

La presencia matemática en la isla de La Palma¹

José Antonio Martín Corujo

Instituto de Educación Secundaria Alonso Pérez Díaz (Santa Cruz de La Palma)

Fecha de recepción: 13 de mayo de 2010

Fecha de aceptación: 15 de julio de 2010

Resumen

El conocimiento de la herramienta matemática usada por un pueblo a lo largo de su historia, nos aporta una información valiosísima para comprender la evolución del mismo. Hemos intentado indagar, tomado como referencia diversas fuentes (documentales, orales, la observación y la propia experiencia), en qué medida unos isleños han hecho uso de la Matemática, para solventar los más diversos retos que el devenir histórico les ha planteado. Sin temor a equivocarnos, podemos concluir que la presencia de los números, de las magnitudes y de las figuras geométricas ha sido una constante en el desarrollo socioeconómico de los habitantes de la isla de La Palma a lo largo de su historia.

Palabras clave

Isla de La Palma, Época Prehispánica, medidas tradicionales, procedimientos de cálculo.

Abstract

The knowledge of the mathematical tools used by a people throughout of the history provides us invaluable information for understanding its evolution. We tried to investigate, taken as a reference various sources (documentary, oral, observation and experience), to what extent some islanders have made use of mathematics to solve the diverse challenges the historical development have been raised. We conclude that the presence of numbers, the magnitudes and shapes has been a constant in the socioeconomic development of the inhabitants of the island of La Palma during its history.

Keywords

Island of La Palma, pre-Hispanic times, traditional measures, methods of calculation.

1. La Isla

La isla de La Palma forma parte del archipiélago de las Canarias, perteneciente a España, que está situado en el noroeste de África, a una distancia de 100 kilómetros desde la isla más oriental y la costa del continente. La Isla tiene una superficie de 706 kilómetros cuadrados y una población en torno a 85.000 habitantes, repartidos en 14 municipios. Está recorrida de norte a sur por una cordillera dorsal que en muchos sitios supera los 2000 metros, por lo que se alcanzan unas alturas considerables en un perímetro muy pequeño.

Actualmente se considera que la población aborigen canaria tuvo su origen entre los pueblos bereberes del Norte de África. Estos pueblos, posiblemente, se desplazaron hacia las islas por la expansión del desierto del Sahara y empujados por el imperio romano, que durante los siglos I antes de Cristo y I después de Cristo, se extendía por el norte de África.

¹ Conferencia inaugural de las XXIX Jornadas de la Sociedad Canaria *Isaac Newton* de Profesores de Matemáticas



La conquista de La Palma, por encargo de los Reyes Católicos, comenzó el 29 de Septiembre de 1492 y concluyó el 3 de Mayo 1493. Una vez finalizada la conquista, con la incorporación de la Isla a la corona de Castilla, comienza a llegar a ella, españoles, portugueses, italianos, flamencos etc., atraídos por las riquezas de esta tierra. Esta gente, junto con los supervivientes aborígenes, constituye el origen de la población actual.

En el siglo XVI la Isla adquiere un notable empuje económico: los ingenios azucareros tienen una gran actividad, se exportan importantes cantidades de vino malvasía, miel, quesos y brea, se instalan astilleros (favorecido por la abundancia de madera de sus bosques) y el puerto de la capital inicia una intensa actividad comercial con enlaces marítimos a Europa y América.

En el siglo XVIII el puerto de Santa Cruz de La Palma (capital de la isla) es considerado el tercero del imperio, después de Amberes y Sevilla. En la capital se crea el primer juzgado de Indias. En el siglo XIX se introduce el cultivo de la cochinilla (parásito de las tuneras) para hacer tintes, lo que supuso una nueva reactivación económica, y vuelve a resurgir la caña de azúcar, que se había abandonado, y se inician las primeras plantaciones de plataneras. Ya en pleno siglo XX se extiende de tal forma el cultivo del plátano que en la actualidad es la base primordial de la economía palmera, la cual se ve complementada por la ganadería caprina, la pequeña industria tabaquera, el vino, el cultivo del aguacate y una pequeña industria turística.

2. Consideraciones previas

La presencia de los números, de las magnitudes y de las figuras geométricas ha sido una constante a lo largo de la evolución cultural de la humanidad. La disciplina que, por medio del razonamiento deductivo, estudia las propiedades de estos entes abstractos, así como las relaciones que se establecen entre ellos constituye la Matemática.

Hay que precisar que hasta el siglo XIX, la Matemática se definía por sus objetos (números, magnitudes y figuras geométricas), tal como lo habían considerado los griegos. Es a partir de Boole y Riemann cuando se comienza a considerar a los objetos desprendidos de su aspecto concreto y se sentaron las bases del método axiomático.

Por lo tanto, las referencias, que aquí se hacen a la presencia matemática en la isla de La Palma, tienen que ver más con la concepción clásica (un instrumento de aplicación a situaciones concretas), que con la idea moderna de la disciplina, que estaría más en consonancia con lo que enseñamos a nuestros alumnos en las aulas.

3. Época prehispánica

Haciendo un recorrido por el pasado de la Isla, constatamos que la actividad pastoril, junto con el cultivo de ciertos cereales, era de vital importancia para los primitivos habitantes de Benahoare². Poseían gran habilidad para reconocer y contar a sus animales, como otros pastores de Canarias. Así Abreu Galindo³ nos dice refiriéndose a los guanches de Tenerife, pero que perfectamente sería extensible a los aborígenes de las demás islas: "...aunque sea gran cantidad de ganado y saliese de golpe de un corral, lo cuentan sin abrir la boca ni señalar con el dedo... Es gente de gran memoria".

² Nombre aborigen de la isla de La Palma.

³ *Natura y Cultura de las islas Canarias* (1977), pag. 186, cita esta información que está contenida en "Historia de la conquista de las siete islas Canarias (1632). Santa Cruz de Tenerife, 1955", de la que es autor Fray Juan Abreu Galindo.

También este autor, como otros, nos indica los nombres que los aborígenes canarios daban a ciertos números: 1 (been), 2 (lini), 3 (amiat)... Algunos de estos nombres tienen gran similitud con los que usaban los bereberes (habitantes del norte de África), lo que se ha tomado por muchos historiadores como una prueba de dónde procedían los aborígenes canarios.

Para la recogida y almacenaje de productos, fabricaban diferentes tipos de vasijas por el procedimiento del urdido, dado que desconocían el torno. La forma de los cuencos es variada: esférica, semiesférica, troncocónica y cilíndrica, con decoración acanalada o en relieve formando con frecuencia temas curvos como semicírculos concéntricos. Algunas de estas características podemos observar en la figura 1.



Figura 1. Vasijas de los aborígenes de la isla de La Palma (fotos: Pais, F. J.)

Por numerosos lugares de la Isla se encuentran grabados rupestres, cuyo significado constituye un misterio. Realizados con instrumentos líticos, pues los benaharitas carecían de metales, estos petroglifos presentan diversos motivos: círculos concéntricos, espirales, semicírculos, líneas meandriiformes, grecas...

Vemos, pues, que las más diversas figuras geométricas, como muestra la Figura 2, se hacen patentes en la cultura de este pueblo.



Figura 2. Grabados rupestres de la isla de La Palma (fotos: Pais, F. J.)

La trashumancia desde las zonas bajas a las cumbres de los montes en busca de pastos para el ganado en la época estival, el sacrificio de los animales machos reproductores después de dos o tres años, para evitar la consanguinidad, la presencia de numerosas aras, como lugares de sacrificio animal en ofrenda a los dioses, que seguramente tiene que ver con las rogativas o agradecimientos en función del devenir de la generosidad de la naturaleza de la que eran totalmente dependientes, nos hace pensar que, seguramente, conocían algún medio para medir el tiempo con cierta precisión. El cambio de los astros y las estaciones es el medio del que se han valido los pueblos primitivos para medir el transcurrir del tiempo, y los benahoaritas, posiblemente, también: el día, por la luz solar; el mes, por la luna; el año, por los cambios de estación climatológica.

En Borneo, los aborígenes controlan las estaciones midiendo la sombra que el sol proyecta en un gnomon (palo vertical). Posiblemente este sistema ya fuera conocido por lo aborígenes canarios, incluso antes de su llegada a las islas (en Egipto se ha encontrado un reloj de sol, que data del siglo XV antes de nuestra era, posiblemente antes de que se poblaran las islas).

La sombra, proyectada por un palo vertical a lo largo de un día, alcanza su menor tamaño cuando el sol está en el sur (en el hemisferio norte); de modo que, si sobre esta sombra se dibuja una raya y se prolonga más allá del palo, esta prolongación indica el sur, mientras que la sombra señala el norte. La sombra, coincidente con la línea, cambia cada día su tamaño, de tal forma que alcanza su menor tamaño en el solsticio de verano y su máximo en el equinoccio de invierno, repitiéndose cada 365 días. La facilidad con que se pueden determinar estos días, unido al ciclo lunar, pueden conformar un modo de medir el tiempo cronológico.

El interés por conocer mejor nuestra prehistoria ha motivado que los arqueólogos recurran al estudio zooarqueológico de los restos óseos en algunos yacimientos de la Isla. El método consiste en

un meticuloso reconocimiento y recuento de los restos óseos de los animales que servían de alimento a los benahoaritas. Aquí la estadística juega un importante papel, que los arqueólogos no han dudado en aprovechar. Así en las excavaciones llevadas a cabo en las cuevas del Tendal (figura 3), en el norte de la isla, este procedimiento ha tenido su aplicación tal como lo confirma el arqueólogo Jorge Pais Pais.



Figura 3. Cuevas del Tendal (La Palma)

4. Período histórico

a) Arquitectura

El poblamiento que se realiza en la Isla, con la arribada de los conquistadores, supuso un salto cualitativo importante en el uso de elementos matemáticos, imprescindibles para el desarrollo de una sociedad mucho más avanzada que la aborigen.



Figura 4. Santa Cruz de La Palma



El espacio urbano de Santa Cruz de La Palma (Figura 4), capital de la Isla, se inicia en la parte norte del actual emplazamiento sin seguir un ordenamiento riguroso. Más tarde, a mediados del siglo XVI, se definió el trazado de la ciudad siguiendo un patrón, que luego se continuó en la fundación de otras ciudades americanas: el cabildo, la plaza mayor y la iglesia en el centro separando los conventos de las dos órdenes mendicantes: dominicos y franciscanos. Este modelo, similar al de la construcción de la ciudad de La Laguna (isla de Tenerife), sirvió de referencia para el trazado de algunas ciudades en América Latina.

Santa Cruz de La Palma añade a su fisonomía un puerto con una fortaleza para su defensa. A pesar de las dificultades orográficas se traza una calle que une su antigua ubicación con el muelle pasando por la plaza mayor.

El conjunto arquitectónico que conforma la plaza mayor, la iglesia del Salvador y el Cabildo (actual Ayuntamiento) tuvo que requerir un diseño previo, no sólo por las dificultades orográficas del lugar, sino por la envergadura de las fábricas que se erigieron. Los cálculos matemáticos tuvieron que ser muy significativos. Los historiadores están de acuerdo en que quien o quienes diseñaron la traza de estas construcciones tenían conocimientos técnicos, seguramente los recogidos por Diego de Sagredo, autor del primer libro de arquitectura publicado en España (1526).

Los espacios de luz de los arcos de medio punto de la parte baja del Ayuntamiento mantienen un crecimiento rítmico, de izquierda a derecha, de 4 pulgadas de un arco a otro. Las estrías de las columnas siguen las medidas del tratado de Sagredo.

La portada de la iglesia, concebida a modo de arco triunfal, exige un buen conocimiento teórico (simetrías, proporciones...) para conjugar los distintos elementos arquitectónicos que la conforman. La armadura de la nave central de la iglesia y el artesonado se rigen por pautas geométricas recogidas años más tarde por Diego López Arenas (1614) en su Tratado de Carpintería.

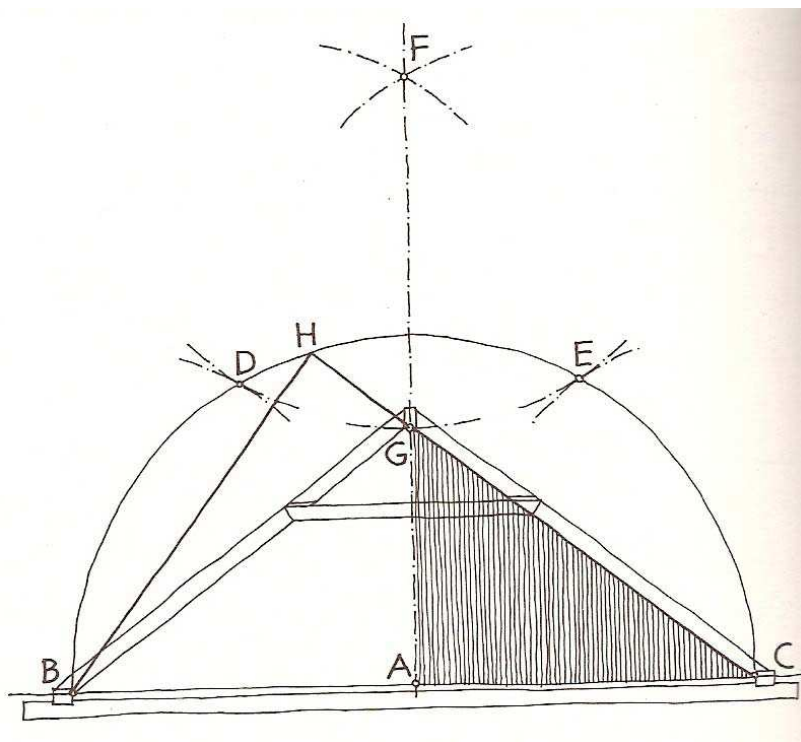


Figura 5. Cálculo de la altura de la cumbre de la armadura de la nave central de la iglesia

La altura de la cumbre de la armadura de la nave central de la iglesia El Salvador se determinó según el esquema de la Figura 5, facilitada por el historiador Facundo Daranas Ventura, siguiendo las pautas recogidas por Diego López Arenas. Dicha altura vendría dada por $H = 0,366L$, siendo L la longitud del lado más corto de la solera o durmiente.

En la Isla abunda el tejado a cuatro aguas en la techumbre de las casas tradicionales. La inclinación del tejado se calculaba, y se sigue haciendo (según Víctor Celestino Arrocha Candelario, profesor de ebanistería), dividiendo la mitad del lado más corto del rectángulo en seis partes iguales. La hipotenusa del triángulo se obtiene añadiéndole una parte más que al cateto base.

Según este modelo la altura sería $H = 0,3L$, que vendría a ser la inclinación mínima para un tejado de teja árabe tal como recoge H. Schmitt en su Tratado de Construcción.

En 1584 es enviado a La Palma, por el rey Felipe II, el ingeniero italiano Torriani, quien, durante su estancia, elabora un plano de la ciudad, un mapa de la Isla, planos de las fortalezas necesarias para la defensa de la ciudad, así como el proyecto para la construcción del muelle. Tanto en el diseño como en el costo que conllevan las distintas obras, las Matemáticas se muestran como un instrumento imprescindible.

Durante la estancia del ingeniero en la Isla tuvo lugar la erupción del volcán de Tajuya (1584). Acudió al lugar y, haciendo uso de “un instrumento geométrico” (según Benito Cortes, veedor de las obras del muelle), calculó la altura del cráter, dando como resultado 142 varas.



Figura 6. Edificaciones de la isla de La Palma

Podemos encontrar en la Isla muchas edificaciones de corte clasicista y ecléctico que distribuyen los vanos de sus fachadas en perfecta simetría axial, como muestra la figura 6 (ermitas y casa tradicional). Todas las fachadas de las ermitas de la Isla se ajustan a este modelo. Al parecer este gusto se impuso a partir del siglo XVIII. Esta simetría también es perceptible en las puertas señoriales, e incluso en los relieves de los cuarterones y tableros de las mismas.

En la casa tradicional, las ventanas tienen forma rectangular, manteniendo entre el alto y el ancho una razón igual a $\sqrt{2}$. Para ello los carpinteros, una vez decidido el ancho, calculan la diagonal de un cuadrado de lado igual al ancho fijado. Esa diagonal es el alto de la ventana.

Los tableros de la puerta de entrada a la casa que alberga a la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), en Santa Cruz de La Palma, son de dos tamaños diferentes. La razón es de 1,68, próxima al número de Fidiás (número de oro $\Phi = 1,62$), para los tableros grandes y de $\sqrt{2}$ para los pequeños. Seguramente, la proporción de oro esté presente en las construcciones de corte clasicista.

En la reconstrucción de la ciudad, después del saqueo al que fue sometida en 1553 por un grupo de piratas franceses, al mando de Pata de Palo, se hace mención a la instalación de un reloj en la torre de la iglesia del Salvador, traído desde Flandes, en sustitución del que habían quemado aquellos en el saqueo. Este reloj, con toda seguridad era mecánico, pues en Europa ya se comenzaron a fabricar a principios del siglo XIV. Aunque hoy resulte extraño, con anterioridad a la introducción del reloj mecánico, las horas eran desiguales en duración. La razón se debía a la diferente duración del día y la noche a lo largo del año, pues los días son más cortos en invierno que en verano, y, dado que, la mayoría de las civilizaciones optaron por asignar igual número de horas al día y la noche (12), los relojes de sol que se construían lo hacían tomando como referencias las sombras de un gnomon (palo vertical) a la salida, a la puesta y al mediodía del sol. Luego dibujaban 12 líneas equidistantes. Obviamente, el tiempo real para recorrer los 15° entre dos líneas no es igual en los días de verano que en los de invierno.



Figura 7. Reloj de sol de la Iglesia de San Francisco (foto: Daranas, F.)

Hay constancia de que se construyeron relojes de sol en distintos lugares de la Isla, la mayoría ubicados en espacios altos, para poder ser contemplados por la gente, como el que existía en la iglesia de San Francisco que ocupaba el espacio situado en la parte superior de la portada, tal como se observa en la foto facilitada por Facundo Daranas (Figura 7). Tal disposición requería un reloj de sol vertical. Para la fabricación de estos relojes, con horas de igual duración, se requerían ciertos conocimientos de trigonometría y tener en cuenta la latitud del lugar. Obviamente la separación entre las líneas horarias ya no es de 15° . Estos ángulos A (ángulo entre la línea norte-sur y la línea horaria que se desea dibujar) vienen dados, según sea para la ubicación del reloj horizontal o vertical, por:

$$\text{horizontal: } \operatorname{tag} A = \operatorname{sen} \alpha \cdot \operatorname{tag} \beta, \quad \text{vertical: } \operatorname{tag} A = \operatorname{cos} \alpha \cdot \operatorname{tag} \beta,$$

donde α es la latitud y β el ángulo horario del sol (15° por hora, 30° por dos horas, etc.).

b) Sector primario

Desde los primeros años de la conquista, el paisaje de la Isla comienza a cambiar debido a la actividad económica: se construye la ciudad, se parcelan y roturan terrenos, se desarrolla la ganadería, se talan árboles para la obtención de madera para construcción y para la exportación, se canaliza el agua de los manantiales y se construyen molinos de gofio. A lo largo de su historia la actividad agropecuaria de la Isla ha sido relevante, con cambios en el principal producto de exportación: azúcar, vino, cochinilla, plátano...

De las medidas tradicionales, de uso en el mundo rural, algunas siguen vigentes, y otras ya sólo perviven en la memoria de las personas de mayor edad. Entre las vigentes están:

Celemín = 437 m^2
 Fanegada = 12 celemines
 Pipa = 480 litros

La libra y la onza han seguido vigentes en el pesaje de los gallos y en la sericultura. Precisamente en esta actividad, que sólo pervive en el municipio de El Paso, la “semilla” de los gusanos se pesa en gramos, conteniendo cada gramo unos 1200 huevos. Con los capullos de esta cantidad de gusanos se obtiene aproximadamente medio kilo de seda cruda.

Los términos almud, arroba, vara y calabazo [de primer nivel (16 l), calabazo de segundo nivel (14 l) y calabazo de tercer nivel (12 l)] cada vez se oyen menos (Figura 8).



Figura 8. Monumento al calabazo (La Palma)

Hasta no hace tanto tiempo, en el mundo rural se usaban cestos de carga y espuestas, de fabricación artesanal, que respondían a tamaños establecidos. El estiércol, por ejemplo, se comercializaba en ese tipo de cestos.

Los campesinos de mayor edad también tienen sus particulares referencias para determinadas tareas agrícolas: las fases de la luna, las mareas, el veranillo San Martín... El calendario Zaragozano se sigue vendiendo en las librerías, y cuenta con gran aceptación entre los agricultores.

Existen algunas pautas curiosas. En el norte de la Isla se suelen plantar entre 70 y 80 matas de plátano por celemín, disminuyendo la cantidad a medida que aumenta la cota de altura. En el sur de la Isla se contabilizan 80 matas en invernadero y 90 al aire libre.

El uso de los toneles para la exportación de vino, y para el almacenaje del propio consumo, requería la medición del volumen de los mismos, tema éste que históricamente ha suscitado controversias por las diversas formas de calcularlo. Dado que algunos campesinos aún lo conocen, seguramente, el método más frecuente sería el práctico de introducir una varilla recta por la boca central del tonel e inclinándola, hasta alcanzar la distancia más alejada. Su longitud (D) se eleva al cubo y se multiplica por 0,625:

$$V = 0,625 D^3$$

Si el tonel se aproximaba más a un cilindro se disminuía su volumen en un 1%, mientras que se aumentaba en esta misma cantidad si resultaba más abombado de lo normal.

La madera más abundante en la Isla, y la más usada en la construcción de edificios, era el pino, cuyos troncos eran arrastrados por yuntas de bueyes por los antiguos caminos que los pastores benahoaritas construyeron.

Aunque los troncos tienen forma troncocónica, los cálculos para su cubicaje los hacían, según hemos podido constatar por testimonio oral, tomando la sección media como base de un cilindro de altura la del tronco.

$$V = \frac{a^2 l}{12,5}$$

siendo a la longitud de la circunferencia de la sección media y l la longitud del tronco.

La tea no sólo se usó en la fabricación de edificios. También su uso se extendió en la construcción de canales, obtención de brea, construcción de barricas (aún hoy existen en el norte de la isla, dando nombre al “vino de tea”) e incluso en la construcción de puentes (algunos existen todavía). La producción de brea, que se usaba para el calafateado de los barcos, se media en quintales. Aún existen restos de los hornos, en Garafía y Puntagorda, en los que se obtenía la brea.

La silvicultura también tuvo muchísima importancia en el siglo pasado, hasta finales de los años sesenta. Se obtenía varas, cujes, horquetas, socos, puntales y horquetillas para los más diversos usos. Las varas se exportaban a Gran Canaria y Tenerife para el cultivo del tomate. Los cujes se usaban para el secado del tabaco en la propia Isla. Las horquetas, socos y horquetillas se usaban, y aún hoy se siguen usando, para el cultivo del plátano, aunque las últimas también se usan en el cultivo de la vid, y los puntales para la construcción.

Estos materiales se amarraban en fejes (algunas personas decían flejes), tomando como referencia la docena:

Feje de varas = 6 docenas

Feje de cujes = 2 docenas

Feje de horquetas = Feje de socos = 1 docena

Feje horquetillas = 3 docenas

Los puntales se vendían sueltos y medían tres metros.

Alcanzar el actual paisaje agrario de la Isla ha supuesto la construcción de muchísimos kilómetros de paredes, dado el abancalamiento del terreno. Estas paredes no son verticales, como pudiera aparentar a simple vista, sino que tienen una inclinación para evitar el empuje de los materiales que encierran y de las aguas de riego y lluvia. Esta inclinación se conoce como “arrastre” y suele estar entre un 5% y un 10%.

Los parederos las construyen fijando previamente los cordeles, con los que regulan el nivel y el arrastre de las mismas.

Muchas sorribas⁴ se hicieron por contratas por celemín, los cuales se determinaban a ojo de buen cubero. Recuerdo que cuando esto no era así, sino que se hacía por metros de superficie trabajado, las áreas de los terrenos, cuando estos tenían un perímetro irregular, se determinaba por medio de rectángulos y triángulos.

José Manuel González Rodríguez, recoge en un trabajo titulado “*Las matemáticas y las ciencias tradicionales en Canarias*”, un método que permite medir la altura de árboles o edificios contando tan sólo con la ayuda del cuerpo del observador. Conocido como método “fraguero”, al parecer fue de uso muy común en las islas, y consiste en que el observador avanza de espaldas al tronco del árbol, *mirando por entre las piernas, con la cabeza cercana a la tierra hasta que vea la copa del árbol. La distancia que le separa del tronco es la altura del árbol.*

Una fuente oral, sin embargo, asegura que el cálculo lo solían hacer mediante la medición de la sombra del objeto a medir y de un palo de medida conocida, y que esto se solía hacer al mediodía, que es cuando la sombra tiene su menor tamaño.

Aquí como en el resto de las islas, los pescadores también hacen su particular uso de las matemáticas. Fijan las “marcas” como punto de convergencia de dos líneas imaginarias determinadas a partir de referencias reconocibles en tierra. La profundidad a la que sitúan sus artes la miden en brasas.

c) El agua

Pero si hay un recurso, en el que la matemática ha tenido una enorme relevancia, éste ha sido el agua. Nos centraremos en concreto en Santa Cruz de La Palma. Por Real Cédula de 10-01-1559, Felipe II, concedió al Cabildo todas las aguas del barranco del Río “*para que en beneficio y aumento de sus propios, pudiese acensuar las sobrantes de las pilas públicas y abasto del vecindario*”. Inicialmente el caudal se medía en cuartillos, pero pronto pasó a calcularse por una medida muy peculiar: *cañón de ánsar* (ánzar), vigente hasta mediados del pasado siglo.

⁴ Acción y efecto de sorribar, que consiste en romper y rebajar un terreno para prepararlo con fines agrícolas



Un cronista de el periódico insular El Time (1863)⁵ considera que el nombre de esta medida, posiblemente, proviene del diámetro de un cañón (pluma de ave) de la anátida ánsar, y, según se recoge en diversas sesiones del Ayuntamiento (13 de Marzo de 1787, 28 de Diciembre de 1912, 25 de Enero de 1913), su valor vendría a ser: “la octava parte del caudal que sale por un orificio circular de 16 mm de diámetro, perforado en una plancha de pared delgada colocada en caja de media vara en cuadro con la misma de peso, cuya media vara equivale a 418 mm”.

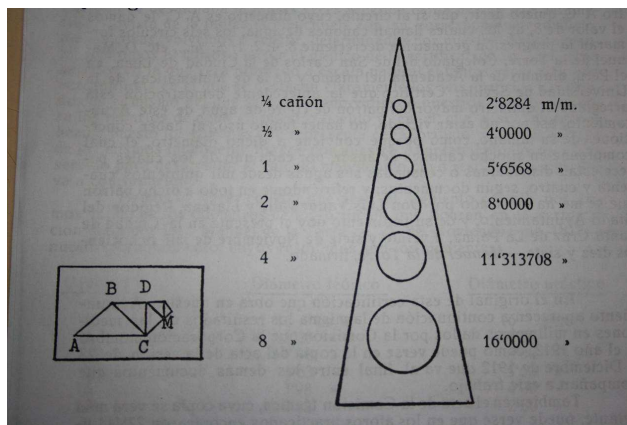


Figura 9. Modelo del patrón de los cañones de ánsar

Para hacer los orificios necesarios para el reparto, el Ayuntamiento disponía de un patrón de cobre en forma triangular, hoy desaparecido, en que figuraban seis orificios redondos, siendo la superficie de cada uno la mitad del anterior, por los que se aforaban 8, 4, 2, 1, ½, ¼ cañones de ánsar.

Cuando las necesidades de agua se incrementaron por el crecimiento de la población, un mayor consumo en la higiene y por la extensión que fue tomando el terreno de regadío, comenzaron las discrepancias sobre la cantidad que a cada usuario le correspondía, lo que llevó a la institución municipal a fijar el caudal correspondiente a un cañón de agua. Para ello muchas veces se solicitó la intervención de peritos y comisiones que avalaran tal cálculo:

En 1772 la Real Audiencia de Canarias dictamina, ante el pleito sostenido entre los frailes Dominicos y el dueño de la finca “Párraga”, que todas las cajas tuvieran las mismas dimensiones, pues hasta entonces éstas tenían tamaños diferentes.

En 1817 se solicitaron los servicios de don Manuel de la Torre, colegiado de San Carlos de Lima, en Perú, y alumno de matemáticas de la Universidad de Sevilla, para que determinara la razón que existía entre los orificios del patrón que estaba en el Ayuntamiento, que continuamente generaba desavenencias entre los usuarios del agua.

A partir del patrón metálico que tenía el Ayuntamiento, don Manuel de La Torre hizo un dibujo como el de la figura 9 (copia facilitada por la Sociedad Hidráulica de La Dehesa de La Encarnación) según se recoge en un acta municipal.

Sobre el lado fijado AC (figura 9) se construye el triángulo isósceles rectángulo ABC, entonces el área de un círculo de diámetro AC es el doble de la de un círculo de diámetro AB o BC:

⁵ En los números de los días 30 de Agosto y 6 y 20 de Septiembre de 1863 se publican sendos artículos sobre la ejecución del acuerdo alcanzado entre el Ayuntamiento y la Sociedad Hidráulica de La Dehesa de La Encarnación.

$$AC^2 = AB^2 + BC^2 = 2BC^2$$

luego,

$$\pi \cdot AC^2 = 2\pi \cdot BC^2$$

Como la razón entre las superficies semejantes es igual a la de los cuadrados de sus lados homólogos, si $\frac{AC^2}{BC^2} = 2$, entonces la relación de las superficies de los orificios de diámetros AC y BC cumple la relación 2 a 1 u 8 a 4.

Por la misma razón el área de un círculo de diámetro BC será doble que la de un círculo CD y así sucesivamente. Por lo tanto, dos áreas consecutivas en orden decreciente están en la razón 2 a 1, o lo que es lo mismo 8 a 4.

Repitiendo el razonamiento anterior se determina que, si al círculo mayor se le asigna el valor 8 (cañones de ánsar), los seis círculos formarán una progresión geométrica decreciente de razón $\frac{1}{2}$: 8, 4, 2, 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ cañones de ánsar.

Pero con este cálculo no terminaron las discrepancias de los usuarios del agua. El problema era determinar la cantidad de agua que gastaba un cañón.

Para ello se constituyeron comisiones de técnicos y testigos que construyeron cajitas con las medidas establecidas en 1772 y con un orificio de diámetro de 8 cañones, que para unos era 16 mm y para otros menos. Para unos tenía forma cilíndrica y para otros, troncocónica (no parece creíble, dado el modelo que estaba en el Ayuntamiento). En algunas de estas comisiones se determinó el caudal de un cañón en 2,724 litros/minuto, y así lo fijó el Ayuntamiento en un edicto de 1934.

Al margen del uso fraudulento del agua (cajitas no ajustadas a la medida, orificios manipulados, etc.), uno de los problemas que mayor discrepancia ocasionaba era la medida de los radios de los círculos del patrón, e incluso cuando una comisión los halló, como la mayoría eran cantidades irracionales, a la hora de su aplicación práctica surgía el desacuerdo.



Figura 10. Molinos de Bellido (La Palma)



El caudal necesario para hacer andar a las ruedas de los molinos, también generaba enfrentamientos entre los diferentes usuarios. Precisamente, la diferencia de caudales de agua entre el primer molino del barranco del Río y el primero de Bellido (Figura 10), era enorme. En 1853, a petición del Ayuntamiento, el Maestro de Obras don José María Pérez dijo: “...paso hacer la demostración matemáticamente: El agua que entre en esta población, se deposita antes en el cubo del primer molino de Bellido... tiene 30 pies de alto y cada lado 17 pulgadas: por consiguiente su hueco es de 60 pies cúbicos; y como la vara cúbica encierra 680 cuartillos, contiene 1511. El agujero, por donde sale el agua para herir la rueda que hace andar la piedra, es redondo, y su diámetro 18 líneas (una línea equivale a dos milímetros): La porción de agua encerrada en este depósito son 236 caños de ánsar.” Luego, continuando con su razonamiento, calcula el número de cañones de ánsar que entran en el primer molino del barranco, para el que determina 546. Por lo tanto, las pérdidas eran enormes. Esta pérdida ha continuado hasta el presente siglo, donde el Ayuntamiento ha decidido ceder la gestión del agua a una empresa privada, que está subsanando todas estas deficiencias.

d) La industria

La abundancia de la madera, y la importancia que adquirió el puerto palmero en el comercio con América, permite el nacimiento del astillero, que alcanza su máximo apogeo en el siglo XVIII:

Según Francisco J. Martín Pérez, en un trabajo publicado en la revista de Estudios Generales de la Isla de La Palma, refiriéndose a la construcción de la fragata “La Paloma Isleña”, sugiere que el arqueo del barco, posiblemente lo hallaron los peritos del siguiente modo:

Se multiplica la eslora por el puntal y por la mitad de la manga, y después se le descuenta un 5% de elementos sobresalientes. Dado que una tonelada equivale a 8 codos cúbicos, el arqueo se obtiene dividiendo el resultado anterior por 8.

La fórmula aplicada fue:

$$V = E \cdot P \cdot \frac{M}{2},$$

siendo E = eslora, P = puntal, M = manga. Para la citada fragata, su volumen interno era:

$$V = 40 \cdot 6,5 \cdot \frac{13,5}{2} = 1755 \text{ codos}^3$$

Se le descuenta el 5%, $V = 0,95 \cdot 1755 = 1667,25 \text{ codos}^3$. Por lo tanto el arqueo de la fragata era:

$$\text{Arqueo} = \frac{1667,25}{8} = 208,4 \text{ toneladas}$$

Como ya se ha mencionado el agua se usó muy pronto como fuerza motriz para los molinos. Andando el tiempo, esta misma fuerza se usó para poner en funcionamiento la central eléctrica “El Electrón”, que es la primera central eléctrica de Canarias. El agua del barranco del Río, se usaba para producir electricidad para alumbrar la ciudad de Santa Cruz de La Palma, para mover las piedras de los molinos para la obtención del gofío, para el uso de los vecinos y para el riego de las fincas.

La central hidroeléctrica del Mulato en San Andrés y Sauces, puesta en marcha en 1955, con una potencia de 800 Kw., es la más importante del Archipiélago de ese tipo.

La elaboración artesanal de puros está bastante arraigada en esta Isla. Los tamaños son muy variados, y esto ha dado lugar a designarlos con diferentes nombres que los entendidos identifican fácilmente:

Presidente: 17 cm de largo y 1,5 cm de diámetro
Toro: 15 cm de largo y 1,7 cm de diámetro
Robusto: 12 cm de largo y 1,9 cm de diámetro
Capitolio: 12,7 cm de largo y 1,1 cm de diámetro
Crema: 12 cm de largo y 1,4 cm de diámetro
Viudita: 10,5 cm de largo y 1,2 cm de diámetro

Hay mazos de 50 puros y de 25.

5. Consideraciones finales

En el presente siglo en la Isla se han construido un importante número de obras públicas, donde el cálculo matemático para su diseño y ejecución ha sido de primer orden, aunque con la inestimable ayuda de la tecnología y de la cartografía: el puente de los Tilos (Figura 11), el túnel de la Cumbre, el Grantecan...



Figura 11. Puente Los Tilos (La Palma)

En este recorrido se han quedado en el camino múltiples manifestaciones culturales y actividades económicas donde la matemática está presente. Sólo he pretendido, con estas notas, poner en evidencia que el desarrollo de un pueblo está inexorablemente unido a los números y sus relaciones.

El deseo, loable, de este pueblo para que se le reconozca su cielo como un bien patrimonial, pone en alza las aplicaciones matemáticas en la comprensión del universo.

Un dato curioso ocurre en el municipio de San Andrés y Sauces. Recuerdo, cuando aún era un niño de apenas 10 años, a varias personas mayores de mi barrio que les gustaba resolver problemas lúdicos, y muchas veces fui retado, con regocijo por parte de ellos, a que los resolviese. No sabría decir, si propiciado por ese ambiente o por razones que se me escapan, qué es lo que ha motivado que de ese Municipio, de unos 5000 habitantes, procedan unos 20 licenciados de Matemáticas, todos ellos en activo actualmente.

No quiero finalizar sin mencionar al Colectivo de Matemáticas de la Isla, que se constituyó a principios de los años ochenta del siglo XX, y que se mantuvo activo durante bastante tiempo. Elaboró el material que se impartía en los tres cursos de la Educación General Básica, que fue utilizado en la



mayoría de los centros escolares de la Isla. Colaboró en la organización de las primeras jornadas que la Sociedad Canaria de Profesores de Matemáticas celebró en la Isla, e hizo posible que la exposición de Horizontes Matemáticos constituyera todo un éxito.

Anexo

Equivalencia entre las unidades tradicionales mencionadas con las del SMD

- 1 pulgada = 23,2 milímetros.
- 1 pie = 12 pulgadas = 278,7 milímetros.
- 1 vara = 3 pies = 836 milímetros.
- 1 línea = 2 milímetros.
- 1 cuartillo = 859 mililitros = 0,859 litros.
- 1 cañón de ánsar = 2,724 litros/minuto.
- 1 paja = $\frac{1}{4}$ cañón de ánsar = 0,681 litros/minuto.
- 1 pipa = 480 litros.
- 1 codo = 42 centímetros.

Fuente:

Archivo Municipal del Ayuntamiento de Santa Cruz de La Palma.

Luis Agustín Hernández Martín. *Protocolos del escribano público Pedro de Urbina. Archivo General Insular de la isla de La Palma.*

Bibliografía

- Batista, J. A. y Hernández, N. (2001). *San Andrés y Sauces...una mirada a su pasado*. Ayuntamiento de San Andrés y Sauces, La Palma.
- Ronan, C. A. (1982). *Los Amantes de la Astronomía*. Editorial Blume. Barcelona.
- Espinel, J.M. y García-Talavera, F. (2009). *Juegos Guanches Inéditos*. Gobierno de Canarias.
- González, J.M. *Las matemáticas y las ciencias tradicionales en Canarias*. Cultura Canaria. (Recuperado 10-01-2011:
<http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/culturacanaria/matematicas/mattrad.htm>)
- Schmitt, H. (1961). *Tratado de construcción*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona.
- Lorenzo, A. (2006). *El "Electrón", la primera central hidroeléctrica de Canarias" en La cultura del agua en La Palma*. Gobierno de Canarias, Consejería de Infraestructuras, Transportes y Vivienda. Dirección General de Aguas.
- Martín, F.J. (2004). *La empresa naviera palmera en el comercio de Indias. El viaje de "la paloma isleña" a la Guaira en 1755*. Estudios Generales de la isla de La Palma (actas del I congreso). Sociedad de Estudios Generales de la Isla de La Palma.
- Martín, F.G. (1995). *Santa Cruz de La Palma. La ciudad renacentista*. CEPESA. Tenerife.
- Pais, F.J. (1996) *La Economía de producción en la prehistoria de la isla de La Palma*. La Ganadería. Tesis doctoral. Tenerife.
- Yanes, A. (1951). *Sobre las aguas de la cuenca del Barranco del Río y abasto de Santa Cruz de La Palma*.

<p>José Antonio Martín Corujo es Catedrático de Matemáticas del Instituto de Educación Secundaria Alonso Pérez Díaz (Santa Cruz de La Palma. Canarias)</p>
