

feliz. «*Los principios de los ingenieros es la mas absoluta libertad.*» Estas son sus palabras: y no hubieramos reparado en este y otros semejantes lunares, si entre las dos ó tres oraciones incidentales que decoran la que trasladamos de cursiva, no hubiera llamado nuestra atencion la siguiente, notable por su modestia «*Los ingenieros en nada temen la competencia de nadie.*» Nosotros estamos en esta parte de acuerdo con el articulista, mayormente cuando, reconociendo en todo nuestra insuficiencia, tambien en *todo* tememos justamente la competencia de *todos* (31). Madrid 10 de octubre de 1855.

JOSÉ AGUILAR Y VELA.

### INSTRUCCION SOBRE LOS PARA-RAYOS.

SUPLEMENTO REDACTADO POR MR. POUILLET, Y ADOPTADO POR LA ACADEMIA EN 1854.

En 1825, la Academia de ciencias encargó á la seccion de fisica la formacion de una instruccion especial sobre los para-rayos; Mr. Gay-Lussac fué nombrado para preparar este trabajo, y su informe obtuvo bien pronto la aprobacion de la seccion y la de la Academia. Desde entonces la instruccion sobre los para-rayos ha sido, en cierto modo, un manual popular por la gran publicidad que se le ha dado en todas partes. En Francia la administracion superior que habia pedido este documento, se apresuró á estenderlo por todas las dependencias de los servicios públicos, á fin de que poco á poco se consiguiese proteger mas metódicamente, contra los efectos del rayo, las catedrales é iglesias, con tanta frecuencia amenazadas á causa de sus disposiciones arquitectónicas, las fábricas de pólvora, los almacenes y arsenales, los buques de vela ó de vapor, en fin los edificios de todas clases y las casas particulares. En los demas paises,

(31). No tendrá nada de extraño que haya lunares en el lenguaje de nuestro articulo, como en estas notas, porque no la echamos de académicos. Y decimos esto, porque conjeturamos que el Sr. Aguilar aludirá á que en la frase que cita se dice *es* en lugar de *son*. Corregiremos el error, aprovechando la leccion, en la fé de erratas. Nada tenemos que decir sobre si el Sr. Aguilar y todos los demas arquitectos temen ó no la competencia. Sin embargo, por venir subrayada la palabra *todo* y por lo tanto, con una intencion que no comprendemos, nos creemos en la obligacion de hacer observar al Sr. Aguilar, que hay cosas, que aunque se sientan, no se deben decir.

Terminaremos repitiendo al público, que hemos querido discutir solo sobre principios y no sobre personas, porque aborrecemos y aborreceremos siempre las cuestiones personales. Que respetamos y tenemos la mas alta idea de la clase y de la profesion del arquitecto, lo cual es perfectamente compatible con nuestro odio á los privilegios, de cualquier naturaleza que sean. Por último, que no insertaremos, ni contestaremos de hoy en adelante, siguiendo las prácticas de la Revista, á articulos que como el del Sr. Aguilar tienen mas de agresivos que de razonadores; habiéndose hecho solo esta escepcion, para que no ocurriera otra cuestion el año que viene y digera el señor Aguilar que nos habia tambien convencido.

estos preceptos generales y prácticos, aprobados por la Academia, fueron del mismo modo acogidos con diligencia y confianza.

Hace un siglo que se ensayaron los para-rayos por primera vez; pero su eficacia no podia admitirse sin contradiccion: las personas ignorantes no podian creer que algunas varillas de hierro, colocadas de cierta manera, fuesen capaces de debilitar la fuerza del rayo; y, entre los sabios, se encontraron tambien sobre el particular gran número de incrédulos. Por lo tanto eran necesarias pruebas palpables para hacer prevalecer esta verdad que tenia contra sí á todo el mundo, á escepcion de Franklin y algunos fisicos de Europa. Los contradictores científicos no se limitaban á decir que los para-rayos eran inútiles; buscaban razones para creer y hacer creer al público que los para-rayos eran perjudiciales; que, lejos de detener el rayo, su presencia podia provocar la explosion y hacerla mas funesta. Asi, en vez de tranquilizar los ánimos, se aumentaba mas el terror tan natural que inspira este formidable meteoro.

Estas objeciones no han impedido á la verdad hacerse patente, pero han retrasado el desarrollo: en el dia han caducado y se presentan con temor, sin embargo influyen aun, se las encuentra de vez en cuando sino en el terreno de la ciencia, al menos en otros próximos á él. La instruccion publicada en 1825 ha contribuido poderosamente á debilitarlas, no solo á causa de la autoridad que la prestaba el voto de la Academia, sino ademas por las reglas prácticas que indicaba y esplicaba de un modo tan claro y preciso, que no habia medio de interpretarlas de mala manera. Los mismos obremos, con un poco de cuidado, llegaban á comprender lo que tenian que hacer, y desde entonces no se tenia ya que temer en la colocacion de los para-rayos los errores que anteriormente eran bastante frecuentes y bastaban para neutralizar su eficacia.

En el trascurso de treinta y un años han sobrevenido grandes cambios, por una parte en la ciencia de la electricidad, por otra en el arte de las construcciones, y podria creerse que la enseñanza dada en aquella época sobre el objeto que nos ocupa se halla en el dia demasiado atrasada, que es necesario relegarla á la historia, y reorganizarla sobre nuevas bases. Pero las ciencias no siguen esta marcha, aman el progreso, cada dia estan dando de ello pruebas, y á pesar de esto es muy raro que tengan que demoler; los agentes naturales permanecen fieles á sus leyes, la accion de la electricidad es en el dia lo que ha sido siempre, únicamente la conocemos algo mejor; los hechos observados en nuestra época se han acumulado á los anteriores sin hacer en ellos la menor mella. En 1825, el descubrimiento del electro-magnetismo solo contaba tres años de fecha, se estaba bien lejos de preveer los grandes resultados con que debia tan rápidamente enriquecer la ciencia, sin embargo, á pesar de estos notables é inesperados adelantos, la instruccion sobre los para-rayos, no tiene necesidad de ninguna reforma, al menos en sus principios mas esenciales. Por lo que concierne á la naturaleza de las construcciones, es un elemento nuevo que es necesario tener en cuenta: con efecto, en un gran número de casos, los metales reemplazan hoy á la piedra y madera, nuestros edificios son en cierto modo, montañas metálicas sobre las cuales las nu-

les de tormenta tienen incomparablemente mas cebo. El palacio de la industria, que se eleva en los Campos Eliseos, es un ejemplo; ocupa cerca de tres hectáreas cubiertas con una inmensa construccion de 40 metros de altura, donde entran por todas partes, enormes masas de hierro y zinc. La compañía que ha emprendido este gran monumento ha deseado conocer la opinion de la Academia sobre el conjunto de los medios que deberia emplear para resguardarlo de los efectos del rayo. La Academia ha dado el encargo á la seccion de fisica de examinar esta peticion y presentar un informe; con este motivo, hemos tomado la instruccion de 1825, á fin de introducir en ella las modificaciones de que puede ser susceptible.

Solo de un modo accidental se ocupa la instruccion de los edificios donde entran los metales; lo único que se dice sobre el particular es lo siguiente:

«Si el edificio en que se coloca el para-rayos contiene piezas de metal de alguna consideracion, como las planchas de plomo que cubren la hilera y limas de la cubierta, canelones de metal, ó largos tirantes de hierro para asegurar la solidez de algunas partes del edificio, será necesario poner las todas en comunicacion con el conductor del para-rayos; bastará emplear con este objeto cuadrados de hierro de 8 milímetros de lado, ó alambres de hierro del mismo diámetro. Si esta reunion no tuviese lugar, y el conductor presentara alguna solucion de continuidad, ó no comunicase muy libremente con el terreno, seria posible que el rayo se dirigiese destruyendo el para-rayos sobre algunas de las partes metálicas. Muchos accidentes han tenido lugar por semejante causa; dos ejemplos se han citado al principio de esta instruccion.»

Tales son las indicaciones que se habian hecho: á pesar de ser muy generales y quizás algo sucintas, podian bastar para aquella época; pero creemos que es ya llegada la ocasion, de entrar, sobre el particular, en mas latos detalles.

Antiguamente, en las construccion comunas, el empleo de los metales estaba, con efecto, limitado casi exclusivamente á las hileras, canelones y tirantes de consolidacion; solo raras veces, y como escepcion, se encontraba una cubierta de plomo, cobre ó zinc, mientras que en el dia predomina el metal cada vez mas; se pone en todas partes, y lo que es aun mas importante, se pone en grandes superficies y masas: cubiertas, armaduras, vigas, ventanas y balcones, columnas y algunas veces tambien muros de metal. En este caso las nubes de tormenta descomponen, por influencia, cantidades de electricidad decuplas ó céntuplas de las que habrian descompuesto sobre los cuerpos peores conductores, como la pizarra, ladrillo, madera, piedra, yeso, mortero y demás materiales antiguos de construccion. Este nuevo sistema realiza por consiguiente en inmensa escala lo que se objetaba en un principio á los para-rayos: atrae el rayo.

Cuando la objecion se hacia á los para-rayos, no tenia mas que un viso de verdad; porque es cierto que la aguja atrae el rayo, pero tambien lo es que, obedeciendo á las leyes que ha recibido, llega á ella, en general, sin ruido ni resplandor, y siempre infaliblemente domado y dócil, habiendo perdido toda su potencia primitiva de destruccion. Cuando la objecion, por el contrario, se aplica á las

grandes masas metálicas que entran en nuestras actuales construcciones no solo no es especiosa, es justa, muy justa, fundada en las leyes mejor establecidas: estas construcciones atraen, en efecto, el rayo, y hacen sus ataques mas desastrosos.

Dos edificios, semejantes en dimensiones y forma, situados sobre el mismo terreno y dispuestos del mismo modo respecto de una nube de tormenta, el uno construido con piedra y madera segun el antiguo sistema, el otro con piezas de metal segun el moderno, si ambos carecen de para-rayos y las condiciones son tales que el rayo deba atacarlos, siempre se dirigirá á este último y nunca al primero, hallándose protegido por el otro, cuyos fluidos están mas vivamente alterados. Sucederia aqui lo que acontece cuando se presentan á un mismo tiempo á los conductores de una máquina eléctrica, á la misma distancia y de un modo idéntico, una bola de piedra ó madera y otra de metal; siempre es esta la que recibe la chispa desde que se aproxima lo necesario para que salte. Los para-rayos son por consiguiente tanto mas indispensables cuanto mayores son las superficies y volúmenes de los objetos metálicos que contienen los edificios.

Para formarse una idea precisa de todas las causas que concurren á la explosion del rayo, no basta considerar únicamente las construcciones, y en general todos los objetos que se elevan encima de la tierra; es preciso tener ademas en cuenta el terreno mismo y todas las sustancias que le constituyen desde la superficie hasta las grandes profundidades en las entrañas de la tierra. Un terreno árido, compuesto de una capa delgada de tierra vegetal, debajo de la cual se encuentran gruesas formaciones de arenas secas, caliza ó granito, no atrae el rayo, porque no es conductor de la electricidad; si se halla espuesto á sus impresiones, solo es accidentalmente despues de las lluvias que han humedecido la superficie. Entonces, los edificios participan, hasta cierto punto, del privilegio del terreno, á menos que no esten construidos por el nuevo sistema y ocupen una estension muy considerable. Pero debajo de este terreno árido y seco existen, á muchas decenas de metros de profundidad, grandes criaderos metálicos, vastas cavernas, capas de agua ó solamente fuentes abundantes, las nubes de tormenta ejercen su accion sobre estas materias conductoras, el rayo es atraido, estalla salvando el espacio; la corteza seca no es un obtáculo invencible, puede taladrarla, removerla, hendirla, casi como lo es una capa de barniz por la chispa eléctrica. Entonces, desgraciadas de las construcciones que se encuentren á su paso; si son de piedra ó madera, serán destrozadas, á no ser que se hallen defendidas con un para-rayos bien establecido. Si estas capas húmedas ó metálicas se encuentran ocultas á mayores profundidades, el peligro de la explosion disminuye por dos causas: por un lado, el terreno que las cubre es mas difícil de atravesar; por otro, la accion de las nubes se debilita con el aumento de la distancia. Pueden citarse, como comprobante, los valles estrechos que tienen algunos centenares de metros de profundidad: el rayo no penetra en ellos jamás; puede atacar las crestas de las colinas, pero no hay ejemplo que haya descendido hasta las habitaciones, árboles ó arroyos que ocupan las partes bajas. Estos hechos constantes dan en cierto modo la medi-

da del aumento necesario de distancia á las nubes para estar resguardado del peligro.

Es digno de notarse que nunca el rayo se precipita sin saber donde vá, que nunca ataca á la ventura, sus puntos de partida y llegada, bien sean muchos ó pocos, se encuentran señalados desde luego por una relacion de tension eléctrica, y en el instante de la explosion el surco de fuego que los une, yendo á la vez de uno á otro, empieza al mismo tiempo por sus dos estremidades. Las yerbas, los matorrales, los árboles mismos, son cuerpos demasiado pequeños para el rayo, no pueden ser su objeto, si son atacados, es porque se encuentran al paso, es porque existen, debajo de ellos, masas conductoras que son el objeto oculto de atraccion, reciben de lejos la influencia y producen la explosion.

Así, los sitios mas espuestos son los que, hallándose mas próximos á las nubes, están ademas descubiertos, húmedos, y son buenos conductores; los árboles elevados sobre las cúspides de las colinas están en la primera condicion, los buques en alta mar se encuentran en la segunda, y pueden encontrarse á una altura intermedia localidades que participen bastante de una y otra para recibir á la vez los golpes mas frecuentes y terribles; porque el golpe de una misma nube de tormenta puede ser grande ó pequeño, segun es grande ó pequeña la extension del cuerpo conductor que lo produce.

Citaremos aquí algunos hechos que nos parecen del caso para que se comprendan mejor estos principios generales, y ademas, para justificar las modificaciones que tenemos que proponer en la construccion del para-rayos.

El 19 de abril de 1827 cayeron dos rayos, en el paquebot *New-York* de 520 toneladas estaba á 58 grados latitud norte y 65 grados de longitud occidental, á 600 kilómetros de tierra.

Al primer rayo, como no tenia para-rayos experimentó grandes averias, entre ellas fundirse un tubo de plomo de ocho centímetros de diámetro y 15 milímetros de grueso. Al segundo rayo estaba colocado el para-rayos compuesto de una varilla cónica de hierro de 1.20 metros de longitud, 41 milímetros de diámetro en la base y una cadena de agrimensur de 40 metros de largo establecia la comunicacion entre el mar y el pié del para-rayos. Esta cadena era de alambre de hierro de 6 milímetros de diámetro y los eslabones tenian 45 centímetros de longitud, en los dos extremos tenian anillos redondos.

En el momento de la explosion todo el buque se alumbró con una luz fuerte, la cadena saltó en fragmentos y glóbulos encendidos: el para-rayos se fundió unos 30 centímetros desde la punta, cesando la fusion en la parte cuyo diámetro era de 6 milímetros. El resto del para-rayos estaba en pié con un extremo de eslabon de 8 centímetros.

El 15 de julio de 1854 en la bahia de Baltchick á las 7 de la tarde cayó un rayo en el navio *Jupiter*, perteneciente á la escuadra del mar Negro; las cadenas del para-rayos quedaron en su sitio, la del palo mayor que recibió el golpe del rayo estaba sumergida 2 metros en el mar y tenia en su extremo una bola de dos kilogramos, se observó una viva luz en el momento de la explosion y el ruido y humo como de un cañonazo resultando algunos heridos. La cadena del para-rayos se habia esparcido en fragmentos, tenia 70 metros de longitud y ba-

jaba desde el pié del para-rayos hasta el mar. Era de laton formando un cable. Los pedazos en que se rompió fueron como alfileres, aunque algunos eran de algunos decímetros se notaba el color producido por el recocido del metal.

Estos dos ejemplos bastan para hacer conocer que un para-rayos puede destruirse en algunas circunstancias por la accion del rayo; pero que aun en este caso se ve que no es inútil, pues recibe la descarga y aun la dirige y evita el daño que podia hacer el rayo si cayese directamente. El *Jupiter* no sufrió averias y en un buque turco próximo que aun que tenia para-rayos no estaba la cadena en el agua, la caída de un rayo durante la misma tempestad abrió un agujero en el casco.

Sin embargo; en vez de inspirar confianza un para-rayos podria dar temor si á pesar de estar bien colocado y en buen estado hubiese la menor probabilidad de que pudiese ser atacado de este modo, quebrado y lanzado como metralla ó como una lluvia de fuego. La cuestion es la de saber si estos accidentes son inevitables, si depende de la naturaleza misma del aparato ó de algunos vicios de construccion.

Los hechos prueban que los aparatos que ha destruido el rayo estaban mal contruidos, eran insuficientes y no cumplian los principios que la teoria ha podido deducir de la esperiencia. No quiere decir esto que el para-rayos sea indestructible, al contrario está hecho para que lo sea á veces; pero de cierto modo y para resistir siempre á los golpes de electricidad mas violentos.

Examinando los aparatos de los buques citados se deduce que el *New-York* tenia muchos defectos: su varilla era muy delgada y muy afilada: su conductor era de seccion sumamente pequeña. Además la forma de *cadena* no es nunca admisible porque los anillos no se tocan sino imperfectamente por las alteraciones que sufre el metal y diversas materias que se adhieren á ellas, y aun admitiendo que las superficies de contacto esten bien limpias y metálicas, siempre son estrechas y una débil descarga acumulada en estos puntos basta para fundir el hierro.

La naturaleza de estos defectos indica el remedio; sin embargo podria creerse que seria necesario hacer la varilla de una seccion tal que dificultase ó impidiese en algunos casos establecer los para-rayos. Estos temores se justificarian en parte por la primera descarga eléctrica en el *New-York*, pues fué capaz de fundir un tubo de plomo, de 30 centímetros cuadrados de seccion metálica; pero este hecho no prueba mas que lo que está probado ya por los experimentos de laboratorio, de que el plomo es el peor metal para conductor de para-rayos; por ser mas conductor de la electricidad y fusible. Los mismos experimentos indican tambien que es necesario adoptar el hierro y cobre rojo y entoces se pueden obtener dimensiones practicables á precios regulares. No hay ejemplo de que el rayo haya hecho fundir varillas de hierro de dos centímetros de diámetro ó 3 centímetros cuadrados de seccion y aunque el cobre rojo sea mucho mas fusible que el hierro, puede emplearse con dimensiones mucho menores, porque es del mismo modo que el oro, la plata y el paladio, de los mejores conductores de la electricidad.

El para-rayos del *Jupiter*, aunque algo mejor acondicionado que el anterior, tenia tambien un

vicio radical de construcción; de la varilla no puede decirse nada por falta de detalles de lo acaecido; pero el cable de alambre de latón puede creerse que tenía muy pequeña acción y que por esta causa saltó en pequeños pedazos, porque Vaan-Marun demostró en 1787 que el latón tiene la propiedad de quebrarse en muchos pedazos por una descarga eléctrica. Los fragmentos de cable examinados no tenían sino algunas señales de fusiones; además ninguna de estas señales penetraban todo el espesor del cable. Esta circunstancia parece demostrar que la descarga no se propagó igualmente por todos los hilos, que los que siguió siendo insuficientes para propagarla debieron fundirse, quebrarse ó volatilizarse, con la fuerte explosión que siempre acompaña á las volatilizaciones eléctricas. De aquí la rotura del cable y la proyección en fragmentos de algunos centímetros de longitud, que aunque quemaban no se habían calentado hasta el punto de inflamar la madera y demás cuerpos combustibles.

Esta esplicacion suscita sin embargo la cuestión de saber si en un cable de hilos unidos y torcidos juntos puede el rayo escojer con preferencia algunos de estos, sobre todo, cuando su unión es tal que apenas puede darle paso. Se puede afirmar que sí, al menos bajo ciertas condiciones. Si á los dos extremos del cable en una longitud próxima de un decímetro los hilos estañados al principio separadamente se soldarán luego juntos para formar hasta cierto punto un cilindro metálico, no sucedería nunca que la electricidad natural ó artificial, teniendo que circular por la longitud entera del cable, prefiriese alguno de estos hilos iguales; si se uniesen subsistiría la misma ley, resistirían juntos y se fundirían ó volatizarían juntos también; pero si no se cumple esta condición, si en los dos extremos ó mas generalmente en los dos puntos de unión con los otros conductores los hilos están aislados ó separados entre sí por capas de polvo ó de óxido; si además el cable no toca á estos conductores sino por estos hilos superficiales, entonces se verifican otras circunstancias, los hilos no son iguales ni están unidos, la electricidad toma los que están en contacto con los conductores y que la fusión del cable eleva tan pronto á la superficie como al centro del manojó; estos hilos reducidos á pequeño número son incapaces de sufrir el esfuerzo, y el cable entero, roto por explosión presentará todos los fenómenos que se produjeron en el *Júpiter*.

(Se continuará.)

#### SUBASTA.

24 de noviembre. Carretera de Huesca á Almudévar. Presupuesto, 1 454 965,50 rs.

#### NOTICIAS VARIAS.

Con arreglo al nuevo reglamento aprobado para las enseñanzas de la Escuela especial de ingenieros de caminos, canales y puertos, é incorporados en ella los dos primeros años que se cursaban en la Escuela preparatoria, se ha organizado el personal de profesores y ayudantes con los ingenieros D. Joaquin Nuñez del Prado,

D. Victor Marti y Font, D. Pedro Celestino Espinosa, D. José Almazan, D. Joaquin Tellez, D. José Gimenez, D. Miguel Alcolado, D. Eduardo Saavedra, D. Mauricio Garran, D. José Echegaray y D. Leopoldo Brokmanu. Además se han nombrado cinco profesores esternos para las clases de mineralogía y geología, física, química, lenguas inglesas y alemanas y dibujo de paisaje.

Han sido aprobados en exámenes de fin de carrera los aspirantes segundos D. Rafael Clemente, D. Mariano Parellada, D. Antonio Molina y D. Juan Romero, habiendo sido destinados con el grado de aspirantes primeros, con arreglo al nuevo reglamento de la Escuela á los distritos de Barcelona, Tarragona, Sevilla y Granada.

En los exámenes de ingreso en la Escuela especial de ingenieros de caminos han sido aprobados 16 candidatos en el órden siguiente.

D. Manuel Pardo.	D. Antonio del Solar.
D. Leopoldo G. de Teran.	D. Juan Ciórraga.
D. Juan A. Moreno.	D. Manuel de la Fuente.
D. Luis Vasconi.	D. Benito Polo.
D. Ricardo Bellsolá.	D. Juan Nebot.
D. Bruno Moreno.	D. Alejandro Cerdá.
D. José Contesini.	D. Antonio Arévalo.
D. Leandro Alleza.	D. Aniceto Rodríguez.

El domingo 14 de octubre se inauguró en Hostafranchs, barrio dependiente de Barcelona, la construcción de la nueva iglesia que ha proyectado y dirige el arquitecto D. Narciso José Maria Bladó. Este edificio será de una sola nave con cuatro capillas laterales y su arquitectura del renacimiento con mezcla de la latina.

En el camino de hierro de Lyon, en Francia, se ha verificado un choque que ha causado la muerte de 10 personas, y seis heridos destrozándose completamente tres wagoes. Otro mas desastroso ha ocurrido en la línea de Dijon.

#### AVISO.

La Administración y Redacción de la REVISTA se ha trasladado á la Carrera de San Gerónimo, número 22, cuarto 2.º, adonde podrá dirigirse en lo sucesivo la correspondencia.

#### SUMARIO.

Del zinc y de su empleo en las construcciones civiles, por D. Carlos María de Castro. (Conclusion.)—Remitido, por Don José Aguilar y Vela.—Instrucción sobre los para-rayos. Su plemento, por Mr. Fouillet.—Subasta.—Noticias varias.

REDACCION: Carrera de S. Gerónimo, n.º 22, segundo.

MADRID.—1855.

IMPRESA DE D. JOSÉ C. DE LA PEÑA, ATOCHA, N.º 149.