

Los orígenes del Álgebra Lineal

Fernando Castro Gutiérrez

El propósito de este artículo es mostrar que una rama de la Matemática, relativamente joven como el Álgebra Lineal, tiene sus raíces en antiguas civilizaciones. El autor revisa el origen del concepto de transformación lineal en la cultura egipcia y algunos antecedentes matriciales presentes en el *quipu* usado en el imperio Incaico en la época precolombina.

Introducción

El Álgebra Lineal se consolida a mediados del siglo XIX con los aportes de Grassmann, quien anticipa aspectos fundamentales de los espacios de dimensión finita, tales como la noción de subespacio engendrado, independencia lineal, dimensión, la proyección de un vector sobre un subespacio, el Teorema Espectral. Otros Matemáticos que hicieron notables contribuciones son Hamilton, Cayley y Sylvester.

Sin embargo los orígenes de algunos conceptos algebraicos son de vieja data. Consideremos la noción de Ley de Composición -según Bourbaki, una de las más primitivas de la Matemática- es posible que haya surgido durante la etapa recolectora del hombre, en efecto, la elección del mayor de dos frutos es ya una operación binaria: ésta que da origen a una estructura de semi-grupo.

$$A*B = \max \{A,B\}$$

También hay antecedentes estructurales en el Álgebra Babilónica: la ejecución de la división como multiplicación de un número por el inverso del divisor lleva implícitos

rudimentos de la Teoría de Grupos. No obstante esta vía fue abandonada, el Álgebra se consagró por largo tiempo a la resolución de ecuaciones. Habrían de pasar muchos siglos antes que la Matemática retomara el estudio de las estructuras algebraicas.

Entre los conceptos del Álgebra Lineal de más larga gestación en la historia de la humanidad están los de transformación lineal y matriz. En lo que sigue examinaremos sus raíces en la civilización egipcia y en el imperio incaico.

Las Funciones Lineales

Uno de los antecedentes más lejanos de las transformaciones lineales se encuentra en el manejo de la proporcionalidad, tanto en su forma geométrica como en su forma algebraica. Estos dos aspectos constituyen los primeros esbozos de la linealidad, los encontramos presentes en los aportes de Thales y en uno de los métodos de resolución de ecuaciones de primer grado, empleado por los egipcios. Este procedimiento, comparable a lo que conocemos como regular *falsi*, aparece en el papiro Rhind y consiste en reemplazar la incógnita por un

número diferente de cero, luego se compara el valor alcanzado por la expresión con el valor deseado. Finalmente, a través de proporciones, se encuentra la solución correcta de la ecuación. En términos de nuestra notación consideremos el siguiente ejemplo:

$$x + (1/2)x = 15$$

Si tomamos $x=2$ y reemplazamos, el primer miembro queda

$$2+(1/2)2 = 3$$

luego de la proporción:

$$15/3 = x/2$$

obtenemos la solución $x = 10$

Estos pasos son equivalentes a la búsqueda del valor de A que determina la función lineal $F(x) = Ax$

Matrices

La matriz -término introducido por Cayley en el siglo XIX- tiene sus primeras manifestaciones en la actividad lúdica del hombre: los tableros de algunos juegos surgidos en distintas culturas, así como los cuadrados mágicos desarrollados en China son antecedentes matriciales.

Estas creaciones llevan también implícito el germen de un sistema de coordenadas.

El registro de cifras en cuerdas anudadas ha sido un recurso vastamente difundido. Los Incas de los Andes sudamericanos idearon una interesante composición de cuerdas llamada Quipu, que utilizaban para sus cálculos y registros numéricos.

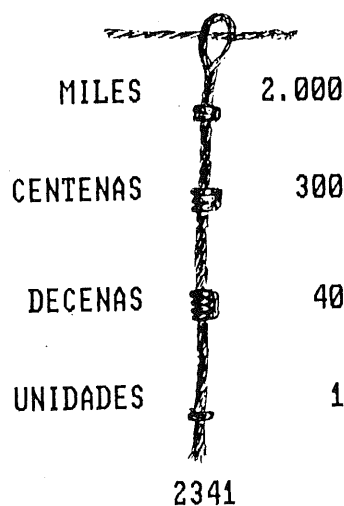


Figura 1. Representación de un número en un Quipu.

El Quipu está formado por una cuerda, que se mantiene en forma horizontal, de la cual penden cuerdecillas de varios colores, sobre éstas últimas hay grupos de nudos dispuestos a intervalos regulares representando unidades, decenas, centenas, etc. El conjunto se completa con una cuerda situada en un costado, la cual permite totalizar las cantidades representadas en las otras cuerdas.

En estos registros se consignaba toda la información del imperio sobre asuntos militares, censos de población, inventarios de recursos mate-

riales, control de la producción animal, etc.

Desde nuestro punto de vista el Quipu no sólo es una materialización de un sistema numérico posicional de base diez, sino que también tiene el carácter de una matriz, en un sentido más general que el estrictamente numérico. Para los incas fue además un instrumento de comunicación muy versátil y de gran capacidad de información. Estas características permiten apreciar su importancia en una civilización que posiblemente no conoció la escritura.

Analizando el rol que desempeña la cuerdecilla que registra la suma de las cantidades representadas en el Quipu, es posible advertir que, cuando el quipumayoc -funcionario del imperio encargado de registrar los datos- reunía información de diferentes quipus estaba señalando el camino de las operaciones con matrices.

La concepción de un recurso matricial es una conquista de profunda significación y enormes alcances. En nuestros días podemos decir que

la matriz alberga -entre otros campos del conocimiento- prácticamente todo el Álgebra Lineal de espacios de dimensión finita.

Bibliografía

- * BABINI, J. **Historia de las Ideas Modernas en Matemática**. Monografía de la O.E.A. Washington, 1967.
- * BOURBAKI, N. **Elementos de la Historia de las Matemáticas**. Alianza Universal. Madrid, 1972.
- * BOYER, C. **A History of Mathematics**. Wiley. U.S.A., 1968.
- * FEARNLEY-SANDERS, D. **Hermann Grassmann and the Invention of Linear Algebra**. The American Mathematical Monthly. Vol. 86, n° 10. pp 809-817. Dec. 1979.
- * IFRAH, G. **Histoire Universelle des Chiffres**. Editions Seghers, Paris, 1981.
- * STRUIK, D. **A Concise History of Mathematics** Dover N.Y. 1967.

Fernando Castro Gutiérrez
Universidad Nacional Abierta
Venezuela

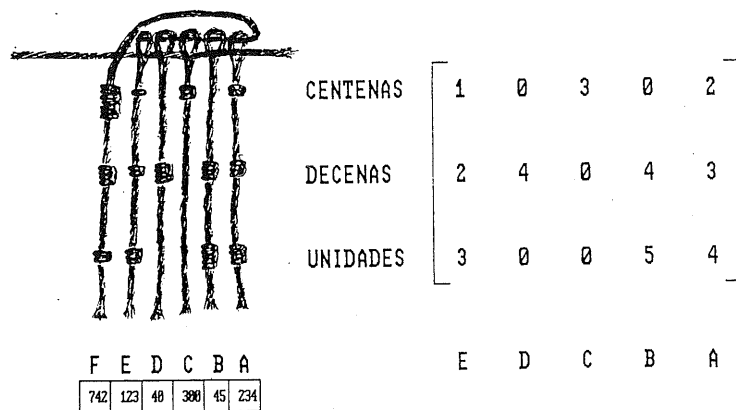


Figura 2. El número 742 de la cuerda F representa el total de los valores de las otras cuerdas. Prescindiendo de la cuerda F tenemos una matriz.