

adscritos á contratas. Los obreros dejaron aislados á los promovedores del paro, y el trabajo, sin variaciones, quedó reanudado en la tarde del mismo día.

(Continuará.)

Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

DISCURSO DE D. JOSÉ ECHEGARAY

EN LA RECEPCIÓN DEL

NUEVO ACADÉMICO D. AUGUSTO KRAHE

Señores: En representación y á nombre de la Academia de Ciencias debo contestar al muy notable é interesantísimo discurso de D. Augusto Krahe, discurso que con tan merecido aplauso acabáis de recibir.

Cumplo este deber con verdadera satisfacción y como honra señaladísima, y cumplo á la vez deberes ineludibles de cortesía y gratitud, al propio tiempo que saludo y doy la bienvenida al nuevo académico.

Y esta recepción del Sr. Krahe y mi discurso tienen cierto carácter de novedad, permitidme que lo afirme, luego lo demostraré; carácter que estas solemnidades no suelen presentar con frecuencia.

Me explicaré.

Y para que me comprendáis debo acudir á tiempos pasados.

Hace cuarenta y tantos años, yo creo que medio siglo, que cuando de los tiempos pasados hablo, por siglos y medios siglos los cuento, sin descender á unidades de menor categoría; hace medio siglo, repito, que fuí elegido para la Sección de Ciencias Exactas de esta ilustre Corporación. Honra que nunca olvidaré y que á través de *los siglos* voy recordando siempre con emoción que nunca se marchita.

Algo después ocurrió una vacante en esta misma Academia, pero fué en la Sección de Ciencias Físicas; y yo deseaba vivamente, era para mí gran empeño de justicia y amistad, que ocupara un puesto entre nosotros, sin más dilaciones, aquel varón ilustre cuyo nombre nunca se pronuncia por los que le conocieron y admiraron sin profunda pena y nunca amortiguada venación.

Bien comprendéis que me refiero á D. Eduardo Saavedra.

Deseaban todos mis compañeros, tanto como yo, que Saavedra fuese elegido sin esperar nuevas vacantes. Pero él, por entonces, se había dedicado más á las matemáticas puras que á las ciencias físicas, y prefería ingresar en la Sección de aquéllas, en vez de ocupar la vacante directa. Yo facilité la solución del pequeño conflicto académico, pasando á la Sección de Ciencias Físicas y dejando en la de Exactas puesto, para el cual, por unanimidad y con entusiasmo, fué elegido D. Eduardo Saavedra.

Había estado en posesión mía la medalla núm. 6; de esta medalla entró en posesión Saavedra, y ésta es la que hoy pasa á D. Augusto Krahe.

Con lo cual el nuevo académico viene á ocupar el puesto que sucesivamente hemos ocupado, por orden cronológico, el que en este momento os dirige la palabra y el que ya nunca hará oír su voz tan bondadosa, tan sugestiva y tan ilustre en este recinto; en suma, Saavedra y yo somos los inmediatos predecesores del señor Krahe en la Academia de Ciencias.

Y como estos discursos tienen, por decirlo así, su tradición, que les impone normas y pautas, por otra parte bien naturales, á que han de sujetarse todos los académicos en el acto de su recepción, el Sr. Krahe tenía que hacer hoy el elogio de los dos académicos que le han precedido, por cuya causa ha pronunciado frases cariñosas y de alabanza para mi modesta personalidad; frases que yo le agradezco en el alma, porque están dictadas por la simpatía y si se quiere por el respeto que los años, por ser muchos, imponen y hasta por influencias de aficiones comunes: que el Sr. Krahe y yo amamos con amor vehemente las matemáticas puras, y si los cariños terrenos tributados á un mismo objeto engendran rivalidades y odios, estos amores á la misma ciencia engendran sentimiento profundo de simpatía y fraternidad.

Sea como fuere, en su discurso el Sr. Krahe me aludía una y otra vez en términos afectuosos, y yo debía recoger la alusión y debía contestar á ella como mejor pudiese: lo dije al empezar, era en mi deuda de gratitud y cortesía.

El nuevo académico, habiendo cumplido ya esta primera labor de cortesía respecto á uno de sus predecesores, la completa con las frases de respetuoso entusiasmo y justa admiración que al segundo tributa y de las que todos nosotros somos eco repetido.

A los elogios que hace del Sr. Saavedra yo me asocio con la inteligencia y con el corazón, y á nosotros se asocian, de seguro, todos los demás académicos. Pero, ¿qué elogio podré agregar yo para el Sr. Saavedra que no resulte vulgar y mezquino, tributado á aquella gran figura del siglo XIX, á aquel justo entre los justos, sabio entre los sabios, cuya inteligencia era toda luz, cuyo corazón era toda bondad y cuyo nombre será glorioso en la historia de la ciencia española?

* *

También para el que contesta á estos discursos de recepción ha fijado la costumbre sus normas y sus pautas, y después de consagrar un recuerdo siempre vivo y un tributo de admiración siempre inferior á mi deseo al Sr. Saavedra, debo pagar otro tributo de indiscutible justicia al nuevo académico, al que viene á ocupar la doble vacante, como antes explicaba, evocando recuerdos ya lejanos.

El Sr. Krahe, él lo dice y todos los sabemos, ha dedicado de preferencia sus grandes energías intelectuales y su amor al estudio, consagrando aquéllas y éste al cultivo de las matemáticas puras, con preferencia á toda otra labor científica.

Don Augusto Krahe, alumno brillante de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Catedrático por oposición de Geometría descriptiva y Estereotomía de la Escuela Superior de Artes é Industrias, de Madrid, y por reforma Profesor más tarde de la clase de Geometría descriptiva y Ampliación de Matemáticas en la misma Escuela, es ya, hace muchos años, maestro eminente en la enseñanza privada y matemático ilustre en España y fuera de España.

No se ha contentado con ser lo que pudiéramos llamar un matemático contemplativo, es decir, con estudiar las teorías que los maestros han creado, sino que ha construido por sí otras nuevas con trabajos importantísimos de propia investigación. Y no necesita ni citas ni demostraciones este aserto, porque el discurso que acabáis de oír es la mejor prueba y la demostración más completa de lo que vale la inteligencia del Sr. Krahe y su facultad creadora.

El contemplar y juzgar la obra ajena, si es digna de ello, con imparcialidad, admiración y entusiasmo, es ya acto meritorio, del que no todos son capaces por desgracia, ya porque les falte inteligencia para comprender, ya porque les abrumen á veces

aquellas tristezas del bien ajeno de que habla la Doctrina Cristiana.

Pero si estudiar y comprender á los maestros, si hacer suya intelectualmente la obra de otro matemático es ya mucho, y es el comienzo de la cultura para la clase intelectual de un país, hacer obra propia, agregar siquiera una hilada de sillería al monumento de la ciencia, ¡qué digo, una hilada!, agregar una piedra tan sólo á su ciclópea mampostería, es mucho más.

Millares de hombres, aunque no todos, son capaces de admirar un edificio; pero los que van elevando la fábrica son relativamente pocos y deben ser los predilectos.

Así el Sr. Krahe, que siente en sí energías grandemente activas, al escribir su discurso académico no ha podido resistir aquellos impulsos, y al aproximarse este momento ha roto resueltamente con la tradición, según la que, en esta clase de trabajos, la parte que pudiera llamar técnica queda á veces reducida á un mínimo, invadiendo su campo la parte literaria. Para excusar lo que considera un atrevimiento, dice el nuevo académico con modestia y gracejo: «me parece como que oigo la voz patriarcal de nuestro D. Eduardo, que me murmura al oído: *zapatero, á tus zapatos*, y obedeciendo la orden, á mis zapatos, ó sea á mis matemáticas, me voy».

Recuerdo un caso análogo, pero en otra Academia, la Academia Española; allí se presentaba el gran poeta, el inmortal D. José Zorrilla, y también tenía que escribir un discurso en prosa, y también se resistió por impulsos de su naturaleza poética á abandonar en el acto solemne su maravillosa rima, y, al fin, resueltamente, dió forma, y leyó, entre grandes aplausos, su discurso de recepción, *pero escrito en verso*. También el admirable autor de *El zapatero y el rey* volvió en aquella ocasión á sus zapatos. Hay zapatos que son columnas.

En suma, que nuestro nuevo compañero ha escogido para este acto solemne, no un tema general, sino un problema concreto y al parecer modesto: el de la resolución de las ecuaciones de cuarto grado por un nuevo método. Y así que el que lea su discurso encontrará poca retórica, pero lo encontrará sembrado, como el cielo de estrellas, de fórmulas matemáticas, que son las prodigiosas constelaciones de otro cielo.

Verdad es que el problema de la resolución de ecuaciones de cuarto grado es un problema hace mucho tiempo resuelto y por múltiples artificios, de modo que parece difícil encontrar en él variedad tentadora y materia virgen y algo nuevo que pueda interesar al espíritu matemático moderno. Y, sin embargo, el señor Krahe ha vencido estas dificultades, y las ha vencido brillantemente, presentando un método no solamente nuevo, sino que con él marca nuevas y fecundas orientaciones: tal es el mayor mérito, á mi entender, que resplandece en su notabilísimo trabajo.

El Sr. Krahe protesta, y protesta con razón, contra todo exclusivismo en la ciencia matemática, ya en favor del análisis, en el que por lo demás todos admiran sus prodigiosos medios de investigación, ya en favor de las transformaciones y representaciones geométricas, que cuando se las contempla, no al través del microscopio clásico, para achicarlas, sino al través de un telescopio para explorar sus senos infinitos, en ellos se adivinan grandes conquistas de la ciencia del porvenir.

El nuevo académico, en su Memoria, como habéis oído y podéis leer; parte de lo más sencillo, para irse elevando á lo más general y complicado. A la manera que el naturalista parte del protoplasma elemental para seguir el desarrollo de la vida y llegar á los seres superiores.

Aquí lo elemental, el protoplasma, si vale la imagen, de las ecuaciones, son las de primer grado, y escogiendo las magnitu-

des más generales, es decir, las imaginarias ó cantidades complejas, cita el Sr. Krahe la multiplicación y división de vectores, que con la cita basta, y pasa, desde luego, á las ecuaciones de segundo grado. Ya en ellas empiezan á dibujarse las líneas generales del nuevo método, como en la escala zoológica se dibujan vagamente en los animales inferiores órganos que más adelante adquirirán suprema perfección.

En este ejemplo elemental está ya un esquema de la idea que el Sr. Krahe ha de aplicar á las ecuaciones superiores; este ejemplo da una muestra del propósito del autor á unir la Geometría y el análisis, no como rivales, sino como partes de una ciencia total que armoniza sus esfuerzos para el descubrimiento de una teoría ó, mejor dicho, para la solución de un problema único: el soberano problema de la verdad matemática.

El nuevo académico recuerda que las ecuaciones binomias son las más sencillas entre las ecuaciones de grado superior, las que se resuelven inmediatamente por la extracción de una raíz, y el límite de lo elemental en este género se encuentran, pues, en las binomias de segundo grado.

El alumno más modesto de una clase de matemáticas de Instituto sabe ó debe saber cómo se transforma una ecuación de segundo grado general en ecuación binomia; pero cuenta que á veces en lo más sencillo está el germen de lo más sublime, y el Sr. Krahe no desdeña este método infantil. No lo desdeña, pero le da sentido más alto, y demuestra inmediatamente que la transformación analítica se interpreta por una traslación geométrica entre puntos conocidos, á saber: el origen y el punto medio del segmento que une los dos afijos que representan las raíces en el plano de Cauchy.

Porque este punto medio se conoce inmediatamente por la ecuación misma.

Pues aquí tenéis un esquema, como decía, del método que aplicó el Sr. Krahe á las ecuaciones de tercer grado, en un artículo por todo extremo interesante, publicado en el periódico extranjero que lleva por título *Mathesis*, revista editada en París y en Gante, y en la que colaboran ilustres matemáticos del extranjero.

Este es todavía el método que nuestro compañero aplicó, en un artículo publicado en la revista de esta Academia, á las ecuaciones armónicas de grado superior.

Este es, por fin, el método que desarrolla brillantemente en la Memoria que acabáis de oír para las ecuaciones de cuarto grado, y el que es seguro, dado su poderoso ingenio, su actividad y su amor á la ciencia, que generalizará para otras ecuaciones de grado superior.

Y tal método, prescindiendo de pormenores técnicos y considerado desde un punto de vista más alto, es, como ya lo podréis columbrar, no sólo sencillo, sino fecundo y grandemente comprensivo.

Es como enlazar, según antes dije, lo más complejo con lo más simple por artificios especiales de transformación analítica y geométrica á la vez; es como proyectar, si vale la imagen, lo múltiple en lo uno, buscando en la sencillez de éste la explicación de lo complicado de aquél.

Así, en el sér zoológico primitivo está todo lo que, desarrollándose, ha de dar el sistema poderoso del sér altamente organizado.

Y así busca el Sr. Krahe en la ecuación general de segundo grado, como antes recordábamos, la ecuación binomia de segundo grado también, y en la ecuación de tercer grado la binomia de este mismo grado, y en la ecuación armónica del grado n la binomia todavía del grado n , y en la ecuación del cuarto grados

no ya una ecuación binomia, pero sí una ecuación recíproca que por dos ecuaciones de segundo grado puede resolverse.

No otra cosa ha hecho el análisis en estos casos y en otros muchos, convirtiendo por *transformaciones analíticas* ecuaciones complicadas en ecuaciones de extrema sencillez.

Pero la eficacia de las transformaciones analíticas á veces, no digo siempre, dependen del ingenio del matemático que las inventa, de una especie de intuición genial, de la casualidad en alguna ocasión, sin que *a priori* tales transformaciones resulten ó evidentes por sí ó como términos finales de un procedimiento lógico.

En cambio, y por ingeniosísimo contraste, el nuevo académico, en todos los trabajos que he citado y en la Memoria que habéis oído, enlazando la Geometría con el Análisis, va en este sobre seguro; y cuando emplea una transformación sabe de antemano el resultado que ha de producir, porque lo ha visto dibujado, si vale la palabra, en una construcción geométrica.

Yo no he de repetir lo que el Sr. Krahe explica tan bien y con tan perfecta claridad y con tan perfecto enlace en su Memoria, y he de contentarme con una síntesis de todos los trabajos antes citados, y de los que siguiendo el mismo rumbo pueda realizar en lo sucesivo.

(Continuará.)

PREVISIÓN Y ANUNCIO DE CRECIDAS

Instrucciones redactadas por el Servicio Central Hidráulico.

(CONTINUACIÓN) (1)

PLAN DE PREVISIÓN

Las Divisiones en que se ha de implantar la previsión y anuncio de crecidas expondrán el plan á que ha de obedecer el servicio, para lo cual determinarán los afluentes del río principal que influyen de manera decisiva en las crecidas de éste, y que, por lo tanto, han de entrar en el cálculo de la previsión; pondrán de manifiesto los casos en que sea preciso recurrir á hacer la previsión directamente por medio de estaciones pluviométricas; y fijarán las estaciones hidrométricas que hayan elegido para la determinación de las velocidades de las ondas de crecida de cada tramo del río principal y en los afluentes, y asimismo las que han de intervenir en el cálculo de las alturas probables en los puntos en que se quiera anunciarlas con anticipación.

También harán la relación de los medios de transmisión de los datos de las estaciones al encargado de la previsión, de los anuncios de éste á las Autoridades é interesados, y el sistema que para esto se adopte.

Si es preciso estudiarán los puntos en que conviene establecer estaciones para aumentar las existentes ó para, en casos extremos, modificar su situación si las condiciones impuestas por el método que se haya de seguir ú otras consideraciones lo hacen necesario, y harán constar estas modificaciones, razonándolas convenientemente, en la memoria anual que han de remitir á este Servicio central, conforme á lo dispuesto en las «Instrucciones sobre aforos», á las que se han de ajustar en todo lo que no contradiga á las presentes.

En esta Memoria darán noticia de los resultados útiles que se

haya podido obtener de los datos antiguos y se hará un resumen del estudio de la relación del agua de lluvia caída con la vertida por el río, para los afluentes importantes y para el río principal, por años, por meses y en cada temporal seguido de crecida. Se determinará el coeficiente de desagüe en cada caso, y el de absorción, teniendo en cuenta la sequía ó humedad relativas, haciendo la distinción entre las dos épocas, fría y cálida, en que se puede suponer dividido el año: una, comprendiendo los temporales de otoño, el invierno y el principio de la primavera, y otra, el resto del año, deducidas del carácter climatológico de la comarca. En general, comprenderá la primera desde 1.º de Noviembre á fin de Abril, y la segunda, de 1.º de Mayo á fin de Octubre.

Asimismo se calculará el módulo del río y el número total de metros cúbicos vertido en un año.

Para cada crecida se registrará y comunicará en la Memoria: el volumen de agua total que ha discurrido; el caudal máximo y el medio en $m^3 \times 1''$; el tiempo de su duración, expresando el momento del comienzo, de la culminación y de la terminación; la altura ó alturas máximas alcanzadas en el punto en que se hace el anuncio y las alturas previstas, aunque no se las haya publicado; la lluvia eficaz en cada estado inicial; un resumen anual del número de días que cada río está sobre la línea peligrosa y la altura que alcanza sobre ella, así como la extensión de la zona inundada, y cuantas particularidades estimen de utilidad para el mejor desempeño de su misión.

Anotación y archivo de datos.—Aparte de los gráficos de caudales que dispone la Instrucción de aforos, se ha de hacer, con destino al Servicio central hidráulico, para los ríos en que haya establecidas estaciones de previsión de crecidas, un resumen anual de los gráficos de alturas de escala exclusivamente, que son en este caso de interés dominante. Se las debe hacer en negro solamente y en la misma forma dispuesta en la citada Instrucción, suprimiendo la curva de caudales, con lo cual se podrá poner en la misma hoja un gran número de estaciones. En estos gráficos se señalará con una línea horizontal, ó por medio de una nota, la altura en que las crecidas comienzan á ser peligrosas, y cuando se haya calculado de antemano la altura del agua en una estación, se estampará en el sitio correspondiente, y en la fecha en que se hizo el anuncio, las cotas previstas, para su cotejo con la curva real, de suerte que la diferencia de abscisas del punto en que aparece aquélla y del momento en que se realizó y que corresponde al punto de la curva real, expresa la anticipación con que se ha anunciado. La representación se hace como indica el modelo 8.

Estos resúmenes son distintos de las curvas de crecida y de previsión que el Ingeniero encargado de esta última traza para el estudio y el cálculo de las alturas en la escala adecuada.

Para cada una de las estaciones se llevará los estados ordenados en las «Instrucciones sobre aforos».

Gráficos análogos á los que antes se han descrito se harán con los datos de los pluviómetros, teniendo cuidado de dibujarlos adoptando para las horizontales la escala mitad de la designada para las anteriores; y con objeto de poder apreciar la relación de tiempo existente entre unas y otras, se las colocarán en la misma hoja y encima de los gráficos de altura trazados con la misma escala horizontal para las estaciones de agua abajo en las que se aplique para la previsión el método fundado en la observación de las lluvias.

En correspondencia se colocará también los de las auxiliares, si las hay, con arreglo al modelo 9.

Las alturas diarias de agua que dé el pluviómetro, serán anotadas en las libretas correspondientes análogas á las destinadas á las escalas hidrométricas, conforme al modelo 2.

(1) Véase el número anterior.