

LOS PROGRAMAS DE LA ESCUELA DE CAMINOS.

CONTESTACION A UN ARTÍCULO DE
LAS NOVEDADES.

Con aquel título, y con una X por firma, publicaron *Las Novedades* tiempo há un artículo, al que hoy nos proponemos contestar detalladamente. Con notable retraso vino á nuestro poder; creímos, despues de pensarlo con calma, que no merecía contestacion en serio, y esto mismo seguimos creyendo hoy; y sin embargo, no nos es dado resistir al deseo de aplicar su merecido al articulista, y su merecido al artículo.

Dios nos libre de poner en duda la buena intencion de nadie: estamos persuadidos de que sólo un espíritu recto y el deseo de ilustrar al país, para lo que, como veremos, pocos hay tan apropiados como el crítico de *Las Novedades*, habrán guiado su pluma; pero á veces la apariencia es muy distinta de la realidad; el hombre propone y la pasión dispone; y ello es que el artículo de que nos ocupamos está plagado de errores enormes, de hipótesis absurdas, de candideces verdaderamente épicas, y lo que es peor, de falsedades claras y evidentes: en lo primero ejerce un derecho indisputable el articulista, pero en lo segundo falta á un deber; y como el público no conoce los programas, como no tiene obligacion de entender sobre estas materias, y como, por último, al aceptar el periódico *Las Novedades* el artículo del incógnito X le presta implícitamente su autoridad, de aquí que, para poner las cosas en su punto y al articulista donde merece, tomemos la pluma, y aunque con profundo disgusto llenemos unas cuantas cuartillas.

O el articulista de *Las Novedades* es una persona ilustrada, que todo pudiera ser, en cuyo caso merece severo correctivo por la inconcebible ligereza y sañuda parcialidad con que destroza, que no critica, los programas

de la Escuela de Caminos; ó es uno de tantos que sin escrúpulo asaltan la pública tribuna para hacer orgullosa ostentacion de su ignorancia, cosa no imposible, y en esta segunda hipótesis bueno será que, aprenda que hay papeles peligrosos, y que aunque se hiera al enemigo por la espalda y desde lejos, al fin vuelve la cara, y entonces, como el refran enseña, *el plazo se cumple y la deuda se paga*. En verdad que ignoramos por completo qué persona se oculta tras la X del artículo: dicha firma es para nosotros una verdadera incógnita, y por lo tanto, *prescindiendo de la persona, a la obra nos atenemos, y por ella, en este caso concreto*, juzgaremos al autor, presentando á ambos como merecen ante el público.

Tres partes distintas hay en el artículo de *Las Novedades*. La primera está formada por reticencias, insinuaciones y ataques que, si son intencionales, merecen gravísima calificación. A esta primera parte sólo opondremos un profundo desden: los programas de la Escuela de Caminos son una verdad; reflejan exacta y fielmente el estado de la enseñanza en ella; y el que quiera convencerse puede asistir á las cátedras de dicho establecimiento, puede consultar los libros de texto, puede analizar hasta los últimos detalles de dichos programas buscando en ellos esas mil contradicciones que pululan en toda obra ficticia por mucho que sea el esmero con que se fabrique. Los programas de la Escuela, repetimos, no son nuevos: muchos años hace que se vienen formando y discutiendo, por más que este sea el primer curso en que, aprovechando, si no estamos mal enterados, el sobrante de la consignacion, se haya impreso un cortísimo número de ejemplares, razon por la cual no han podido ponerse á la venta. Y por último, Escuelas que tienen, como la de Caminos, una reputacion conquistada en buena ley, y bien sostenida, no acuden nunca á esas farsas miserables que son el único recurso de ciertas gentes y de ciertos grupos.

La segunda parte del artículo se compone de censuras vagas é inconexas; de generalidades sin valor; de vulgaridades las más vulgares y manoseadas; de afirmaciones, en fin,

ó gratuitas é inexactas, ó notoriamente falsas. *Que se da mucho; que la Escuela es vanidosa; que pretende absorberlo todo; que los alumnos, con tanto estudiar, saldrán idiotas, etc., etc.*

¡Decir que en España sobran ciencias físico-matemáticas!

¡Levantar la voz para que se enseñe menos y se aprenda menos!

¡Acusar á un establecimiento en términos tan acres y tan agresivos por su entusiasmo y su celo, siquiera se juzgasen excesivos!

¡Y todo esto en *Las Novedades*!

Cosas son que á primera vista ni se comprenden ni se explican. Aun cuando la acusación fuera merecida; aun cuando la Escuela de Caminos enseñase más de lo que le corresponde; aun estando animada de ese espíritu absorbente que el articulista de *Las Novedades* le atribuye, aun así, ataques como el que rechazamos serian inconvenientes é injustos. Aceptamos la censura, si; pero la censura digna, justa, imparcial, y, en los límites de la verdad, bondadosa; mezclando los elogios con la critica, y alabando en todo caso el espíritu de vitalidad del profesorado y su entusiasmo por la ciencia; más nunca esa saña mal reprimida, ese encarnizamiento, que será muy noble en su origen, no lo dudamos, pero que si á juzgar fuéramos por las apariencias, más parece inspirado por el mezquino anhelo de rebajar y deprimir cuanto se eleva sobre el nivel comun, que por el deseo de ilustrar al país en cuestiones importantes.

Ahora bien, para censurar no basta la afirmación, es necesaria la prueba, y la prueba no existe.

Es excesiva la enseñanza, se dice: *son ridículamente extensos los programas*: pues bien, señálese lo que sobra, y dígase por qué sobra: mientras esto no se haga, la crítica es pura palabrería.

Véase lo que es la enseñanza en Inglaterra, en Bélgica, en Italia, en Francia: véanse lo que son aquellas escuelas bajo una ú otra forma: lo que es allí la ciencia: lo que son las obras científicas que sobre la carrera del ingeniero se publican, los conocimientos que exigen, la profundidad á que llegan: y despues de estudiar todo eso, se convencerá el que lea los programas de la Escuela de Caminos, que si están á la altura de la ciencia moderna, si pueden figurar dignamente ante otros países, no por eso sacan las cosas de quicio, ni exageran los estudios teóricos, ni invaden campos ajenos: comprenden en general todo lo que

deben comprender, pero no más de lo que en buena ley forma la materia propia del Ingeniero de Caminos.

Si en este terreno se hubieran examinado los programas, á ese terreno iríamos; pero esto no se ha hecho, y por lo tanto no hay para qué dar más valor al artículo de *Las Novedades* del que realmente tiene.

Comprendemos por lo demás perfectamente que al que sea lego en estas materias le abultan mucho los programas; que pase hojas y hojas; que lea títulos y títulos, y que concluya por marearse y aburrirse. ¡Cansa tanto viajar por país desconocido, y parece tan largo por corto que sea! Pero en justicia y en razon, el que ignore estas cosas ¿debe meterse á criticarlas? ¿Es manera propia de juzgar un programa decir tan solo que es *ridículamente extenso*? ¿Tales censuras no parecen, más bien que pruebas contra un libro por su extensión, antiguos rencores contra la ciencia por sus desdenes?

Por lo demás la mucha ciencia y el mucho estudio quizá contribuyan á formar idiotas, segun afirma el articulista; pero en cambio la poca ciencia forma pedantes, que es la raza más irresistible y perjudicial.

Se queja el Sr. D. X de que ignora el número de lecciones destinadas á cada asignatura, y nosotros, que nos preciamos de imparciales, le damos en este punto la razon, y se la damos por completo. El número de lecciones de cada clase, las asignaturas que son diarias y las que son alternas, etc., etc., hé aquí una serie de *misterios* que de seguro no ha podido penetrar el articulista á pesar de sus buenos deseos. Como los sacerdotes del antiguo Egipto guardaban los profundos secretos de su nebulosa teología en lo más interno de sus templos, así, como todo el mundo sabe, guarda la Escuela de Caminos en los sombríos antros de la calle del Turco cuanto se refiere á los detalles precedentes. ¡Nadie ha oído hablar de ellos! ¡á nadie se le pueden preguntar! ¡nadie los sabe...! exceptuando el Ministerio de Fomento, la Direccion de Obras públicas, el Director de la Escuela, los profesores, ochenta alumnos, sus parientes y amigos, los escribientes, los porteros, y cuantos entren en aquella casa y miren los cuadros de asignaturas, dias y horas.

Por eso decíamos que le ha sido imposible al articulista enterarse de todos estos detalles; y como además la crítica no tiene por lo visto deberes que cumplir, y es lícito censurar lo

que no se conoce bien, de aquí que haya podido tender su látigo el crítico de *Las Novedades* sin el menor escrúpulo, prescindiendo de más exactos informes: «*supongo lo peor*, habrá dicho, y *estoy en mi papel*.»

Vengamos ya á la tercera parte del artículo, que es donde podría hallarse la verdadera crítica, y la verdadera demostración de las afirmaciones precedentes, cuando, por desgracia, en ella es donde se rasga el velo por completo, y donde aparece el lastimoso vacío del artículo, la enconada pasión de la censura, y la absoluta incompetencia del articulista.

Examinemos esta tercera y última parte punto por punto, y párrafo por párrafo.

1.º *Clase de Cálculo*.—«Los cálculos, dice el articulista, van precedidos de una introducción en que se estudian, por medio del *análisis ordinario*, teorías que luego se han de dar por el *infinitesimal*.»

Hé aquí un párrafo que merece estudiarse: encierra, en efecto, una censura, la de estudiar *dos veces* una misma cosa, lo cual sería perder el tiempo, y bueno será ver si la censura es justa.

Según el crítico de *Las Novedades*, la introducción de la obra de Duhamel es *análisis ordinario*, y empieza el *infinitesimal* donde aparecen las diferenciales y las integrales: según él la teoría de los límites, la de los infinitamente pequeños, la de las series, la de la suma de términos crecientes en número y decrecientes hasta cero en valor, todo esto es *análisis ordinario*, y todos los problemas que trata Duhamel en dicha introducción *pueden resolverse* por el expresado análisis. Afirmaciones de este género nos revelan en el señor D. X, por lo ménos una gran cualidad, que hubiera podido servirle de mucho en la milicia: á saber, el *valor*; porque valor y valor heroico se necesita para censurar una materia que se desconoce, ó que se ha olvidado; para criticar los programas de una Escuela respetable sin más armas que unas cuantas cuartillas, una pluma bien ó mal cortada, buena voluntad y poca aprensión; como se necesita para rebatir en serio dislates tan mayúsculos.

Sepa el Sr. D. X que la admirable introducción del Duhamel es *cálculo*, puro *cálculo*, y todo él en su esencia y despojado del algoritmo de Leibnitz: *introducción* admirable, repetimos, aunque excesivamente extensa,—razón por la cual solo una parte se ha comprendido en el programa,—y que dá en pocas páginas idea exacta y precisa del análisis infinitesimal.

Sepa el profundo crítico de *Las Novedades* que puede haber cálculo sin *d* y sin *f*, y que las diferenciales y las integrales constituyen un medio material, algoritmo cómodo y sencillo, y por decirlo así, un andamiaje científico para dar forma á los grandes principios de los límites y de los infinitamente pequeños, principios que constituyen la introducción del Duhamel.

No se resuelven, pues, en los programas unos mismos problemas *dos veces*: una por el análisis ordinario, otra por el infinitesimal; ni es esto posible, porque debiera saber el señor D. X, ó sus amigos é inspiradores, que por el análisis ordinario propiamente dicho, desde Pitágoras acá nadie ha resuelto la mayor parte de tales cuestiones; y por este motivo, y no por otro, se inventó el cálculo. Lo que se hace en el programa, y con gran acierto, es dar idea de esta parte de las matemáticas, é idea clara y precisa, antes de que el alumno se pierda en los detalles; es elevarle á una gran altura, desde la cual domine el camino que ha de recorrer; y en una palabra, lo que se hace en la Escuela de Caminos es enseñar bien el cálculo, con lo que dicho está que ha de parecerle muy mal al que lo ignora, pero quiere hacer creer á las gentes que lo conoce y lo domina.

El abismo tiene terribles atracciones: así nos explicamos que le cueste tanto al articulista salir de esta clase. Según dicho señor, las funciones elípticas *están mal colocadas* en el programa: donde deben ponerse es en la rectificación de la elipse; de donde se deduce que el lugar más oportuno para una teoría es el de una de sus infinitas aplicaciones; ó como si digéramos, el lugar más propio para estudiar los logaritmos es la multiplicación de números enteros, toda vez que esta operación se abrevia por medio de aquellos. De aquí se deduce aun; que si el articulista escribiese un tratado de aritmética, al llegar á la multiplicación abriría un paréntesis y diría: «*aquí encajo los logaritmos*.» No se nos oculta que cae en semejante despropósito, porque sin duda lo único que sabe ó que recuerda de las funciones elípticas es que en ellas hay algo de rectificar elipses: si supiera, ó si recordase algo más, las colocaría en la rectificación de la lemniscata: con otro poco en la teoría de ecuaciones: con una nueva dosis en las funciones doblemente periódicas, y así á cada nueva aplicación que fuera recordando, ó aprendiendo, las iría mudando de lugar. No: la teoría de funciones

elípticas está bien donde está: cuando no se hace otra cosa que nombrarlas, bien puede aparecer su *nombre*, pero nada más que su *nombre*, en la rectificación de la elipse; pero cuando se estudian algunas de sus propiedades, ó deben formar un apéndice al cálculo, ó un capítulo separado en las cuadraturas: ejemplos de ello tiene el articulista en el Cournot, en el segundo tomo del compendio de Lacroix, en la obra aun no terminada de Moigno, y en otras varias que pudieran citarse. Y la razón es obvia: las funciones elípticas son nuevas trascendentes irreducibles en términos finitos á las que se estudian en álgebra elemental y en trigonometría, y que forman una teoría inconfundible con ninguna otra, aunque se relacione con varias. Por lo demás no se presentan únicamente en las bóvedas de máxima estabilidad, como imagina el articulista, sin duda porque esta aplicación es la que él sabe, ó de la que ha oído hablar, sino también en otros problemas de mecánica: y conocer sus principios fundamentales y el manejo de sus tablas es cosa importante y en extremo sencilla. En dos ó tres lecciones se puede condensar esta materia, y de ello se tiene prueba patente en los artículos publicados por el profesor Sr. Pardo (REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS), y en las tablas insertas en la traducción del Michon (nota del Sr. Saavedra).

Hé aquí á lo que queda reducida toda la alharaca del articulista sobre las bóvedas de Villarceau y sobre las funciones elípticas: *dos ó tres* lecciones en la clase de cálculo, y otras *dos ó tres* en la de mecánica aplicada, es decir, *cuatro* ó á lo más *seis* lecciones en una carrera de 7 ú 8 años. ¡Es esto una exageración de teoría! ¿es esto absorber la ciencia pura! ¿Cree el Sr. D. X que solo dos lecciones de funciones elípticas deben darse en la Facultad de Ciencias? Lo cierto es que mientras el articulista decíama, podrá haber quien dude, pero cuando se desciende al fondo de las cosas se vé lo injusto de sus acusaciones y lo errorneo de sus juicios.

Poco diremos respecto al cálculo de variaciones: el texto que se da en la Escuela de Caminos es un cuaderno escrito por el Sr. de Echegaray; ¿y sabe el articulista con qué objeto? con el de simplificar esta teoría, y con el de reducir la extensión que tiene en casi todas las obras de cálculo: más aun, con el fin de convertir la teoría de las variaciones en una consecuencia inmediata de los máximos y mínimos ordinarios.

Y todo ello no debiera ser un misterio para el articulista, porque las tres obras citadas, á saber, los artículos del Sr. Pardo, la nota del Sr. Saavedra y el cuaderno del Sr. Echegaray *son públicos*; todo el mundo puede consultarlos, y por ellos se viene en conocimiento de la extensión con que se estudian en la Escuela de Caminos las materias de que nos ocupamos en este momento.

2.º *Clase de Geometría descriptiva.*—En el programa de esta asignatura ha hecho el Sr. D. X un descubrimiento verdaderamente importante; á saber, *que se han suprimido los rebatimientos*, y hasta ha dado con la causa, que es toda la sutileza de ingenio que puede concebirse: sepan nuestros lectores que *ha sido para evitar un galicismo*.

¿Puede decirse esto en serio?

¿Hay candidez que iguale á la de discutir si se habrá suprimido en el programa de una ciencia tal ó cual teoría importante solo para evitar una palabra afrancesada?

Aunque nos cueste mucho trabajo, diremos en tono formal al crítico de *Las Novedades* que en el programa de la Escuela *ESTÁN*, como no pueden menos de estar, los *rebatimientos*; y compitiendo con él en sutileza, agregaremos que si ha creído que no estaban, consiste, sin duda, en que ignora lo que son, de lo cual él mismo nos dá la prueba. Dice así: «Se han olvidado los *rebatimientos*, ó sean *giros alrededor de una recta situada en uno de los planos de proyección*.»

¿Dónde aprendió el articulista tales definiciones? Y hacemos la pregunta porque nos duele que en España se enseñen tamaños desatinos. En primer lugar, los rebatimientos no son simplemente *giros*, sino giros de *figuras planas*; mas por lo visto el articulista está dispuesto á rebatir una *pirámide*, una *esfera*, y si preciso fuere, el *arco de la Armería*, lo cual no nos maravilla, porque él principiará por aplastar el cuerpo que traiga entre manos, aunque tenga, no tres, sino veinte dimensiones; y aplastado que sea, merced á su aplastante lógica, dará con él sobre el primer plano que encuentre en su camino. En segundo lugar, y aun suponiendo que la figura sea plana, no basta que el eje de giro esté en el plano sobre el cual se pretende hacer el rebatimiento; es preciso que sea la intersección de ambos. En tercer lugar, no es un *giro* cualquiera, sino un giro especialísimo en el que el ángulo de rotación está determinado por el de dichos planos. Véase, pues, como el crítico de *Las*

Novedades, dicho sea con perdon suyo y sin ánimo de ofenderle, ignora lo que son rebatimientos; y en efecto, se necesita no saber lo que son para afirmar que no se hallan en el programa, despues de leer el siguiente párrafo de la página 22:

«*Giros*.—..... Caso en que los elementos que giran han de llegar á posiciones de *paralelismo* respecto á los planos de proyeccion.»

Si despues de leer lo que precede supiera el critico de *Las Novedades*—aunque mejor seria que lo supiese antes—1.º lo que son rebatimientos; 2.º que en Geometria *la coincidencia de dos planos es caso particular del paralelismo*; 3.º que en muchos problemas es preferible colocar las figuras planas paralelas á los planos de proyeccion á aplicarlas en ellos; 4.º que el rebatimiento es un *giro* particular que se verifica por los métodos generales, y que por lo tanto, explicando los *giros*, y explicando el modo de hacer que una figura llegue á ser paralela á un plano, está explicado el caso de coincidencia; si supiera, repetimos, todo esto y otras varias cosas, como suponemos en él buena fé, es claro que no habria escrito el artículo que combatimos, ahorrándonos un trabajo ingrato y enojoso.

Por lo demás, si el articulista quiere vencerse de que eso que aprendió en su *Geometria descriptiva* con el nombre de rebatimiento se estudia en la Escuela de Caminos, pásese por ella y podrá ver en las colecciones de los alumnos problemas de este género en número considerable. Y de todas maneras debió pensar que en estos últimos años algo ha progresado la ciencia, algo han mejorado los métodos de enseñanza, y que su atraso en la materia no ha de ser motivo para que la Escuela se amolde á sistemas viejos, largos y complicados, cuando hay otros más generales, más rápidos, y sobre todo, más sencillos.

3.º *Clase de Mecánica racional*.—Cuanto más avanzamos en nuestra árida y enojosa tarea, más nos admira la tranquilidad de espíritu, y la seguridad inconcebible con que el articulista afirma y niega, tira cortes y reveses á diestro y siniestro, sin saber lo que se hace, ni pensar en lo que dice.

«Se dá el Duhamel y se adopta la clasificación de Delaunay, que empieza por la Cinemática, sin nombrar, sin embargo, á este último.»

O más claro, se dá el Duhamel, que empieza por la Estática, y se sigue la clasificación

de Delaunay, que comienza por la Cinemática.

Admiré ahora el público la profunda erudición del articulista: el Duhamel es, en efecto, el libro de texto; pero si empezaba por la Estática en su *primera edicion*, en la tercera, que es la última y la que sirve de texto, *empieza por la Cinemática*. De suerte que el señor don X escribe por escribir, muerde por morder, y en su profunda ignorancia comete error sobre error, sin escrúpulo de conciencia, y ni tomarse el trabajo de abrir ni uno sólo de los libros que desconoce.

4.º *Clase de Geodesia*.—Censura el articulista que se empiece la Geodesia por la Topografía; pero si este orden es *discutible en general*, es en el caso presente lógico, y apropiado al Ingeniero de Caminos, toda vez que la Topografía es lo que más le interesa; y es probable, que á empezar el programa de esta asignatura por la Geomorfia hubiera acusado el articulista á la Escuela de querer absorberlo todo, de invadir campos ajenos, de desdeñar lo verdaderamente útil por vanos alardes científicos, con toda esa série de lamentaciones á que ya nos van acostumbrando muchos que no perdonan la ciencia ajena en despecho de la que á ellos les falta (como demostraremos si á ello se nos obliga), afanándose con inconcebible obstinacion en rebajarlo todo á su mezquino nivel.

En cuanto á los *alardes tabulares*, si se nos permite esta palabra del articulista, y al anatema que lanza sobre la *connaissance des temps*, aunque mucho pudiéramos decir, nada diremos, limitándonos á acompañar á los sabios franceses en su sentimiento por haber merecido la censura de persona tan competente como el critico de *Las Novedades*.

5.º *Clase de Estereotomía*.—¿Qué creerán nuestros lectores que falta en el programa de esta clase?

¿La Biología? No.

¿La Acústica? Tampoco.

¿La Patología? Méenos.

Falta, segun el articulista de *Las Novedades*, una cosa que con tan buen derecho como las anteriores pudiera colocarse en la Estereotomía: á saber, ¡LOS ENGRANAJES!

Hé aquí un párrafo digno de cien coronas de laurel.

«En la Estereotomía no se estudia el trazado de engranajes, dice D. X, poniéndolos en la Mecánica aplicada (á las máquinas) que no es su sitio.»

Solo se nos ocurre preguntar: ¿sabe el ar-

ticulista qué cosa es Estereotomía? ¿dónde ha aprendido estas sublimidades?

En verdad que falta la paciencia al ver erigirse en crítico y perorar *ex-cathedra* á quien sin duda tendrá grandes conocimientos almacenados en su cerebro; pero de este modo los muestra, y tal uso hace de ellos.

Los engranajes, dicho sea con perdon del articulista, pueden considerarse bajo tres puntos de vista: ó como problemas de Cinemática, ó como órganos materiales de las máquinas, ó bajo el concepto de su construcción; y su estudio corresponderá, según el aspecto bajo el cual se consideren, ó á la Cinemática pura, ó á las máquinas, ó á la construcción de estas; pero á la Estereotomía ¿por qué, señor crítico?

Y aun el error es, si cabe, más inconcebible, porque el articulista dice: «el trazado de engranajes.....» de suerte que pretende embutir en la Estereotomía un estudio puramente geométrico.

Sin duda asienta afirmación tan estúpida porque en *algún libro* habrá visto *reunidos materialmente* problemas de estereotomía y problemas de engranajes; pero ¿un hombre de mediano juicio no ha de tener para clasificar las ciencias de su especialidad, otro criterio que el que le preste cualquier encuadernador, y ha de creer, por ventura, que no tienen los conocimientos humanos otras relaciones, ni mejor parentesco que el improvisado por una pasta á la holandesa?

Por esta regla, los engranajes pertenecen á la Descriptiva, porque en la de Leroy se explica el trazado de aquellos; las sombras á la Estereotomía, y así sucesivamente.

Y no se detienen aquí las censuras del articulista contra la clase de Estereotomía: partiendo de la hipótesis de que en ella deban estar los engranajes, extiende sobre el papel un magnífico párrafo en que se burla con toda la frescura imaginable, de las epicicloides, de las evolventes, etc., concluyendo por proclamar rey y señor absoluto de todas las ruedas dentadas al engranaje de Willis.

Pero ¿sabe el articulista lo que es el engranaje de Willis?

¿Sabe en qué se fanda?

¿Cree que es un engranaje especialísimo, distinto de los demás, independiente de toda teoría?

Hé aquí los graves inconvenientes que origina el no conocer las cosas más que por el nombre, el aprender una ciencia superficial y

ligera propia para deslumbrar ignorantes. Si en vez de leer índices de unos cuantos libros, hubiere estudiado el articulista de *Las Novedades* esos mismos libros *por dentro*, sabría que el engranaje de Willis es ni más ni menos que un engranaje de *envolvente*: y la razón es sencillísima: *todos* se fundan en las *curvas envolventes*, y casos particulares son los de epicicloides, los de evolventes, los de linterna, y *los mismos, mismísimos* de Willis. Lo único que constituye la especialidad de estos últimos es el ser una *solución práctica*, un *medio aproximado* de realizar la teoría.

¿Cree el Sr. D. X que los Ingenieros deben aprender la ciencia empíricamente y á ciegas, ó según su fundamento racional? Pues esto quiere cuando se burla de la teoría y nos presenta como única solución el expresado engranaje: muy ingenioso, muy sencillo, pero no único en su género, ni tan universalmente seguido como supone, que otras soluciones aproximadas y prácticas hay tan ventajosas y tan sencillas como la dada por Willis; y aun este mismo autor no ha dado una solución única, sino varias (por *dos arcos de círculo* ó por *uno* que se sustituyen á la *verdadera curva envolvente*; por *tablas* para determinar centros y radios; por un *patron*; por un *mecanismo* especial, etc., etc.)

En resumen:

1.º Los engranajes deben estudiarse como se estudian en la Escuela, y el que así los aprenda nunca podrá encontrar dificultades en la práctica; cuando, por el contrario, el que los aprenda en forma de *receta empírica*, se verá en trances tan apurados como el en que ahora se vé el crítico de *Las Novedades*.

2.º La manera práctica de ejecutar los engranajes, más que al Ingeniero de Caminos, corresponde al Ingeniero industrial.

3.º En las páginas 195 y 196 de los programas puede ver el lector que, no por atender á la teoría se olvidan los *trazados aproximados*; y como en último análisis el de Willis no es otra cosa que un medio aproximado de trazar el perfil de los dientes, resulta que no es imposible que se halle en dicho título.

Sin embargo, como ántes que todo somos leales en nuestras discusiones, y como escribimos estas líneas precipitadamente (porque el artículo ha llegado á nuestro poder con un mes casi de retraso), sin libros que consultar, y fuera de Madrid, no afirmamos que se dé en la Escuela de Caminos dicho engranaje.

A propósito de engranajes, todavía señala

otra omision el Sr. D. X: nos dice sin el menor escrúpulo de conciencia:... «ni en una ni en otra parte se nombran los engranajes de precision....» y á esto contestaremos mandándole á la página 196 de los programas, línea 19, donde leerá todo el que tenga buena vista: ENGRANAJES DE PRECISION.

Terminado el largo paréntesis que precede sobre los engranajes,—que cuadra tan bien á la estereotomía, como, segun dicho vulgar, á un santo Cristo un par de pistolas, continúa el articulista su tarea asegurando que «nada se dice en los programas de la labra de piezas de madera, etc.,» afirmacion gratuita, ó mejor dicho, falsa, porque puede verse en la página 117 este párrafo: «Ejecucion de ensamblajes—operaciones en que se subdivide esta cuestion: 1.º, proyecto; 2.º, montea; 3.º, trazado de las líneas que determinan los cortes; 4.º, ejecucion material de estos;... ejemplos.»

Tenemos, pues, derecho pleno para afirmar que el articulista de *Las Novedades*, sin duda con recta intencion y buen fin, pero cegado por la pasion, ó arrastrado por una ligereza de carácter inconcebible, ó quién sabe si por carecer de los conocimientos que el caso exige, falta á la verdad de los hechos, sorprende, á pesar suyo, la buena fé del público, y acumula falsedades sobre falsedades; conducta que no necesita comentarios y que las personas imparciales juzgarán.

6.º *Clase de Física*.—Se queja el articulista de que la Física que se estudia en la Escuela de Caminos sea puramente experimental; y si fuese matemática se quejaria tambien; y pues de todas maneras ha de quejarse y ha de mostrar perfecto desagrado; y puesto que además censura lo uno por extenso, lo otro por escaso, y todo por algun concepto, sin insistir sobre este punto, nos limitaremos á observar: 1.º, que en efecto la Física que se estudia en la Escuela de Caminos no es matemática, ni debe serlo, ni podria serlo tampoco; 2.º, que si bien es fisica puramente experimental, esto no excluye el empleo del análisis, aunque entre ciertos límites; 3.º, que las teorías más necesarias al Ingeniero se amplian en otras clases: el calor en la de máquinas, donde se dan nociones de termodinámica; la luz en la de faros, y así sucesivamente.

7.º *Clase de Química*.—En el programa de esta clase, segun el articulista, hay materia para tres cursos, y es muy bastante para el Ingeniero de Minas y para el Ingeniero industrial. Lo primero que ocurre es que cuan-

do tanta química encuentra en dicho programa, no debe ser muy extensa la suya, porque lo cierto es que de todos los cuerpos simples que hoy se conocen, ni la mitad se estudian en la Escuela; que en química analítica solo se consideran los materiales de construccion; y que en cuanto á las aplicaciones industriales, si bien se incluyen algunas,—no todas ni mucho ménos, como supone el crítico de *Las Novedades*,—son aquellas que presentan interés inmediato para el Ingeniero de Caminos, y que tan importantes han llegado á ser, que hasta para el Bachillerato se exigen. Por lo demás, el libro de texto indica suficientemente la extension de estás diferentes materias, y prueba cuán desprovistas de fundamento están las declamaciones del articulista.

Entre las aplicaciones de la química, la fotografía es una de las que más escandalizan al Sr. D. X, sin comprender ni adivinar la importancia que vá teniendo para el Ingeniero, y que probablemente llegará á ser considerable.

¿No alcanza el crítico de *Las Novedades* que la fotografía se relaciona grandemente con la topografía?

¿Ignora que hay Escuela especial y muy respetable, en que durante un año entero se han ejercitado los alumnos en este arte novísimo y de gran porvenir?

¿No conoce el articulista aplicaciones de aquel género, ni ha llegado á su noticia que sobre una de ellas propuso un premio la Academia de Ciencias?

8.º *Clase de Mecánica aplicada*.—Dos faltas, ambas muy graves, encuentra el señor D. X en el programa de esta clase: 1.ª, dar tanta importancia á las bóvedas de máxima estabilidad; 2.ª, no haber incluido las armaduras cilíndricas. Vamos por partes, porque una y otra observacion son curiosísimas.

Segun el articulista, los puentes de Villarceau constituyen una elucubraci6n puramente teórica: en la práctica no conoce más que el ensayo del Sr. Saavedra. En primer lugar aqui, como en casi todo el artículo, no por malicia, pero sin duda ó por ignorancia ó por ligereza, falta á la exactitud: el Sr. Saavedra ejecutó, no un ensayo, sino un experimento; y experimento tan notable que de él se han ocupado las publicaciones extranjeras, y aun han copiado íntegros los artículos que con este motivo insertó la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

Esto sentado, continuaremos diciendo que aun hay algo más de lo que el articulista co-

noce respecto á dicho sistema de puentes: hay, en primer lugar, varios proyectos; hay el puente de *Garganta ancha*, proyectado por el Sr. Martinez Campos, ejecutado con pleno éxito y que mereció grandes elogios en la última Exposicion universal; y hay, por último, que todo Ingeniero debe conocer, acéptela ó la rechace, una teoria premiada por la Academia de Francia, que en todos los tratados modernos sobre bóvedas se menciona, que hasta en algunas ediciones del Claudel se halla, y que realmente tiene gran valor y puede en muchos casos proporcionar notable economia. Y como se ha dicho poco há, ¿son muchas *dos* ó *tres* lecciones para cuestion tan importante? Pues no más se necesitan; y en vano alegará ignorancia el articulista de *Las Novedades*, porque la obra de texto es la traduccion del Michon por el Sr. Saavedra, y allí está la *Nota* sobre bóvedas de máxima estabilidad que se dá en la Escuela, y por su extension se viene en conocimiento del tiempo que exige.

Al Sr. D. X le asustan sin duda las funciones elípticas, y todo aquello que presenta cierto aspecto científico; pero tenga entendido que si la *parte teórica* no es suficiente para formar un Ingeniero, es necesaria, y cada vez lo será más; y despues de todo, no es mucho sacrificar, en 40 ó 50 años, los seis primeros (y en rigor ménos, porque en estos seis años la mitad es de ejercicios prácticos) á la *teoría*, cuando quedan 30 ó 40 para la *práctica*, ó para hermanar una con otra. Tanto valdria que un literato se lamentase de haber empleado ocho ó diez años en aprender á leer, escribir, gramática, lenguas, etc., alegando que le bastaba con la inspiracion y el genio; y nótese que el ejemplo aun es desfavorable para nuestro caso.

Y esa teoría, cuyo campo cada vez se extiende más, á la que rinden tributo los Ingenieros más amantes de la práctica, que son los ingleses, como se prueba con sus libros, sus publicaciones periódicas, sus programas, etc.; esa *teoría*, repetimos, no se adquiere sino á cierta edad; despues, si es preciso, se perfecciona, se desarrolla, pero no se aprende si no se aprendió, como comprenderá perfectamente el critico de *Las Novedades*; despues, si no hace falta ampliarla, por lo ménos se aplica con inteligencia, con discernimiento, y no como receta; y aunque *algo de ella* parezca que se olvida, queda como potencia latente, como fondo comun, como preservativo contra ciertos errores; de suerte, que jamás el que una vez supo cálculo dirá que la introduccion

de Duhamel es análisis ordinario, ni el que comprendió la obra de Bresse, que no están en ella las armaduras cilíndricas, ni tantas otras cosas como dá lástima leer y enojo rebatir.

Nos dice el articulista, con gran seguridad, que dicho problema sobre armaduras cilíndricas *no se halla en el Bresse, ni tampoco en el programa*, y tras afirmacion tan rotunda como falsa, quédase con aires de triunfador.

Olvido grande ha sido este del célebre Ingeniero francés: olvido grande el de todos los profesores de la Escuela de Caminos; y ha sido preciso que el articulista de *Las Novedades*, con ese golpe de vista y esa ciencia profunda que le caracterizan, venga á sacarnos á todos del error. Gracias le sean dadas por quien corresponda, que en cuanto al premio ahora procuraremos adjudicárselo.

Si una persona que desconozca estas materias abre la obra de Bresse *por el índice* y busca el siguiente epígrafe: «Cubiertas cilíndricas», desde ahora le anunciamos que no lo encuentra.

Pero es el caso que si busca este otro título, ó algo á él parecido «Cálculo de los suelos ordinarios», tampoco dá con él.

Y si busca «Cálculo de las columnas de fundicion en estas ó las otras condiciones» no lo encuentra tampoco, y así sucesivamente con otras mil cuestiones y otros innumerables problemas.

Pero meditemos con calma, porque á veces las apariencias son engañosas.

Nos dice el critico de *Las Novedades* que el problema de las cubiertas cilíndricas es el siguiente: «Calcular un arco cuando la presion está repartida segun él y por dilataciones independientes de las cargas.» Prescindiendo de que el enunciado es lastimoso, y dándolo por bueno, este mismo enunciado se halla, y no puede ménos de hallarse, en el Bresse; no precisamente para cubiertas, pero si para *arcos*. es decir, para *piezas curvas*; y estos arcos y estas piezas curvas tanto pueden ser cubiertas, como puentes, como botareles, etc.

Para convencerse de ello abra el articulista de *Las Novedades* el primer tomo de la segunda edicion (año 1866), página 225, y desde dicha página en adelante encontrará el cálculo del EMPUJE DE UN ARCO producido por pesos, ó por fuerzas horizontales, ó por pares de fuerzas; y además el cálculo de las *variaciones de flecha*; y además el de la *presion máxima*; y además el de todos estos elementos por dilataciones ó contracciones independientes de las

cargas; y por último, para facilitar la resolución de esta serie de cuestiones, *varias tablas* en que las fórmulas se traducen por números.

De manera que estos tres problemas generales de las *piezas curvas* (y caso particular de las piezas curvas son las *cubiertas cilíndricas*), á saber: 1.º Dado un *arco* y las cargas, calcular las reacciones en cada punto. 2.º Determinar las dimensiones de un *arco*, de tal modo, que la tensión ó compresión máxima no exceda el límite que corresponde al material. 3.º Calcular las deformaciones; estos tres problemas, repetimos, están en el Bresse para todos los arcos circulares (y también para los que no lo son) y para todas las cargas imaginables, puesto que toda carga se descompone en una fuerza vertical, otra horizontal y un par.

Y estando el cálculo de *los arcos*, está el de tal ó cual arco en particular; sirva para cubrir un edificio, ó para sostener el tablero de un puente, ó para otro objeto cualquiera; la palabra *arco*, ó esta otra, *pieza curva*, equivale al *infinitivo* de un verbo, y las cubiertas cilíndricas del articulista son los tiempos derivados que no se encuentran en ningún diccionario.

El particularizar los problemas generales, el suponer que la *carga en kilogramos* procede del peso de un tren, ó de la presión del viento, ó de la acción de la nieve, etc., etc., es bueno, muy bueno y muy oportuno para los ejemplos, para los ejercicios, para acostumbrarse á proyectar, y esto ya se hace en la Escuela; pero *la teoría, mientras pueda ser general, debe serlo*, mientras pueda hablarse de arcos y de cargas en kilogramos, no hay para qué limitar el problema, y aun menos que en la clase en el *programa*.

Verdad es,—y hé aquí lo que confundirá al articulista, que por lo visto no ha meditado sobre estas cuestiones,—que en esa misma obra de Bresse, y en esos mismos programas en que se trata de arcos ó piezas curvas en general, se especifican en particular, entre otros varios sistemas, algunas armaduras; pero esto consiste en que dichas armaduras, ó cubiertas planas, como las llamaría el articulista, son sistemas complejos que no entran ni pueden entrar en el cálculo de *piezas rectas* (que comprenden como *aplicaciones* los suelos ordinarios, los puentes de vigas rectas, etc., etc.); ni tampoco en el cálculo de *piezas curvas* (el cual comprende á su vez, como otras tantas aplicaciones, los puentes en arco, lo que el articulista llama cubiertas cilíndricas, etc., etc.); y como las cubiertas planas no están compren-

didadas ni en una ni en otra teoría general, como exigen *hipótesis* nuevas y especiales, y nuevos métodos, de ahí que sea preciso tratar estos casos en particular por defecto y atraso de la ciencia.

En resumen, las cubiertas cilíndricas están en el Bresse y en el programa, y si el articulista no ha dado con ellas, es porque todavía no sabe *conjuguar* estas materias.

9.º *Clase de Máquinas*.—Una falta grave, capaz de dar al traste con todo un programa, y que prueba el trascendental examen que del libro publicado por la Escuela de Caminos ha hecho el articulista, ha encontrado tras profunda meditación este crítico sin par.

¡Falta la transmisión por correas!

Si el articulista se hubiese tomado el trabajo de leer la página 194, y en ella este título: «*cuadro de las diferentes trasformaciones de movimiento más usadas en las máquinas*,» y poco después: «*trasformación del movimiento circular continuo en circular continuo*»; si para desvanecer las dudas que pudieran quedarle hubiera leído la parte que se refiere al cálculo de resistencias pasivas, y en esta parte con todas sus letras: «*cuerdas y correas*»; si hubiera meditado, por último, en que no es lógico estudiar resistencias de órganos que no se describen, se habría ahorrado probablemente una equivocación más en la serie interminable de las que, contra su buen deseo y leales intenciones, pero arrastrado por la pasión, acumula en su larguísimo artículo.

Según el articulista, ni está en el programa el cálculo de un generador de vapor, ni el de una máquina completa; á lo cual contestaremos remitiéndole al programa de caminos de hierro para cuanto se refiere á locomotoras; y allí verá que esta afirmación, como tantas otras suyas, es falsa; y respecto á las demás máquinas quisiéramos saber para qué sirven las fórmulas generales de sus efectos mecánicos, sino para calcular estos, conocidas las dimensiones, etc., del mecanismo, ó inversamente para deducir los elementos de la máquina, cuando se desean efectos determinados. Por eso habrá observado el articulista que la mayor parte de las obras francesas, belgas, inglesas y alemanas que tratan de máquinas de vapor, exponen *la teoría* y no especifican sin embargo, el problema que el crítico echa de menos. Dar la teoría es dar todos los problemas en ella comprendidos; deben presentarse, sí, como ejercicios á los alumnos, pero no hay necesidad de escribirlos con todas sus

letras en el programa, en la mayor parte de los casos.

Todavía pone más reparos al programa de esta clase, donde, según parece, ha echado el resto: «*que no se dice cilindros giratorios, sino oscilantes: que tampoco se dice alisar piezas huecas*»; hé aquí dos nuevas faltas que denuncia D. X al público, y tales son ellas, que aunque algo pudiéramos contestar, lo creemos inútil, y solo las citamos para dar idea de cuán elevada es la crítica del articulista.

10. *Clase de Puertos*.—En esta clase tan importante, tan difícil, en que el profesor que la desempeña ha tenido que crear casi por completo el programa, y en la que por todos los motivos anteriores tanto hay que alabar; en esta clase, repetimos, en que, ya que se busquen censuras justas ó injustas, tan extenso campo hay abierto á lo opinable ¿que lunar creerán nuestros lectores que señala el crítico? ¿qué juicio severo y profundo emite? ¿qué grandes trabajos marítimos echa de menos ó qué teorías erróneas denuncia? en una palabra, ¿qué crítica formula? La siguiente:

«Que se habla de cuerpos que afectan la forma de poliedro, y que han de flotar unas veces y sumergirse otras..... que esto exige conocer el problema de la estabilidad y desplazamiento de un cuerpo flotante; que en mecánica racional solo se cita el de un prisma triangular..... y que este hecho, unido á otros del mismo género (pero que el articulista no cita, precaución prudente y por la que le damos la enhorabuena), prueba que se han estampado en los programas cosas que no pueden darse por no haber tratado otras preliminares, y que muchas de las teorías citadas son teorías imaginarias.»

Aquí paz y después gloria: este es el juicio crítico del programa de puertos; y tal crítica para tal clase no es ya falsa, no es errónea, no es apasionada, es algo más, y perdonemos el crítico de *Las Novedades*, es soberanamente ridícula, y prueba en el que la formula incompetencia absoluta para juzgar sobre estas materias.

Y decimos esto prescindiendo de que la censura, aun mínima y risible como es, es además de todo punto errónea. Las teorías de la hidrostática y de la hidrodinámica, que comprende el programa, bastan y sobran para resolver el problema ó la serie de problemas prácticos que el articulista, de una manera vaga, y sin comprender bien lo que dice, pretende señalar. Preciselos si puede, fórmúelos

si acierta, pero en términos claros y exactos, y le probaremos citando párrafos y fórmulas que con el programa de mecánica racional hay lo suficiente para resolver por completo dichos problemas. ¿Más á qué acudir á la mecánica? Con el principio de Arquímedes que se da en física, y un poco de geometría elemental, hay lo suficiente: de manera que la observación del articulista es tal, tan inocente, tan cándida, que por respeto al público, por respeto á nosotros mismos, por compasión hacia el articulista y sus inspiradores, si los tiene, nos abstenemos de calificarla como merece. ¡Pobre país, en que tales cosas se escriben y en que se compromete con ellas la reputación de un periódico respetable!

Y hemos concluido con el crítico de *Las Novedades*.

Los programas de la Escuela de Caminos no son, ni pueden ser perfectos: ninguna obra humana lo es. Se presta como todo á la crítica, y á la crítica deben estar sometidos; pero á la verdadera crítica, á la que elogia y censura con imparcialidad, sin pasión, sin encono.

¿Pues qué, puede nadie creer que unos programas, que son el fruto de muchos años de práctica en la enseñanza, formados por personas dignas de respeto en la ciencia, discutidos ampliamente, sean tan ridículos como el articulista supone? Hay exageraciones que están juzgadas por sí mismas.

Si esta crítica mesurada y digna viene, la recibiremos con respeto y á ella contestaremos con mesura, aceptando mejoras si se proponen, departiendo amigablemente con el crítico sobre lo opinable, reconociendo errores si se señalan y se demuestran; pero á censuras apasionadas, violentas, injustas, y que prueban en quien las hace, ó en quien las inspira, una incompetencia absoluta, á estas contestaremos, respetando siempre las intenciones de la persona, pero con la dureza y la energía que merecen.

Somos partidarios de la libertad en la discusión; pero ni el error puede pasar sin correctivo, ni la injusticia sin pena, y el correctivo natural y la pena oportuna para artículos como el de *Las Novedades* son el látigo de la réplica y la picota del ridículo.

Y.

PROVINCIA DE MURCIA.

CARRETERA DE LORCA Á ÁGUILAS.

No puede ser indiferente para nadie el ver cómo