



El mundo es un pañuelo

Bartolo Luque Serrano

Un paseo pluridisciplinar por la ciencia

El mundo es un pañuelo

Un paseo pluridisciplinar por la ciencia

Bartolo Luque

FINALISTA PREMIO EUROPEO DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA
ESTUDI GENERAL 2007



Director de la colección:
Fernando Sapiña

Coordinación:
Soledad Rubio

*Esta publicación no puede ser reproducida, ni total ni parcialmente,
ni registrada en, o transmitida por, un sistema de recuperación de información,
en ninguna forma ni por ningún medio, ya sea fotomecánico, fotoquímico,
electrónico, por fotocopia o por cualquier otro, sin el permiso previo de la editorial.*

© Del texto: Bartolo Luque Serrano, 2009

© De la presente edición:

Càtedra de Divulgació de la Ciència, 2009

www.valencia.edu/cdciencia

cdciencia@uv.es

Publicacions de la Universitat de València, 2009

www.uv.es/publicacions

publicacions@uv.es

Producción editorial: Maite Simón

Corrección: Comunico, C.B.

Cubierta: Diseño original: Enric Solbes

Grafismo: Celso Hernández de la Figuera

Realización de ePub: produccioneditorial.com

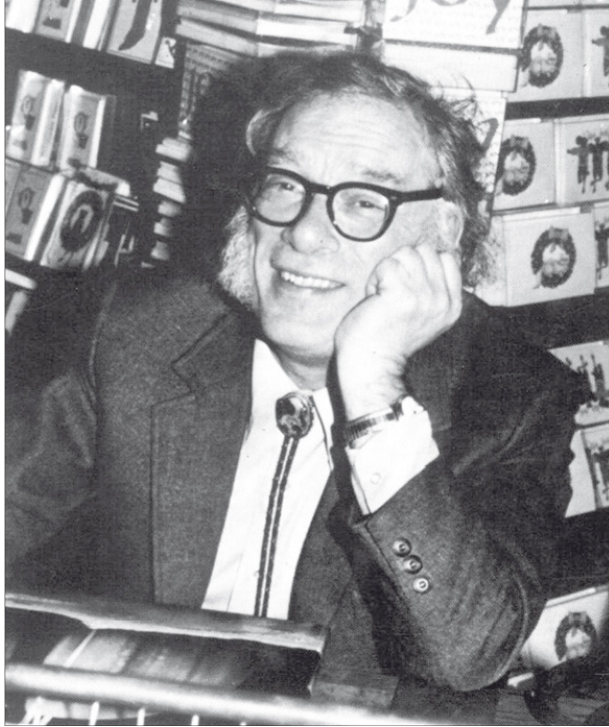
ISBN: xxx-xx-xxx-xxxx-x

A la memoria de Isaac Asimov (1920-1992)

AGRADECIMIENTOS

Este libro no se hubiera escrito sin el amor, el apoyo y la crítica de mi mujer Aida Agea. Ni sin Rafa Barberá, quien me dio la oportunidad de comenzar a escribir profesionalmente en la revista *La Clave*. Él me enseñó lo poco que sé de periodismo científico en los tres años que estuvimos colaborando. Ni sin Fernando J. Ballesteros, mi viejo amigo y *alter ego* escribano. ¿Cuántos años llevamos ya llenando páginas en común? Ni sin Ignacio de Miguel Ximénez, un pionero en la divulgación científica en castellano en Internet y un emprendedor incombustible. Ni sin Álex Fernández Muerza, uno de nuestros periodistas científicos más activos, que siempre me abrió de par en par su puerta digital, Divulcat. Ni sin Pilar Perla, una profesional como la copa de un pino, responsable del mejor suplemento científico de este país, *Tercer Milenio* en el *Heraldo de Aragón*, que me compromete a seguir escribiendo. Ni sin Lucas Lacasa, mi hijo científico y amigo, quien me contagia su entusiasmo por la ciencia y me riñe cuando huyo del trabajo duro, condición a la que tiendo de natural.

Aunque han sido ampliados y puestos al día, varios de los ensayos de esta obra aparecieron parcial o totalmente en prensa o medios electrónicos entre los años 2001 y 2007, y es obligado citar sus orígenes. En particular: los capítulos 0, 4-7, 10, 12-14, 16-18 y 21 aparecieron en la revista *La Clave*, los capítulos 1, 2 y 9 en el suplemento de ciencia *Tercer Milenio* del periódico *Heraldo de Aragón*, el capítulo 3 en el portal digital Todo Ciencia y los capítulos 11 y 20 en el portal digital Divulcat.



Creo yo que, al llegar la hora de morir, habrá cierto consuelo en pensar que uno empleó bien su vida, que aprendió todo lo que pudo, que recogió todo lo que pudo del Universo y lo disfrutó. Sólo existe este Universo y esta vida para tratar de entender lo que nos rodea. Y aunque resulte inconcebible que alguien aprenda más que una pequeña fracción de todo este Universo, al menos hasta allí podemos llegar. Qué tragedia sería pasar la vida sin aprender nada o casi nada.

ISAAC ASIMOV

HOMENAJE AL BUEN DOCTOR

A pesar de que poco a poco la actitud está cambiando, lo cierto es que el grueso de la ciencia oficial sigue denostando intelectualmente la divulgación científica. Pero si hacer ciencia es también hacer científicos, Isaac Asimov triunfó no sólo como divulgador, sino también como científico: ¿cuántos investigadores en activo están en deuda con el Buen Doctor por una lectura precoz que les entusiasmó de por vida?

Era abstemio, no soportaba el alcohol. Dos copas eran suficientes para sumirlo en estado de total embriaguez. Absolutamente inepto para cualquier actividad atlética, nunca aprendió a nadar ni a montar en bicicleta. Claustrofílico, gustaba de encerrarse en pequeñas habitaciones sin ventanas y utilizaba siempre luz artificial para trabajar. Trabajando ocho horas al día, siete días a la semana, llegó a escribir casi quinientos libros. De este modo, Isaac Asimov, llamado cariñosamente *el Buen Doctor*, se convirtió en «el mejor divulgador de la ciencia» y el escritor más polifacético del siglo XX.

Si yo no fuera Isaac Asimov, y tuviera la oportunidad de entrevistarle, supongo que le haría una pregunta que todos me hacen y que es: ¿cómo se las arregla para escribir todos esos libros? Y la respuesta que le daría es la que doy siempre. Es la única cosa que me hace de veras feliz, escribir. Y cuando tienes algo que te hace feliz y que además te pagan por hacerlo... puedes hacer un montón.

A pesar de su descomunal obra, increíblemente Isaac Asimov no detenta, según el *Libro Guinness de los Récords*, el honor de ser el escritor más prolífico de la historia. Semejante lugar lo ocupa Josef Ignacy Kraszewski, un escritor polaco del siglo XIX que produjo más de seiscientos volúmenes. Sin embargo, no cabe la menor

duda de que Asimov ha sido el escritor más poliédrico. Sus escritos tratan de temas tan variados como la biología, Shakespeare, la química, la Biblia, la historia, la física... sin contar sus innumerables relatos y novelas de ciencia ficción.

ISAAC ASIMOV, INC.

Isaac Asimov nació en Petrovichi, en la actual Rusia, el 2 de enero de 1920. Tres años después su familia decidió trasladarse a EE. UU. En el barrio de Brooklyn, Nueva York, leyendo a escondidas las revistas del quiosco que regentaba su padre, Asimov tomó su primer contacto con la ciencia ficción.

Con tan sólo 11 años empezó a escribir *The Greenville Chums at College*. Al acabar los dos primeros capítulos, se los relató a un compañero de colegio en el recreo. Su amigo le dijo que continuara con la historia y él le explicó que no sabía cómo continuaba. Convencido de que se trataba de un libro que Asimov estaba leyendo, le dijo que se lo prestara en cuanto lo acabara de leer. Asimov no llegó a acabar aquel relato, pero comprendió por el efecto que causó en su amigo que poseía la imaginación que necesita un escritor.

A pesar de que su familia le presionó para que se dedicara a la medicina, se graduó en Química en la Universidad de Columbia en 1939. Fue entonces, con 19 años, cuando la revista *Amazing Stories* le remuneró con 64 dólares, un centavo por cada palabra, por primera vez por un relato: *Abandonados cerca de Vesta*. En los siguientes tres años escribió 31 relatos.

Se doctoró en Bioquímica por la Universidad de Columbia en 1948. Y a partir de 1950 se incorporó como profesor asociado de bioquímica en la Universidad de Boston. Como

comenta A. Benítez Gutiérrez en su excelente artículo «Isaac Asimov, Inc.»:

Asimov era, al cabo, un hijo de la Gran Depresión, y aunque no sufrió las penurias de ésta como lo hicieron muchos otros, su familia siempre estuvo apenas por encima del límite de la subsistencia. La experiencia le marcó para siempre e hizo que, aun a costa de sacrificios personales, a menudo buscara la estabilidad antes que la promesa de un mayor beneficio. Fue esa actitud ante la vida la que, casado [con su primera mujer Gertrudis Blugerman] y con dos hijos, le forzó a permanecer durante los años cincuenta como profesor en la Universidad de Boston a pesar del escaso sueldo, y el poco aprecio que le demostraban buena parte de sus superiores, cuando sus ingresos como escritor pronto igualaron y después superaron los que obtenía como docente.

En 1958 decidió definitivamente seguir sus aspiraciones como escritor y dedicarse casi íntegramente a ello. Tres años después de separarse de su primera mujer en 1970, contrajo matrimonio con Janet Opal Jeppson. Como escritor independiente le fue tan bien que Asimov se convirtió en 1979 en una sociedad anónima que en adelante detentaría los derechos de sus escritos. Había nacido Asimov, Inc.

CIENCIA FICCIÓN

Iniciado como escritor de ciencia ficción, permaneció fiel al género a lo largo de su carrera. Pero sus objetivos al respecto siempre apuntaron más allá del puro entretenimiento. Como gustaba repetir, la ciencia ficción puede ser una forma de especular con amenidad sobre «la respuesta humana a los cambios en el nivel de la ciencia y de la tecnología», una manera más de divulgar ciencia.

Dice al respecto el Buen Doctor:

La sociedad está siempre cambiando, pero el ritmo del cambio se ha acelerado a través de la historia. Además, el cambio es acumulativo: los cambios que usted introduce hoy facilitan la introducción de cambios futuros. Antes de la Revolución industrial la gente no tenía conciencia del cambio o del futuro. Presuponían que el futuro sería exactamente como siempre había sido, sólo que con diferentes personas. Como dice el *Eclesiastés*: «No hay nada nuevo bajo el sol». Sólo con el advenimiento de la Revolución industrial el ritmo del cambio se tornó lo suficientemente

rápido como para resultar visible en el curso de la existencia de un hombre. La gente repentinamente tomó conciencia de que no sólo estaban cambiando las cosas, sino de que seguirían cambiando tras su muerte. Allí cobró forma la ciencia ficción por contraposición a la fantasía y a los libros de aventuras; la gente sabía que iba a morir antes de poder ver los cambios que se darían en el siglo siguiente, y entonces les pareció interesante y divertido imaginar cómo iban a ser esos cambios.

MODESTIA Y RELIGIÓN APARTE

Ya no asistimos a esas grandes discusiones científicas que tiempos ha eran materia de debate entre los ciudadanos y ocupaban páginas importantes en los periódicos. La ciencia es ahora propiedad de un reducido grupo de especialistas y sus contenidos son cada vez más inaprensibles para el lego. Como advierte Lévy-Strauss: si los conocimientos desbordan la imaginación, se nos empuja de nuevo al pensamiento mítico. Así que no es extraño, entonces, que asistamos a un paradójico auge de las pseudociencias.

A lo largo de toda su vida el Buen Doctor militó o simpatizó con distintas organizaciones escépticas, en contra de la irracionalidad y los mercachifles pseudocientíficos como los astrólogos y adivinos. Asimov era, por decirlo suavemente, poco humilde respecto a sus capacidades intelectuales. En la pequeña autobiografía que escribió para *Who's Who* leemos:

He sido afortunado de nacer con un inquieto y eficiente cerebro, con una capacidad de pensamiento clara y una especial habilidad para concretarlo en palabras... Soy un afortunado beneficiario de la lotería genética.

Esa ostentación de superioridad, junto con una defensa a ultranza del racionalismo, le granjeó enemigos en el mundo de las pseudociencias. Y también en el ámbito religioso.

A pesar de que Asimov nació en el seno de una familia de religión judía, que estudió unos años en un colegio hebreo y que su padre llegó a trabajar como secretario en una sinagoga, era ateo:

Estoy en contra de adosarle el sistema de creencias de una persona a toda una nación o a todo el mundo en general. Lo que objeto de los fundamentalistas no es que sean fundamentalistas, sino que en esencia pretendan que yo también lo sea. Ahora bien, ellos podrían aducir que yo creo en que la Teoría de la Evolución es cierta y que quiero que todo el mundo también lo crea así. Pero yo no quiero que todo el mundo crea en la Teoría de la Evolución; simplemente aspiro a que estudien lo que decimos acerca de la Teoría de la Evolución y luego decidan por sí mismos. (...) La gloria de la ciencia es que sea algo tentativo, lleno de incertidumbre, sujeto a cambio. Lo realmente lamentable es lo opuesto, tener una serie fija de creencias consideradas absolutas, que ha sido así desde el inicio y que no puede cambiar, y donde sencillamente no se presta atención a ninguna prueba evidente. Cuando los árabes tomaron Alejandría y le preguntaron al califa Omar qué hacer con la biblioteca, Omar respondió: «Si los libros coinciden con el Corán, no son necesarios y pueden quemarlos. Si no coinciden con el Corán, son peligrosos y pueden quemarlos». Todavía hoy existen pensadores al estilo de este Omar, pensadores que creen que todo conocimiento debe ajustarse al de un libro: la Biblia, y se niegan a permitir que se conciba el menor error en él. A mi modo de ver, esta actitud es mucho más peligrosa que un sistema de creencias y conocimientos tentativo y sujeto a cambio.

Lamentablemente, en este asunto de ciencia *versus* religión, sus palabras siguen teniendo hoy más vigencia que nunca. Volvemos, increíblemente en el siglo XXI, a asistir a un resurgir del fundamentalismo religioso y al combate entre creacionistas y evolucionistas. Con un resultado, por cierto, tan incierto que grandes científicos como Richard Dawkins han decidido pasar a la acción mediática sin tapujos (vean, por ejemplo, su reciente documental: *Religión, ¿la raíz de todo mal?*, o lean su último libro *El espejismo de Dios*).

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

A finales de los años cincuenta Asimov decidió volcarse en la divulgación científica. En una entrevista de Manuel Toharia y Esteban Sánchez-Ocaña en el programa de televisión *A ciencia cierta*, ya desaparecido, manifestaba:

La ciencia es cada día más importante en nuestra sociedad porque cada día hay más cosas que dependen de los avances científicos y esto hace que gran parte de la sociedad se encuentre perdida. No saben cómo

funcionan las computadoras o qué hacen los robots, o no entienden el significado de los últimos avances científicos. Yo creo que es importante que lo sepan porque afecta a sus vidas y a la sociedad en la que viven. Además esos ciudadanos, con sus impuestos, son los que pagan el desarrollo científico y tienen derecho a saber qué está pasando. Una forma de lograr esto es que aquel que pueda debe explicar a la gente la ciencia lo más clara y seriamente que sepa, y una de las misiones que me he impuesto es la de servir de intermediario entre la ciencia y el sector no científico de la sociedad.

Vivimos en una sociedad paradójica: analfabeta científicamente pero con un grado de confianza ciego en las posibilidades de la ciencia y la tecnología. Y además la divulgación es desprestigiada como labor por los propios científicos. Para muchos de ellos un divulgador es un científico fracasado que no ha tenido más remedio que buscar fama y dinero vulgarizando la ciencia.

En una carta fechada el 1 de abril de 1963 el Buen Doctor escribía:

En la divulgación de la ciencia mis sueños no tienen límite. Pretendo ser el indiscutible divulgador de la ciencia del siglo XX. Eso es fácil, y creo que lo lograré.

Sus libros de divulgación superan en número a sus libros de ciencia ficción y han sido traducidos a 60 idiomas. Así que su primer deseo se cumplió. La carta seguía:

Pero hay otra parte de mi sueño que no está en mi poder lograr; para ello tendré que depender del mundo. Quiero que la divulgación científica escrita, la comunicación de la ciencia, la traducción científica sea reconocida como una contribución a la ciencia. Y si se hace lo suficientemente bien, quiero que el escritor científico (yo) sea reconocido como un científico, incluso como un gran científico, a pesar del hecho de que su contribución sea con la máquina de escribir y no con el tubo de ensayo.

La ciencia oficial sigue denostando intelectualmente la divulgación científica. Pero si hacer ciencia es también hacer científicos, Asimov triunfó además en su segundo sueño: ¿cuántos científicos en activo están en deuda con el Buen Doctor por una lectura precoz que les entusiasmó de

por vida? Yo sí, y aquí estoy pagando, con el mismo entusiasmo, una pequeña parte de esa deuda.

BARTOLO LUQUE

Castelldefels, abril del 2009

CAPÍTULO 1

EL MISTERIOSO FENÓMENO DE LA ESPIRAL DE ULAM

En 1963 Ulam, aburrido durante una charla científica en un congreso, comenzó a garabatear, comenzando por el número 1, los números naturales en forma espiral. Sorprendentemente los números primos, bajo esta disposición, «exhibían una fuerte apariencia no aleatoria». Tal vez había encontrado un patrón en el caos de la distribución de números primos...

Stanislaw M. Ulam (1909-1986) cuenta en su autobiografía, *Aventuras de un matemático*, que sufrió una grave encefalitis vírica que estuvo a punto de acabar con su vida. Después de despertar de un coma postoperatorio de varios días, el cirujano quiso comprobar sus facultades mentales preguntándole cuánto sumaban 8 más 13.

Que me preguntase una cosa así me ofendió tanto que simplemente sacudí la cabeza. Entonces me preguntó cuál era la raíz cuadrada de 20, y repliqué: aproximadamente 4,4. Como permanecía en silencio, le pregunté: ¿no es así? Recuerdo que el doctor Rainey rió con evidente alivio y dijo: ¡No lo sé!

Cuando llega la hora de pagar en una cena de varios comensales, donde se sabe que uno de ellos es matemático, siempre se oye la frase: «que calcule el matemático a cuánto tocamos cada uno». La mayor parte de la gente piensa que los matemáticos sencillamente «hacen números» y por tanto deben tener una extraordinaria capacidad para «calcular». Eso, en la mayoría de los casos, no es cierto: los matemáticos calculan tan mal como el resto de los humanos. ¿A qué se dedican entonces? Muchos le dirían que buscan patrones, relaciones y analogías que

no han sido todavía descubiertos, que buscan belleza. Los mejores, como decía Banach, «ven analogías entre analogías», buscan relaciones entre relaciones, belleza pura.

BUSCADORES DE PATRONES

Estamos preparados por la evolución para detectar patrones, orden en el mundo. Los humanos tenemos una disposición evolutiva a sustraer orden del desorden, somos buscadores de patrones. Los mejores buscadores son un grupo conocido como *matemáticos*. Y cómo no, en los números, los encuentran a raudales.

Los números primos son aquellos que sólo son divisibles por ellos mismos y por el 1. Los primeros son: 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41... (por razones técnicas que no vienen al caso, el número 1 no se considera primo). Como puede observarse en la lista, el sexto número primo es el 13. No se conoce fórmula sencilla alguna para determinar los primos. Pero que no se conozca semejante fórmula no significa que no exista. Durante siglos los matemáticos se han estado preguntando si los números primos están repartidos al azar o podemos determinar a priori sus posiciones. El esfuerzo matemático por desvelar la distribución de los números primos ha sido ímprobo. Leonhard Euler (1707-1783), uno de los matemáticos más grandes de la historia, determinó una sencilla fórmula: $n^2 + n + 41$, donde si sustituimos n por 0, 1, 2..., obtenemos una secuencia de 40 primos consecutivos hasta llegar al valor $n = 40$ que nos proporciona el número compuesto 1.681. Euler llegó a decir al respecto:

Los matemáticos han intentado en vano hasta hoy descubrir un orden en la secuencia de los números primos, y tenemos razones para creer que esto es un misterio al que no podrá nunca penetrar la mente humana.

Muchos de los intentos, como veremos ahora en un famoso ejemplo, se han encaminado a visualizar esa distribución.

LA ESPIRAL DE ULAM

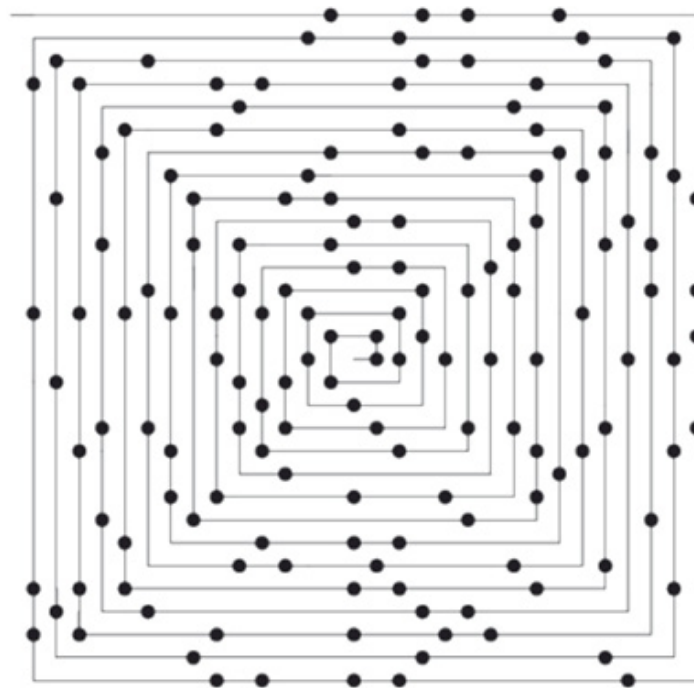
En 1963 Ulam, aburrido durante una charla científica en un congreso, comenzó a garabatear sobre una hoja cuadriculada. Se le ocurrió, comenzando por el número 1, disponer los números naturales en forma espiral de la siguiente manera:

17 16 15 14 **13**
18 **5** 4 **3** 12
19 6 1 **2** **11**
20 7 8 9 10
21 22 ...

y distinguir los primos del resto de números (en nuestro ejemplo los primos están en negrita y subrayados). Sorprendentemente los primos parecían disponerse con mucha más frecuencia de lo esperado a lo largo de diagonales. En palabras de Ulam: «Exhibían una fuerte apariencia no aleatoria». Tal vez había en contrado un patrón en el caos de la distribución de números primos...

Curiosamente, siete años antes, el escritor de ciencia ficción Arthur C. Clarke había descrito una espiral de primos semejante en su novela *La ciudad y las estrellas* (1956). En ella el personaje de nombre Jeserac, ayudado por su ordenador, buscaba patrones en la distribución de primos. Clarke nunca llegó a realizar ese experimento realmente, sin embargo, cuando Ulam regresó del congreso a su lugar de trabajo en Los Álamos fue lo primero que hizo. Con la ayuda de Myron L. Stein y Mark B. Wells programó para esta tarea el ordenador mastodóntico

Maniac II que disponía en su memoria de los primeros 90 millones de primos. Hablamos de una época en la que no existían ni siquiera las pantallas de ordenador. Para vislumbrar el patrón usaron un osciloscopio a modo de pantalla primitiva y fotografiaron el resultado. Para su regocijo, en la espiral que construyeron para todos los primos por debajo de los 10 millones, los primos mostraban tendencia a aparecer en las diagonales y también en líneas horizontales y verticales, como podemos ver en el siguiente ejemplo de pequeña espiral donde sólo hemos señalado la posición de los primos:



De hecho, estas líneas escondían fórmulas para primos. Los alineamientos corresponden a fórmulas como la de Euler, del tipo $an^2 + bn + c$, donde a , b y c son enteros. Por ejemplo, tenemos una diagonal, abajo a la izquierda del dibujo, con los primos 5, 19, 41, 71 y 109. Esa línea corresponde a la expresión: $4n^2 + 10n + 5$. Si damos valores a n de 0 a 4 generamos estos cinco primos

consecutivos en la diagonal. Similarmente, la secuencia de primos 7, 23, 47 y 79, en diagonal abajo a la derecha, ajusta a $4n^2 + 4n - 1$ dando valores a n de 1 a 4. Si en vez de comenzar la espiral con el número 1 en el centro comenzamos con otros números, como hicieron en sus experimentos Ulam y sus colaboradores, se obtienen líneas y expresiones cuadráticas de primos adicionales. Por ejemplo, comenzando por el 41 en el centro obtenemos precisamente la expresión de Euler.

Ulam constató que, para valores de n por debajo de los diez primeros millones de primos, la fórmula de Euler proporcionaba primos en un 47,5% de las veces. Evidentemente, no todas las expresiones cuadráticas proporcionan gran cantidad de primos. Por ejemplo, la expresión $2n^2 + 4n + 117$ sólo los proporciona un 5% de las veces. Los teóricos han demostrado que no existe ninguna fórmula sencilla que sea capaz de generar solamente primos. Sin embargo, el motivo por el cual algunas de estas funciones cuadráticas presentan una tal riqueza de números primos no se ha desvelado todavía.

ARTE Y BELLEZA ESPIRAL

Ahora el lector está preparado para comprender el sentido de las dos creaciones digitales, infografías, con las que ilustramos este ensayo. La primera, debida a Adrian J. F. Leatherland, se titula *Ábaco de madera*. Sin duda, Leatherland acierta al usar bolas de madera sobre una espiral de varilla metálica insinuando un ábaco, la calculadora más antigua. Ojalá algún artista plástico se animara a realizar un modelo real.