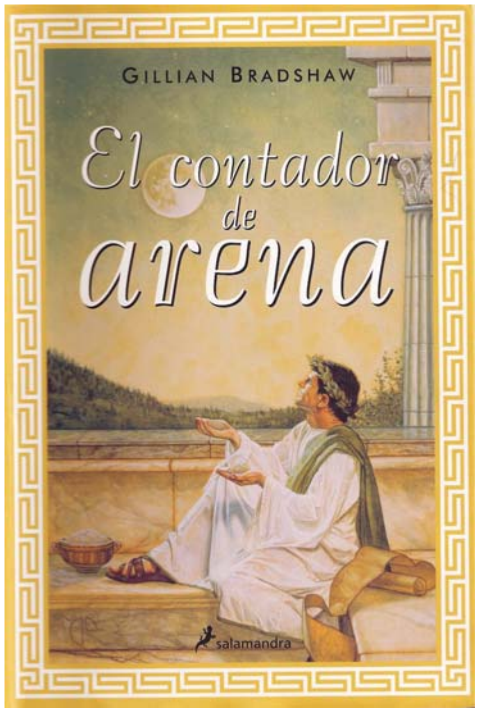
suma+ 64
Junio 2010, pp. 63-70

# Arquímedes de Siracusa. *La deslumbrante sabiduria y la cautivadora humanidad de un genio*




**El contador de arena**
*Guilliam Bradshaw*
*Publicaciones y Ediciones Salamandra, S.A.*
*Primera Edición: mayo de 2006*
*ISBN: 84-9838-032-4*

La obra que nos va a ocupar en este número no es una más de las innumerables formas que podemos encontrar para acercarnos a Arquímedes, uno de los genios matemáticos más importantes de la historia. Intentaremos mostrar, a lo largo del artículo, la veracidad de nuestra afirmación.

En un primer acercamiento, podemos leer en la contraportada:

> Adelantado a su tiempo y conocido universalmente por el célebre principio que lleva su nombre, el griego Arquímedes fue un pionero del actual método científico, además de notable matemático y pensador. Discípulo de Euclides e hijo del astrónomo Fidias, su azarosa vida resulta tan apasionante como formidable el poder de su intelecto. En esta rigurosa novela histórica, Gilliam Bradshaw –autora de grandes éxitos como *Teodora, emperatriz de Bizancio*, *El faro de Alejandría*, *Púrpura imperial* y *El heredero de Cleopatra*– presenta al lector un Arquímedes de carne y hueso, un ser humano excepcional que, inmerso en la convulsa época que le tocó vivir, tuvo que enfrentarse a múltiples dilemas.
>
> Deslumbrado por las maravillas de Alejandría tras una estancia de tres años y decidido a radicarse allí para siempre, el joven Arquímedes se ve obligado a volver a Siracusa, su ciudad natal, para ocuparse de su padre enfermo. El contraste no puede ser mayor: de la deslumbrante cuna del saber ha pasado a una ciudad entregada a los frenéticos

**Constantino de la Fuente Martínez**
*IES Cardenal López de Mendoza, Burgos*
*literatura@revistasuma.es*

> preparativos para una cruenta guerra contra la poderosa Roma. Convertido por las circunstancias y el destino en el principal artífice de los ingenios bélicos con que se intentará repeler la agresión del coloso romano, Arquímedes atrae la atención del tirano Hierón, quien intenta retenerlo a toda costa en su corte. Y pese a que el mayor deseo del genial griego es volver a Alejandría para perfeccionar sus conocimientos y reunirse con Marco, el leal esclavo que le ha acompañado desde siempre, un inesperado motivo lo empuja a permanecer en Siracusa, un motivo que ni siquiera su pasión por el saber y la ciencia podrá obviar y que, a la postre, lo obligará a recorrer un sendero salpicado de gloria, amor, guerra y traición.

En cuanto a la autora, Gilliam Bradshaw, en la solapa interior de la portada podemos leer:

> Es una de las escritoras de narrativa histórica más importantes de Gran Bretaña. Licenciada en Literatura e Historia Clásica en la Universidad de Cambridge, sus obras destacan por el riguroso trabajo de documentación e investigación que realiza antes de escribirlas. De sus diez novelas publicadas en inglés hasta la fecha, Salamandra ha editado la trilogía sobre Bizancio compuesta por *Teodora, emperatriz de Bizancio*, *El faro de Alejandría* –que obtuvo un extraordinario éxito de ventas en nuestro país- y *Púrpura oriental*, *El heredero de Cleopatra* y ahora *El contador de arena*. Ganadora del Premio Alex 2001, Gilliam Bradshaw reside actualmente en Inglaterra.

Sus novelas las podemos encuadrar en el género de novela histórica, algunas de ellas sobre personajes reales y/o con un gran componente científico. Suelen situarse tanto en la Antigüedad Clásica (Egipto y Grecia) como en períodos posteriores como el Imperio Bizantino o la Gran Bretaña romana. Por otra parte, sus novelas, que han sido publicadas, además de en inglés, en checo, danés, francés, alemán y español, han sido aclamadas por la crítica debido a su gran verosimilitud y al rigor en la incorporación de elementos científicos.

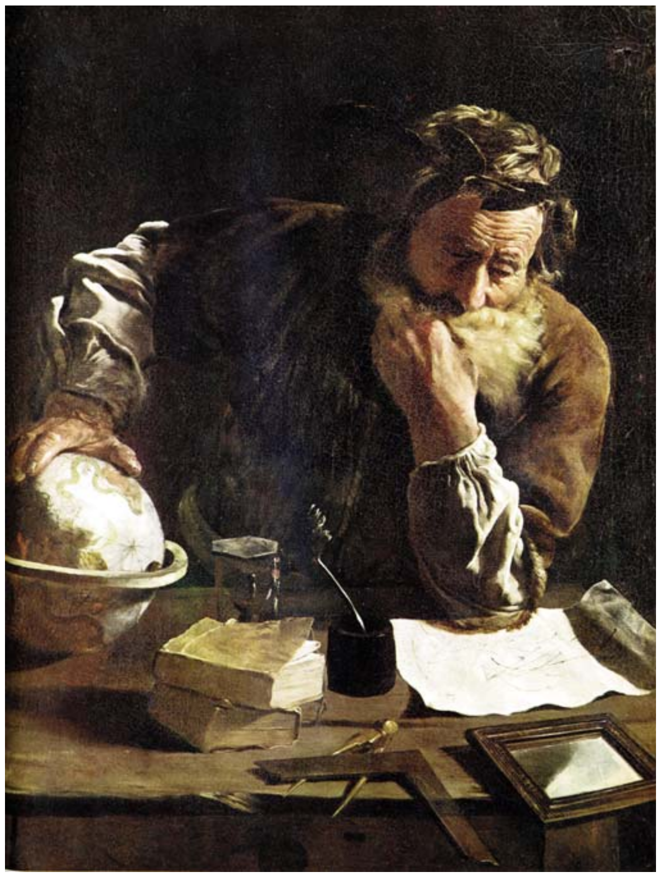
Para finalizar esta presentación, nada mejor que el comienzo de la obra que nos ocupa, que recrea el momento en que una de las innumerables preguntas que Arquímedes se hacía a sí mismo, da lugar a la idea motriz que más tarde se plasmaría en su obra *El Arenario:*

> La caja estaba llena de arena, una arena fina, cristalina, casi blanca, que había sido humedecida primero y aplanada después hasta obtener una superficie uniforme y lisa como la de un pergamino de la mejor calidad. Pero la luz del sol, que caía oblicuamente con el atardecer, centelleaba aquí y allá sobre los granos, capturando facetas demasiado pequeñas como para que el ojo pudiera distinguirlas, facetas innumerables que generaban puntos diferenciados de luminosidad, y el joven que las observaba se encontró de repente preguntándose si sería capaz de calcular el número de granos.

## Comentario personal

Como dice su propia autora, en la nota histórica final, "la novela se sitúa en el año 264 a.C., durante la Primera Guerra Púnica, y no en 212 a.C., durante la Segunda, cuando se produjo el célebre sitio de Siracusa." Si aceptamos el año 287 a.C. como el año de nacimiento de Arquímedes, nos encontramos con que la novela se desarrolla durante la juventud del genio siracusano, justo en los momentos en que toma algunas de las decisiones más importantes de su vida, que marcarían su futuro como persona y como científico. Históricamente, también se recrea el choque de culturas entre las dos formas de entender el mundo: la helena y la romana.

La escritora nos presenta a un Arquímedes que es considerado un genio en Alejandría y, cuando menos, un personaje excéntrico y singular en su patria, Siracusa. Esta compleja dualidad da como resultado, en esta obra, a un personaje de carne y hueso, con múltiples matices y facetas de su personalidad. En primer lugar los que se descubren en su etapa de juventud, caracterizada por: su limpieza moral y la práctica constante de unos valores de respeto, tolerancia y empatía, muy recomendables para estudiantes de nuestros niveles, los



*Archimedes* de Domenico Fetti, 1620

posibles lectores de la obra; su interés y curiosidad por saber, conocer y no quedarse en la apariencia externa de las cosas; la aparición del amor, personificado en Delia, la hermana de Hierón, el tirano de Siracusa; las dificultades para poder dedicarse a lo que realmente le gusta, frente a los condicionantes de la realidad, por no gozar de una situación económica acomodada que le permitiera poder *vivir de las rentas.* En segundo lugar los que se descubren a través de las relaciones cotidianas con su familia, especialmente con su padre, enfermo y a punto de morir, con su esclavo Marco, un personaje muy interesante de la obra, y con la familia de Hierón. En tercer lugar su relación con el conocimiento científico y muy especialmente con las matemáticas: su gusto por las ideas abstractas, la teoría y los fundamentos de las cosas; su facilidad para profundizar en lo que para otros era de una dificultad insuperable; su visión matemática del mundo, a través de su capacidad para hacerse preguntas, plantearse problemas aparentemente inexistentes o sin un interés práctico, casi siempre ocultos en la maraña de la realidad, y su genialidad para resolverlos creando nuevos conocimientos y métodos de una potencia, originalidad y belleza inimaginables hasta entonces; sus reflexiones sobre la dificultad de la enseñanza y el aprendizaje de los conocimientos científicos.

*La escritora nos presenta a un Arquímedes que es considerado un genio en Alejandría y, cuando menos, un personaje excéntrico y singular en su patria, Siracusa.*

Es de agradecer a la autora que no se haya cobijado en algunos tópicos tradicionales que suelen acompañar a los matemáticos en algunas obras de la literatura contemporánea y que, de forma general y según nuestro criterio, las invalidan para su uso en el aula (reconocemos también que han sido escritas con otro tipo de objetivos, ninguno de ellos de carácter didáctico). Mencionaremos, a título de ejemplo, uno en el que el personaje principal es un matemático y profesor de matemáticas, una persona atormentada, desgraciada, llena de traumas y/o enfermedades mentales y, lo más dramático, que no tiene ninguna capacidad para salir de esa situación, ni por él mismo ni con la ayuda de otros. Esto le va llevando a que cada vez esté más hundido y la obra tenga un final triste y demoledor. Nos estamos refiriendo a *La soledad de los números primos*, aunque también podríamos nombrar otros. Son obras que pueden ser muy interesantes para nosotros por su temática existencial, pero que la visión que transmiten de la vida y de las matemáticas no es la más adecuada si queremos generar *buenas vibraciones* en nuestro alumnado. Lo que nos debe animar a los profesores y profesoras de matemáticas, con la lectura de una obra literaria por los estudiantes, es que lleguen a tener una visión más positiva, real y atractiva de nuestra ciencia y, a la vez, que se sientan identificados y atraídos con algunos aspectos de la personalidad de los personajes, de forma que logren generar en su interior expectativas prometedoras para su futuro personal. ¡El existencialismo no es algo inherente a las matemáticas!

Por otra parte, en *El contador de arena,* los temas matemáticos se van desgranando sin ocupar ni demasiado espacio ni demasiado tiempo, de esta forma la lectura se hace amena para cualquier persona y no corre el riesgo de generar rechazo en determinados tipos de lectores. De una manera muy natural, va surgiendo la temática científica como resultado de la reflexión e introspección personal de Arquímedes, o de la interacción con el mundo que le rodea. Así podemos revivir bastantes episodios en los que se alude a escritos y cuestiones que ocuparon la mente de Arquímedes en algún momento de su vida: su obra *Arenario*, que está muy relacionada con el título de la obra; dos de los problemas clásicos, el problema Délico, o de la duplicación del cubo, y el de la cuadratura del círculo; el problema del cilindro y la esfera inscrita en él; las aproximaciones del número π; los puzles geométricos, aunque sin hacer referencia al que se le atribuye a él, el *Stomachion*; personajes como Euclides, Aristarco, Eratóstenes, etc.; las cónicas y en particular la parábola; la dualidad entre matemáticas puras y aplicadas; la Geometría como la reina de las matemáticas; la Aritmética, etc. Todos estos temas, junto con otros que nosotros podemos conocer y que no se presentan en la novela, pueden ser las ideas motrices para generar investigaciones matemáticas para proponer a nuestros alumnos y alumnas.

Pero quizás el principal valor de esta novela sea su capacidad para transmitir valores positivos a nuestros estudiantes sobre el conocimiento matemático, la matemática pura o su utilidad para resolver problemas de la realidad, el conocimiento y la ciencia en general, la generación de expectativas ilusionantes para el futuro de las personas, el papel de las matemáticas en la comprensión del mundo, la necesidad de controlar los procesos de resolución de dificultades, problemas y situaciones nuevas o desconocidas; la constancia y la perseverancia como recursos indispensables para avanzar en el conocimiento, etc. En una sociedad como la actual, en la que se valora el éxito rápido y facilón, el dinero como unidad de medida del valor de las personas, el yo en primer lugar y en segundo y en el enésimo lugar, los fundamentalismos de todo tipo y la intransigencia e intolerancia con los valores del otro, la lectura de esta novela se asemeja a la llegada de la brisa de aire fresco con la apertura de una ventana, una brisa que contribuye a volatilizar la contaminación del ambiente cotidiano, excesivamente cerrado y cargado, en el que nos movemos habitualmente nosotros y los estudiantes que pueblan las aulas.

En fin, esta obra puede crear ilusiones, motivar y generar expectativas positivas en nuestros alumnos y alumnas; cualidades nada despreciables en el mundo en que nos ha tocado vivir. Además, aunque no sea una obra maestra, desarrolla un argumento muy entretenido y con gancho, consigue ser muy creíble y real, tiene acción y ritmo, unos personajes muy bien construidos y, en definitiva, es una historia bien contada y una magnífica opción para leer, disfrutar y, después, trabajar un poco las matemáticas.

## Una propuesta de trabajo en el aula

Nuestra sección Literatura y Matemáticas, que viene apareciendo desde el número 51 de *Suma*, en febrero de 2006, va a plantearse un cambio en lo referido a las propuestas que venimos planteando para el aula. Hasta ahora elegíamos unos cuantos temas matemáticos que se podían trabajar a partir de la lectura de la novela y proponíamos un pequeño guión de preguntas sobre cada uno; esto hacía que, en algunas ocasiones, la extensión de la sección sobrepasara los límites asignados. A partir del presente número de la revista, vamos a enumerar los temas matemáticos que se pueden trabajar en cada libro y nos vamos a centrar en uno o dos de ellos, planteando sendos guiones de trabajo más exhaustivos y profundos.

Se trata de proponer a los alumnos y alumnas un tema de *investigación* en profundidad, de manera que el guión sea una puerta por la que entrar en esa idea o campo de conocimientos, dejándoles a ellos autonomía para elegir otros caminos y líneas de trabajo que les hayan sido inspiradas por el guión propuesto por nosotros.

Esto significa un cambio profundo, aunque no lo parezca, en nuestros objetivos. Porque, reflexionemos un instante: ¿qué pretendemos conseguir con ello? ¿Cuáles son los fines que perseguimos? Hemos seleccionado los que nos parecen más importantes y prioritarios:

■ Acercar a los estudiantes a los conocimientos matemáticos con un enfoque metodológico diferente al habitual, priorizando:

- El planteamiento y resolución de problemas, profundizando en su estructura.
- El uso y la construcción de distintos modelos generales en los que resituar lo conocido.
- La búsqueda de relaciones y conexiones entre: a) el mundo real y el mundo matemático, b) entre diferentes contextos dentro del mundo de las matemáticas.
- El carácter experimental y heurístico de las matemáticas.
- El paso, en nuestro alumnado, del pensamiento matemático elemental o de bajo nivel hacia el pensamiento matemático avanzado, o en palabras de Miguel de Guzmán de novatos a expertos.

■ Mostrar al alumnado el verdadero rostro de las matemáticas, para que asuman, en muchos momentos, el papel de matemático investigador y desechen creencias erróneas sobre:

- La naturaleza del conocimiento matemático, su origen, alumbramiento y estructura.
- Las actitudes características del quehacer matemático: el papel de la intuición; el cuestionamiento continuo; la reflexión; la perseverancia; el esfuerzo intelectual, etc.
- Los principales procesos mentales que se ponen en práctica en el trabajo matemático: la particularización; la generalización; el uso de analogías; la búsqueda de regularidades, patrones y leyes generales; la construcción de modelos; la elaboración de conjeturas y demostraciones; la construcción de teorías.

■ Mejorar, en lo posible, dos de los puntos débiles de la actual educación matemática:

- La falta de preparación para el pensamiento creativo. Para ello pondremos en contacto, a *n*uestros estudiantes, con el descubrimiento y *la invención en matemáticas*, incrementando el gusto por ella y, utilizando palabras de Polya, *regando sus gérmenes inventivos.*
- La falta de práctica en la redacción científica, en el proceso de comunicación de las ideas. Para ello redactarán documentos matemáticos, con estilo análogo al de los libros de matemáticas, no como un trabajo escolar a modo de resumen de resultados (sin apenas explicaciones, que el profesor entiende y acepta).

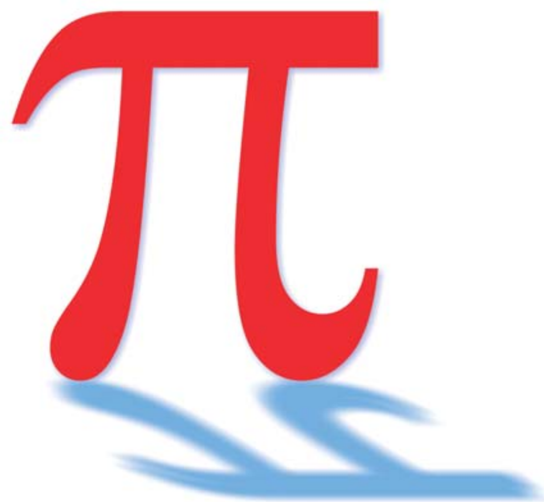
Volviendo a la obra que nos ocupa, los temas que hemos elegido para plantear las *investigaciones* son los siguientes:

1. *Arenario* proviene de *arena…* Se trata de profundizar en la obra homónima de Arquímedes, analizando su proceso de creación de grandes números; números mayores que el número de granos de arena que cabían en el *universo* de aquellos tiempos.
2. Alejandría proviene de… Origen y desarrollo de la ciudad como centro del conocimiento a lo largo de los siglos. Matemáticos más importantes ligados a ella. Profundización en las aportaciones de uno de ellos.
3. Cartago y Siracusa, aliadas… Origen de la ciudad de Cartago: problema de la princesa Dido. Resolución de problemas de optimización.
4. Geometría con un rompecabezas… Estudio del tangram y del puzle atribuido a Arquímedes: el *Stomachion.*
5. Una recreación de *los tres problemas clásicos.* Visión general de los tres problemas y profundización en el cuadratura de figuras con los métodos griegos originales.
6. Las matemáticas puras, la teoría, la práctica, la enseñanza… Una reflexión metamatemática dirigida a nuestros estudiantes, para que ellos mismos reflexionen y se pronuncien sobre estos temas.
7. *Los Elementos* de Euclides no son unos hijos traviesos. Se trata de profundizar en la obra cumbre de Euclides, analizando algunas de su proposiciones y teoremas más conocidos.
8. Las cónicas. Un estudio sobre las diferentes formas con las que podemos generar y obtener las cónicas, así como sus principales propiedades, profundizando más en la parábola.
9. El número: tan conocido y tan desconocido a la vez. Esta investigación es la que vamos a presentar más adelante.
10. ¿Es la Geometría la reina de las Matemáticas? Otra reflexión sobre el papel de la Geometría, la Aritmética y otras partes de las matemáticas.
11. Arquímedes jugando seriamente con el cilindro y la esfera. El proceso de descubrimiento de la razón entre el volumen del cilindro y el de la esfera circunscrita, resultado debido a Arquímedes, simultaneado con una reflexión sobre el proceso de resolución de problemas en matemáticas.
12. Dos problemas famosos de Arquímedes: la corona de Hieron y los bueyes de Trinacia. Aunque no aparecen mencionados en *El contador de arena*, se plantean para profundizar en la resolución de problemas.
13. El palimpsesto de Arquímedes: un tesoro reencontrado en el siglo XX. Este tema, del que vamos a plantear un monográfico en esta sección da para mucho y con mucho interés.

Presentamos, a modo de ejemplo, la *investigación* nº 9 sobre el número $\pi$.

**Investigación 9. El número $\pi$: tan conocido y tan desconocido a la vez.**

> La relación entre la circunferencia y el diámetro estaba definida por el mismo número: tres y una fracción. Pero el valor de esa fracción era imposible de calcular. Menor que un séptimo. Cuando se intentaba precisarla más, se escapaba, infinitamente extensible, infinitamente variable. Como el alma. Como al alma, la razón no podía abarcarla. (Pág. 198).



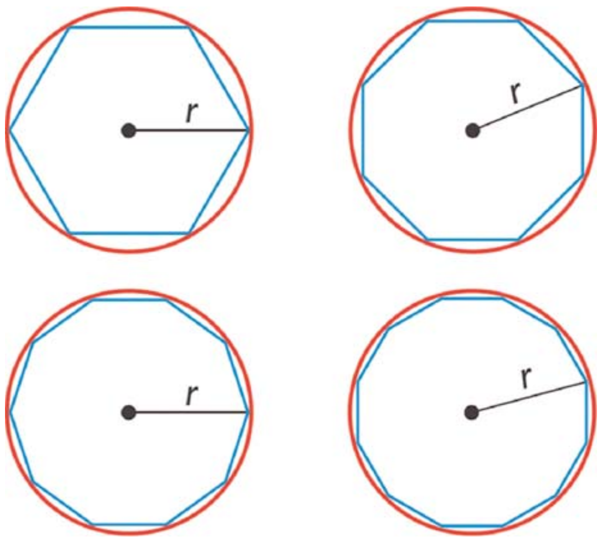
Como fácilmente habrás adivinado, Arquímedes nos está hablando del famoso número $\pi$. A él vamos a dedicar las siguientes líneas, en un intento de acercarnos a su intangible valor y conocerlo mejor.

9.1. Toma al menos diez objetos adecuados, de la vida cotidiana, y divide la longitud de su circunferencia entre su diámetro. Haz la media aritmética de los resultados obtenidos y evalúa la aproximación obtenida de $\pi$. ¿Cuántos decimales exactos tiene?

9.2. Comprueba que el cociente entre la longitud de cualquier circunferencia y su diámetro es igual al número $\pi$.

> *Ese pensamiento lo reconfortó. Inscribió una cuadrado en el círculo, luego un octógono y comenzó a calcular.* (Pág. 198).

Si tenemos una circunferencia e inscribimos en ella polígonos regulares, cada vez con mayor número de lados, podríamos obtener, como Arquímedes, aproximaciones del número $\pi$.




9.3. Explica cómo lo podríamos hacer para el caso del octógono. Ten en cuenta que conocemos el radio de la circunferencia $r$ y el ángulo central $\frac{2\pi}{8} = \frac{\pi}{4}$ correspondiente al lado del octógono inscrito.
Con estos datos calcula el lado del polígono y demuestra después que su perímetro es $16 \cdot r \cdot sen(\pi/8)$. Divide ese valor entre el diámetro.
¿Qué aproximación de π obtendríamos?

Cuando oyó la voz de su madre, se quitó el compás de la boca y dijo:

–Es más de diez setentavos y menos de un séptimo. (Pág. 198).

Como podemos ver, en la última frase de Arquímedes hay un error, ¿de traducción? Seguro que lo que realmente dijo es esto otro: “Es más de diez partido por setenta y uno y menos de un séptimo”. Por tanto, el número π es mayor que 3+10/71 y menor que 3+1/7.

Si hacemos el mismo proceso que para el octógono, pero con un polígono de $n$ lados, podemos obtener que el perímetro del polígono regular inscrito vale $2 \cdot r \cdot n \cdot sen(\pi/n)$, y el cociente del perímetro entre el diámetro es:

$$n \cdot sen\left(\frac{\pi}{n}\right)$$

9.4. Demuestra razonadamente los dos resultados anteriores.

9.5. ¿Qué tipo de polígono regular debes inscribir en la circunferencia para obtener ese resultado; es decir: $\pi > 3 + \frac{10}{71}$ ?

¿Cuántos lados debe tener?

Los polígonos *inscritos* en la circunferencia nos dan aproximaciones de π inferiores a su verdadero valor. Si queremos acercarnos a él con aproximaciones mayores que su verdadero valor, ¿qué tipo de polígonos regulares debemos utilizar?

9.6. Pon en práctica, con este tipo de polígonos, un método análogo al utilizado con los polígonos inscritos y demuestra que el perímetro de ellos vale $2 \cdot r \cdot n \cdot tg(\pi/n)$.

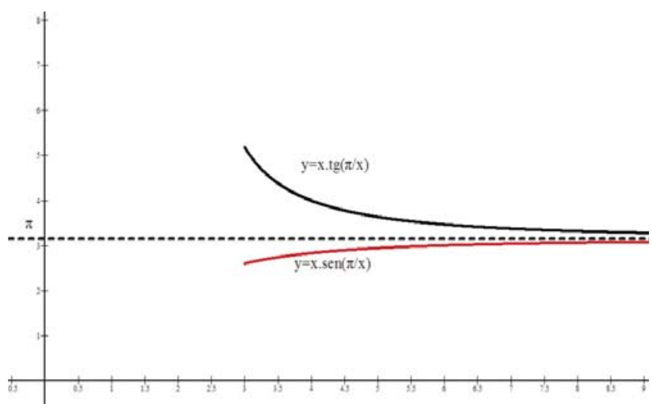
Averigua cuántos lados tiene el polígono para obtener que

$$\pi < 3 + \frac{1}{7}.$$

Nos vamos a fijar ahora en las funciones $y = x \cdot sen\left(\pi/x\right)$, e $y = x \cdot tg\left(\pi/x\right)$.

Cuando $x$ es un número natural mayor o igual que 3, al dar esos valores en las funciones anteriores, obtenemos la correspondiente aproximación del número π.

9.7 Haz la representación gráfica de las dos funciones anteriores, con un programa informático adecuado y comprueba, como en la gráfica siguiente, que tienen una asíntota horizontal cuando $x$ tiende a infinito. ¿Qué recta es? ¿Sabrías demostrarlo utilizando límites?




Aunque en la cita de la novela, Arquímedes inicia el proceso con un cuadrado y un octógono, históricamente sabemos que él comenzó con un hexágono y más tarde con polígonos que tenían un número de lados múltiplo de 6, llegando hasta un polígono de 96 lados.

9.8. Investiga cómo lo hizo Arquímedes. Si quieres, puedes consultar la dirección de internet:
http://itech.fgcu.edu/faculty/clindsey/mhf4404/archimedes/archimedes...

Ahí puedes ver cómo llevó a cabo la aproximación el genio siracusano. Estudia las demostraciones y recoge aquí los principales pasos, procedimientos, ideas y resultados.

La gente suele decir que es tres y un séptimo, pero no lo es. No es un número racional. Si pudiese dibujar más lados del polígono, podría aproximarme más, pero nadie puede calcularlo de forma absoluta. Sigue y sigue eternamente. (Pág. 199).

9.9. ¿Qué es un número racional? ¿Cuántos hay?

9.10. Demuestra que si sumas o multiplicas dos números racionales, el resultado también es un número racional.

9.11. Demuestra que entre dos números racionales siempre hay infinitos números racionales.

9.12. Si $\pi$ no es racional, ¿qué tipo de número es? ¿Qué características tienen esos números? Da ejemplos de otros números del mismo tipo.

Aunque nos pueda parecer mentira, la demostración rigurosa de que $\pi$ no es racional se debe a Lambert en 1768.

9.13. En 1862 Lindeman demostró otro resultado sobre el número $\pi$, que se resume en la afirmación: $\pi$ es un número trascendente. ¿Qué significa esto? ¿Qué es un número trascendente?

9.14. Actualmente se conocen muchas cifras decimales de $\pi$. Recopila la información necesaria y piensa sobre esta cuestión que te proponemos: ¿Cuánto espacio (hojas de papel) se necesitarían, aproximadamente, para escribir todas las cifras decimales que se conocen de $\pi$?

Las raíces cuadradas, pero no las de la fotografía, pueden ser una buena forma de obtener números no racionales. De entre todos ellos, nos vamos a fijar en uno que ya conoces desde hace tiempo: $\sqrt{2}$ .

9.15. Demuestra que $\sqrt{2}$ no es un número racional. Para ello puedes utilizar el método denominado reducción al absurdo. Explica y justifica cada uno de los pasos de la demostración.

9.16. ¿Cómo podemos representar gráficamente el número $\sqrt{2}$? Hazlo explicando los pasos que das.

9.17. ¿Qué significa que los números irracionales representan distancias inconmensurables, es decir, que no se pueden medir?

9.18. Demuestra, por un procedimiento similar al de $\sqrt{2}$ , que $\sqrt{3}$ no es un número racional.

-¿Y por qué es tan importante?

Arquímedes miró el círculo, sin verlo.

–Hay cosas que siguen eternamente –susurró–. Si alguna parte de nosotros no fuera eterna como ellas, ¿seríamos capaces de comprenderlo?

Y con esas palabras, Arata entendió el motivo de sus cálculos y, extrañamente, encontró consuelo en ellos. (Pág. 199).

Este diálogo entre Arquímedes y su madre, a propósito de π, deja al descubierto algunas de las ideas del genio siracusano a propósito de los límites del conocimiento.

9.19. ¿Te parece correcto el razonamiento de Arquímedes? ¿Qué parte de nosotros puede ser eterna?

9.20. Si damos por hecho que todo nuestro ser es finito, ¿no podríamos entender procesos infinitos?

*LITERATURA Y MATEMÁTICAS* ■

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arquímedes, (1969): Arenario. En Newman, J. R. El Mundo de las Matemáticas. Sigma. Vol. 4, pp. 4-17. Barcelona: Edic. Grijalbo.

Dzielska, Mª, (2004): *Hipatia de Alejandría*. Madrid: Siruela.

Euclides, (1999): *Elementos. Los seis libros primeros de la Geometría de Euclides*. Traducción al castellano de Rodrigo Zamorano, 1576. Salamanca: Universidad de Salamanca.

Netz, R. y Noel, W., (2007): *El Código de Arquímedes*. Madrid: Temas de Hoy, S.A.

**Internet**

Para estudiar el proceso llevado a cabo por Arquímedes para aproximarse al valor de π se pueden consultar varias páginas de internet, entre ellas la siguiente:

http://itech.fgcu.edu/faculty/clindsey/mhf4404/archimedes/archimedes...

Sobre el Stomachion se pueden consultar las páginas web:

www.maa.org/editorial/mathgames/mathgames_11_17_03.html
www.math.nyu.edu/~crorres/Archimedes/Stomachion/intro.html

El palimpsesto tiene su propia página en internet, con mucha información relativa al documento:
www.archimedespalimpsest.org/

Este artículo fue solicitado por SUMA en enero de 2010 y fue aceptado en abril de 2010 para su publicación.