta escolar y social lo que puede permitir formar un juicio, con algunas probabilidades de acierto.

La comprobación de estas cualidades es, sobre todo, importante cuando se trata de los ingenieros que han de prestar sus servicios al Estado, y bueno será recordar aquí lo que ya dijimos en el primer artículo: la Escuela, sin ser exclusivamente una escuela de funcionarios, debe considerar que es ésta una de sus principales misiones, y aun añadíamos que a ello debe orientar todas sus actividades, porque proponiéndose como objetivo la formación del más elevado tipo de funcionario es como logrará, de manera más completa, el desarrollo de las aptitudes técnicas de sus alumnos.

Es aquí donde tendrá que ser más rigurosa la selección, porque es del mayor interés que el Estado pueda escoger a los mejores, y porque sus necesidades están más claramente definidas y limitadas, y no es conveniente que sean excedidas por la producción de ingenieros con derecho a ingresar por su sólo título en los escalafones oficiales.

Los inconvenientes de esta superproducción saltan a la vista, y situaciones todavía recientes los han puesto bien de manifiesto, para que sea necesario recordarlos; pero sí habrá que observar que estos inconvenientes no cesan ni cuando se ha logrado dar ocupación a todo el personal en exceso, si esto no responde a necesidades permanentes del servicio y sí sólo a la ejecución de planes extraordinarios, que una vez realizados dejarían subsistentes las causas de la crisis. Presentaríase entonces de nuevo el problema con daño para el Estado, que no podría prescindir en absoluto del personal una vez empleado, con daño del personal mismo, cuya posición e ingresos sufrirían quebranto y, en definitiva, con mengua del servicio, que habría de resentirse de la falta de interior satisfacción que de todas estas circunstancias resultara.

¹ Véase el número del 15 de octubre, pág. 385.

Estos motivos indujeron a suprimir el derecho a ingreso en el escalafón que tenían los ingenieros al salir de la Escuela por el solo hecho de terminar la carrera, dejando para en su día la determinación de las condiciones en que el Estado hubiera de escoger a sus servidores. No era fácil fijar esas condiciones prescindiendo de la Escuela: la oposición no es procedimiento adecuado para la provisión de destinos de carácter activo; el concurso no puede allegar muchos más antecedentes que los escolares, cuando se trata de jóvenes que carecen todavía de vida profesional. Forzoso era recurrir a la Escuela de nuevo, y así se ha hecho; pero ésta no podía hacer ya más que clasificar dentro de cada promoción, dejando que las promociones, una tras otra, fueran íntegras a ocupar los puestos vacantes.

La clasificación, como vemos, parece inevitable; pero creo que debería limitarse, en cada promoción, al número aproximado de los ingenieros que cada año reclama el servicio, los cuales podrían ser empleados al terminar su carrera. No serían éstos, sin embargo, los únicos que obtuvieran el título: la industria privada tiene también sus necesidades, a las que habrá que satisfacer; el número de los ingenieros que exige no se puede determinar con igual precisión, pero también puede conocerse aproximadamente por la relación existente entre los ingenieros que normalmente se encuentran en uno y otro servicio.

Tampoco es necesario en este punto el mismo grado de aproximación. Si en lo que atañe al servicio del Estado debe ser más bien calculada por defecto, para el ingeniero libre no hay ningún inconveniente en que haya un ligero exceso, siempre que éste no sea tan grande que hubiera de recaerse en los inconvenientes que apuntábamos en el primer artículo. Ese ligero exceso sería, por el contrario, un estímulo capaz de provocar útiles iniciativas.

Ni quiere esto decir que entre una y otra clase hubiera de establecerse una separación absoluta: los ingenieros del Estado podrían, como hoy, dejar temporalmente su servicio y pasar al de empresas particulares u organismos autónomos, y cuando por estas causas o por necesidades extraordinarias el Estado no tuviera bastante personal para cubrir sus vacantes, podría recurrir a los ingenieros que al salir de la Escuela no hubieran alcanzado ese derecho, el cual podrían, sin embargo, consolidar después de un cierto número de años de servicio con informe favorable de sus jefes.

No habría, en realidad, diferencia de título entre unos y otros ingenieros, sino solamente diferencia inicial de derechos administrativos, y aun ésta podría desaparecer a la larga si la selección persistiera durante el ejercicio de la profesión. Ningún estímulo mejor para el trabajo que dejar siempre abierta la puerta a la esperanza, pero en forma que el éxito sea el premio del esfuerzo inteligente y honrado y no el presente de un feliz azar, unos derechos pasivos prematuramente adquiridos o el fruto lamentable de la intriga o del compadrazgo.

En estos supuestos, la preparación de unos y otros debería ser la misma, y si suponemos, para fijar las ideas, que fueran en número igual, resultaría, en definitiva, que saldrían de la Escuela con su carrera completa doble número de ingenieros de los exigidos por el servicio directo del Estado, para lo cual, según lo que antes habíamos dicho, debería ingresar un

número de candidatos aproximadamente cuádruple.

La eliminación de los menos aptos podría hacerse bien mediante un simple cursillo o año preparatorio compuesto de asignaturas teóricas y prácticas, bien mediante dos o tres cursos que abarcaran una enseñanza algo más completa y suficiente para servir de base a la expedición de un título de subingeniero que diera capacidad para asumir determinadas actividades profesionales.

Lo primero parece preferible, sin perjuicio de que se diera a los eliminados en aquel primer curso la posibilidad de cursar esos otros estudios más elementales y de adquirir con ello el derecho a un título. Este título nada tendría que ver, sin embargo, con la recluta ni con la selección del personal auxiliar al servicio del Estado. Es éste un problema completamente diferente, como ya hacía observar el señor Machimbarrena, y de él me ocuparé en algún otro artículo. La misión de los diplomados con el título de que hablo sería la de desempeñar en la industria particular y en corporaciones públicas o privadas empleos de iniciativa, pero que no requiriesen toda la competencia de un ingeniero.

Las materias que hubieran de constituir ese cursillo deberían ser de varia índole y capaces, como hemos dicho, para servir de prueba de las distintas aptitudes de los candidatos. Si el ingreso había de venir aligerado, una parte de su materia debería pasar a este primer curso: desde luego todas las nociones de cálculo infinitesimal. A él deberían añadirse los elementos de la Geometría descriptiva, con aplicación inmediata al dibujo y representación de toda clase de objetos. La Física experimental podría iniciar ya a los alumnos en los trabajos de laboratorio y en aplicaciones sencillas del cálculo, y para que todas las categorías de ciencias estuvieran representadas, podrían añadirse unos elementos de Historia natural, con aplicación al conocimiento de materiales. Perfeccionar el dibujo, con un carácter ya algo más artístico, e intensificar el estudio de los idiomas, ejercitándose especialmente en la traducción correcta de temas generales, más de cultura que técnicos, completaría el cuadro de esta enseñanza preparatoria.

Esta ponderación de materias y de trabajos debe ser mantenida durante los cursos especiales para que la formación de los alumnos se realice de modo integral y se eviten los defectos que ya se indicaban en el segundo de mis artículos. Bastaría para ello fraccionar las asignaturas actuales, especialmente las que por su carácter general podríamos calificar de formativas, exponiendo su materia en orden ascendente en los cursos sucesivos, poniéndolas en relación y directo contacto con las aplicaciones.

En vez de dedicar, por ejemplo, a las Matemáticas tres o cuatro lecciones semanales en un mismo año, podría estudiarse en varios, con una sola lección semanal y ejercicios correspondientes, el cálculo de probabilidades, las ecuaciones diferenciales, el cálculo de variaciones; la Mecánica propiamente dicha cabría destacarla de la Cinemática, que podría ser estudiada con anterioridad y aun dividirla en Estática y Dinámica, combinándola respectivamente con la Resistencia de materiales y con el estudio de motores y mecanismos; la Geología y Física del Globo podría, a su vez, subdividirse en un primer estudio de rocas y fósiles, al que siguiera la Geología histórica, y antes o después la Meteorología y demás conocimientos

relativos a la Física de la Naturaleza; la cultura general y las ciencias sociales podrían también escalonarse, empezando desde el primer año por la Historia del Arte y continuando en los siguientes con la Economía y elementos de Derecho, el Derecho administrativo, la Contabilidad y la Estadística, la Organización de empresas, el aprovechamiento de conjunto de los recursos naturales y la teoría e historia de las obras públicas.

Las asignaturas de inmediata aplicación, todas o por lo menos algunas de ellas, podrán prestarse a un fraccionamiento análogo, y su estudio convendría desde luego adelantarlos hasta el primer año, con la exposición de los procedimientos generales de construcción y los elementos de la Topografía. La práctica del dibujo debería continuar hasta que el alumno se encontrara ya en condiciones de aplicarlo en proyectos de elementos, en el de obras especiales y más tarde en el proyecto de conjunto. Los idiomas seguirían cultivándose, cada vez con un mayor designio de especialización técnica.

De este modo el alumno mantendría en actividad todas sus aptitudes, se acostumaría a las visiones de conjunto y tendría constantemente presentes los tres escenarios en que se ha de desarrollar su actividad profesional: el campo, el laboratorio y el gabinete. A su vez, los profesores podrían prolongar por más tiempo su trato con los alumnos, conociéndolos mejor y proporcionando con ello una mayor garantía a las clasificaciones finales.

Y claro que con estos ejemplos e ideas generales no pretendí formular un programa, que tendría que ser obra de todos y desarrollarse en forma gradual y paulatina y en cierto modo experimental. No concedo, por consiguiente, valor al detalle, pero sí muy grande a la orientación, que considero fundamental,

sobre todo porque la edad del alumno es todavía la edad de la fijación del carácter, fluctuante aún, y sobre el cual tienen principal influencia las impresiones más próximas.

Por las mismas razones, no he de detallar cuáles hubieran de ser las materias que pudieran completar la educación técnica elemental o subordinada de los candidatos que no fueran admitidos a los cursos superiores: la orientación debería ser la misma, con la sola diferencia de la extensión, que podría ser análoga a la de la enseñanza de la clausurada Escuela de Ayudantes.

Hablaba también el Sr. Rodríguez de Roda de los ingenieros doctores; pero este título debe corresponder, en mi opinión, a otro orden de consideraciones: no debe tener relación directa ninguna con funciones administrativas ni con aptitudes profesionales, sino un valor puramente científico, y tampoco debe ser otorgado mediante la aprobación de determinadas asignaturas, sino por trabajos de investigación original, naturalmente, juzgados por tribunal competente.

Esto no quiere decir que no pueda haber también cursos monográficos o de especialización; pero bien entendido que estos cursos no deben dar derecho a ninguna clase de exclusividad profesional, aunque puedan ser una recomendación libremente apreciada de competencia especial en la materia, cuando otras obras o servicios del mismo ingeniero no permitieran juzgar con más seguridad de esa competencia. La especialización verdadera ha de ser obra exclusivamente personal, y en Ingeniería no podrá alcanzarse sólo con el estudio.

Para completar el plan que para estos artículos me había propuesto, falta decir algunas palabras sobre la formación de los auxiliares. Quede esto para otro artículo.

Pedro M. GONZÁLEZ QUIJANO.

La explotación ferroviaria y la electrificación de ferrocarriles

II

Dinámica de los Gastos de Explotación de un ferrocarril explotado por vapor. — Influencia de la electrificación

En el artículo anterior¹ comenzamos a analizar la estructura de los gastos de explotación de un ferrocarril, viendo que siguiendo los principios de la nueva ciencia de los gastos industriales llegábamos a estas consecuencias: a) todo gasto de explotación considerado en sí mismo no tiene valor científico alguno, sino considerado en relación con un grado de actividad variable; b) este grado de actividad, para el caso que nos ocupa, es la tonelada-kilómetro bruta transportada; c) con relación al grado de actividad, los gastos de explotación de un ferrocarril se agrupan unos con el carácter de constancia, otros con el carácter de variabilidad; d) la proporción de los elementos constantes es superior a los elementos variables (61 por 100 y 39 por 100 para la Com-

pañía del Norte, promedio estimativo del período 1923-1927). Bien que los gastos constantes figuran en mayor proporción de los totales de explotación que los variables, la naturaleza del conjunto es dinámica, no estática, pues, como se verá pronto, los gastos unitarios de producción son función del grado de actividad. El estudio gráfico que sigue y las consecuencias que de él se obtendrán pondrán de manifiesto hasta qué punto es fundamental esta característica de las explotaciones ferroviarias.

Tomando como eje de abscisas el grado de actividad en miles de millones de toneladas-kilómetro brutas, y como eje de ordenadas los Gastos de Explotación en millones de pesetas, podemos representar los distintos Gastos de Explotación. Para mayor sencillez, suponemos que la ley de su variación es totalmente lineal, aunque ello no sea así en la práctica, y las rectas que aparecen en la representación gráfica sean curvas. Para un grado de actividad cero existirán, no obstante, los gastos constantes con relación a él. Así: Administración y Dirección, Reclamaciones, Intervención, Tráfico, en su totali-

¹ Véase el número anterior, pág. 408.