

LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA

Y LAS

OPINIONES DEL DR. WADDELL

POR EL

DR. A. RUIZ CADALSO (1)

Es cosa que debe ser generalmente conocida, que la enseñanza de la Ingeniería, como todas las demás enseñanzas, pero en mayor escala que éstas, se halla sometida á una constante evolución que va produciendo en ella un rápido perfeccionamiento. Débese esto, por una parte, al sorprendente progreso de las diversas ramas de la Ingeniería, que forzosamente ha de traer consigo un movimiento análogo en la enseñanza de esas mismas ramas, y por otra parte, al hecho de que siendo la enseñanza de la Ingeniería mucho más moderna que la de otras profesiones liberales, es naturalmente todavía materia más dúctil para las transformaciones y más propicia al mejoramiento.

Esto explica el que constantemente veamos aparecer en la prensa técnica interesantes estudios acerca de tan importante materia, habiéndose llegado á constituir en los Estados Unidos la meritísima «Society for the Promotion of Engineering Education», que anualmente publica un volumen de trabajos redactados por sus miembros, y que ha contribuido poderosamente al mejoramiento de la enseñanza técnica en dicha nación.

Pero en los catorce años que hace que vengo siguiendo este movimiento con toda la atención posible, pocas veces he encontrado escritos tan concienzudos y sugestivos como los diversos artículos y discursos sobre la enseñanza de la Ingeniería incluidos en *The Principal Professional Papers of Dr. J. A. L. Waddell*, obra acerca de la cual he insertado una nota bibliográfica en un número anterior de esta revista. Semejante razón, unida á la consideración de que la *Revista de la Facultad de Letras y Ciencias*, como órgano de un cuerpo docente, debe dedicar grandísima atención á todo lo que sea de orden didáctico, y al hecho de que tengo algunas observaciones propias que agregar á las del Dr. Waddell, me determinaron á prometer en aquella nota que consagraría á este asunto un artículo especial.

Y es éste tanto más merecido, cuanto que, como afirma en diversos lugares de su obra el distinguido autor, la enseñanza de la Ingeniería es la rama más importante de la profesión de Ingeniero, en el sentido de que de ella depende el desarrollo de las demás ramas, y por lo tanto, el desarrollo de la profesión depende de ella más que de ninguna otra rama (pp. 144, 165).

Por otra parte, todo lo que sobre esta materia diga el doctor Waddell viene revestido de gran dosis de autoridad, puesto que á su notable y extensísima práctica como Ingeniero, reúne la condición de haber sido durante seis años profesor de Ingeniería civil en la Universidad Imperial del Japón, á la que fué llamado por el Gobierno de dicho país, sin que después de esto se haya entibiado por un momento su amor á la enseñanza.

Á propósito de esto, y ya que acabamos de presenciar el gran triunfo del Japón, he de hacer constar antes de pasar adelante, que este triunfo fué casi presentado en la Escuela de Ingenieros de Tokio por el Dr. Waddell, así como por el profesor Thomas Grey y por el eminente profesor T. C. Mendenhall (ex Director del Cuerpo Geodésico americano), que habían sido catedráticos allí antes que él, al ver el afán de saber, la energía, laboriosidad y disposición de los estudiantes de Ingeniería japoneses; hecho ciertamente interesante é instructivo para nosotros que somos, como el Japón en cierto sentido, una nación que comienza.

Veamos, pues, algunas de la opiniones sustentadas por el Dr. Waddell.

En el primero de sus trabajos sobre esta materia, publicado al dejar su cátedra en el Japón, observaba el autor que el adelanto en la enseñanza no correspondía todavía al adelanto en la práctica de la Ingeniería, que muchas de las Escuelas de Ingenieros más antiguas permanecían aferradas á métodos viejos y textos anticuados, y que los progresos realizados no se encontraban en esas Escuelas de reputación establecida, sino en las más nuevas. Y preguntándose las causas de esto, responde con una lista de ellas, gran parte de las cuales he de copiar, por el interés que algunas ofrecen á los Profesores de todas las Escuelas, Facultades y Universidades, pues hay deficiencias que no se limitan ciertamente á la Ingeniería, ni á localidades determinadas.

Inclúyese en estas causas: la falta de dinero para comprar aparatos y pagar adecuadamente á los instructores; la fosilización de los profesores, que encontrando después de uno ó dos años la rutina de la enseñanza no es muy onerosa, se contentan con tomar la vida cómodamente y quedan así retrasados; el empleo de profesores incompetentes y sin experiencia, parte por razones de economía y parte por la idea común, pero equivocada, de que se necesitan mayores aptitudes para practicar la Ingeniería que para enseñarla (1); la escasez de textos apropiados; el abandono del estudio de la *ciencia de la enseñanza técnica*; los estorbos que ponen al claustro patronos (*trustees*) que no son Ingenieros, y que, por consiguiente, ignoran por completo lo que se necesita para el éxito de la enseñanza; la carencia de una buena biblioteca; la falta de armonía en el claustro director; la fácil admisión, con objeto de alcanzar un gran número de alumnos; igual facilidad en la obtención de grados, y para el mismo fin; la falta de la debida armonía entre la teoría y la práctica, entendiéndose en algunas instituciones que el requisito principal es la primera, y en otras que lo es la última; la introducción en el plan de estudios de materias que no son necesarias en modo alguno ó que debían ser conocidas por los alumnos á su ingreso, mientras se abandonan enteramente otras materias de la mayor importancia; la corta duración de las carreras; y algunas otras que omitiremos para abreviar.

De todas estas deficiencias la que parece más seria al doctor Waddell es, indudablemente, la falta de dinero, porque trae consigo muchas de las otras. Entiende él que para asegurar el éxito de una Institución de esta clase, sus entradas pecuniarias deben ser suficientes para cubrir todos sus gastos sin depender en nada de lo que paguen los estudiantes. Y es indiscutible que en esto tiene razón de sobra; la mayor parte de los defectos de las Escuelas americanas reconocen este origen; por ejemplo, la insuficiencia del material geodésico y topográfico, cuyo elevado precio dificulta su adquisición á estos establecimientos. Por lo que á Cuba respecta, he de agregar que dada la carencia entre nosotros de legados y regalos á los centros superiores de enseñanza, la opinión del eminente Ingeniero americano resulta diametralmente opuesta á la de algunos cubanos distinguidos en otros terrenos, pero enteramente desconocedores de las exigencias de la enseñanza superior, que creen que el Estado no debe sostener las Universidades.

Otro punto que se detiene á estudiar el autor es el de la necesidad de tener á disposición de los alumnos las mejores y más recientes obras técnicas publicadas, así como las principales revistas de igual índole; cuestión ésta, por cierto, en que los profesores de la Escuela de Ingenieros de la Habana hemos llegado independientemente, hace tiempo, á las mismas conclusiones que el Dr. Waddell; por lo cual venimos tratando de llegar á ese *desideratum*, por los medios á nuestro alcance.

(1) Publicado como suplemento por nuestro colega de la Habana *Revista de Construcciones y Agrimensura*.

(1) El autor declara en otros lugares que no tiene paciencia con los Ingenieros que pretenden que el profesor de Ingeniería es profesionalmente inferior al Ingeniero dedicado á la práctica, y establece que el trabajo de profesores de carácter más elevado que el de este último, porque él hace hombres, no estructuras (páginas 165 y 180).

Lo mismo pasa con la cuestión de los textos; como observa Waddell, no hay todavía suficientes textos convenientemente escritos, prácticos y que puedan llamarse de primera clase; los profesores tienen que suplir esta falta con disertaciones orales y con apuntes de clase; pero dados los muchos inconvenientes de estos dos sistemas, principalmente lo fugaz del recuerdo de las disertaciones oídas, lo imperfecto de los apuntes tomados en ellas, y el tiempo perdido en dar los apuntes dados ó dictados por el profesor, el autor pregunta: ¿No sería mucho mejor y no ahorraría mucho tiempo al profesor y al alumno, tener esas notas impresas en forma de libro ó de folleto? Indudablemente que sí; y por eso algunos profesores de la Habana nos hemos decidido, desde hace varios años, á publicar, aunque sea así en la modesta é incompleta forma de folletos, aquellas lecciones ó partes de nuestras asignaturas más difíciles de obtener en forma adecuada en los textos disponibles; á ello ha contribuido ya con frecuencia la *Revista de Construcciones y Agrimensura*, y puede contribuir mucho también esta misma *Revista de la Facultad*; entendiéndolo nosotros que si en algo estaría bien empleado el dinero consagrado á material científico, sería en la publicación de semejantes trabajos, que ocupan en la enseñanza un lugar tan importante como cualquier instrumento ó procedimiento, por indispensable que éste sea.

Uno de los requisitos que parecen más esenciales al Dr. Waddell para un buen curso de Ingeniería civil, es que su duración sea de cinco años, en vez de cuatro, como se le da en los Estados Unidos. Desde su primer trabajo sobre la enseñanza de la Ingeniería, ya mencionado más arriba, indicaba nuestro autor la conveniencia de esta reforma; y afirmándose con el tiempo en esta opinión, en otro trabajo redactado á petición de la Society for the Promotion of Engineering Education, al establecer los principios en que debía basarse el plan de estudios, comenzaba diciendo: «Primero. No puede darse un curso verdaderamente completo (*reallly thorough*) de Ingeniería civil en menos de cinco años.» Asimismo en otros dos trabajos posteriores á este último, llega á decir que cuando la Universidad McGill, del Canadá, que estaba pensando alargar su curso á cinco años, realizara esta innovación, el Canadá aventajaría á los Estados Unidos en la enseñanza de la Ingeniería. Es una satisfacción para el que escribe pensar que esa primordial condición se cumple también en la Escuela de Ingenieros y Arquitectos de la Habana, cuyos cursos de cinco años permiten en efecto, y como con razón espera el Dr. Waddell, dar la mayor parte de las asignaturas con extensión superior á la que puede concedérseles en las Universidades americanas.

La importancia práctica de la referida ventaja se manifiesta elocuentemente en la observación que hace Waddell, de que teniendo por costumbre sugerir reformas y mejoras en la educación técnica á los profesores de Ingeniería que encuentra en sus viajes por la nación norteamericana, ellos casi siempre están de acuerdo en que sus indicaciones son buenas, pero le aseguran que no hay en el curso tiempo suficiente para adoptarlas, cosa que él bien sabe que es verdad. Ahora bien, esta mayor extensión de los estudios que la que puede alcanzarse en un curso de cuatro años, es cada día más necesaria, pues viene impuesta por el enorme progreso de la Ingeniería, y de ello hemos de ver un buen ejemplo al final de este artículo.

Pero quizás lo más interesante de los trabajos del Dr. Waddell en esta materia, es su «curso ideal» de Ingeniería civil, donde condensa sistemáticamente y en detalle sus ideas sobre la enseñanza de esta carrera, reconociendo que se necesitarían circunstancias muy favorables para poderlo dar íntegro, pero observando que todos los demás pueden aproximarse á él por una curva asintótica.

Se distribuye desde luego en cinco años, y comprende verdaderamente todas las materias necesarias al Ingeniero civil, con detenida explicación de la subdivisión de las principales entre ellas, asignándose á cada una el tiempo correspondiente á la importancia que tiene en concepto del autor. Y es precisamente

en este último sentido donde se encuentran los rasgos más notables del plan, pues pronto se echa de ver al estudiarlo el gran desarrollo que se concede á las asignaturas técnicas propiamente dichas, mientras que las materias que abarca Waddell bajo el capítulo *Ciencias naturales* (Física, Química, Mineralogía, Geología, etc.), quedan reducidas á límites bastante estrechos, ocupando sólo una parte del primer año y muy poca del tercero; las Matemáticas ocupan una parte mayor del primer año y algo del segundo; quedando todo el resto, que son cuatro quintas partes del tiempo que en conjunto se asigna en el horario que acompaña al plan, para las materias técnicas.

Hay que observar que esto no procede de que se haya incluido un gran número de materias preparatorias entre las exigidas para la admisión; éstas se reducen á lo que es corriente, y más bien el examen de admisión indicado por el autor queda por debajo de lo que hoy se acostumbra en muchas Escuelas. La causa de tal distribución es, como se indicó antes, que esa es la importancia relativa que para el Dr. Waddell tienen dichas materias dentro de la enseñanza de la Ingeniería; y él no ha hecho más que aplicar uno de los principios fundamentales que establece para la formación del plan de estudios, á saber: «omitir todos los cursos que son innecesarios para un Ingeniero, y reducir todos los cursos de importancia relativamente pequeña al tiempo más corto admisible».

El mismo autor observa, al dar explicaciones sobre el plan, y cuando se refiere á «Ciencias naturales», que «el profesor no debe olvidar el hecho de que no está instruyendo una clase de físicos, sino de Ingenieros»; y se ve apoyado en estas ideas por varios de los más eminentes profesores que han comentado posteriormente su trabajo. Así, el profesor Swain, del Instituto Tecnológico de Massachusetts, aconseja que se «omitán del plan todas las materias que después hayan de tener una limitada importancia práctica para el estudiante (como sucede en un curso de Ingeniería civil con el análisis químico superior, la Zoología, la Paleontología, la Cristalografía, etc.)», y aun que en caso de necesidad se omitieran enteramente la Mineralogía y la Litología; y el célebre profesor A. J. Du Boix dice que «no se debe, como en otros países, enseñar al estudiante de Ingeniería civil la Geología, por ejemplo, como si su objeto fuera hacerse especialista en esa sola ciencia, ó las matemáticas, como si fuera á dedicar su vida al dominio de los cuaternios, sino que la extensión de los cursos debe adaptarse á las necesidades del alumno.

Como natural consecuencia de la adopción de este criterio, las asignaturas propias de la Ingeniería alcanzan en el plan de Waddell un desarrollo que es verdaderamente interesante; pero tendré que limitarme en este punto á mencionar un par de ejemplos.

Es uno de ellos la atención que se presta á puertos, faros, ríos y canales, materias á las cuales, en mi concepto, se debe en todas las Escuelas consagrar una asignatura, aunque sea agrupando las cuatro en esa forma, ó como hace Waddell, reuniendo en una puertos y faros é incluyendo el estudio de ríos y canales en la Hidráulica; mientras que con frecuencia se las considera á todas como simples secciones de otras asignaturas.

El otro punto digno de nota es la extensión que se concede en este plan al estudio de la Topografía, y sobre todo, al de sus aplicaciones á la ingeniería, mencionándose en renglones separados las diversas ramas de la Topografía general, la Topografía aplicada á ferrocarriles, á canales, á alcantarillado, á minas, á puentes y á obras hidráulicas, y prolongándose su estudio hasta el quinto año inclusive. Y he de permitirme insistir con alguna extensión sobre este asunto, no sólo porque á esas materias consagro mayor atención, sino porque parecen coincidir las opiniones del doctor Waddell con las que la práctica de la enseñanza de dichas materias me ha hecho formar desde hace tiempo.

Estas opiniones consisten en creer que los planes actualmente vigentes en las Escuelas de Ingenieros no conceden la importancia y extensión debidas al estudio de la Topografía aplicada á la ingeniería, materia que debería formar una asignatura

aparte y estudiarse ésta precisamente en el último año de la carrera.

Veamos, en efecto, cómo está arreglado el estudio de la Geodesia y Topografía en las actuales Escuelas de Ingenieros, y encontraremos que corre en todas las mejores por líneas casi iguales. Para concretar, tomemos la de la Habana, que es una de las que mejor plan de estudios puede presentar por todos conceptos. Abarca en ella dicha materia dos asignaturas, estudiándose en el tercer año, bajo el nombre oficial de Agrimensura, la Topografía general y la Agrimensura, y en el cuarto año, con el título de Geodesia y Topografía, la Topografía de precisión y la Geodesia. Las materias que forman la Topografía aplicada a la ingeniería, no formando asignatura aparte, tienen forzosamente que intercalarse entre las propias de las dos asignaturas mencionadas y estudiarse con ellas en el tercero y cuarto años. La primera parte de esta disposición está muy bien. La Topografía general es una de las asignaturas que forman las bases de la carrera; su conocimiento es necesario para el estudio y perfecta comprensión de las asignaturas de aplicación que han de seguir; por esto en todas las Escuelas es una de las primeras asignaturas técnicas que se estudian, y en un plan de cinco años no puede colocarse más allá del tercero. La Topografía de precisión, para no proceder a saltos en la enseñanza, ni dejar lagunas en la secuencia natural de los estudios, debe ir en el año siguiente al de la Topografía general, y tras ella estudiarse la Geodesia; conviene, por otra parte, que ésta preceda a la Astronomía; luego la Geodesia y Topografía de precisión deben ir en cuarto año. Pero el intercalar en las materias citadas la Topografía aplicada a la ingeniería, es cosa inconveniente y difícil, así desde el punto de vista de la cantidad como de la naturaleza de los estudios a que se refieren unas y otras asignaturas.

En primer lugar, es ya excesiva la cantidad de materias que comprenden la Agrimensura y la Geodesia y Topografía, para que puedan agregarse a ellas y dar en el mismo curso otras tan extensas como la Topografía aplicada. En la primera asignatura citada han de estudiarse la Planimetría (regular e irregular), Triangulaciones topográficas, Nivelación ó Altimetría, Levantamientos hidrográficos, Levantamientos altimétricos, Taquimetría, Topografía fotográfica, Topografía urbana, Topografía catastral, Agrimensura, Agrodesia y Agrimensura cubana; dada la extensión que ineludiblemente hay que conceder a la Planimetría y la Nivelación, y el tiempo que quitan las prácticas del campo, las otras Secciones mencionadas quedan reducidas a límites tan estrechos, que para algunas de ellas llegan a ser mezinquinos. Lo mismo resulta con la Geodesia y Topografía, que ha de abarcar la Teoría de los errores y método de mínimos cuadrados, Topografía de precisión, Mareometría, Magnetismo terrestre, Geodesia, Gravimetría, Geomorfía, Cartología, Hidrografía, Cartografía y Metrología; casi todo el tiempo tiene que invertirse en la Topografía de precisión y la Geodesia, y las demás ramas, no obstante su importancia (sobre todo la de la Cartología y la Hidrografía), han de reducirse a una extensión verdaderamente exigua. ¿Cómo pueden agregarse a estas ya superabundantes materias, otras nuevas y extensas regiones de la ciencia topográfica?

Hay que observar, en efecto, que los progresos de la ingeniería han llegado a hacer muy vasto el cuadro de la Topografía aplicada. Bajo este nombre deberían explicarse hoy en las Escuelas de Ingenieros, con la suficiente extensión para que fueran de utilidad práctica a los alumnos, las aplicaciones de la Topografía al estudio, proyecto y replanteo de carreteras, ferrocarriles, puentes, túneles, obras hidráulicas (canales, ríos, puentes, alcantarillado, drenaje, irrigación, abastecimiento de aguas) y proyectos de población, así como la aplicación de la Topografía de precisión a las grandes obras de ingeniería. Por poca que sea la extensión que a cada una de estas materias quiera suponersele ó concedérsele, es evidente que su conjunto no puede explicarse en unas cuantas lecciones; pero es el caso, que algunas de dichas ramas exigen un desarrollo considerable. Basta

ver la obra de Sarrazin y Oberbeck, *Taschenbuch zum Abstecken von Kreisbögen*; las de Ferrario, *Curve circolari* y *Curve graduate*; la de Borletti, *Risvolte ad arco circolari*; la de Jacquet, *Tracé des courbes de raccordement*; las de Searles, *Field Engineering* y *The Railroad Spiral*, ó la de Talbot, *The Railway Transition Spiral*, etc., para comprender el tiempo que reclama hoy el estudio del trazado de curvas para carreteras y ferrocarriles, esto es, un solo capítulo de una de las secciones arriba mencionadas. Por esto es que en las Escuelas de los Estados Unidos, la más extensa de esas ramas, que es la Topografía aplicada a ferrocarriles (*Railroad Surveying*), forma generalmente curso aparte.

Y hay también que tener en cuenta que la naturaleza de estos estudios, que son esencialmente de aplicación directa, y la conveniencia de que, como se indicó anteriormente, resulten ellos de verdadera utilidad al alumno en su ulterior práctica profesional, y no de mera ampliación de teorías, demandan de consuno que la Topografía aplicada se dé con un número tan grande de prácticas de campo, que formen ellas la mayor parte del curso, lo cual, sobre todo si se tiene presente el carácter delicado y minucioso de esta clase de trabajos, quita un tiempo considerable al profesor y al alumno, acabando así de dificultar la inclusión de estas materias en cualquier otra asignatura. Explicando el Dr. Waddell la forma en que debería enseñarse el estudio de proyectos de ferrocarril, dice: «Después que cada estudiante ha tenido un poco de práctica en el replanteo de las diversas clases de curvas, zanjas de préstamo, drenes, piquetes de talud y de rasante, deben elegirse dos puntos apropiados, distantes entre sí 5 millas, por ejemplo, correr entre ellos líneas preliminares, estudiar un proyecto sobre los planos, trazarlo entonces sobre el terreno y, finalmente, replantar por completo toda la obra de modo que pudiera ser ésta comenzada a ejecutar desde luego por los trabajadores en cualquier número de secciones de ella. La clase deberá efectuar todas las operaciones que en la práctica real efectuarían los Ingenieros de sección, y cada estudiante debe hacer suficiente cantidad de cada clase de trabajo para quedar en aptitud de repetir las operaciones siempre que lo necesite.» De análoga manera, y con igual grado de perfección (*thoroughness*), recomienda se estudien las otras ramas de la Topografía aplicada, é indudablemente tiene razón, y lo que es más, razón práctica; pero piénsese en el tiempo que esto requiere y se comprenderá cómo sólo puede hacerse formando con tales materias asignaturas aparte.

A ello induce también la índole misma de las materias aludidas, que científicamente forman en realidad cuerpo distinto de la Topografía general. Hay mucha diferencia entre el trabajo del agrimensor, el del topógrafo propiamente dicho y el del Ingeniero; este último necesita, para los fines que persigue, mucha mayor precisión en sus trabajos topográficos que los dos primeros; bien lo atestiguan las diferentes escalas en que se construyen los planos del Ingeniero y los del topógrafo ó agrimensor; el cálculo riguroso de las pendientes de un ferrocarril, de un río, de un acueducto ó de una alcantarilla, la exactitud necesaria en el acordamiento de las alineaciones rectas, la debida rectitud de estas mismas, la aproximación necesaria en los cálculos de cubicación, de excavaciones, etc., y otras mil circunstancias, imponen al Ingeniero a cada momento un grado de precisión en sus operaciones de campo que le obliga a emplear métodos topográficos especiales, tales, por ejemplo, como los interesantes procedimientos de levantamiento y sondeo adoptados en los trabajos de canalización de los ríos Delaware y Schuylkill y descritos por Ott; el conjunto de estos métodos viene así a constituir una Topografía especial. Y es ésta tanto más larga y penosa de estudiar, cuanto que se hace en ella ineludible el conocimiento minucioso de los detalles, toda vez que son éstos precisamente los que constituyen las modificaciones de los métodos generales características de cada operación y apropiadas a cada caso particular, y las cuales proporcionan las ventajas que se desea obtener con esos métodos especiales.

Por último, hay razones de orden didáctico que aconsejan igualmente la formación de una asignatura de Topografía aplicada y que imponen al propio tiempo colocarla en el último año de la carrera. Las aplicaciones de la Topografía a las carreteras, ferrocarriles, obras hidráulicas, etc., no deben, en efecto, y casi no pueden, ser estudiadas antes que estas últimas materias, que son fundamentales con respecto a aquellas aplicaciones, y cuyo conocimiento previo, ó al menos simultáneo, es necesario para la completa inteligencia de dichas aplicaciones. Por esto es que los autores de obras sobre carreteras, por ejemplo, acostumbren explicar primero su construcción y pasar después al estudio del trazado, observando que la forma en que ha de realizarse éste y las condiciones que en él han de cumplirse, obedecen a los principios deducidos anteriormente en el estudio de la construcción. Lo mismo podría decirse de cualquiera otra clase de obra: es el método de construcción de los puentes de consola el que impone un alto grado de precisión al determinar la distancia entre los puntos de referencia fijados en las márgenes del río; es el procedimiento seguido en la construcción de túneles el que fija el rigor con que han de proyectarse y trazarse sus alineaciones y pendientes; son las condiciones del movimiento de los trenes las que han hecho adoptar las curvas de transición; y así sucesivamente. El conocimiento de la naturaleza de las obras, condiciones que han de cumplir y forma en que han de ejecutarse, es siempre conveniente y con frecuencia indispensable para el estudio de las aplicaciones de la Topografía al proyecto y construcción de esas obras.

La exposición de estas aplicaciones antes de que los alumnos hubieran alcanzado aquel conocimiento, obligaría a adelantar nociones de todas las asignaturas posteriores (Ferrocarriles, etcétera), las cuales serían siempre mal comprendidas por falta de preparación de los alumnos, y harían además perder gran cantidad de un tiempo ya escaso de por sí; mientras que dando la Topografía aplicada en el último año de la carrera, al mismo tiempo que esas otras asignaturas de aplicación, tal adelanto de nociones sería innecesario, y los alumnos estarían en condiciones de alcanzar una perfecta inteligencia del curso. Por otra parte, éste debe comprender las aplicaciones de la Topografía de precisión, y habría, por lo tanto, de ser posterior al estudio de ella.

El problema se resuelve muchas veces segregando del curso general de Topografía las principales aplicaciones, como a Ferrocarriles, a Hidráulica, etc., y explicándolas en estas últimas asignaturas. Pero esto recarga de un trabajo injustificado a los profesores de las mismas quitándoles además en su curso un tiempo que sobradamente necesitan para sus importantes materias; y también tiene el inconveniente de que fracciona y somete al criterio de distintos profesores lo que en realidad no es más que una sola materia, a saber, Topografía aplicada, y que en tal virtud debe ser explicada por el mismo profesor de Topografía general como una continuación de ésta.

La solución apropiada sería, pues, establecer tres cursos: uno de Topografía general y Agrimensura, en el tercer año; otro de Geodesia y Topografía de precisión, en el cuarto; y otro de Topografía aplicada a la Ingeniería, en el quinto.

Se dirá quizás que esto sería aumentar demasiado el trabajo del alumno, y que ya en este camino, otras asignaturas demandarían también una ampliación, viniendo a robustecer tal argumento.

Ciertamente que, en mi opinión, otras materias de aplicación práctica deberían contar también con mayor cantidad de tiempo y ya lo he hecho constar más arriba con respecto a Puertos, Faros, etc.; pero, por una parte, semejante aumento sería prácticamente provechoso, y por otra, esto no implica forzosamente que hubiera que aumentar el trabajo total del alumno; lo que hay es que en los planes vigentes la distribución de tiempo entre las distintas materias está muy mal equilibrada, y este es un grave defecto que desde el principio vimos se hallaba entre los indicados por Waddell, y que él trató de subsanar en su plan, en la

forma que ya también hemos visto, suprimiendo todo lo inútil y consagrandolo más tiempo a lo más útil que a lo menos útil.

Sin olvidar la importancia que tienen para el Ingeniero los estudios puramente científicos; siendo partidario, por múltiples razones, de que esa carrera se estudie en las Universidades; y conociendo perfectamente el gran inconveniente de que las asignaturas preparatorias se reduzcan a la insuficiente dosis que se ve en algunas Escuelas americanas; creo, no obstante, que es innegable la desproporción que se observa en la extensión concedida, en nuestro plan de estudios y en otros muchos, a muchas de las materias que comprenden. Llamo aquí «materia» a cada grupo natural de asignaturas que formen un solo cuerpo de doctrina; por ejemplo, las dos asignaturas Agrimensura y Geodesia y Topografía son una sola materia. Así se ve que se consagran dos y hasta tres cursos universitarios a materias que son necesarias, pero que no exigen tal desarrollo para acometer los estudios ulteriores, ni lo merecen en relación con su utilidad práctica en la vida profesional; mientras que no se ha tratado con esa liberalidad a otras tan extensas é importantes para el Ingeniero como la Resistencia de materiales, Estática gráfica y Estabilidad de las construcciones (un curso), ó Ferrocarriles (un curso), etc.

Esa disparidad es mayor si se tiene en cuenta que en el Instituto, donde hoy se estudian varias materias con bastante extensión, se han dedicado ya uno ó dos cursos a algunas de las que luego vuelven a estudiarse en la Universidad, resultando indiscutiblemente mucho de lo que llaman los ingleses «duplicación de trabajo»; en tal forma hay materia que cuenta con cinco cursos, dos en el Instituto y tres en la Universidad. Y sólo se da un curso de Puentes y dos de Geodesia, Topografía y Agrimensura!

Es de creer que estas y otras muchas anomalías, que hay aquí y en todas partes, se irán corrigiendo con el tiempo, y esto se conseguiría en gran manera adoptando bastantes de las mejores propuestas por el Dr. Waddell. Los americanos con su espíritu práctico han entrado ya en esa senda; pero de que todavía les falta mucho que andar, a más de todas las pruebas que ya yo conocía, he tenido hace poco otra harto elocuente. Habiéndole mostrado a un Ingeniero civil, acabado de graduar en una de las más afamadas Escuelas de los Estados Unidos, un teodolito para triangulaciones, y preguntado si conocía la disposición y empleo de los microscopios micrométricos que veía en el instrumento y que son característicos de esta clase de aparatos, contestó que no; pero que le recordaban algo semejante que él había usado en el laboratorio de Física estudiando la polarización de la luz. Es decir, que en dicha reputada Institución americana habían puesto más atención en enseñar a este alumno la polarización, que para nada sirve al Ingeniero civil, que en enseñarle la construcción y manejo de los instrumentos de Geodesia, ciencia tanto más importante para esta clase de profesionales, cuanto que son ellos los únicos que la estudian, y están, por lo tanto, llamados a ejecutar todos los trabajos a ello concernientes que puedan presentarse. Digase lo que se quiera, esto es una incongruencia y un absurdo, perjudicial para el estudiante y que no contribuye, ciertamente, al prestigio de la Institución en que ocurra.

EL FERROCARRIL DE DAKAR

TROZO MARROQUÍ

El Ingeniero civil Mustapha Bey Ibrahim, que reside habitualmente en África, y que ha publicado interesantísimos trabajos y obras sobre ferrocarriles en Marruecos, demostrando su gran competencia en estas cuestiones de las que ha hecho un estudio especial, nos ha honrado remitiéndonos sus impresiones y