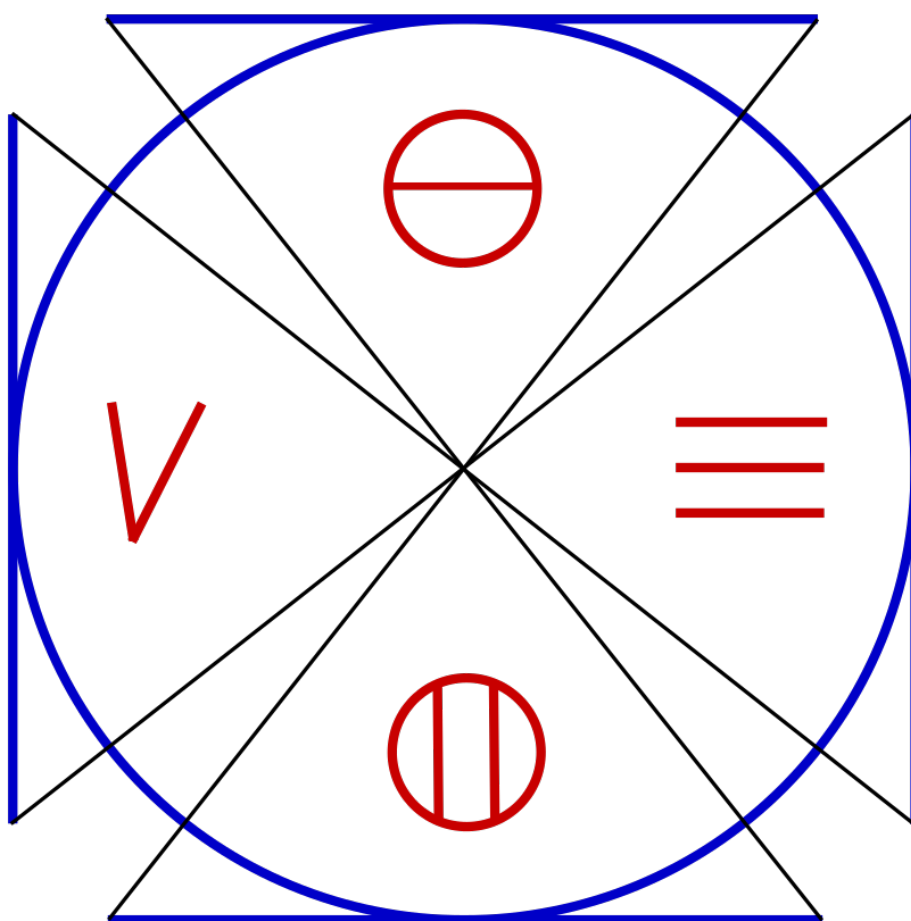


Planificando Keops

Jugando al proyecto de la pirámide



Fernando García Orozco

Planificando Keops

**Jugando al proyecto
de la pirámide**

Fernando García Orozco

Planificando Keops: Jugando al proyecto de la pirámide

Fernando García Orozco



Esta obra está bajo la Licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia, visite <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.es> o envíe una carta a

Creative Commons
PO Box 1866
Mountain View, CA 94042
USA

Tabla de contenidos

Introducción	5
El codo real	7
Dos números especiales	13
La altura	19
El lugar	23
La cuadratura del círculo	27
El pentágono regular	35
Las ocho caras	39
Las coincidencias	43
El tetragrama	47
El tesoro	55
Kefrén, Micerino y la esfinge	61
A modo de conclusión	67
Bibliografía y fuentes consultadas	71
Apéndice	75

Introducción

Sé que la curiosidad, esa arma de doble filo, no dejará de inducirme a buscar respuestas mientras dure el tiempo que me haya sido prestado.

Érase una vez un joven curioso que dibujaba polígonos regulares inscritos en circunferencias. No tuvo demasiados problemas con el triángulo, el cuadrado, el pentágono —aún lo recordaba del colegio— y el hexágono, pero el heptágono parecía imposible; “siete es difícil”, de modo que fue resuelto con ayuda de una regla transportadora. Geométricamente hablando no sería muy ortodoxo, pero el objetivo tenía prioridad sobre los medios. Midió más o menos 51.5 grados, tomó la distancia con el compás y, tras algunas pequeñas correcciones, logró dividir la circunferencia en siete partes aceptablemente iguales. Hay que decir que el radio era de doce centímetros, teniendo la cartulina más de cuarenta por un lado y superando los cincuenta por el otro: un pedazo de dibujo en toda regla. Trazó las dos estrellas de siete puntas y midió distancias, por curiosidad. Una de esas distancias resultó ser de 147 mm aproximadamente.

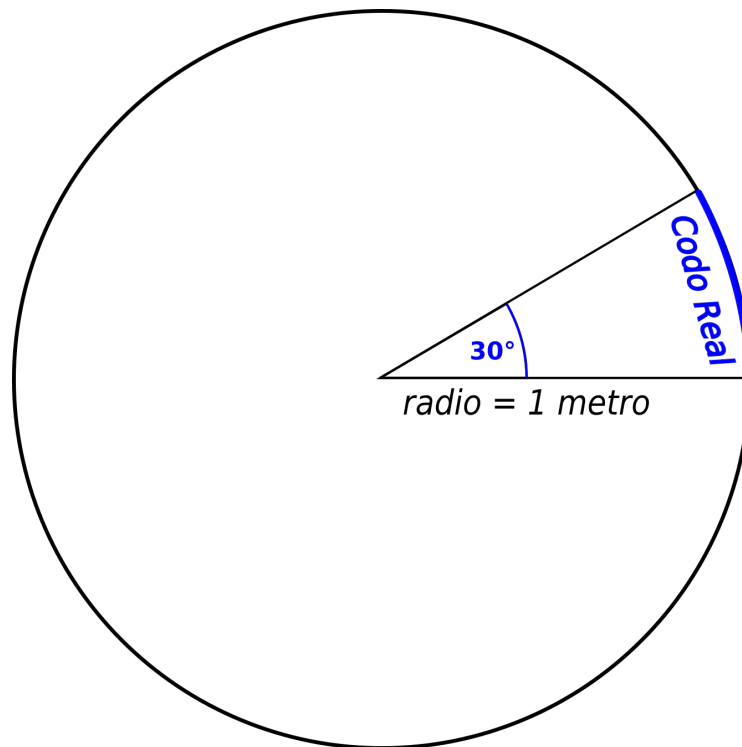
—¿Ciento cuarenta y siete? ¡Pero si eso viene a ser la altura atribuida a Keops en metros!

Sería absurdo pretender aportar algo nuevo a todo lo que se ha dicho y escrito sobre la Gran Pirámide de Giza. Esto es únicamente para recopilar y ordenar mis ideas al respecto, que no considero especiales ni originales sino, a lo sumo, entretenidas.

El codo real

Según fuentes dignas de crédito, hace cuarenta y cinco siglos (año más, año menos) existía en Egipto una medida equivalente a la longitud del arco de treinta grados de una circunferencia de un metro de radio. A esa medida hoy la llamamos “codo real”, y en este juego se asume que fue la unidad de medida utilizada en la construcción de las pirámides de Giza.

Figura 1. Una relación entre el metro y el codo real



De la figura anterior se deduce que, en cualquier circunferencia, la longitud del arco de treinta grados medida en codos reales es la misma cifra que la longitud del radio medida en metros. El arco de 30° también se expresa como $\pi/6$ radianes, cuyo cociente redondeado a

cuatro cifras decimales es 0.5236. Esto es una coincidencia asombrosa, porque la medida del codo real no es 0.5236 de cualquier cosa, sino precisamente metros. Si tenemos en cuenta que la pirámide está situada casi exactamente a 30 grados de latitud norte, su distancia al Ecuador expresada en codos reales es la misma cifra que el radio terrestre expresado en metros: 6 366 198. Se asume una Tierra idealmente esférica con una circunferencia de cuarenta millones de metros (cuarenta mil kilómetros), que es la que se tomó como modelo para determinar la longitud del metro. Si eres casi tan mayor como yo, posiblemente recuerdes la antigua definición de metro: “La diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano terrestre”.

El codo real se podría definir, por ejemplo, como “la doceava parte de la circunferencia cuyo radio mide un metro”. Obtendremos el mismo resultado dividiendo la circunferencia en doce partes iguales y expresando el radio en metros: la constante 0.5235987756... que redondearemos a 0.5236.

Siendo L la longitud de la circunferencia y r el radio:

$$L = 2\pi r$$

$$r = \frac{L}{2\pi}$$

$$\frac{\frac{L}{12}}{r} = \frac{\frac{L}{12}}{\frac{L}{2\pi}} = \frac{2\pi L}{12L} = \frac{2\pi}{12} = \frac{\pi}{6} = 0.5236$$

No puede calificarse sino como extraordinaria la casualidad de que ese resultado coincida con la longitud del codo real medido en metros, por lo que también podríamos jugar a definir el metro como “el radio de una circunferencia de longitud igual a doce codos reales”.

Una unidad de medida es simplemente un patrón, algo que hemos elegido para poder comparar las dimensiones de las cosas. En una antigüedad no muy lejana existían casi tantas unidades de medida como poblaciones: que si la vara castellana, la de Teruel o la de Alicante; que si la toesa francesa, el pie, la pulgada o la yarda; que si la legua, la milla terrestre o la milla marítima, etc. Un mismo nombre de unidad podía

tener distintas medidas en diferentes lugares, posibilitando trampas en los negocios además de contribuir a lo que podríamos llamar “caos dimensional”. Pero a los franceses, mientras ejecutaban (o se ejecutaban en) su Revolución, se les ocurrió diseñar un patrón de medidas que fuese aceptable por todo el mundo, para lo cual les pareció buena idea basarlo precisamente en nuestro mundo, esto es, en el planeta que llamamos Tierra. Midieron en sus toesas el arco meridiano desde Dunkerque a Barcelona pasando por París, como no podía ser menos, y decidieron que la longitud del nuevo patrón sería tal que la circunferencia de la Tierra contuviese cuarenta millones de unidades. Hicieron los cálculos y lo llamaron “metro” (medida), teniendo lugar su nacimiento allá por el año 1791. Anteayer como quien dice, comparado con los más de cuatro milenios —a saber cuánto más— que lleva existiendo el codo real. Se le atribuye al matemático, economista, historiador, revolucionario y seguro que algunas cosas más, Marie Jean Antoine Nicolás de Caritat, marqués de Condorcet, la frase: “Para todas las personas de todos los tiempos” (incluyendo el pasado, por lo visto), aunque la implantación universal de nuestro metro no comenzaría hasta el año 1875. Mi asombro ante esta coincidencia queda patente, ya que el codo real parece estar relacionado con el metro más de cuarenta siglos (año más, año menos) antes de que este último existiera.

Siendo fieles a la idea que lo parió, un metro es la cuarenta millonésima parte de una circunferencia terrestre ideal. Y un codo real es $\pi/6$ metros, aunque hay más de una manera de relacionar las dos unidades. Tratándose de la circunferencia de un metro de radio, el codo real mide lo que el arco de treinta grados, pero si el radio de la circunferencia fuese medio metro (un metro de diámetro), el codo real sería la longitud del arco de sesenta grados; si dicho radio fuese de dos metros, sería el arco de quince grados (y así podríamos seguir “hasta el infinito y más allá”) de modo que, pudiendo escoger, elijo el radio de un metro, aunque solo sea por el hecho de que esta elección permite un arco de treinta grados con tantos codos reales como metros tenga el radio, y porque Keops está situada treinta grados al norte del Ecuador, aunque también esté sesenta grados al sur del Polo Norte.

El codo real, al ser $\pi/6$ metros, podría dar pie a pensar en la posibilidad de que su relación con el metro sea intencionada, lo que

implicaría que en la época de la construcción de las pirámides de Egipto se conocía una medida igual al metro. Pero también podría ser pura casualidad porque, desde luego, el azar existe. Podemos imaginar que en el futuro lograremos viajar en el tiempo hasta un pasado remoto, llevando con nosotros nuestra super avanzada tecnología —y un metro— para construir las pirámides de Giza. Esto no parece muy verosímil, porque habríamos utilizado el metro directamente y no $\pi/6$ metros. Además, en la actualidad nos encontraríamos en medio de una paradoja temporal, esperando a viajar al pasado —sin olvidar llevarnos un metro— para construir la pirámide, pero sin haberla construido todavía porque aún no hemos viajado al pasado y, sin embargo, Keops existe. Podríamos estar viviendo en un presente mutante con multitud de realidades simultáneas. También está la hipótesis de supuestos expedicionarios extraterrestres, pero eso volvería a llevarnos a la casualidad, dado que habrían construido Keops cuando aún no existía el metro. Y si volvemos al viaje en el tiempo, los alienígenas esos habrían tenido que venir a la Tierra (sin excluir cualquier número de visitas en cualquier otra época) después del año 1875, viajar al pasado llevándose un metro, y diseñar un patrón de 0.5236 m que será el que usarán para construir la pirámide de Keops. Pero Keops ya existía antes del año 1875, por lo que volveríamos al presente mutante de realidades simultáneas. Se me ocurre una tercera posibilidad, y es que una misteriosa influencia cósmica hubiese actuado sobre las mentes responsables de escoger las longitudes del codo real y del metro, en sus respectivas épocas, para lograr que ambas quedasen vinculadas entre sí y además con la Tierra. A esta misteriosa influencia cósmica podríamos llamarla “magia”, por ejemplo. Pero la magia no existe. Por último, imaginaremos una especie de telepatía del futuro. Supongamos que, cuando se construyó Keops, ciertos individuos podían proyectar su mente hacia el futuro y extraer información del mismo, siendo así que “vieron” nuestro metro y les pareció buena idea relacionar la unidad de medida de la pirámide con el mismo. Claro que esta última posibilidad también pertenecería más al campo de la magia que al de la realidad. Ante semejantes opciones, la más verosímil sería la casualidad, por muy rara que parezca, puesto que a veces la realidad puede ser *realmente* extraña y sorprendente.

Naturalmente, las hipótesis anteriores no son más que pura ficción. Pero la realidad es tozuda, y la longitud del codo real coincide con $\pi/6$ metros. Será mucha casualidad, pero cosas más raras se han visto. Puedes buscar en Internet “casualidades extraordinarias” si quieres asombrarte con unas cuantas. Tal vez una unidad de medida consistente en el radio de la circunferencia de doce codos reales fuese utilizada en la antigüedad egipcia. Lo llamativo —insisto— es que a esa unidad la conocemos como “metro” desde hace menos de tres siglos.

Pero, teniendo en cuenta que el codo real nació antes que el metro, quizás la pregunta correcta no sea si quienes construyeron Keops conocían el metro, sino si quienes diseñaron el metro conocían el codo real y llamaron “metro” al radio de la circunferencia de doce codos reales, vendiéndolo como “la diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano terrestre”. No deja de resultar curioso que el radio de la circunferencia de doce codos reales sea (*casi*) la cuarenta millonésima parte de la circunferencia del meridiano terrestre. Tal vez resulte que, dada la enorme longitud de la circunferencia de la Tierra, encajar en la misma una unidad de medida puede que no sea tan difícil como pueda parecer. El radio de la circunferencia de doce codos reales parece encajar en un meridiano de cuarenta millones de esas unidades, pero también pudiera haber sido que un codo real con otra longitud encajase en treinta y seis o en cuarenta y ocho. Tal vez se buscó hasta hallar. O tal vez no, ¿quién lo puede saber? Por conjeturar que no quede.

Aunque hay algo en la relación entre codo real y metro que siempre acaba por dejarme pensativo, y es el número cuatro. Cuarenta millones de metros es 4×10^7 m, y soy de la opinión de que el número cuatro tiene significado propio en un determinado contexto, digamos simbólico, que le atribuyo a las proporciones y formas geométricas presentes en la pirámide. Esto de los símbolos puede que únicamente sea cosa mía y es cierto que me divierte, pero también pudiera ser que no sepamos tanto como creemos saber sobre el funcionamiento de nuestra mente que, como probablemente diría el controvertido biólogo Rupert Sheldrake, es mayor que la suma de las partes de nuestro cerebro, o incluso mayor que la suma de las partes de nuestro organismo al completo.

Dos números especiales

Se ha dado en llamar *pi* al número que se obtiene tras dividir la longitud de cualquier circunferencia, por pequeña o grande que sea, entre su diámetro. El resultado es siempre el mismo y empieza por 3.141592653589... y los decimales continúan y continúan hacia el infinito. Su nombre y notación (π) provienen de la inicial en griego de las palabras *periferia* y *perímetro*.

En la antigüedad ya se utilizaban aproximaciones al valor de *pi*. Al griego Arquímedes se le ocurrió aproximarlos por exceso y por defecto mediante polígonos regulares inscritos y circunscritos a la circunferencia, llegando a la conclusión de que *pi* está comprendido entre $3 + 10/71$ y $3 + 1/7$ ($=22/7$). Claudio Ptolomeo discurrió que el valor de *pi* era lo más parecido a 3.14166666666... que es el resultado de $377/120$. Los romanos no se complicaban demasiado con estas cosas y hay quien dice que tenían suficiente con el tres. Seguramente se darían por satisfechos con que no se les cayeran los puentes en dos mil años por lo menos. En China utilizaban la raíz cuadrada de diez entre otros valores. En los últimos siglos del primer milenio de nuestra era, en la India y en el mundo árabe ya manejaban aproximaciones bastante buenas. Especialmente interesante me resulta la apreciación atribuida a Al-Jwarizmi (entre los siglos VIII y IX) sobre que “el hombre práctico usa $22/7$ como valor de *pi*, el geómetra usa 3 y el astrónomo 3.1416”. En el segundo milenio ya aparecen las competiciones de a ver quien calcula más decimales, y actualmente se han desarrollado algunos algoritmos destinados a que una máquina obtenga billones de decimales de *pi*. También hay un récord de memorización de decimales de *pi* y existen varias fechas conmemorativas. El veintidós de julio ($22/7$) es el día de la aproximación de *pi* y en Estados Unidos han declarado el catorce de marzo (mes 3 día 14 en su formato de fechas) como el Día de *Pi*.

El otro número famoso relacionado con la pirámide de Keops es el llamado “número de oro” entre otros nombres, habitualmente denotado con la letra griega *phi* (ϕ) en honor al escultor de la antigua Grecia *Fidias*. Se puede representar como una proporción entre dos partes de un mismo segmento de recta, como en la Figura 2, “Proporción áurea”. Aparece no solo en las matemáticas y la geometría, sino también en

la naturaleza y, por supuesto y sobre todo, en el arte: arquitectura, pintura, escultura, música e incluso en la literatura, ya que se suele tener en cuenta a la hora de componer la caja tipográfica de un texto. La usan incluso las tarjetas bancarias. Es como si esta “divina proporción” quisiera decir: “si me buscáis, me vais a encontrar”.

Figura 2. Proporción áurea



Tomando como ejemplo la figura anterior, si dividimos la longitud de a entre la longitud de b , obtendremos el mismo resultado que dividiendo la suma $(a+b)$ entre la parte mayor (a), y ese resultado es el valor de la proporción áurea. Veamos como se puede calcular.

Según lo dicho en el párrafo anterior, y sacando al signo “+” del numerador en la expresión a la derecha del signo igual:

$$\frac{a}{b} = \frac{a+b}{a} = 1 + \frac{b}{a}$$

Como a dividido entre b es igual a ϕ , y percatándonos de que b dividido entre a es su inverso, hacemos:

$$\phi = 1 + \frac{1}{\phi}$$

$$\phi - 1 = \frac{1}{\phi}$$

En este punto sugiero prestar atención a la aparición de la siguiente propiedad: el número áureo menos uno es igual a su inverso.

Y continuamos hasta llegar a una típica ecuación de segundo grado (fijémonos en que $\phi^2 = 1 + \phi$):

$$\phi(\phi - 1) = 1$$

$$\phi^2 - \phi = 1$$

$$\phi^2 - \phi - 1 = 0$$

la cual podemos resolver utilizando la consabida fórmula:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

sustituyendo y operando

$$\varphi = \frac{-(-1) \pm \sqrt{(-1)^2 - 4(1)(-1)}}{2(1)} = \frac{1 \pm \sqrt{5}}{2}$$

hemos llegado a las dos soluciones. Esta primera solución positiva es la que se toma como valor del número áureo:

$$\varphi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} = 1.618033988749 \dots$$

La segunda solución es un número negativo que no se suele mencionar, pero del que puede decirse que es el inverso del número de oro multiplicado por -1 :

$$\frac{-1}{\varphi} = \frac{1 - \sqrt{5}}{2} = -0.618033988749 \dots$$

Y es que este número no desperdicia nada: todo en él está cabalmente proporcionado.

En muchos textos se afirma que el número π aparece al dividir el perímetro de la base de la pirámide de Keops entre el doble de su altura, y que dividiendo el área total entre el área de sus caras, o la apotema entre la semibase, o el área de sus caras entre el área de la base, aparece ϕ . En nuestra juguetona opinión, está claro que esas apariciones de π y ϕ son consecuencia lógica de una pirámide cuadrangular que cumple la condición de que el perímetro de la base sea igual a la circunferencia cuyo radio es la altura. Hablando de condiciones a cumplir por *El Horizonte de Jufu*, recuerdo haber leído en alguna parte que, según Herodoto, el área de cada cara debe ser igual al cuadrado de la altura, así que, una vez metidos en harina, vamos a comprobarlo. La apotema, que se puede calcular mediante el teorema de pitágoras a partir de la altura de la pirámide y la mitad del lado de la base, es a su vez la altura de los triángulos que forman las caras, por lo que la superficie (s) de cada cara será:

$$s = \frac{b \cdot h}{2} = \frac{440 \text{ cr} \sqrt{(280 \text{ cr})^2 + \left(\frac{440 \text{ cr}}{2}\right)^2}}{2} = 78\,339.7728 \text{ cr}^2$$

Comprobando las diferencias:

$$(280 \text{ cr})^2 = 78\,400 \text{ cr}^2$$

$$\sqrt{78\,339.7728 \text{ cr}^2} = 279.8924 \text{ cr}$$

$$78\,400 \text{ cr}^2 - 78\,339.7728 \text{ cr}^2 = 60.2272 \text{ cr}^2$$

$$\frac{60.2272 \cdot 100}{78\,400} = 0.0768\%$$

No se puede decir que el resultado sea exacto, pero es bastante aproximado, ya que el margen de error no llega al 0.08% (<0.8‰).

Quienes construyeron Keops únicamente tenían que ser capaces de calcular de alguna manera la longitud de la circunferencia en función del radio, el cual sería la altura. No sabemos el valor que le darían a π , pero en un monumento con las dimensiones de esa pirámide los errores no demasiado grandes pasan bastante desapercibidos, y mucho más al efectuar mediciones unos cuarenta y cinco siglos después, ya que no es fácil, por no decir imposible, determinar con exactitud la ubicación de las esquinas de la base y el ángulo de elevación. Las mediciones efectuadas por Flinders Petrie continúan siendo válidas como referencia, y es a partir de ellas que jugamos a que el perímetro de la base es igual a la circunferencia cuyo radio es la altura. A estas alturas del siglo XXI se han podido determinar con mucha mayor exactitud dichas medidas, pero no difieren demasiado de las de Petrie, por lo que las sigo considerando aceptables para jugar a descubrir la planificación original de la construcción.

La cuestión de cómo hicieron en aquella época para elevar por encima de los cien metros pedruscos con un peso de varias toneladas no parece fácil de resolver. Pero está claro que de alguna manera tuvieron que lograrlo, aunque en la actualidad no tengamos la seguridad de conocer las técnicas que realmente emplearon. La hipótesis del arquitecto francés Jean-Pierre Houdin parece bastante interesante: para

subir los bloques de piedra se utilizaría una rampa interna en espiral, y esa especie de hueco que hay en una arista de Keops, a bastante altura, sería un lugar destinado para poder girar los bloques. Esta hipótesis también propone que la llamada *Gran Galería* formaría parte de las rampas por las que se izaron las piedras. Eso es referente a Keops, pero ¿qué pasa con las otras dos? Kefrén y Micerino, pese a tener también una gran galería, parece que carecen de ese hueco en el exterior. No acaban de convencerme del todo las especulaciones sobre cómo fue construida la mayor de las pirámides de Egipto que no tengan en cuenta a las otras dos, de las que no puede decirse que pasen visualmente desapercibidas, ni que sus piedras sean más pequeñas que las de su hermana más alta. Lo de que las pirámides fueron construidas “de dentro hacia fuera” me parece, sin ir más lejos, una verdad de perogrullo.

Acerca de los agujeros en la diorita, tal vez no sería mala idea tener en cuenta la posibilidad de que hayamos tomado como marcas de taladros modernos esas señales porque son a lo que más se parecen, dentro de las tecnologías que conocemos en la actualidad. Nadie que aún viva ha visto como se hicieron, y por eso mismo no podemos negar sin lugar a dudas que en aquella época se perforasen orificios en las piedras mediante técnicas que dejaron esas marcas, las cuales hoy en día nos parecen de taladros industriales. Las suposiciones de que la piedra arenisca era tallada y desbastada martillándola con otras piedras más duras, y que el sarcófago del interior de la cámara del Rey fue cortado “aserrando” con herramientas de cobre utilizando arena, parecen bastante verosímiles. El corte lo llevaría a cabo la arena, para lo cual ni siquiera era necesario que la “sierra” tuviese dientes, bastaría con la abrasión producida por las partículas extremadamente duras que la arena contiene.

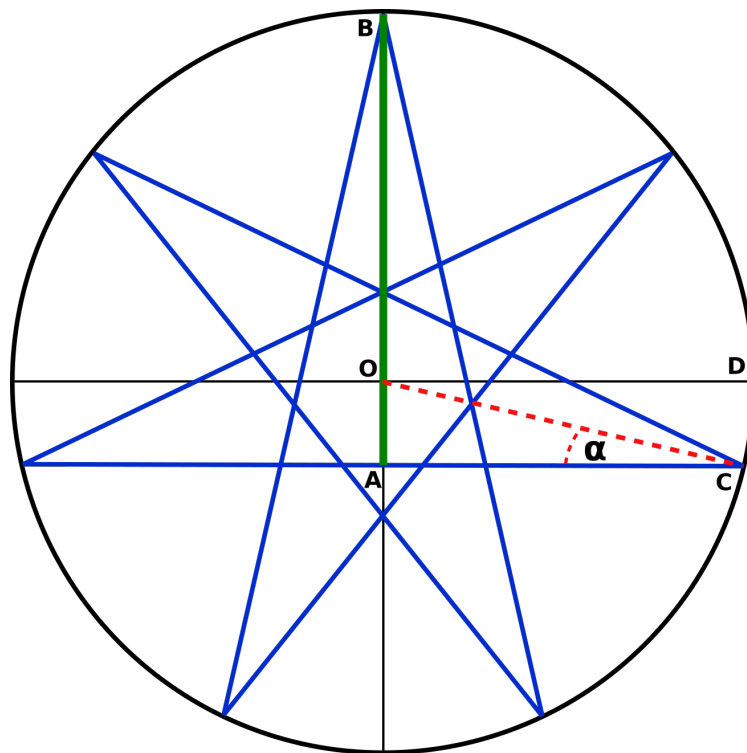
En este juego sobre la planificación de la pirámide de Keops, un servidor siempre ha tomado $22/7$ como valor de π porque al utilizarlo en los cálculos se obtienen muchos números enteros, de ahí la especial atención a la frase atribuida a Al-Jwarizmi sobre que la gente práctica usa dicha fracción como valor de π . Que Keops se construyera utilizando una u otra aproximación a π me es, hasta cierto punto, indiferente. Atribuyo mayor importancia a las intenciones que al resultado de las mismas sobre el terreno. El juego consiste en descubrir el planteamiento teórico para construir la pirámide, otra cosa es que la

teoría fuese llevada a cabo con mayor o menor grado de fidelidad. Sin embargo, diríamos que los supuestos con los que jugamos consiguen un grado de fidelidad bastante alto, al compararlos con las dimensiones mayoritariamente aceptadas de la pirámide.

La altura

En este entretenimiento para desentrañar el proyecto original de construcción de la pirámide cuyo verdadero nombre dicen que es “El Horizonte de Khufu”, la medida que se considera más importante es la altura. A partir de la altura se calcula el perímetro de la base, a partir del perímetro de la base, el lado de la misma, a partir de la altura y del semilado de la base, la pendiente de sus caras, y ya podemos elegir sitio para comenzar a amontonar piedras.

Figura 3. Altura de la pirámide de Keops



En la introducción explico como fue descubierto lo que en mi juego presento como el origen de la altura de Keops, que viene dada

por la estrella de siete puntas inscrita en un círculo de radio igual a doscientos veintinueve codos reales o ciento veinte metros, como cada cual prefiera, uniendo los vértices del heptágono regular tres a tres. Es la línea más gruesa que va del punto A al punto B en la Figura 3, “Altura de la pirámide de Keops”. El punto O es el centro del círculo. El punto A está determinado por la intersección entre el diámetro vertical y la recta paralela al diámetro horizontal que pasa por la punta de la estrella denominada punto C. El punto B es la intersección del diámetro vertical con la circunferencia que a su vez coincide con otra punta de la estrella.

Conociendo la longitud del radio y el valor del ángulo α se puede utilizar la trigonometría para averiguar la distancia OA, que una vez sumada al radio OB nos dará la altura AB de la pirámide.

Siendo r el radio del círculo:

$$\overline{OA} = r \sin \alpha$$

El valor del ángulo α se puede determinar observando que, en el triángulo rectángulo cuyos vértices son OAC, el lado AC es paralelo al radio OD, por lo que los ángulos OCA y COD son congruentes (iguales), y como el ángulo COD está formado por dos séptimos de la circunferencia (el arco que va de B a C) menos los 90 grados del cuadrante, tenemos:

$$\alpha = \frac{360 \cdot 2}{7} - 90 = \frac{90}{7} = 12 + \frac{6}{7}$$

Obviamente la distancia AB se calcula sumando al radio del círculo la distancia OA:

$$\overline{AB} = r + r \sin \frac{90}{7}$$

Y por último, tomando r como factor común, hemos hallado una manera de calcular la distancia AB en función del radio del círculo:

$$\overline{AB} = r \left(1 + \sin \frac{90}{7} \right)$$

De modo que, partiendo de un círculo de 229 codos reales de radio y llamando h a la distancia AB, la altura de Keops en codos reales sería:

$$h = 229 \text{ cr} \left(1 + \sin \frac{90}{7} \right) = 279.9573 \text{ cr}$$

Redondeando a la décima, 280.0 codos reales o 146.6 metros. La diferencia de 0.043 cr con los 280 cr exactos equivale a 2.25 cm, por lo que en el juego asumo que los constructores dieron por buenos los 280 codos reales exactos como la altura de su proyecto piramidal. Sobre todo porque esa cantidad multiplicada por el doble de π —tomado como veintidós séptimos— y dividida después entre cuatro, permite obtener un número exacto de codos reales para el lado de la base: cuatrocientos cuarenta. Pero —por curiosidad— veamos el cálculo:

$$\frac{280 \cdot 2 \cdot \frac{22}{7}}{4} = \frac{280 \cdot 44}{4 \cdot 7} = \frac{280 \cdot 44}{28} = 10 \cdot 44 = 440$$

Resulta sencillísimo obtener la cuarta parte de la circunferencia de 280 cr de radio —que a su vez es el lado de la base—, ya que todo queda reducido a multiplicar por veinte el numerador de π . Pero claro, esto solo es posible debido a la casualidad de que la altura son 280 unidades y, por supuesto, al hecho de haber tomado $22/7$ como valor de π .

Mencionaremos que 229 es el quincuagésimo número primo, para eso nos hemos molestado en averiguarlo. Pero ¿por qué precisamente 229 codos reales? Bueno, a esta pregunta me respondo con que, en lugar de 229 codos reales para el radio del círculo de la estrella, tal vez la casualidad sea que utilizaron 120 metros, es decir, 120 veces la medida del radio de una circunferencia de 12 codos reales, número que puede descomponerse en $3 \times 4 \times 10$ (el tres y el cuatro, su suma, su producto y las potencias de diez parecen recurrentes en este juego).

Creemos haber añadido un elemento más de “misterio” a la controversia sobre la relación entre el codo real y el metro, una de cuyas consecuencias parece ser una pirámide cuya altura está casi a escala de la mínima distancia Tierra-Sol, es decir, que la altura de Keops (cerca de 147 m) es casi proporcional al perihelio terrestre, que es de unos

147 100 000 000 m. Considero destacable que el número de unidades escogido para la altura (280) sea idóneo para obtener números enteros en los cálculos de las medidas de la pirámide incluso con fracciones (tomando veintidós séptimos como valor de π), y que las proporciones aparezcan como potencias de diez.

Aunque la altura de la Gran Pirámide de Giza simplemente podría consistir en el producto de $4 \times 7 \times 10$ codos reales, por supuesto, pero es que estas cosas me resultan de lo más entretenidas mientras espero, ratito a ratito, que mi tiempo se termine.

El lugar

Las coordenadas geográficas del lugar donde está situada la pirámide de Keops son: $29^{\circ} 58' 45''$ N y $31^{\circ} 8' 3''$ E, o en forma decimal: 29.9792° de latitud Norte y 31.1342° de longitud Este. El juego planteado considera que la intención de los constructores fue situarla exactamente a 30 grados norte, ya que esta situación sobre el planeta conlleva algunas características especiales, una de las cuales es formar un triángulo equilátero junto con el centro de la Tierra y el Polo Norte. Este hecho es debido a que estando 30° al norte del ecuador también está a 60° de distancia ($90 - 30$) del Polo Norte, y como cada uno de los tres ángulos de un triángulo equilátero mide 60° , resulta evidente que así sea. Otra de estas características es que su distancia al ecuador permite dividir a una circunferencia en doce partes iguales, y su distancia al Polo Norte es la que permite dividirla en seis partes iguales. La desviación en km de los 30° exactos es de unos 2.32 km (algo así como un paseo en línea recta cercano a la media hora). Por otra parte, debido a la excelente nivelación de la plataforma sobre la que está construida, la altura de la pirámide se puede considerar como una prolongación del radio terrestre.

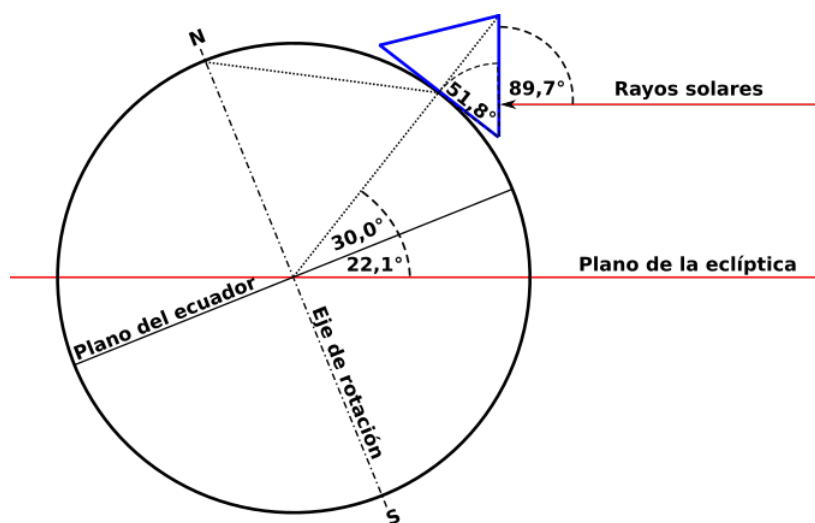
Sus cuatro caras están orientadas a los cuatro puntos cardinales casi con total exactitud; el error es de solo dos o tres minutos de arco, es decir, que la línea recta que une el centro del lado sur de su base con el centro del lado norte prolongada sobre la superficie terrestre, apunta a un sitio que está alejado del Polo Norte geográfico alrededor de unos cinco kilómetros, más o menos lo que podríamos recorrer en un paseo de una hora.

El ángulo de inclinación del eje de rotación de la Tierra da lugar a otra gran coincidencia, comparable a la de la altura de la pirámide respecto a la distancia Tierra-Sol. La menor distancia de la Tierra al Sol (perihelio) es de unos 147.1 millones de kilómetros, mientras que la altura de Keops sería de 146.6 metros, lo que equivale a una escala de nueve órdenes de magnitud (diez elevado a nueve).

Pues sucede que, a mediodía del solsticio de invierno en el hemisferio norte (verano en el sur), los rayos solares caerían casi perpendiculares a la cara sur de la pirámide de Keops cuando la inclinación del eje terrestre fuese la mínima, concretamente con solo 0.3 grados aproximadamente

de diferencia sobre la perpendicularidad total (90°), como se puede apreciar en la Figura 4, “Mínimo ángulo de la cara sur con el plano de la eclíptica”, en la que los rayos solares se consideran paralelos al plano de la eclíptica. Dicho con otras palabras, el plano de la cara sur de Keops es casi perpendicular al plano de la eclíptica durante el solsticio de invierno en el hemisferio norte, que es también cuando la Tierra se aproxima a su perihelio (mínima distancia al Sol). En la actualidad el perihelio ocurre en torno al cuatro de enero, pero en otras épocas puede coincidir con el solsticio. Con una inclinación del eje de rotación terrestre de unos 23.4° , actualmente ese ángulo es de 88.4° aproximadamente ($90 - 23.4 - 30 + 51.8$).

Figura 4. Mínimo ángulo de la cara sur con el plano de la eclíptica



Comienzo del invierno en el hemisferio norte (solsticio)

La inclinación del eje de la tierra varía entre un mínimo de 22.1° y un máximo de 24.5° , siendo la media de 23.3° muy cercana a la inclinación actual, la cual es de unos 23.4° y está en fase decreciente. Este ciclo es bastante largo, de unos 410 siglos, y podría ser que la última vez que el eje terrestre alcanzó su mínima inclinación fuese hace más de 200

siglos. La próxima puede que sea alrededor del año 11 800 de la era actual, dentro de 98 siglos (año mas, año menos).

Es curioso que la pirámide de Keops esté situada *casi* en el punto cuya distancia al ecuador divide a la circunferencia terrestre en doce partes iguales. Sería como si la circunferencia terrestre estuviese a escala de aquella de doce codos reales a cuyo radio llamamos metro desde finales del siglo XVIII. Pero ¿no serían todos los círculos proporcionales entre sí? Tal vez solo sea cuestión de saber elegir el radio adecuado para una escala determinada. ¿Y si hacemos que el radio de una circunferencia de doce codos reales sea una unidad de medida “secreta” o “mágica”? Pues ya es casualidad, mire usted, pero podría ser que a Keops le hubiese tocado una especie de lotería “mágica”. ¿Cuántos miles de monumentos “mágicos” y “sagrados” habrán sido construidos desde la más remota antigüedad hasta nuestros días? Si los que quedan ya nos parecen muchísimos, imaginemos cuántos más se derrumbaron o fueron destruidos. A alguno le tenía que tocar algo de verdadera “magia”, ¿no? Aunque, como dijimos en el apartado dedicado al codo real, tal vez esa supuesta “magia” sea consecuencia de la elección del metro en la Francia de finales del siglo XVIII, lo que demostraría una vez más que la magia no existe, sino que en realidad sigue consistiendo en descubrir buenos trucos y saber emplearlos hábilmente.

La cuadratura del círculo

La cuadratura del círculo es un viejo problema cuyo planteamiento inicial se atribuye a los antiguos griegos. Pero un servidor se reserva el derecho de ponerlo en duda, aún sin aportar pruebas, y pienso que ese problema podría ser bastante más antiguo que los antiguos griegos. Cuentan que su enunciado es: “construir un cuadrado con la misma superficie de un círculo dado utilizando solamente regla y compás”. Sin embargo servidor va a jugar a que el enunciado más antiguo que los antiguos griegos pudo haber sido simplemente: “cuadrar el círculo”, o sea: “construir un cuadrado de las mismas dimensiones que un círculo dado”. Tal cosa no puede ser —y además es imposible, como hubiera dicho el sin par torero Rafael Guerra—, porque si bien parece que tras ímprobos esfuerzos matemáticos y geométricos se han hallado algunas soluciones para construir un cuadrado con la misma superficie que un círculo, solucionando así el primer enunciado, el cuadrado hallado tiene un perímetro distinto al de la circunferencia del círculo origen, por lo tanto se habrá hallado un cuadrado de superficie igual a la del círculo, pero no se habrá cuadrado el círculo, puesto que los perímetros de ambas figuras son distintos. Es curioso que se le haya dado prioridad a la solución basada en la superficie, con lo sencillo que resulta cuadrar el perímetro. Debe ser porque el enunciado dice “círculo” y no “circunferencia”. Pero yo digo que un círculo sin su circunferencia no es nada, vamos, que ni siquiera puede existir, así que insisto en jugar a cuadrar el círculo completo, no solamente una parte.

Antes de reírte de mi pobre inteligencia, te ruego que tengas un poco de paciencia: invoca junto conmigo al espíritu de la niñez que una vez tuvimos, y juguemos. Tomémosnos el segundo enunciado del problema como un acertijo, como algo que “tiene truco”, y juguemos a descubrir ese “truco”. Como con todos los juegos inocentes, si el resultado no es satisfactorio no pasa nada, porque jugando no se puede trastocar el orden natural del universo, pero el juego permite imaginar que las cosas puedan ser de otro modo, de un modo más acorde a un mundo con menos restricciones formales.

Hemos dado por válido que el perímetro de la base de la pirámide de Keops es igual a la longitud de la circunferencia cuyo radio es la

altura ($2 \times 22/7 \times 280 = 440 \times 4 = 1760$ cr), por lo tanto ya tenemos un círculo y un cuadrado con el mismo perímetro. Seguidamente calculemos la superficie del círculo que tiene como radio la altura:

$$s = \pi r^2 = \frac{22}{7} (280 \text{ cr})^2 = 246\,400 \text{ cr}^2$$

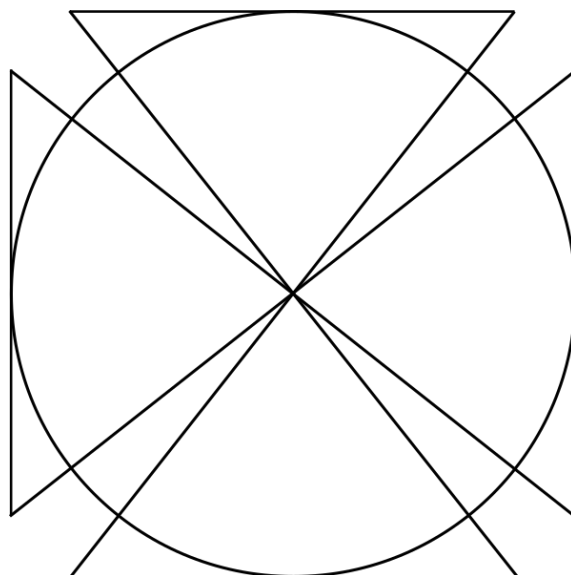
Ahora vamos a buscar el área del cuadrado, para lo cual jugaremos a cortar la pirámide con un super-rayo láser imaginario, en sentido vertical y a todo lo largo de su apotema desde el vértice hasta la base, formando dos mitades iguales. Separemos las dos mitades utilizando algún tipo de super-grúa imaginaria y calculemos el área, o superficie (s), de los triángulos que han quedado al descubierto, cuyas bases y alturas son a su vez el lado de la base y la altura de la propia pirámide:

$$s = \frac{b \cdot h}{2} = \frac{440 \text{ cr} \cdot 280 \text{ cr}}{2} = 61\,600 \text{ cr}^2$$

Multiplicando el resultado anterior por 4 obtenemos $246\,400 \text{ cr}^2$. Esto también es cierto utilizando el verdadero valor de π en lugar de $22/7$ (por si se te ha ocurrido dudarlo), siendo en ese caso el perímetro de 1759.292 cr y la superficie de $246\,300.864 \text{ cr}^2$. Obtendremos mayor precisión cuántos más decimales utilizemos, naturalmente. Pero dejaré que tú mismo hagas las comprobaciones si así lo quieres.

Nuestro juego nos ha proporcionado cuatro triángulos, la suma de cuyas bases es igual al perímetro de un círculo y la suma de cuyas áreas es igual a la superficie del mismo círculo, como aparece representado sobre las dos dimensiones del plano (ancho y largo) en el siguiente gráfico.

Figura 5. La “cuadratura” del círculo



A continuación levantemos esos cuatro triángulos sobre la tercera dimensión (la altura), manteniéndolos unidos por su vértice común y apoyados sobre sus bases hasta que sus otros lados queden unidos dos a dos, y habremos formado una pirámide. Para concluir el juego sólo hay que contemplarla estando situados a cierta altura justo encima de su vértice, e imaginar que lo que tenemos debajo es un cuadrado con sus dos diagonales y con las mismas dimensiones, tanto perímetro como área, que el círculo cuyo radio es la apotema del cuadrado que en realidad es una pirámide. Juguemos a que hemos conseguido resolver la cuadratura del círculo utilizando el “truco” de la tercera dimensión, pongamos a buen recaudo el super-láser y paguemos con nuestro dinero imaginario el alquiler de la super-grúa.

Diríamos que, en este caso, el punto de vista —o la perspectiva— forma parte de la solución del problema. Y, naturalmente, no puedo evitar que a mi juguetona mente acuda un pensamiento: ¿Que la perspectiva sea parte de la solución podría ser un mensaje que nos transmite Keops a través del viejo “acertijo” de la cuadratura del

círculo? Tal vez sí, tal vez no, pero lo que sí es cierto es que he encontrado otra cosa a tener en cuenta en mis “búsquedas”.

Vamos a llamar “pirámide origen” a aquella cuyo perímetro de la base es igual a la circunferencia que tiene como radio su altura, y “pirámide cuadratura” a la que se forma con los cuatro triángulos antes descritos. Ambas pirámides tienen la misma base, siendo la altura de la pirámide origen igual a la apotema de la pirámide cuadratura.

Para obtener la altura de esta nueva pirámide “cuadratura del círculo” utilizaremos el Teorema de Pitágoras, con la altura de Jufu como hipotenusa, y el semilado de la base como un cateto del triángulo rectángulo cuyo otro cateto es la altura a calcular (h) de la pirámide cuadratura:

$$h = \sqrt{(280\ cr)^2 - \left(\frac{440\ cr}{2}\right)^2} = \sqrt{30\ 000\ cr^2} = 100\sqrt{3}\ cr$$

El resultado es la diagonal de un cubo de 100 cr de lado. Esta “cuadratura del círculo” es una propiedad de toda pirámide cuadrangular que cumpla la condición de que el perímetro de la base sea igual a la circunferencia cuyo radio es la altura. Llamando l_b al lado de la base,

$$l_b = \frac{2\pi r}{4}$$

obtenemos su mitad para formar un triángulo rectángulo junto con la apotema (r) y la altura:

$$\frac{l_b}{2} = \frac{\pi r}{4}$$

De nuevo mediante el Teorema de Pitágoras —al que no en vano Johannes Kepler llamó tesoro de la geometría—, calculamos la altura (h) de la pirámide cuadratura, a partir de la hipotenusa (el radio r) y del semilado de la base obtenido anteriormente:

$$h^2 = r^2 - \left(\frac{\pi r}{4}\right)^2 = r^2 - \frac{\pi^2 r^2}{16} = \frac{16r^2 - \pi^2 r^2}{16}$$

tomando r^2 como factor común:

$$16h^2 = r^2 (16 - \pi^2)$$

dejando a un lado del signo igual h y r y sustituyendo π por veintidós séptimos:

$$\frac{16h^2}{r^2} = 16 - \left(\frac{22}{7}\right)^2$$

obteniendo raíces cuadradas y simplificando

$$\frac{4h}{r} = \sqrt{16 - \frac{484}{49}} = \sqrt{\frac{300}{49}} = \frac{10\sqrt{3}}{7}$$

llegamos a la ecuación:

$$28h = 10r\sqrt{3}$$

Pero fijémonos en lo siguiente:

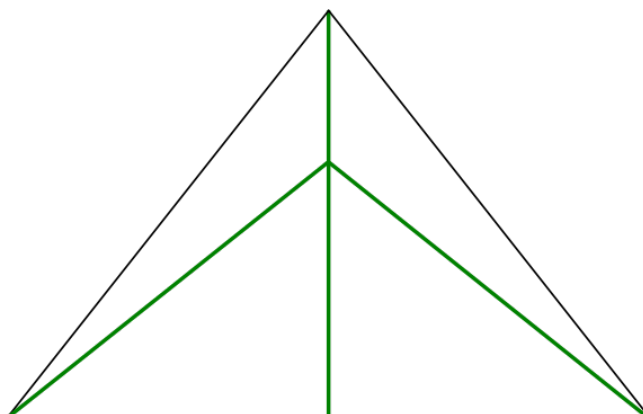
$$\frac{r}{h} = \frac{28}{10\sqrt{3}} = 1.616580753730 \dots \approx \varphi$$

Resulta que las dos partes en que la altura de la pirámide cuadratura divide la altura de su pirámide origen cumplen la proporción áurea o, mejor dicho, *casi* la cumplen. La diferencia no llega a quince diezmilésimas: $(1.618034 - 1.616581 = 0.001453)$. La altura de Keops estaría muy próxima a la diagonal de un cubo de 100 cr de lado multiplicada por la proporción áurea: $100\sqrt{3} \times 1.618034 = 280.2517$ cr. Los 0.2517 cr que sobrepasan los 280 cr exactos equivalen a unos trece centímetros.

Dos cosas nos llaman especialmente la atención llegados a este punto: primera, que si hubiésemos utilizado el π verdadero en lugar de $22/7$, no habríamos encontrado la mencionada aproximación a la proporción áurea, y nos hubiese pasado desapercibida la posible relación entre la altura y la diagonal del cubo de 100 cr de lado. La

segunda es que la altura sea precisamente de 280 unidades (28×10). Esto podría dar pie a especulaciones sobre si los constructores conocían esta propiedad de la pirámide cuadrangular con el perímetro de la base igual a la circunferencia que tiene como radio la altura, escogiendo para Keops una altura tal que lo pusiera de manifiesto fácilmente, esto es, directamente proporcional al numerador de “su” razón áurea (28). Tal vez esto eche por tierra el juego de la estrella de siete puntas (o lo refuerce, según opiniones), pero en compensación nos provee de otra interesante disquisición sobre los conocimientos de quienes amontonaron todas esas piedras en ese lugar, de esa forma y con esas medidas.

Figura 6. Corte de las dos pirámides superpuestas



En la figura anterior podemos ver el corte resultado de convertir la altura de la pirámide origen en la apotema de la pirámide cuadratura manteniendo la misma base. Las dos partes en que se divide la altura de la pirámide origen con esta operación guardan entre sí una proporción casi igual a la razón áurea o número de oro. Si le damos 2.8 unidades de altura a la pirámide exterior (origen), la altura de la pirámide interior (cuadratura) será la raíz cuadrada de tres o estará muy próxima, dependiendo del valor que le demos a la razón áurea.

También podríamos jugar a la “pentagonatura”, la “exagonatura”, etc. del círculo, pero quizás eso pueda ser considerado como jugar

demasiado, ya que con toda probabilidad acabaríamos en el terreno de las matemáticas y la geometría, saliéndonos de nuestra “zona de confort” relativa a las pirámides y especialmente a la de Keops.

Hemos encontrado en El Horizonte de Jufu aproximaciones (buenas aproximaciones, diría yo) a dos constantes importantes: π y ϕ . La de π es, como ya vimos, veintidós séptimos, y la de ϕ ha resultado ser veintiocho dividido entre la raíz cuadrada de trescientos. Curiosamente (o tal vez como sería de esperar), esta aproximación a la razón áurea tiene la particularidad, al ser multiplicada por la diagonal de un cubo de 100 unidades de lado, de arrojar un número entero para la altura.

$$h = \varphi \cdot 100\sqrt{3} = \frac{28}{10\sqrt{3}} \cdot 100\sqrt{3} = \frac{2800\sqrt{3}}{10\sqrt{3}} = 280 \text{ cr}$$

Para finalizar este apartado mencionaré otra coincidencia, ciertamente algo rebuscada, pero es que no puedo resistirme a echar un poco más de leña al fuego.

$$120 \text{ m} \left(1 + \sin \frac{90}{7} \right) = 146.7025 \text{ m} = 146.7 \text{ m}$$

$$\varphi \left(100\sqrt{3} \right) = 280.2517 \text{ cr}$$

$$280.2517 \text{ cr} \times 0.5236 = 146.7398 \text{ m} = 146.7 \text{ m}$$

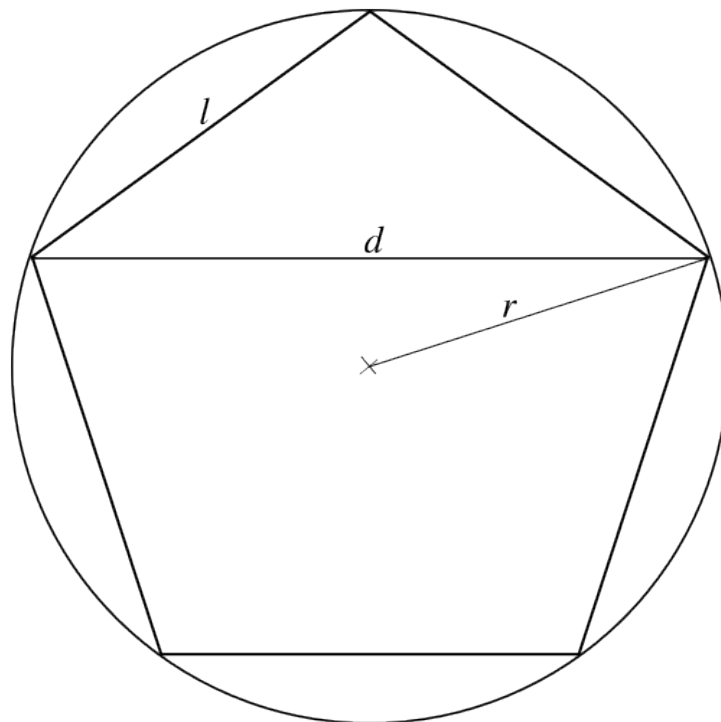
Calculando la altura de Keops a partir de la estrella de siete puntas inscrita en un círculo de 120 metros de radio obtenemos 146.7025 m, y pasando a metros el producto de la razón áurea por la diagonal de un cubo de 100 cr de radio obtenemos 146.7398 m. La diferencia es de solo 3.7 centímetros. Pero eso sucede utilizando el valor verdadero de la razón áurea, no la aproximación hallada, porque si utilizáramos esta última no hay duda de que el resultado sería de 280 cr exactos (146.608 m). También pudiera ser que, si le diéramos suficientes vueltas a la diagonal de cierto cubo alrededor de la pirámide de Keops, o incluso al propio cubo, apareciera alguna que otra nueva coincidencia, pero pondremos el punto final de este capítulo aquí.

El pentágono regular

inscrito en la circunferencia

Una vez descubierta en el capítulo anterior la relación que guardan entre sí la altura de Keops, llamada pirámide origen, y la altura de la otra pirámide que hemos llamado “cuadratura”, que no es ni más ni menos que la razón áurea, he caído en la cuenta de que el valor de *phi* también está presente en el pentágono regular: se obtiene dividiendo la diagonal del mismo entre su lado.

Figura 7. Pentágono regular inscrito



Si le damos al lado de un pentágono regular el valor de la altura de la pirámide cuadratura, que viene a ser el mismo que la diagonal de un

cubo de 100 cr de lado (raíz cuadrada de 30 000 o 100 por raíz cuadrada de 3), el valor de la diagonal del pentágono será la altura de Keops:

$$d = 100\sqrt{3} \text{ cr} \left(\frac{1 + \sqrt{5}}{2} \right) = 280.2517 \text{ cr}$$

El resultado excede aproximadamente 1/4 de codo real a la altura que consideramos en nuestro juego sobre el proyecto original. Por supuesto, es la misma operación (diagonal del cubo de lado igual a 100 cr multiplicada por el verdadero valor de la razón áurea) que realizamos en el capítulo anterior al comparar la diferencia entre obtener la altura con la aproximación a *phi* (28 dividido entre raíz cuadrada de 300) y con su verdadero valor.

La curiosidad —arma de doble filo— me impelió a calcular la medida del radio de la circunferencia en la que está inscrito el pentágono:

$$r = \frac{l}{2 \sin \frac{\pi}{5}} = \frac{100\sqrt{3} \text{ cr}}{2 \sin \frac{\pi}{5}} = \frac{173.20508 \text{ cr}}{1.17557} = 147.3371 \text{ cr}$$

La geometría ha determinado que la cifra de la longitud del radio en codos reales esté muy cerca de la altura de Keops en metros, de modo que acabo de enterarme de que el resultado de dividir el radio de un pentágono regular (inscrito en un círculo) entre su diagonal, está muy próximo al valor de *pi* dividido entre seis:

$$\frac{r}{d} - \frac{\pi}{6} = \frac{147.3371}{280.2517} - \frac{\pi}{6} = 0.5257 - 0.5236 = 0.0021$$

No pienses que si calculas el cociente del radio de otro pentágono regular dividido entre su diagonal te va a dar un resultado diferente, ya que ambas distancias están relacionadas geoméricamente de la misma manera que, en cualquier pentágono regular, la división de la diagonal entre el lado es igual al número áureo. Pero si lo dudas te animo a comprobarlo, que así es como se consigue aprender cosas.

En fin, resulta que si tomamos la diagonal de un cubo de 100 cr de lado como el lado de un pentágono regular, la diagonal de ese pentágono

es la altura de Keops, y la cifra de su radio, expresada en codos reales, está muy próxima a la altura de Keops expresada en metros, por lo que también estaría a escala de la menor distancia Tierra-Sol. Y esa escala es todavía más precisa que la altura de la propia Keops. Pero... un momento, que me estoy liando: he mezclado medidas en codos reales con escalas en metros, y eso no funciona. La explicación es que el cociente de la división del radio entre la diagonal del pentágono está muy próximo a π dividido 6. Y ya está. Las medidas en metros de nuestro pentágono inscrito son: $l = 90.6902$ m; $d = 146.7398$ m y $r = 77.1457$ m. Aunque bien pudiera ser que el codo real y el metro estén predestinados a relacionarse íntimamente, dada su aparente insistencia en copiarse las cifras.

Estas cosas hay que tomárselas con sentido del humor, uno no quiere correr el riesgo de acabar sus días construyendo pirámides de cartón y haciendo cálculos en bucle, buscando la manera de fabricar la máquina del tiempo, o con un gorro de papel de aluminio para que los extraterrestres no me sequen el cerebro por haber descubierto algunos de sus “secretos”, ocultos durante tanto tiempo en ese enorme majano triangular de base cuadrada.

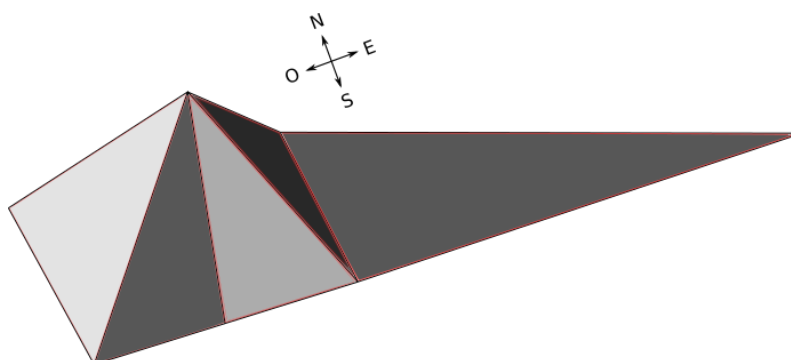
Las ocho caras

Hasta el momento hemos tratado la pirámide de Keops como si sus caras estuviesen formadas por cuatro triángulos, pero sucede que en realidad lo están por ocho. La apotema de cada cara se hunde hacia el interior de la pirámide en un ángulo de $27'$ (0.45°) lo que significa que las dos semi-caras forman entre sí un ángulo de $179^\circ 4'$ o 179.0667° . Esto hace que la longitud de la base entre las apotemas opuestas se acorte entre 60 y 90 centímetros por lado (entre 1.20 y 1.80 metros en total). Pasándolo a codos reales me inclino por 12/7 por cara o 24/7 en total. Esto es prácticamente imperceptible, aunque las mediciones del egiptólogo Flinders Petrie ya parecían indicarlo. Fue gracias a una fotografía tomada en 1934 atribuida a la R.A.F. británica que este efecto quedó demostrado visiblemente. Aunque parece ser que la fecha de la fotografía no está demasiado clara, ya que unos hablan del 21 de marzo de 1934 (equinoccio de primavera en el hemisferio norte), pero otros más observadores se fijan en que la cara norte está algo iluminada según el ángulo de la sombra, cosa de que no debería suceder en los equinoccios sino más bien en los solsticios, y deducen que esa fotografía no pudo haber sido tomada en un equinoccio sino probablemente un 23 de Mayo o un 22 de Julio. La cara Sur es la que presenta el “efecto relámpago” (se ve dividida en dos). Los rayos solares inciden desde el Oeste estando el Sol bastante bajo, lo que parece corroborar la hora atribuida a la fotografía, las 18:00 —aunque también hay quien dice que a esa hora aún debería estar más bajo— y a la derecha está la cara Este. La cara Norte no es visible desde la posición del avión. De cualquier forma, la doble cara queda patente y con eso es suficiente.

La explicación que parece más universalmente aceptada es que esta división de las caras en dos planos permite un llamativo efecto óptico en los equinoccios, llamado *efecto relámpago*, que consiste en una especie de destello producido sobre la cara sur al amanecer y al atardecer, en el momento en que la luz del Sol pasa de una semi-cara a la otra. Si tenemos en cuenta que la pirámide estuvo recubierta de losas perfectamente pulidas, en esas condiciones el efecto debió ser impresionante. Pero, ciertamente, no podemos saber si el recubrimiento

en realidad anulaba este efecto, rellenando el ángulo en lugar de potenciarlo.

Figura 8. El llamado “efecto relámpago”



Es como si “El Horizonte de Jufu” no fuese una única pirámide, sino varias relacionadas entre sí, aunque visiblemente solo aparezca una. De momento ya hemos encontrado que con los triángulos formados sobre el plano de su corte a lo largo de la apotema podemos jugar a la cuadratura del círculo, formando otra pirámide cuya menor altura encaja en la proporción áurea respecto a la altura original, pero sin tener en cuenta la “concavidad” de sus caras. Y ahora nos encontramos con otra pirámide de ocho caras que pareciera haber sido diseñada para destacar los equinoccios, así que ya llevamos “tres en una”.

En este juego, las ocho caras únicamente suponen un indicativo de los equinoccios y, por supuesto, una demostración más de la precisión con que la pirámide fue construida. Otra demostración de precisión, según he leído, es que la desviación de su hipotético vértice sobre el centro de la base sería únicamente de unos seis milímetros, algo sin duda digno de admiración caso de poder comprobarse, pero personalmente sospecho que esto es más bien pura especulación, porque no creo que pueda determinarse el lugar exacto que ocuparía el vértice de la pirámide, así que esto lo veo más bien como una forma de “arrimar el ascua a la sardina”.

Como nadie que aún viva estuvo allí para verificarlo, ese “efecto relámpago” no necesariamente tuvo que ser exactamente calculado.

Puedo imaginar un diálogo parecido al siguiente entre el sacerdote, o jefe supremo del proyecto, y el capataz encargado de dirigir a los obreros:

CAPATAZ. Jefe, las apotemas nos han quedado algo hundidas.

JEFE. ¿Cómo? ¿Las cuatro?

CAPATAZ. Las cuatro. ¿No te acuerdas que trazamos la orientación de la cruz central de la base con la misma cuerda? Debió mojarse y encoger.

JEFE. (*Exclamando ampulosamente*) ¡Los dioses se sentirán decepcionados!

CAPATAZ. Ni se te ocurra pensar en desmontarla y volverla a montar. Nos hemos dado cuenta cuando vamos casi por la mitad, y esto sigue adelante tal y como está o te enfrentarás a una huelga. Además, a Anubis le va a dar igual; Osiris, Isis y Seth están a lo suyo, y Ra seguirá viendo un gran cuadrado desde el cielo.

JEFE (*En voz baja*) En verdad me preocupa el faraón, no vaya a ser que le dé por cortar cabezas y empiece por las nuestras.

CAPATAZ. (*En voz más baja aún*) Ah. Tranquilo, ni se va a dar cuenta. A simple vista no se nota.

JEFE. ¿Seguro?

CAPATAZ. Y tan seguro. Lo que yo te diga. ¿Se va a poner el faraón a medir la base? Eso no es digno de un dios. Y aunque se pusiera, no sabe distinguir un codo de su rodilla... (je, je).

Y llegó el día de la inauguración, equinoccio de primavera. Al amanecer, Ra iluminó primero una semi-cara, luego la otra, y el murmullo de admiración procedente del gentío retumbó en la explanada como la voz de Anoukis, que habla con estruendo allí donde las aguas del Nilo caen desde lo alto.

CAPATAZ ¡Por todos los escarabajos peloteros! ¿Has visto eso?

JEFE ¡Increíble lo de las apotemas! Ahora mismo voy a pedirle al faraón que tallen mi nombre para la posteridad.

CAPATAZ. ¡Ja! Que tengas suerte. No te lo crees ni tú, Imhotep.

Las coincidencias

Las coincidencias de la pirámide de Keops no son que de sus dimensiones se pueda obtener el número π y la razón áurea ϕ , o que el área de cada una de sus caras sea casi igual al cuadrado de la altura ni nada de eso. Ni siquiera la supuesta “cuadratura del círculo” que hemos jugado a encontrar. Todo eso es consecuencia lógica de que el perímetro de la base es igual a la circunferencia cuyo radio es la altura, no hay más que verlo para darse cuenta. Las verdaderas coincidencias de la pirámide de Keops, en opinión de quien esto escribe, serían:

- *La unidad de medida*
Un codo real es $0.5236 \text{ m} = \pi/6 \text{ m}$, por lo que el metro es el radio de una circunferencia de doce codos reales (no diez ni catorce, sino precisamente doce), teniendo como consecuencia que la distancia de la pirámide al ecuador medida en codos reales es casi la misma cifra que el radio de la Tierra medido en metros.
- *La altura*
La altura es casi proporcional a la menor distancia Tierra-Sol (perihelio) en una escala de 10^9 , pudiendo proceder bien de una estrella de siete puntas inscrita en un círculo de 229 cr de radio (o 120 m), o bien del producto de la razón áurea por la diagonal de un cubo de 100 cr de lado.
- *Los rayos solares en el solsticio de invierno del hemisferio norte*
Los rayos solares inciden casi perpendicularmente al plano de la cara sur a mediodía del solsticio de invierno en el hemisferio norte, más cerca de los noventa grados cuanto más próximo a su mínima inclinación se encuentre el eje de rotación terrestre. Esto sucede estando la pirámide situada casi a 30° norte, latitud equidistante (en línea recta) del Polo Norte y del centro de la Tierra. Además, la inclinación de las caras es la de toda pirámide cuadrangular que cumpla la condición de que el perímetro de la base sea igual a la circunferencia que tiene como radio la altura.

Por lo que se refiere a la orientación de sus caras *casi* exactamente a los cuatro puntos cardinales y a la nivelación de la base, la cual permite considerar la altura como prolongación del radio terrestre, no creo que sean simples casualidades, sino más bien consecuencia directa de la precisión con la que fue construida.

Dándole vueltas a estas coincidencias, se me ocurrió jugar a imaginar como sería un mundo perfecto, o mejor, *casi* perfecto. Un planeta en el que cada giro sobre su eje constituyera a su vez un grado de desplazamiento en la órbita alrededor de la estrella, *casi* como la Tierra, que tiene un año de 365.25 días, con lo que un día viene a ser 1.015° de desplazamiento en una órbita circular, aunque sabemos que la órbita terrestre no es circular, sino *casi* circular. Un planeta cuyo eje de rotación estuviese inclinado sobre el plano de su órbita, lo que permitiría extender la zona de “cómoda habitabilidad” hasta bastante cerca de ambos polos, y con un satélite, la Luna, que permitiera mantener esa inclinación estable, dentro del margen de unos tres o cuatro grados. Un satélite de rotación síncrona cuyo tamaño fuese 400 veces más pequeño que el de la estrella, pero que también estuviese 400 veces más cerca del planeta que la estrella. Estas características permitirían dividir el periodo orbital (año) en doce partes de 30 días (o “grados”), y debido a la inclinación del eje de rotación, sólo en dos días concretos del año (los equinoccios) la estrella aparecería justo por el Este y desaparecería justo por el Oeste. La inclinación del eje también daría lugar a un día con más horas de luz que ningún otro día del año y a una noche con más horas de oscuridad que ninguna otra noche del año, que son los solsticios. Los giros del planeta alrededor de la estrella serían ideales para llevar la cuenta del tiempo, que es como llamamos al continuo devenir de sucesos de toda índole. Pero los giros del satélite alrededor del planeta también permitirían dividir cada periodo de 30 días (mes) en cuatro periodos de 7.5 días, que podríamos redondear a los siete días (número “mágico”) de la semana. Es curiosa la coincidencia de este mundo imaginario con el calendario egipcio que se menciona en los llamados *Textos de las Pirámides*, el cual constaba de 365 días, repartidos en 12 meses de 30 días (360 días o “grados”), más 5 días que se añadían al final del último mes. Esos cinco días “extra” parece ser que se dedicaban a celebraciones relacionadas con sus dioses y a diversas fiestas, como si fuesen días

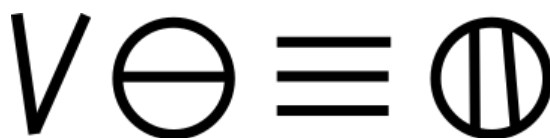
sobrantes, necesarios para “cuadrar el año” pero irrelevantes, ya que estarían fuera del círculo perfecto de 360 días. Ese calendario dividía los meses en tres períodos de diez días, siendo las potencias de diez las utilizadas para representar los números más grandes.

También es coincidencia que desde tiempos muy antiguos el recorrido de la Tierra alrededor del Sol haya estado marcado por doce constelaciones, a las que llamaron (aún hay quienes lo siguen haciendo) Zodíaco y que ahora llamamos Eclíptica. El surgimiento de cada una de esas doce constelaciones por el este marcaba el comienzo de un nuevo período de unos treinta días, que no tiene por qué ser coincidente con un mes del calendario, y la observación de que a través de los siglos no sea la misma constelación la que aparece siempre el mismo día del año, ha contribuido a que nos demos cuenta de que el eje de rotación se mueve (“cabecea”), lo que hemos llamado “precesión de los equinoccios”. La astrología sigue diciendo que al comienzo de la primavera el Sol se “proyecta” sobre Aries, cuando en la actualidad lo hace sobre Piscis, dado el tiempo que ha pasado desde que los primeros astrólogos hicieron sus cálculos. Pero es curioso que la astronomía siga hablando del “punto Aries” para referirse al punto vernal, que es por donde el Sol parece “atravesar” la eclíptica (o el zodíaco) cuando “pasa” del hemisferio sur celeste al del norte celeste. En ese momento comienza la primavera al norte del ecuador terrestre y el otoño al sur. Recordemos que, en la antigüedad nortea, el año comenzaba con la primavera.

El tetragrama

Los cuatro signos que aparecen en la imagen siguiente están grabados en la entrada original de la pirámide de Keops. Claro que podrían haber sido hechos por cualquier grafitero de la cantería y nosotros aquí, buscándoles sentido. En fin, vamos a suponer que están ahí con algún propósito, aunque solo sea para hacer algo más entretenidos algunos momentos de nuestra existencia.

Figura 9. Los pictogramas de la entrada



Un servidor va a aportar sus ocurrencias —faltaría más—, pero sin pretender desvelar el porvenir del universo, ni el origen de la inteligencia humana, ni demostrar que nos visitan, o visitaron, razas alienígenas ni otras cosas. Un servidor va a jugar sin más a que esos signos representan el número cuatro. Respecto a su posible pertenencia al alfabeto tfinagh, únicamente veo coincidencias en los dos primeros caracteres de izquierda a derecha, que vendrían a ser por su orden *yad fricativa* y *yab*. A los otros dos caracteres no les encuentro correspondencia, ya que descarto el *yey* porque no está compuesto de tres líneas horizontales, sino de una línea horizontal en medio de dos óvalos, uno arriba y el otro debajo. Aunque bien pudiera ser, ¿por qué no? Con el tiempo, la escritura de algunos caracteres ha podido evolucionar desde los signos del tetragrama de Keops a algún otro más reciente. Pero voy a entretenerme en exponer mi juego sobre el número cuatro porque para eso se me ha ocurrido.

Sabiendo contar está claro que los signos son cuatro, y será por eso que les llaman “tetragrama”. Aparentemente no tienen relación con ninguna otra cosa escrita o grabada en los momumentos egipcios, no son jeroglíficos y eso añade enjundia a su misterio. Mis argumentos para decir que representan el cuatro son bastante simples, intentan responder a la cuestión de cuál sería un buen método para representar el número cuatro de manera que pueda ser entendido por cualquiera, sea cual sea

su idioma, su cultura, o el sistema de numeración que use. ¿Por qué precisamente el cuatro? El hecho de que los signos sean cuatro no es suficiente aval, por supuesto, así que trataré de expresarme lo mejor que me sea posible para hacerme entender. Esta es una de esas cosas que uno aprehende de manera más intuitiva que racional, por lo que llevar a cabo una exposición razonada y con lógica puede que me resulte algo más difícil de lo habitual, que ya es decir.

Atendiendo a las características de nuestra mente, de nuestra forma de percibir el mundo, de aprehenderlo en el sentido de llevarlo allí donde internamente nos resulta cómodamente comprensible, los números se podrían clasificar en anodinos e importantes, pero ojo, que esta clasificación depende en alto grado del contexto en el que el número sea utilizado. El mismo cuatro, por ejemplo, utilizado en el contexto de la construcción de una pirámide como la de Keops es un número de altísima importancia, pero utilizado en el contexto de la edad de mi hijo es un número anodino, ya que en este segundo caso lo importante es mi hijo y el número solo refleja la cuenta de su edad. Imaginemos una especie de traductor mecánico, o una IA (inteligencia artificial), que consiga aplicar contexto descomponiendo cualquier oración gramatical de un determinado idioma en unidades simples, atendiendo al significado en el contexto adecuado de cada sintagma y cada unidad lingüística a tener en cuenta, para establecer su representación simbólica, la cual consistiría en números. Una vez hallados esos números “simbólicos” de una indeterminada y variable cantidad de dígitos, y correlacionados de forma que cualquier lengua cuyas reglas tengamos implementadas en nuestra imaginaria —y todo lo potente que haga falta— computadora, puedan ser interpretados de la misma forma en cuanto a su significado lingüístico, se recorrería el camino inverso para el otro idioma, llegando a la construcción de la oración final partiendo de los significados, tanto simbólicos como concretos, presentes en los números obtenidos, para conseguir por fin una oración en un segundo idioma (o en varios a la vez) con el significado y sentido que se le aplica en el primero. Para lograr esto haría falta una interpretación numérica extensísima y me voy a atrever a dar ideas, para tu mayor diversión y jolgorio.

Supongamos que queremos empezar por el principio, pero, ¿cómo aprehender el concepto de “principio”? ¿Qué sería aquello que nuestra mente identifica como lo más ínfimo y pequeño que pueda concebirse? El punto. Si nos paramos a meditar, que no es exactamente lo mismo que reflexionar, nos daremos cuenta de que no somos capaces de concebir nada más ínfimo que un punto. Un punto puede ser todo lo pequeño que seamos capaces de imaginar, pero nada en el interior de nuestra mente puede ser más pequeño que un punto, que el punto.

¿Qué número le correspondería al punto en nuestro imaginario traductor mecánico? Pues está claro que el uno. El uno representa la mínima unidad de existencia, por así decirlo. Si algo tiene existencia, existe al menos una vez o no es cierto que exista. Por lo tanto, el principio de todo sería representable por el número uno, y en cada contexto y significado donde el concepto “principio” tenga cabida estaría presente dicho número uno. Hago énfasis en que he mencionado “concepto principio”, no “definición de principio”. Este matiz lo considero importante. Pero, de la misma forma que el punto puede ser entendido como el principio de todo lo aprehensible, también es el final a donde todo converge. El punto, y por consiguiente el uno, puede representar tanto el principio como el final universales. En nuestra forma de hablar cotidiana lo tenemos presente en expresiones como: “punto de partida”, “punto final”, “punto de encuentro”, “punto y aparte”, etc. Fijémonos, por ejemplo, en cualquier explicación de la teoría del Big-Bang como origen del universo, y a ver si no encontramos el término “punto”. Y es que, al principio, todo estaba en un punto. Y puede ser que, al final, todo converja en un punto.

¿Cómo representaríamos el número uno? Con un punto. ¿Cómo representaríamos el punto? Como el origen conceptual común de, al menos, dos líneas. No vale una mancha, por pequeña que sea, porque conceptualmente no sería aprehensible. El punto tiene que ser algo único que al menos dos líneas tengan en común, tal como está representado en el primer signo, leyendo de izquierda a derecha, del tetragrama. Tengamos en cuenta que la mínima representación de una línea es una sucesión de puntos y que dos líneas, rectas o no, pueden pasar por un mismo punto.

El uno se puede representar por un punto, y un punto se puede representar por el origen común de dos líneas. Primer símbolo. De hecho, nuestro uno es casi igual pero invertido, las dos líneas se dirigen hacia abajo en lugar de hacia arriba.

Como el punto es intangible, para poder hacerlo tangible lo convertimos en círculo. El círculo es todo aquello que puede ser concebido y que tiene su origen en el punto (¿el Big Bang?). Lo que está dentro del círculo existe y su exterior es la no-existencia, el caos y la nada. El punto se ha convertido en el centro, pero el círculo sigue siendo uno. El lenguaje da cabida a expresiones como: “círculo de amistades”, “centro comercial”, “estar descentrado” (o “centrado”) etc. El diámetro divide al círculo en dos partes, y aunque todavía no podemos orientarnos del todo ya contamos con una mínima referencia binaria (o dual) de lo uno y lo opuesto, frío y calor, masculino y femenino, bien y mal: el Ying y el Yang en definitiva. Un círculo con un diámetro será, por tanto, el dos. Un segundo diámetro perpendicular al primero ya nos permite orientarnos (Norte, Sur, Este y Oeste) y estaríamos hablando del número cuatro.

Para representar el tres no sirve el triángulo, por ejemplo, porque podría ser interpretado como una única forma, algo relacionado con lo sólido, lo indestructible, porque el triángulo es la única construcción indeformable. Han de ser tres elementos separados, que no dejen lugar a dudas de que son tres. Iguales, pero tres. Esto puede que refuerce los conceptos del uno y del dos: aquí hay tres cosas, luego esto podría ser el uno, esto el dos, y esto el tres. Servirán tres líneas horizontales, como un triángulo “desmontado”.

¿Y cómo identificamos el cuatro? Un círculo con dos diámetros iría bien, tal vez incluso reforzaría el dos, pero podría ser confundido con el símbolo en sí mismo, con la cruz. Lo mismo puede pasar con el cuadrado. ¿Y si optamos por representar el sistema numérico? Tendría que ser posicional, pero sin duda esas nociones aparecerán en un momento u otro. Bien, utilizaremos un signo que no tenga nada que ver con los anteriores, que esté ahí únicamente para ocupar un lugar, incluso peor hecho que el resto, algo así como un círculo inservible, para indicar que ese último símbolo que no encaja con los demás representa el paso al siguiente orden de magnitud y, si se utiliza solo,

significaría la nada. A un círculo inútil, o sin significado por sí mismo (el significado lo da su posición respecto al resto de símbolos), nosotros lo llamamos “cero”. Y todos juntos son cuatro. También se me ocurre pensar que las dos líneas verticales de ese “círculo inútil” podrían aludir a los dos diámetros que representarían el cuatro, pero uno de ellos —precisamente el horizontal— se ha cambiado de posición para evitar la confusión con la cruz.

Respecto a cuál debería ser el orden de lectura, si de izquierda a derecha o de derecha a izquierda, pienso que es irrelevante, ya que no estamos leyendo cantidades sino interpretando símbolos. Cada símbolo habla por sí solo, lo leamos en el sentido que lo leamos. “Leerlos” de izquierda a derecha (1, 2, 3, 0) es lo mismo que de derecha a izquierda (0, 3, 2, 1). Considero más importante que estén correlacionados y, según mi interpretación, lo están.

Pero fíjate bien, míralos con detenimiento. ¿No se parece un símbolo a nuestro '1' al revés? Y el '2' bien podría ser una estilización del que tiene el diámetro horizontal, utilizando solo la semi-circunferencia superior y “estirándola” antes de llegar al “diámetro”. Para obtener el '3' basta unir con dos arcos los extremos derechos de las líneas horizontales. Y si le quitáramos, digamos por pereza al escribir, las dos líneas verticales a ese otro círculo... Pues sí, estamos jugando a encontrar el parecido. La pareidolia suele acompañar a los juegos imaginativos y la imaginación es parte de nuestra mente.

Hay preguntas que, según parece, nunca podrán ser contestadas, así que las respondemos de la mejor manera que se nos ocurre. ¿Tenemos evidencia científica de que la pirámide de Keops fue construida hace unos 4 500 años? Si afirmara, por ejemplo, que esa construcción tiene 200 000 años ¿podría alguien demostrar científicamente que eso es falso? No considero prueba suficiente que lo dijera Herodoto (¿sabía quien se lo contó a él lo que realmente suponen mil años, o lo dijo como para expresar una gran cantidad de tiempo?). No me vale que en sus inmediaciones se hayan encontrado restos orgánicos y pergaminos de hace tres o cuatro mil años. Cualquiera puede enterrar algo en cualquier momento en cualquier lugar, y esos pergaminos podrían proceder de una especie de “centro de investigación” ubicado en las inmediaciones de Keops porque era el modelo a seguir para construir otras pirámides.

Esa pirámide está hecha de piedra, y la edad de la piedra vendría a ser algo menos de la edad de la Tierra, teniendo en cuenta el tiempo que tarda en formarse. No admito las alineaciones de los conductos con ciertas estrellas, porque esas alineaciones se repiten cada vez que el eje de rotación terrestre, en su ciclo precesional, vuelve a apuntar al mismo sitio y que si apuntan, o apuntaban, a alguna estrella o constelación en particular, es fruto únicamente de la casualidad. Si dijera, por ejemplo, que la fecha de construcción de la pirámide fue por la época en que los rayos del Sol caían exactamente perpendiculares a su cara sur en el solsticio de invierno ¿se podría rebatir científicamente? Pero sin decir que es imposible porque hace tanto tiempo nadie sabría ni podría levantarla, ya que eso no lo considero totalmente objetivo. Quiero que sea rebatido sin suponer nada y únicamente con pruebas científicas. Tampoco admito basar la fecha de su construcción en la época en que vivió el fararón llamado Keops, o Jufu, ya que no está del todo claro si su nombre fue escrito dentro de la pirámide hace cuarenta y cinco siglos o bastante menos, pero aún dando crédito a los cartuchos con su nombre, pudo ser que se la atribuyera en lugar de mandar construirla. También habría que demostrar sin lugar a dudas que las pirámides consideradas peor hechas, como por ejemplo la acodada, son anteriores a la de Keops y no intentos posteriores de imitación. Además, mientras no encuentre una demostración irrefutable, un servidor seguirá pensando que la llamada “Pirámide de Keops” no se construyó para ser una tumba, aunque algunas otras pirámides sí lo fuesen. Lo que creemos saber sobre la edad y la utilidad de Keops está basado en opiniones, únicamente en opiniones. Sí, son opiniones de personas que han estudiado mucho la antigüedad y han traducido pergaminos y jeroglíficos, y han llegado a las mismas conclusiones (quiero decir opiniones) por diferentes caminos, pero lo cierto es que lo que creemos saber, tanto sobre la utilidad como sobre la edad de Keops, únicamente está basado en opiniones. Lo que no parece mucho, objetivamente hablando.

Lo anterior no ha sido más que pura especulación, un intento de corroborar que casi todo lo que creemos saber sobre el pasado de esas pirámides puede estar equivocado, y tenemos que aceptarlo así. Siempre habrá preguntas sin respuesta, misterios sin solución, algo que

no podemos saber a ciencia cierta por mucho que lo intentemos, y esto es precisamente lo que me atrae de esa construcción de piedra: que a veces (y ya van casi demasiadas) me hace replantearme lo que sé, o creo saber, sobre el origen de algunas cosas. Ciertamente y sin lugar a dudas las casualidades existen, pero es que son tantas en el mismo sitio...

Y Keops no está sola. Forma parte de un conjunto de tres pirámides y una esfinge, que suman cuatro monumentos. Cuatro son los puntos cardinales. Cuatro las fuerzas fundamentales, según parece: la nuclear fuerte, la nuclear débil, el electromagnetismo y la gravedad. Tenemos cuatro estaciones, la Luna tiene cuatro fases, los antiguos decían que cuatro elementos lo formaban todo (aire, tierra, agua, fuego), y hablamos de que percibimos cuatro dimensiones (ancho, largo, alto y tiempo), y también que el ADN tiene cuatro tipos de moléculas llamadas bases. Hasta Los Beatles fueron cuatro. Algunos de esos conjuntos de cuatro elementos (olvidemos la broma de Los Beatles) parece que en realidad estén formados por tres más uno, como por ejemplo las fuerzas fundamentales y las dimensiones. La gravedad todavía no se ha encajado del todo con las otras tres, por lo que tengo entendido, y la dimensión temporal también parece estar un poco aparte de las otras. Como la esfinge, que pertenece al conjunto pero a la vez es otra cosa diferente. El cuatro es número importante en muchas civilizaciones, empleándose en expresiones como “Señor de los cuatro vientos”, “Las cuatro partes del mundo”, etc. El cuatro viene a ser el número que nuestra mente utiliza para representar la base que forma nuestro mundo. Cuando surge la necesidad de orientarnos aparece el cuatro. Seguramente los mencionados conjuntos de cuatro elementos no tengan nada que ver con las pirámides y la esfinge, pero me resulta entretenido especular con estas cosas, aunque solo sea para jugar con mi mente. Afirmamos que la mente radica en el cerebro, pero me atrevería a decir que el cerebro no es la mente. Uno piensa que la mente es superior al conjunto de sus partes, por muchísimas sinapsis que tengan nuestras muchísimas neuronas.

El tesoro

Cuenta la leyenda que la pirámide de Keops oculta un tesoro de conocimiento inimaginable, que quien lo encuentre hallará respuesta a todas las preguntas, que ahí estarían los secretos del origen y destino de la humanidad junto con toda la sabiduría que imaginarse pueda.

Y digo yo que tal vez todo ese acerbo de conocimiento no esté depositado en ninguna cámara secreta, sino en la propia pirámide. Y diría más: tal vez sea la propia pirámide.

Según esta juguetona hipótesis, Keops vendría a ser una sólida demostración de las propiedades de una pirámide cuadrangular cuya altura es el radio de una circunferencia de igual longitud que el perímetro de la base. Eso ya nos dice bastante, porque partiendo de esa simple condición podemos encontrar al número π (su aproximación 22/7) escribiendo la fracción en su mínima expresión tal que así:

$$\pi = \frac{\textit{perimetro base}}{2 \cdot \textit{altura}} = \frac{4 \cdot 440 \textit{ cr}}{2 \cdot 280 \textit{ cr}} = \frac{80 \cdot 22}{80 \cdot 7} = \frac{22}{7}$$

Y el supuestamente más que viejo “acertijo de la cuadratura del círculo” podría ser la “pista” para descubrir la proporción áurea. Ya llevamos dos constantes matemáticas universales. Si eso no es conocimiento de primera clase, ¿qué otra cosa podría ser?

Por otra parte tenemos que hay que emplear el algoritmo, o fórmula que hoy conocemos como “Teorema de Pitágoras”, para hallar la proporción áurea en Keops, porque es lo que nos permite calcular la altura de la pirámide formada por los cuatro triángulos iguales cuya apotema es la altura de la propia Keops y cuya base es también la base de Keops. Y la altura de Keops, dividida entre la de esa otra pirámide que hemos llamado “cuadratura”, da como resultado la razón áurea.

También parece que lo verdaderamente relevante no son las medidas de la pirámide, sino sus proporciones. No es tan importante que mida 280 cr de altura como que 280 sea proporcional al numerador de la aproximación hallada a la razón áurea. La altura es, por tanto, la clave principal a partir de la que hay que acceder al conocimiento. Y la altura es tal, que es lo primero que cualquiera se pregunta al verla. A la leyenda de Tales de Mileto me remito.

Pero todavía me parece más impresionante las aproximaciones a π y a la razón áurea ϕ que se desprenden de la pirámide, porque permiten obtener números enteros con los cálculos, enfatizando un supuesto mensaje que vendría a hablarnos de la perfección en la geometría y en las matemáticas. Pero más impresionante aún es que lo que nos dice Keops está escrito en un lenguaje que, según se afirma, es el más universal posible: las matemáticas. ¿O qué idioma crees que podría haber sido utilizado para plasmar ese supuesto conocimiento que alberga esa supuesta “cámara secreta”? Tuvimos la suerte de hallar la piedra de Rosetta para poder descifrar los jeroglíficos, y no obviemos el tiempo que el manuscrito Voynich ha estado considerado como imposible de traducir, a pesar de que ha resultado estar escrito en una lengua posterior al latín llamada “protorromance”. Un idioma completamente desconocido y sin referencias lingüísticas de ningún tipo sería imposible de traducir e interpretar.

Como esto solo es un juego, diremos alegremente que la pirámide de Keops podría ser una sonda en el tiempo para comunicar valiosos conocimientos a través de los siglos. Desde la Tierra hemos enviado sondas al espacio, como las Voyager y las Pioneer. Tal vez una antigua civilización decidiera enviar una pirámide, o un conjunto de pirámides más una enigmática esfinge —que mira hacia donde gira la Tierra— a través del tiempo, como intento para perpetuar una sabiduría que debía ser recuperada cuando terminasen los cataclismos, ya fuesen naturales o artificiales, que los iban a hacer desaparecer.

No nos extraña en absoluto enviar mensajes al espacio profundo, codificados de la manera en que pensamos serán comprensibles para cualquier inteligencia que por lo menos sepa contar hasta dos, y nos parece completamente inverosímil encontrarnos un mensaje parecido en nuestra propia casa, dirigido a cualquier inteligencia que sepa contar por lo menos hasta cuatro. Un poco más de modestia no nos vendría mal, puede que no seamos los primeros seres capaces de medir la Tierra que hayan puesto el pie en ella. El orgullo desmedido no ayuda a encontrar la verdad, más bien al contrario. Sí, las distancias espaciales son inmensas, pero no lo sabemos todo sobre el tiempo. También puede que no viniesen de fuera del Sistema Solar, y a lo mejor tampoco eran de fuera de la Tierra. Pero si hasta hemos llegado a proyectar un

posible viaje en una nave autosuficiente, para que la enésima generación sea la que consiga llegar a un planeta lejano. Hay cosas que, hoy por hoy, no podemos saberlas con certeza y por eso no deberíamos adoptar posiciones extremistas.

Una vez que en nuestro juego hemos dado por demostrado que los números *pi* y *phi* forman parte de los conocimientos transmitidos por la más grande de las pirámides de Giza, lo normal es preguntarse si hay más conocimientos “ocultos” en Keops (además de en las otras dos pirámides y la esfinge) y cuales podrían ser. Según dicen, un universo de solamente tres dimensiones no tendría movimiento; para entender un cubo de cuatro dimensiones, a veces lo representamos como un objeto que se mueve. El tiempo lo medimos a partir del movimiento, ya sea de las manecillas de un reloj, de las vibraciones de los átomos de algún elemento, o de los cuerpos celestes. (Un inciso: se me ha ocurrido preguntarme si el tiempo y el movimiento no serían la misma cosa vista con diferente perspectiva —como el círculo que se cuadra en una pirámide—, dado que en el Universo todo se mueve y que, según la Relatividad de Einstein, la velocidad del movimiento afecta al tiempo. Que la ciencia me perdone si acabo de expresar una barbaridad, pero a veces me gusta jugar a buscar explicaciones por mi cuenta sin preocuparme por mis escasos conocimientos). Por otra parte, análogamente a como un cubo de 3 dimensiones está formado por 6 cuadrados de 2 dimensiones, un hipercubo de 4 dimensiones está formado por 8 cubos de 3 dimensiones, y en un hipercubo de 7 dimensiones hay 280 hipercubos de 4 dimensiones. No sé si llamarlo casualidad o curiosidad, pero aquí tenemos el 4, el 7 y el número 280 nuevamente relacionados. Me gustaría tener suficientes conocimientos matemáticos como para poder jugar con estos conceptos, pero como no los tengo, y no creo que ya pueda adquirirlos, no me queda más remedio que esperar a que la suerte me permita hallar la opinión de alguien que sí los tenga y además también se le haya ocurrido jugar con una pirámide cuadrangular, con el perímetro de la base igual a la circunferencia obtenida con la altura como radio, dándole a la altura el valor del producto de la diagonal de cierto cubo por la razón áurea.

Ya he avanzado en el capítulo dedicado al tetragrama que se puede jugar a interpretar los símbolos que la geometría proporciona,

empezando por el punto que se transforma en círculo, identificable con el uno, y un primer diámetro que nos hablaría del dos. La adición del uno y el dos es el tres, constituyente del triángulo indeformable, con tres lados que son uno (el propio triángulo). Un segundo diámetro en el círculo, perpendicular al primero, completaría las cuatro direcciones del plano y la cruz. El centro del círculo quedaría localizado, identificado, en el punto donde se cruzan los dos diámetros. A partir de aquí es posible orientarse. El Sol atraviesa el círculo celeste de Este a Oeste, y la perpendicular a ese recorrido indica el Norte y el Sur. En este punto, cualquier lugar en la superficie terrestre puede ser considerado el “centro” del mundo, porque el girar de la Tierra sobre sí misma sitúa a cualquier punto de la Tierra en determinados momentos sobre el diámetro que recorre el Sol según es percibido desde el suelo. Todas las civilizaciones tienen su centro del mundo de una forma u otra: Roma, Jerusalén, Teotihuacán, etc.

Supongamos que aceptamos como ciertas todas las características de Keops que hemos descrito: Su situación a treinta grados Norte, su altura de 280 unidades, el perímetro de su base igual a la circunferencia cuyo radio es la altura, la “cuadratura del círculo” y la casi perpendicularidad de los rayos solares a la cara sur en el solsticio de invierno en el hemisferio norte, y que un metro es el radio de la circunferencia de doce codos reales. Unamos a esto que un año son 365,25 días, cifra muy próxima a los 360 grados de la circunferencia, que la Luna es cuatrocientas veces más pequeña que el Sol y está cuatrocientas veces más cerca que el Sol, y que la eclíptica la dividimos en doce partes de unos treinta grados cada una, igual que los meses del año, doce de unos treinta días cada uno. Si aceptamos todo esto como cierto, la casualidad queda prácticamente fuera de lugar. Que todas esas coincidencias alrededor de Keops sean producto del puro y simple azar es una posibilidad extremadamente pequeña, es “casi” imposible. Y si descartamos lo imposible ¿qué nos queda?

Pues tal vez nos quedaría jugar a que el mensaje de Keops sea que, efectivamente y como dicen algunas religiones, nuestro mundo haya sido creado, construido, con unas determinadas características basadas en un proyecto, cuya demostración son las extraordinarias casualidades presentes en la situación, orientación y medidas de una pirámide que no

es cualquier pirámide, sino precisamente la que tiene el perímetro de su base cuadrada igual a la circunferencia cuyo radio es la altura.

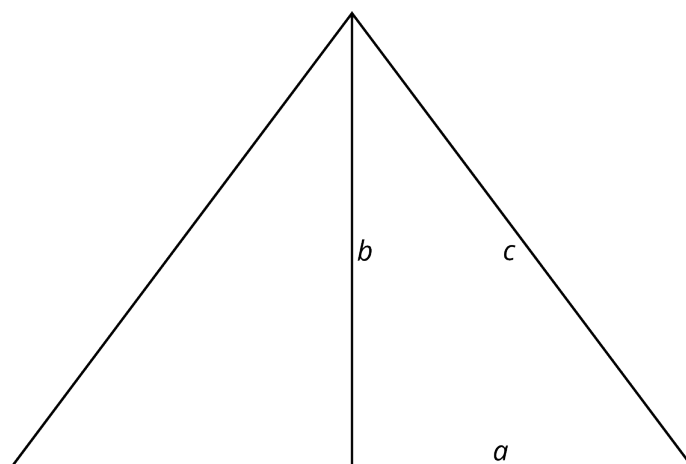
Espero que si alguien se basa en lo que aquí escribo para crear una película de ciencia ficción o una serie de éxito, se acuerde de mí en cuanto a *royalties* se refiere.

Kefrén, Micerino y la esfinge

Este autor juguetón piensa que para algo se molestarían en construir dos pirámides más, cerca de y —casi— alineadas con, Keops. Así pues, y dado que mi imaginación no se atreve mostrar reparo alguno, voy a distraerme dándoles un repaso.

La segunda pirámide en altura de las tres que residen en la meseta de Giza se conoce como Kefrén, y es únicamente 6 cr más bajita que la altura aquí atribuida al proyecto original de Keops, lo que nos da 274 cr. Eso viene a ser 143.4664 metros. Pero si elegimos el metro como unidad base, entonces serían, según publicaciones dignas de crédito, 143.5 m, lo que equivale a 274.0642 cr. Como ya he supuesto que la unidad de medida utilizada en Keops es el codo real, y tengo la intención de ser consecuente conmigo mismo, me quedo con 274,0 cr de altura para Kefrén, atreviéndome a inferir que quienes construyeron esas pirámides utilizaron la misma unidad de medida en todas ellas. La longitud del lado de la base, según mis fuentes, es de 215.25 m, lo que pasado a codos reales y redondeando al entero más próximo da 411.0 cr (411.0963 dice la calculadora). Diremos que 411.0 cr son 215.1996 m.

Figura 10. Proporciones de la pirámide de Kefrén



Es sabido que las medidas de Kefrén son proporcionales al triángulo rectángulo de lados 3 y 4, siendo la hipotenusa 5. En el gráfico podemos ver representadas las proporciones de Kefrén, donde $a = 3$, $b = 4$, $c = 5$ y vamos con los cálculos: La base mide 411 cr, por lo que $a = 411/2 = 205.5$ cr, y $205.5/3 = 68.5$. La altura (b) es de 274 cr, y $274/4 = 68.5$. Está claro que la hipotenusa, o apotema, c será igual a $68.5 \times 5 = 342.5$ cr, pero de todas formas vamos a comprobarlo:

$$c = \sqrt{(205.5 \text{ cr})^2 + (274 \text{ cr})^2} = \sqrt{117\,306.25 \text{ cr}^2} = 342.5 \text{ cr}$$

El hoy llamado Teorema de Pitágoras debió ser extremadamente importante en la antigüedad piramidal, ya que —según opino— construyeron un monumento descomunal para ponerlo de manifiesto. Al menos eso es lo que se me ocurre, ya que resulta imprescindible saber calcular las medidas de un triángulo rectángulo para resolver, si se me permite la expresión, a Keops. Kefrén, con sus dimensiones proporcionales al triángulo rectángulo de lados 3, 4 y 5, podría ser la pista del principal algoritmo, o fórmula, a emplear para poder hallar las medidas tanto de la propia Keops como de la pirámide “cuadratura”, la relación entre cuyas alturas constituye nada menos que la proporción áurea *phi* (o casi casi).

La más “pequeñita” lleva el nombre de Micerino y, en fuentes en las que confío, se dice que originalmente medía de alto 65,5 m, lo que traducido a codos reales supone la cantidad de 125.0955 cr. Insisto en ser consecuente con mis planteamientos, por lo que asumo que la altura debería ser de 125,0 cr (65,45 m) por aquello de los números enteros. Del lado de la base se cuenta que son 105 m, lo que pasado a codos reales es 200.5348 cr. Como ya habrás adivinado, me voy a quedar con 200.0 cr que son 104.72 m. Ciertamente hay sitios donde se dice que la base de Micerino no es cuadrada sino rectangular, aportando las medidas de 104.6 m $\times$ 102.2 m, lo que es igual a 199.7708 cr $\times$ 195.1872 cr. Espero que tu benevolencia y paciencia lectora no tenga demasiado en cuenta que arrime el ascua a mi sardina, optando por el lado que está más cerca de los 200 cr justos.

Los 100 cr del semi-lado de la base de Micerino es la medida del lado del cubo cuya diagonal, multiplicada por la razón áurea, nos da la altura de Keops. De su altura, 125 cr, solo se me ocurre decir —por ahora— que es 5^3 . No puedo evitar que el número cinco me recuerde al pentágono, obviamente, pero ahí queda todo. Aunque, ciertamente, podría especular con que ambas medidas tienen algo que ver con la determinación de la altura de Keops, ya que una alude a los 100 cr del lado del cubo, y la otra a los cinco lados del pentágono. Puede parecer algo rebuscado, pero como no pretendo sentar cátedra ni nada, no veo inconveniente en decir que, por un lado, tenemos los 100 cr del lado del cubo cuya diagonal, multiplicada por la razón áurea, permite obtener la altura de Keops, y por otro lado, vemos que tomando dicha diagonal como lado de un pentágono regular, la diagonal de dicho pentágono es la altura de Keops. O sea, que si jugásemos a tomarnos esto en serio, parece claro que la altura de Keops está influida por la razón áurea de una u otra forma, en cuyo caso, la estrella de siete puntas inscrita en un círculo de 229 cr (o 120 m) no sería más que otra casualidad, parecida a la proximidad de $\pi/6$ al cociente de la diagonal del pentágono regular (inscrito en la circunferencia) dividida entre su radio.

Me he entretenido en dibujar un par de esquemas de lo que sería una vista de las pirámides superpuestas para poder comparar sus proporciones. En el primero incluyo solamente las tres visibles y en el segundo he añadido la pirámide “cuadratura”, por aquello de que puede

que no haya tres sin cuatro. Y no me voy a guardar el comentario de que las cuatro más la esfinge suman cinco, como los lados del pentágono. La pirámide invisible, la de la “cuadratura del círculo”, podría ser el secreto escondido que, una vez encontrado, aún habría que descifrar e interpretar, tanto a ella por sí misma como a su relación con el resto.

Figura 11. Las tres pirámides

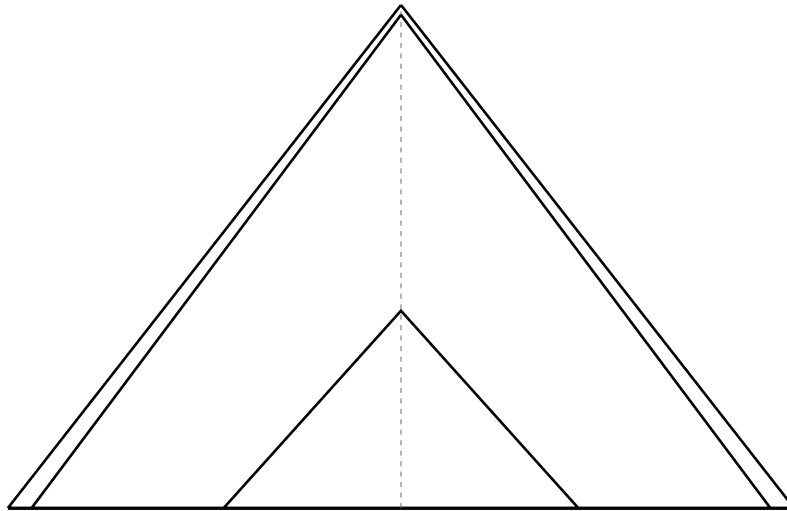
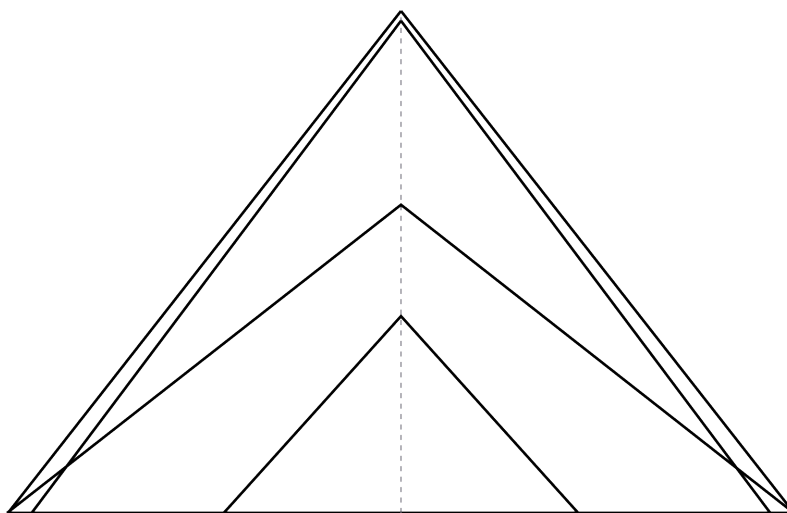


Figura 12. Las cuatro pirámides



Se me ocurre que la Esfinge, que mira hacia donde la Tierra gira (el Este), podría representar que solo un animal inteligente (tiene cabeza humana) entendería el significado de las pirámides. Diríamos que el tamaño invita a comenzar por sus dimensiones, ya que la pregunta: “¿cuánto medirán esas moles?” parece lo primero que le vendría a la cabeza a la mayoría de seres pensantes que las contemplen. Una vez que se ha desentrañado el origen de sus medidas y, aún más importante, sus proporciones, serán halladas las respuestas a algunas preguntas. Dejando a un lado si fueron o no tumbas de faraones, pienso que semejantes volúmenes de piedras no fueron contruidos por gusto, sino con un propósito que quizás hoy en día pueda parecernos irrelevante; mas no caigamos en la soberbia y respetemos el esfuerzo de quienes las construyeron, posiblemente con la intención de enviar al futuro lo que consideraban un importante legado de conocimientos.

Acerca de la alineación de las tres pirámides de Giza se ha dicho y escrito que coinciden con la posición en el firmamento de las tres estrellas, visibles a simple vista, que conforman el llamado Cinturón de Orión. Según esta hipótesis, las pirámides serían su reflejo en la Tierra. Sobre las connotaciones celestiales de las pirámides no voy a opinar ni

intentar investigar ni nada, tengo bastante con mis juegos sobre medidas, geometría y símbolos. Tampoco voy a ensayar comparaciones con las pirámides de otros lugares, como América del Sur, o Asia, o donde quiera que hayan aparecido. Ya habrá quien se ocupe de esas y otras cosas, que las pirámides dan mucho juego.

A modo de conclusión

Más que conclusión, esto va a ser puro alarde imaginativo. Y es que puedo llegar a imaginar que existió una civilización muy antigua de la que no sabemos nada. Sería como si nuestra civilización tecnológica actual desapareciera y, al cabo de decenas o cientos de miles de años, surgiera otra que concluyera que no habíamos avanzado más allá del estado en el que actualmente se encuentran los indígenas del Amazonas, o los bosquimanos del Kalahari, porque únicamente hubiesen hallado restos y fósiles de esas tribus.

Imagino una antiquísima civilización con amplios conocimientos, pero con una tecnología más sostenible que la nuestra. Sus herramientas, aparatos, creaciones, viviendas... en definitiva su huella ecológica sería mucho menos desastrosa que la nuestra. En cuanto al porqué no se han hallado las grandes necrópolis que irían asociadas a un gran civilización, quizás la respuesta sea sencillamente que incineraban los cadáveres. O que serían tan antiguos como para que sus huesos pudiesen formar parte de nuestro petróleo. De semejante civilización sólo nos quedarían sus monumentos pétreos, erigidos tal vez con la intención de dejar algún recuerdo de su paso por este mundo. La proeza de manipular pedruscos de decenas de toneladas, amontonándolos ordenadamente y formando llamativas construcciones, vendría a ser la prueba de que podían mover enormes pesos gracias a su tecnología ya desaparecida. La memoria me muestra recuerdos del cine: en alguna película, un montoncito de piedras en equilibrio significaba que por allí había humanos. Sin duda que un montonazo de monolitos en forma de pirámide significa que por allí hubo gente capaz de pensarlo y hacerlo.

Para semejante supuesta civilización, la pirámide que llamamos de Keops vendría a ser una especie de gran (porque pequeña no es) obra de arte en todos los sentidos. Algo construido con trozos del mismo planeta (piedras), tan enorme y pesado que fuese (casi) eterno. Un monumento a las proporciones geométricas básicas y universales: la razón áurea, el número π , el círculo y su radio, los triángulos, el cuadrado, el cubo y la raíz cuadrada, el que hoy conocemos como Teorema de Pitágoras, etc. Paralelamente, habrían creado un universo de leyendas y mitos amparado en las estrellas y constelaciones, en la “magia” de

las palabras y los números, en un mundo de los vivos y otro de los muertos. Un universo mitológico de dioses y demonios al que las mentes supersticiosas de las tribus atrasadas de su época considerarían sagrado y real. En ese universo tiene cabida el bien y el mal, pero el bien exige normas, disciplina, control de los impulsos primitivos y raciocinio. El mal en cambio es lo contrario: dejarse arrastrar por el animal que llevamos dentro, despreciar al otro, ansiar el poder y utilizarlo contra los demás en vez de a favor de los demás. De esos mitos y leyendas surgirían algunas religiones, que han ido evolucionando cada una por su lado, pero sostenidas por la base intuitiva de nuestra mente.

Su ciencia no consistiría tanto en comprender la mecánica del mundo sino más bien en entender cómo nuestra mente percibe y concibe el mundo. El punto se convierte en círculo, con el centro. La cruz son dos diámetros perpendiculares que nos permiten orientarnos para que, una vez sepamos donde estamos, podamos elegir nuestro camino. El triángulo es lo sólido, lo indeformable, “tres que son uno”. El cuatro es la Tierra, el espacio que ocupamos en el universo. Podemos recorrerlo de Norte a Sur y de Este a Oeste. La base de Keops es cuadrada, es la Tierra, y los triángulos de sus caras son los conocimientos sólidos, inamovibles y perpetuos, apoyados en el mundo del cual se elevan. El círculo se cuadra con cuatro triángulos, y todo el conocimiento que merece la pena conservar consiste en comprender, en aprehender, cómo es posible cuadrar el círculo. Entonces la pirámide ya no es un cuadrado, es la manifestación del círculo universal que contiene todo lo que puede existir. Es nuestro mundo como nosotros lo entendemos, representado con la mayor obra de arte (en más de un sentido) jamás realizada sobre el planeta. Una obra de arte perfecta en su conjunto e imperfecta en los detalles porque, como es bien sabido, la belleza está en la búsqueda de la perfección aunque sepamos que la perfección no existe. En estos tiempos se habla de inteligencias múltiples: lógico-matemática, emocional, musical, verbal etc., pero yo hablaría de una inteligencia intuitiva, con la que comprenderíamos el mundo a través de los símbolos fundamentales, digamos arquetípicos, y que, entre otras cosas, nos permitiría entender, asimilar conocimiento directamente con la mente sin intervención de ningún proceso asociado al raciocinio consciente, siendo la labor del maestro la de guiar hacia la revelación de aquello

que ya se aprehendió meditando en, o sobre, o con, los símbolos. Desde este punto de vista, tal vez tenga sentido concebir *El Horizonte de Khufu* como una especie de templo iniciático del conocimiento sobre nosotros mismos.

Esto es lo que mi curiosidad acerca de ese montón de piedras en un desierto me ha llevado a imaginar. Otra cosa será el grado de certeza que lo imaginado pueda tener.

Bibliografía y fuentes consultadas

Libros

Jean Chevalier y Alain Gheerbrant. Copyright © 1969 Éd. Robert Laffont et Éd. Jupiter. Paris. Copyright © 1986 Editorial Herder S.A. Barcelona. ISBN 84-254-1514-4. *Diccionario de los Símbolos*. Versión castellana de Manuel Silvar y Arturo Rodríguez Adaptada y completada por José Olives Puig Dr. en Fil. Segunda edición 1988. .

Internet

Codo (unidad de longitud). Wikipedia. [https://es.wikipedia.org/wiki/Codo_\(unidad_de_longitud\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Codo_(unidad_de_longitud))

Unidades de medida en el Antiguo Egipto. Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Unidades_de_medida_en_el_Antiguo_Egipto

El tiempo teme a las pirámides. fotoAleph. <http://www.fotoaleph.com/coleccion-texto.php/ver/el-tiempo-teme-a-las-piramides/id/61/texto/mueren-las-civilizaciones-las-piramides-no-/idt/194>

Miguel Pérez-Sánchez. Doctor arquitecto. *La Gran Pirámide y el espacio*. Antiguo Egipto XXI. <http://www.antiguoegiptoxxi.com/la-gran-piramide-y-el-espacio/>

El mito de la Gran Pirámide. Desfaziendo Entuertos. <https://adalcros.com/2011/06/16/el-mito-de-la-gran-piramide/>

Historia del sistema métrico. Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_del_sistema_m%C3%A9trico

Número Pi. Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/N%C3%BAmero_%CF%80

Número Phi. Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/N%C3%BAmero_%C3%A1lureo

Gran Pirámide de Guiza. Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Gran_Pir%C3%A1mide_de_Guiza

Milankovitch cycles. Wikipedia. [https://en.wikipedia.org/wiki/Milankovitch_cycles#Axial_tilt_\(obliquity\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Milankovitch_cycles#Axial_tilt_(obliquity))

Perihelio, eras glaciales y cambio climático. Ecos del futuro. <http://ecos.blogalia.com/historias/77263>

Cuadratura del círculo. Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Cuadratura_del_c%C3%ADrculo

¿Quién dijo que la cuadratura del círculo era imposible?. Gaussianos. <https://www.gaussianos.com/quien-dijo-que-la-cuadratura-del-circulo-era-imposible/>

Matemáticas/Poliedros/Hipercubos. Wikilibros. <https://es.wikibooks.org/wiki/Matem%C3%A1ticas/Poliedros/Hipercubos>

Teseracto. Wikipedia. <https://es.wikipedia.org/wiki/Teseracto>

¿Cómo meter una barra de 1 km en un cubo de 1 cm de arista?. gaussianos. <https://www.gaussianos.com/como-meter-una-barra-de-1-km-de-longitud-en-un-cubo-de-1-cm-de-arista/>

Gustavo Blettler. El efecto relámpago en la Gran Pirámide de Giza. AEA - Asociación Entrerriana de Astronomía. <http://astroentrerrios.com.ar/web/el-efecto-relmpago-en-la-gran-pirmide-de-giza/>

Youtube. Mensaje de la Atlántida en la Gran Pirámide de Egipto. Del minuto 5:55 al 7:40. <https://www.youtube.com/watch?v=BtPKXZuXfu8>

Alfabeto tfinagh. Wikipedia. <https://es.wikipedia.org/wiki/Tifinag>

Fernando Güemes. *El tetragrama de Tfinagh resuelto (pirámide Keops)*. KIPDF. https://kipdf.com/el-tetragrama-de-tifinagh-resuelto-piramide-keops-_5ae1ebf97f8b9ae89f8b4627.html

Numeración egipcia. Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Numeraci%C3%B3n_egipcia

Lista completa de los principales dioses egipcios. RedHistoria. <https://redhistoria.com/lista-completa-de-dioses-egipcios/>

Notación posicional. Historia. Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Notaci%C3%B3n_posicional#Historia

Cómo se construyó según el arquitecto francés Jean-Pierre Houdin. Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADas_sobre_la_construcci%C3%B3n_de_las_pir%C3%A1mides#Hip%C3%B3tesis_de_la_%22rampa_interna%22_de_Jean-Pierre_Houdin

Apéndice

Formato obtenido el 23 de Mayo de 2026 a las 10:56 mediante tratamiento informático de los textos originales.

Publicado en *digituenses.com* el 16 de agosto de 2019.

Revisado, corregido y ampliado durante septiembre de 2025 a mayo de 2026.

