

La integral (12) recibe el nombre de *función elíptica de primera especie*.

La (13) es de integración inmediata: pues haciendo  $x^2 = z$  se reduce á

$$\int \frac{dz}{\sqrt{(1-z)(1-k^2z)}}$$

La (14) puede transformarse del modo siguiente:

$$\int \frac{x^2 dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}} = \frac{1}{k^2} \int \frac{(1-1+k^2x^2) dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}} \\ = \frac{1}{k^2} \left[ \int \frac{dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}} - \int \frac{\sqrt{1-k^2x^2}}{\sqrt{1-x^2}} dx \right]$$

Queda así descompuesta en dos integrales, de las cuales la primera es la (12); la segunda se denomina *función elíptica de segunda especie*.

La (15) se transforma también

$$\int \frac{dx}{(x-\alpha)\sqrt{X}} = \int \frac{(x+\alpha) dx}{(x^2-\alpha^2)\sqrt{X}} \\ = \int \frac{x dx}{(x^2-\alpha^2)\sqrt{X}} + \alpha \int \frac{dx}{(x^2-\alpha^2)\sqrt{X}};$$

La primera es de integración inmediata, haciendo  $x^2 = z$ ; la segunda da lugar por nuevas transformaciones,

$$-\alpha \int \frac{dx}{x^2 \left(1 - \frac{1}{\alpha^2} x^2\right) \sqrt{X}} = -\frac{1}{\alpha} \int \frac{dx}{(1+m x^2) \sqrt{X}},$$

á la integral

$$\int \frac{dx}{(1+m x^2) \sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}}$$

que se llama *función elíptica de tercera especie*.

En definitiva, y como resultado de la larga serie de transformaciones expuestas en los capítulos anteriores, vemos que la integración de la forma general de una integral elíptica

$$\int F(x, \sqrt{X}) dx,$$

en que  $X$  es un polinomio de cuarto grado, depende del conocimiento de las tres integrales siguientes:

$$\int \frac{dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}} \quad \text{función elíptica de 1.ª especie.}$$

$$\int \frac{\sqrt{1-k^2x^2}}{\sqrt{1-x^2}} dx \quad \text{»} \quad 2.ª \quad \text{»}$$

$$\int \frac{dx}{(1+m x^2) \sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}} \quad \text{»} \quad 3.ª \quad \text{»}$$

El estudio de estas tres integrales será objeto de los capítulos siguientes.

JUAN GONZALEZ PIEDRA.

## PANTANOS Y CANALES DE RIEGO

PROVINCIA DE BURGOS

(Continuación.)

**Canales de riego.**—Muchos son los cursos de agua que pueden utilizarse para riego hasta el mes de Mayo y parte de Junio, pues más adelante, según queda dicho, se secan en casi su totalidad. La única empresa, sin embargo, que tenemos datos para recomendar como realizable con éxito, es la del riego de 3.000 hectáreas de terreno en la vega del Duero, tomando las aguas cerca del pueblo de Guma, y extendiendo la zona regable hasta el límite de esta provincia con la de Valladolid.

Los ríos Riaza y Arlanza en la cuenca del Duero, y el Tirón, Nela y Trueba en la del Ebro, son los que con más garantías de un resultado satisfactorio podrían estudiarse bajo tal aspecto.

**Habilitación para riegos de antiguos canales de navegación.** El Canal de Castilla, que cruza en esta provincia el término de Melgar de Fernamental y algunos otros, podría, según opinión muy generalizada, y sin perjuicio de las fábricas establecidas sobre él, suministrar agua para el riego de muchos centenares de hectáreas. Es cuestión á estudiar, de acuerdo con la Empresa del Canal.

**Salto de agua que pueden establecerse para utilizarlos como fuerza motriz directa ó transformable en energía eléctrica.**—Bajo ningún concepto puede ofrecer tanto interés y utilidad el estudio de las corrientes que surcan esta provincia, como bajo el expresado en el epígrafe de este párrafo. Raro será el río de primero, segundo ó tercer orden en que no se puedan, sin gasto excesivo, crear saltos cuyo objeto principal sea el alumbrado eléctrico de las poblaciones inmediatas y el transporte de fuerza á los centros industriales. El Ebro, el Duero, el Tirón, el Arlanza, el Nela, entre otros, ofrecen caudal y desniveles bastantes, y sin utilizar en muchos puntos, para crear saltos con fuerza de 1.000 á 1.500 caballos en el Ebro, y de 100 á 1.000 en los demás ríos. Hay que contar, sin embargo, con que casi siempre será precisa una ó varias máquinas de vapor para suplir las deficiencias de los estiajes.

**Encauzamiento de ríos.**—En diversos ríos, pero especialmente en el Arlanzón, Pisuegra y Riaza, podrían ejecutarse, mediante diques longitudinales, formados por filas de estacas enzarzadas y espigones de igual construcción, encauzamientos que pongan á cubierto de las inundaciones periódicas que hoy sufren gran parte de las vegas de esos ríos.

**Abastecimiento de poblaciones.**—Pueblos importantes de la provincia, entre ellos Aranda de Duero, Lerma, Melgar de Fernamental, Roa, Espinosa de los Monteros, carecen del agua necesaria para sus necesidades de todo género, y el estudio de los manantiales y cursos de agua más próximos y utilizables para tan importante objeto sería, seguramente, de resultados prácticos inmediatos.

## REVISTA EXTRANJERA

**Valor de los más recientes métodos de examen bacteriológico del agua.**

El *Politecnico*, tomándolo de las actas del *Regio Istituto Veneto*, publica un extracto de la Memoria del doctor P. Pennato, sobre análisis bacteriológica del agua.

«De todo el mundo de protistas que vive en el agua, dice el autor, ordinariamente los que importa conocer son el bacilo de Eberth y el *coli* común. Para los que creen en la patogenesis bacterica del tífus, en su transmisión por el agua, y en infecciones producidas por el bacilo del colon, es de gran importancia la determinación de esos bacilos para completar y explicar la análisis química y las condiciones de potabilidad del agua.

La investigación de la presencia de estos dos microorganismos en el agua, se ha hecho con gran empeño por los estudiosos, en razón á su importancia para la higiene pública.

El anuncio del descubrimiento del bacilo de Eberth en un agua durante una epidemia de tífus, fué acogido, ya con entusiasmo, ya con escepticismo; ciertamente, el haberse hallado gran número de bacilos semejantes al del tífus, ha obligado y obliga á aceptar con reservas el estado civil del microorganismo encontrado.

La técnica de las investigaciones se ha perfeccionado mucho. De gran utilidad son los métodos de Peré, Chantemesse, Widal y Parietti, en los cuales se utiliza la circunstancia de que un caldo fenicado (próximamente al uno por mil) es poco favorable al desarrollo de microorganismos que no sean el de Eberth y el *coli*. Semejante á este método es el de los caldos coloreados de Abba.

Una ventaja ulterior se ha obtenido con el uso de la gelatina iódica de Elsner, destinada á la separación de los bacterios obtenidos con los caldos fenicados, gelatina en la cual las colonias de colibacilos y del tífus se desarrollan con evidentes caracteres diferenciales. Además, la introducción del método suerodiagnóstico, nos hace adquirir, además de todos los caracteres de cultivo, una convicción ulterior sobre la naturaleza del bacilo. Todo este conjunto de métodos ha hecho que actualmente sea menos insegura la investigación bacteriológica que tanto tiende ahora á generalizarse.

Que el método es práctico lo demuestran recientes trabajos como los de Carré y Merieux en Lion, que por el método de Peré aisla-

ron de las aguas infectas, durante una epidemia de tifus, dos bacilos que por medio de la gelatina de Elsner, de la suerodiagnosis y de los demás caracteres culturales, se demostró que eran el de Eberth y el coli. A resultados semejantes he llegado yo estudiando algunos cursos de agua en la ciudad de Udine, en los cuales, por diversas circunstancias, se sospechaba que estaba la causa de la difusión del tifus. Los caldos de cultivo que adopté fueron los de Abba y Parietti. De los caldos decolorados en el primer caso, y enturbiados en el segundo; con repetidos pasos y ayudándome con las siembras en gelatina de Elsner, he obtenido (omitiendo los muchos resultados negativos ó inciertos) colonias de dos especies, la una semejante á las del bacilo del tifus, la otra al coli.

Los caracteres de los bacilos que constituyen la primera son los siguientes:

Muy movibles; no resisten al Gram; no funden la gelatina; enturbian el caldo homogéneamente dándole irisaciones; no dan indol; no descomponen la amígdalina; no coagulan la leche; se desarrollan con patina superficial sobre las patatas; coagulan el suero procedente de un enfermo del tifus hasta en la proporción de 1 á 60; en el agar glucosado dan escasísimo desarrollo de gas. Tres centímetros cúbicos de caldo con este cultivo matan en veinticuatro horas una cavia de 200 gramos (necroscopia negativa).

Los caracteres de los bacilos de la segunda especie de colonias, son Poco movibles; no resisten al Gram; dan indol; no funden la gelatina; descomponen la amígdalina; coagulan y acidifican la leche; desarrollan gases en el agar glucosado; no coagulan el suero de un enfermo de tifus. Tres centímetros cúbicos de caldo con este cultivo, matan en veinticuatro horas una cavia de 200 gramos (peritonitis de inyección peritoneal).

Por estos caracteres puede considerarse que los dos bacilos aislados son el de Eberth y el coli. Pero aún debe aceptarse esto con alguna reserva. Muchas veces ha ocurrido que un microorganismo que se tenía por el bacilo de Eberth, era solamente semejante al del tifus. En mis numerosas investigaciones me ha ocurrido muchas veces eso mismo. Ciertamente encontraba en el bacilo la mayor parte de los caracteres notables, entre ellos el ordinario de no fundir la gelatina; pero ésta, resistente al principio, empezaba á fundirse al cabo de algunas semanas.

Además, ¿podemos con seguridad afirmar que el criterio suerodiagnóstico sea de valor absoluto? (1). Ni los resultados obtenidos con las inyecciones peritoneales en los animales son medios seguros para establecer la patogenesis.

Por lo tanto, los resultados obtenidos, aun empleando estos métodos recientes de investigación, deben ser acogidos con la reserva inherente á la naturaleza misma de los estudios bacteriológicos, en los cuales se ve el continuo esfuerzo para encontrar caracteres bien definidos y constantes que sirvan para distinguir el bacilo de Eberth y el bacilo del colon. Muchos de los criterios diferenciales que por algún tiempo se creyeron válidos, con los nuevos estudios han perdido su valor, y las dificultades han aumentado desde que se cree que existen formas de transición entre uno y otro grupo. Dice acerca de esto en un reciente estudio Ward Pickham (*Journal of exp. med.*, 1897), que entre el bacilo del colon y el del tifus, como representantes de dos tipos diferentes, existe una serie de formas que deben ser consideradas como de transición. Estas pueden producirse en cultivos del colibacilo en condiciones que favorezcan exclusivamente sus funciones proteolíticas. La formación del indol crece desde el principio y progresivamente. También el bacilo del tifus de esta manera puede dar indol. La patogenidad del bacilo del colon puede, por una larga estancia en medios ricos en albúmina, exaltarse y aproximarse á la del bacilo del tifus.

De todos modos, si comparamos estos nuevos métodos de examen bacteriológico del agua, con los que se limitan al simple examen microscópico de los protistas en general, ó con la simple investigación cuantitativa de los bacterios, debemos reconocer que existe gran progreso. El contar el número de las colonias de bacterios que se desarrollan en un centímetro de agua, como antes se hacía y aún se hace, es solamente una apariencia de estudio de los bacterios del agua nada concluyente, puesto que no es la cantidad sino la calidad de los microorganismos lo que importa conocer, y todos los criterios de potabilidad deducidos del cómputo numérico de las colonias no deben ser en adelante tomados en consideración, desde el momento en que sabemos la poca firmeza de la cantidad de microorganismos en una agua cualquiera y los

extensos límites entre los cuales, en cuanto á riqueza de gérmenes oscila la potabilidad.

#### Pruebas de un filtro mecánico.

En *Proceedings of the American Society of Civil Engineers* (Septiembre 1899) encontramos una nota de M. E. B. Weston sobre las pruebas hechas durante tres meses con un filtro mecánico instalado por la East Providence Water Company en East Providence R. I. Estados Unidos.

La cantidad de agua que por término medio suministra la citada Compañía á sus abonados es actualmente de 750.000 litros diarios. El filtro puede filtrar diariamente 1.800 metros cúbicos, y la cantidad de agua filtrada por metro cuadrado en veinticuatro horas es de 120 metros cúbicos.

Durante las pruebas, el filtro trabajó en las condiciones ordinarias de servicio, y el agua filtrada era suministrada á los abonados.

Las muestras de agua se recogían por el Ingeniero á las ocho de la mañana, dos horas después de haber lavado el filtro, y de ellas se hacían análisis químicas y bacteriológicas.

En una Memoria de M. Weston, de Marzo de 1894, se describían los experimentos hechos por el autor durante más de un año, y se llegaba á la conclusión de que una filtración mecánica bien hecha producía aguas tan puras como la filtración lenta en filtros de arena. Posteriormente se han hecho pruebas con aguas muy diferentes en Louisville, Pittsburg y Cincinnati con el mismo resultado, y finalmente, el experimento de East Providence hecho en un servicio corriente de abastecimiento ha venido á corroborar la conclusión apuntada.

El compuesto químico que se ha usado durante las pruebas es el alumbre, que se añadía al agua en forma de solución coagulante, preparada disolviendo una parte de alumbre en 20 de agua.

La teoría de la filtración mecánica, cuando se añade alumbre al agua filtrada, puede describirse brevemente de este modo: el alumbre produce una precipitación artificial; una parte del alumbre se descompone formando sulfatos con otras bases y dando un precipitado de hidrato de aluminio. Una parte se combina directamente con la materia orgánica del agua coagulándola y favoreciendo la precipitación. El color del agua desaparece por la unión del hidrato aluminico con la materia colorante.

Las primeras pruebas versaron sobre la cantidad de alumbre necesaria. Se usó alumbre que contenía un 22 por 100 de  $Al_2O_3$ , y se añadía el agua en la proporción de un grano por galón, ó sea de 1,71 partes por 100.000.

El filtro comprende un depósito de decantación, otro depósito con una capa de arena de un metro de espesor, una bomba para añadir la solución coagulante al agua, un regulador automático para que la filtración sea uniforme, otra bomba y un agitador para lavar el filtro y el depósito de decantación.

El agua, á la cual se ha añadido el alumbre, entra y circula lentamente en el depósito de sedimentación; de aquí asciende al depósito superior, donde pasa á través de la capa de arena, desde la cual pasa al pozo ó depósito de agua filtrada de donde arrancan las cañerías de abastecimiento.

El filtro se limpia forzando á pasar una corriente inversa de agua filtrada á través de la arena, y al mismo tiempo se revuelve la arena con el agitador mecánico formado por unos brazos horizontales que se mueven al rededor de un eje vertical y de los cuales parten unas varillas verticales que entran en la arena. Cuando el agua sale limpia se suspende la operación.

Los términos medios de los resultados obtenidos con este filtro, son los siguientes:

99,20 por 100 menos bacterios en el agua filtrada que en el agua sin filtrar.

6 por 100 menos de materia sólida total.

1 por 100 menos de cloro.

61 por 100 menos de óxido férrico.

38 por 100 menos de óxido aluminico.

29 por 100 menos de amoniaco libre.

63 por 100 menos de amoniaco albuminoide.

83 por 100 menos de color.

20 por 100 de aumento de dureza.

El costo de la operación ha sido prácticamente el del alumbre gastado, puesto que la fuerza para las bombas y el agitador era muy pequeña y se tomaba de la instalación elevatoria que ya existía. Resulta así un costo de 0,6 dollars por 1.000 metros cúbicos.

El costo de la instalación del filtro fué de 11.500 dollars.

Los consumidores del agua filtrada de este modo están muy satisfechos.

(1) En sus experimentos empleaba siempre el autor suero que provenía directamente de enfermos de tifus, suero cuyo poder aglutinante se demostraba con cultivos típicos. Este método es mucho más seguro que el de tomar el suero de caballo inoculado con cultivos típicos.