RECOPILATORIO DOCUMENTAL DE ARTÍCULOS/ENSAYOS SOBRE LOS **NÚMEROS PRIMOS**

* * * * *

Preservado en:

https://calentamientoglobalacelerado.net/benchmarkzone

Fuente: http://revistavacio.com/ciencia-y-tecnologia/numeros-primos/
Autor: http://revistavacio.com/author/ricardo-corrales/

Un recorrido breve por la historia reciente de los números primos y sus representaciones.

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13… ¿Qué número sigue? Problemas como estos que vemos muchas veces en la escuela (o en el examen de admisión de la universidad) encierran en el fondo la esencia de lo que es la matemática: la búsqueda de patrones. No todos los patrones que estudian los matemáticos se encuentran en los números, pero sí muchos de ellos; incluyendo algunos de los más importantes. Un grupo de números que han fascinado a los matemáticos por miles de años ha sido los números primos.

Los números primos son aquellos que son divisibles tan solo por sí mismos y por 1. Por ejemplo, el número 7 es primo, pues la única manera de multiplicar dos números naturales para que el resultado sea siete es multiplicando 1×7. El número 6 no es primo, pues para obtenerlo podemos multiplicar ya sea 1×6 o 2×3, es decir, 6 es divisible por 1, 2, 3 y 6.

Estos han sido estudiados desde muy temprano en la historia de la matemática. Los antiguos griegos ya sabían que cualquier número natural se puede escribir como una multiplicación de números primos (este resultado es tan importante que se le dio el nombre de *Teorema Fundamental de la Aritmética*). Por esta razón estaban interesados en crear una lista de todos los números primos; algo así como lo que los químicos han logrado hacer con la tabla periódica, donde listan todos los elementos básicos en el universo que forman todo lo que hay.

Sin embargo, encontraron un gran problema. Euclides, en el año 300 A.C., demostró que existe una cantidad infinita de primos. ¿Qué hacer en tal caso? Los matemáticos se interesaron entonces en buscar lo siguiente mejor que una lista con todos los primos: una fórmula que los describa.

¿Y por qué sería esto bueno? Para explicarlo, veamos un ejemplo: sabemos que los números pares son infinitos y tenemos una fórmula que los describe: 2x. Sabemos que todo número par es una multiplicación de 2 por algún otro número. Así que con sólo decir que un número es de la forma 2x, sabemos que estamos describiendo un número par en términos matemáticos.

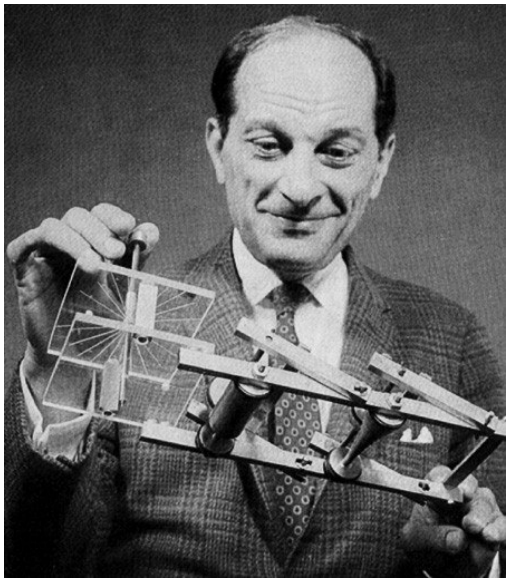
Pero esta tarea probó ser mucho más difícil para los primos. No fue hasta finales del siglo XX que se logró encontrar una fórmula más o menos simple y explícita que calculara los números primos.

En el siglo XIX, Carl Friedrich Gauss intentó acercarse al problema a través de otro enfoque. Este matemático se preguntó cuántos números primos menores que un número dado hay. Aunque no logró demostrar la veracidad de su afirmación, Gauss estableció que existe un cierto patrón en esta cantidad, e incluso dio la fórmula de la función a la cual se acerca. En el siguiente video podés ver el gráfico de los primeros mil valores de la función (minuto 0:55). Podés ver que la línea parece seguir un camino definido.

Sin embargo, la investigación sobre números primos no se queda ahí. En 1967, Stanislaw Ulam dibujaba en su cuaderno mientras se encontraba aburrido en una reunión de ciencia. Comenzó a poner los números naturales en forma de espiral en un papel cuadriculado y luego decidió pintar los números primos. Podés verlo más claramente en el siguiente video (los números compuestos, o no-primos en negro y los primos en blanco):

https://youtu.be/dx24qqBc-PY

Lo que Ulam vio fue que los números primos se acomodaban más o menos en diagonales, es decir, logró ver un patrón al acomodar los números de esta forma. *Pero yo no veo ningún patrón*, me dirás. Bueno, no es un patrón tan claro y es por esto que este patrón no se ha podido explicar completamente.



Si aún te queda la duda, podés revisar esta otra página web (en inglés) donde se puede ver más claramente que los números primos están más ordenados que si fueran simplemente números aleatorios:

http://ulamspiral.com

No fue hasta 1976 que se encontró una fórmula para los números primos. Y no solo se encontró la fórmula, sino que además esta resultó ser un polinomio (una de las formas más simples que puede tomar una fórmula). El resultado no fue

especialmente esclarecedor, ya que la fórmula contiene 26 variables, y además se ha demostrado que no es eficiente en términos computacionales. Es decir, que aún con una computadora muy poderosa, calcular números primos usando esta fórmula tarda mucho tiempo.

https://www.maa.org/sites/default/files/pdf/upload_library/22/Ford/JonesSatoWadaWiens.pdf

Hoy día, se siguen buscando formas de calcular números primos. En 2003, Robert Sacks, un ingeniero de software, encontró una forma distinta de representar la espiral de Ulam, y se ha visto que esta otra representación contesta algunas de las preguntas que dejaba como incógnitas la representación de Ulam.

Los números primos nos siguen interesando. Si bien, en un inicio eran quizá solo curiosidades matemáticas, actualmente cuentan con muchas aplicaciones, especialmente en áreas como la informática o la estadística. Todos los días, los expertos siguen buscando números primos cada vez más grandes. Pero bueno, esto es tema para otro día, pues la historia de los números primos pareciera ser tan infinita como ellos mismos.

Créditos:

1. Estampilla conmemorativa de los 100 años de la muerte de F. Gauss. Wikipedia Commons.
2. Fotografía de Stanislav Ulam tomada de Los Alamos National Library. Wikimedia Commons.

Fuente: REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA "FRAXINUS" DE S.C.F. A.C.
Url: https://scfrevistablog.wordpress.com/2017/03/06/el-misterio-de-los-numeros-primos/amp/
AUTOR: José de Jesús Camacho Medina

"El Misterio de Los Números Primos"

El mundo en el que nos desenvolvemos está rodeado por números, los encontramos por todos lados, son parte de nuestra vida cotidiana e inclusive nos ayudan a comunicarnos, con ellos entendemos el mundo que nos rodea, como lo decía Filolao,un Filosofo Griego que afirmó el papel tan importante de los Números:Los números están implícitos en todas las actividades que el ser Humano desarrolla, lo antes expresado desemboca en concebir una forzosa dependencia de la Matemática, los números son imprescindibles en nuestro diario vivir, particularmente en Matemáticas son cimiento y columna como lo afirma Gauss, uno de los más grandes Matemáticos de la Historia, conocido como El Príncipe de las Matemáticas:

Los Números más importantes son los Números Primos, en consecuencia se gesta una pregunta al aire:

¿Que son los Números Primos y por qué remarcamos su importancia?

Existen dos principios básicos acerca de lo que es un Número Primo:

- Es Divisible por el uno
- Es Divisible por si mismo

Entonces un Número Primo es aquel que sólo se puede dividir por dos números; el uno y el mismo número, es decir , tiene dos divisores.

Ejemplos:

Número	¿Es Primo?	Descripción
7	Sí	Tiene dos divisores: 1 y 7
9	No	Tiene tres divisores:1, 3, 9

La lista de los primeros 30 Números Primos es la siguiente:

2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67, 71, 73, 79, 83, 89, 97, 101, 103, 107, 109, 113…

Los Números Primos son la base de las Matemáticas, sí la Matemática fuera un castillo los Números Primos serían los ladrillos. Todos los números que no son primos se pueden construir multiplicando Números Primos, por ejemplo:

33= 3*11, donde 3 y 11 son Números Primos.

Asimilamos pues que los Números Primos son los átomos de la Matemática, son como Hidrógeno y Oxígeno en el universo de los Números, es allí donde radica su importancia.

Desde hace más de dos mil años, los Matemáticos se han interesado en estos fascinantes e importantes Números, en la Antigua Grecia diversos Personajes exploraron su importancia.El Nombre de Euclides aparece en la proeza, Euclides demostró que los Números Primos eran infinitos, concretamente probó que su naturaleza era inagotable y lo hizo a partir del razonamiento lógico, una herramienta de gran valor en las demostraciones matemáticas que es conocida como reducción al absurdo.

¿Existe un Patrón que interprete la distribución de los Números Primos en su camino al infinito?

Si nos imaginamos a los Números Naturales (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,….) en Fila, da la sensación de que los Números Primos están colocados de forma aleatoria, que su comportamiento baila al ritmo del azar, veamos la ilustración:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,11, 12,13, 14, 15, 16,17, 18,19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27,…

Una de las misiones de todo Matemático es la búsqueda de Patrones; el construir Modelos Matemáticos que de alguna manera interpreten a los fenómenos de su alrededor desde el punto de vista cuantitativo.

Las mentes más brillantes de todos los tiempos se adentraron en la conquista de patrones que determinaran el comportamiento de los Números Primos, podemos destacar a Gauss y a Euler: grandes Genios Matemáticos que se preguntaban con insistencia:

¿Existirá un Orden en Los Números Primos, qué patrón siguen?

Es aquí donde brota uno de los más grandes misterios de la Matemática: “El Patrón que siguen los Números Primos”, para muchos dicho acertijo es considerado el Santo Grial de las Matemáticas, es sin lugar a dudas un problema que ha atormentado a matemáticos de todas generaciones.

Matemáticos de todas razas han osado resolver el misterioso y aún desconocido patrón con el que se comportan los Números Primos, se desconoce si existe, pero las mentes brillantes tienen el afán de hacer descansar a ese fantasma que los hostiga e implora sus servicios racionales y lógicos para encontrar la quietud, si se logra entender al ritmo al que bailan estos fascinantes e importantes números, definitivamente se abrirán nuevos horizontes de luz en cuanto al conocimiento científico.

¿Cuáles son los avances más significativos en cuanto a la obtención del Patrón de los Números Primos, de esos entes Matemáticos que parecen burlarse del orden?

Aquí es preciso y justo mencionar a Gauss, quien desarrolló el avance más significativo en cuanto a la caza del patrón de los Números Primos.

Tras fracasar en el intento de encontrar un modelo general que interpretará el orden de los Números Primos, Gauss como alternativa se preguntó:

¿Cuántos Números Primos hay en un intervalo determinado?, por ejemplo ¿Cuántos Números Primos existen menores a 10, menores a 100, menores a 1000 y así sucesivamente?

Comenzó a construir tablas y tablas de números Primos y finalmente encontró un ligero patrón, el cual le permitió desarrollar una fórmula que arroja una tendencia sobre cuantos Primos hay en cierto rango y aunque es una aproximación lo que su formula de Densidad Prima genera, Gauss abrió una ventana de luz a ese misterio.

Recientes investigaciones de matemáticos de todo el mundo han encontrado señales de que los Números Primos pudieran no simpatizar con el azar y aunque aun no existe un modelo general que rija su comportamiento, cada día surgen nuevas ideas para abordar dicho problema, para muchos es cuestión de tiempo encontrar la solución y para otros simplemente un misterio sin respuesta, como es el caso del Matemático Euler.

AUTOR DEL ARTÍCULO: José de Jesús Camacho Medina

Es originario de Fresnillo Zacatecas México, Ingeniero en Sistemas Computacionales con Maestría en Matemática Educativa y línea de investigación en Matemática Aplicada, conocimientos y experiencia laboral en Matemáticas e Informática, particularmente en el sector educativo. Ha impartido clases en diferentes instituciones educativas a nivel medio superior y superior así como la ejecución de diferentes proyectos.Por mencionar algunas instituciones con las que ha tenido contacto profesional son: Universidad Autónoma de Zacatecas, Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo, Universidad Autónoma de Durango, Tecnológico de Monterrey, Universidad Interamericana para el desarrollo, Universidad CNCI, Preparatoria y Academia Comercial Remington y el Instituto de educativo Monreal Sandoval, también cuenta con experiencia en el sector empresarial. Es egresado de la Universidad Autónoma de Zacatecas y del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo, comparte sus actividades de docente con la investigación en el campo de la Matemática educativa y aplicada, la Asesoría de Sistemas Computacionales y la Poesía.

Fuente: Obstinados navegantes en océanos de incertidumbre
Url: http://ramanujan25449.blogspot.com/
Url: http://ramanujan25449.blogspot.com/2012/12/el-misterio-de-los-numeros-primos.html
Url: http://ramanujan25449.blogspot.com/2012/12/el-misterio-de-los-numeros-primos-el.html
Autor:

EL MISTERIO DE LOS NÚMEROS PRIMOS (PRIMERA PARTE)

Desde hace más de 2000 años las mentes más portentosas se han visto superadas por un problema matemático sin parangón, se trata de un problema tan difícil que ha atormentado a aquellos matemáticos que osaron resolverlo, algunos de ellos desistieron desesperados, otros enloquecieron con el tiempo e incluso algunos intentaron suicidarse. Hoy continúa abierta la cuestión, incluso se ha establecido una recompensa de un millón de dólares a quien consiga resolverlo.

Pero, ¿cuál es el misterio que ha atormentado a tantos matemáticos a lo largo de la historia?: el de los números primos. ¿Qué son los números primos? Desde pequeños en la escuela nos enseñan que "son aquellos números que únicamente son divisibles entre ellos mismos y la unidad", pero lo que no se enseña es por qué son tan importantes de manera que constituyen la base de las matemáticas.

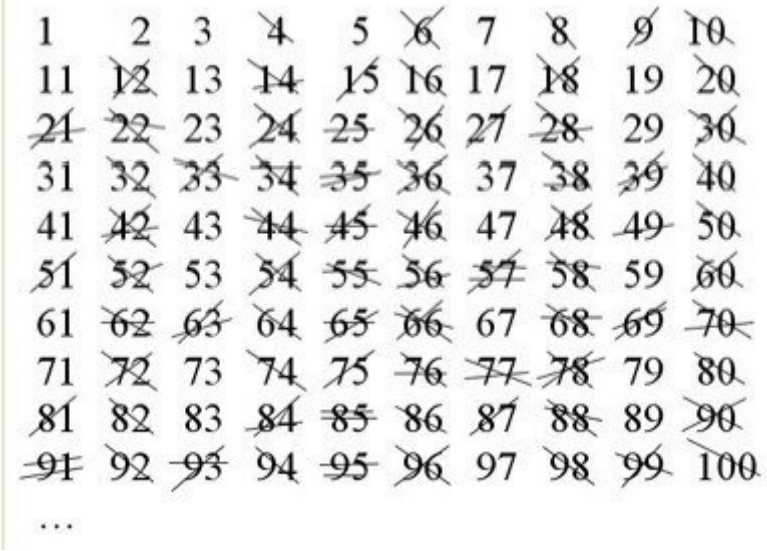
Todos los demás números que no son primos pueden construirse multiplicando números primos. De forma análoga a como los átomos constituyen las piezas básicas de las moléculas y de la materia, los números primos son los "átomos" de los que están constituidos todos los números.

Los primeros intentos para descifrar la naturaleza de los números primos datan de la antigua Grecia, ellos establecieron los principios matemáticos con los que se ha trabajado desde entonces. Los pitagóricos sabían que el número estaba en todas partes, fueron ellos los primeros en multiplicar números y los primeros en observar que había números que no se podían dividir de ninguna manera, los primos, esos números irreducibles.

Eratóstenes (Cirene, 276 a.C. - Alejandría, 194 a.C.) fue un matemático, astrónomo y geógrafo griego. Ideó un sencillo algoritmo para obtener los sucesivos números primos denominado la "criba de Eratóstenes". Consiste en ¡eliminar los múltiplos de los primeros números primos (como son el 2, 3, 5, 7, 11, 13, 23, etc.) mayores o iguales que el número primo elevado al cuadrado.

Por ejemplo: los múltiplos de 2 que se van a eliminar de la Tabla, mediante esta Criba, son el 4, 6, 8, 10, etc., que son los múltiplos de 2 mayores o iguales que 4. Para los cien primeros números sería:

Criba de Eratóstenes



Las bibliotecas y academias de la antigua Grecia comenzaron a llenarse de tablas que contenían números primos cada vez más altos. Quizás algún matemático se hizo la idea de que se haría famoso si formaba una gran tabla con todos los números primos.

Tres siglos antes de Cristo, Euclides descubrió que eso era imposible y que si alguien lo intentaba se pasaría la vida contando. Demostró de forma irrefutable que ¡hay un número infinito de números primos! y lo hizo gracias a una pieza muy ingeniosa del razonamiento lógico. Euclides de preguntaba si sería posible que de verdad existiera un número finito de números primos que se pudieran multiplicar entre sí para obtener todos los demás números. Por eso cogió su lista de primos el 2, el 3 y el 5, ¿era posible obtener todos los demás números de multiplicaciones de doses, treses y cincos. Euclides se inventó un método para construir un número que no se construyera con multiplicaciones entre estos tres números primos. Empezó por multiplicar los números elegidos y obtuvo el 30. Ahí fue donde aplicó su ingenio y añadió uno, obteniendo el 31. Si dividimos 31 entre cualquiera de estros tres números primos siempre sale 1 de resto. Euclides sabía que los números se pueden construir a partir de números primos, ¿qué hay del 31? Bueno, pues como no puede dividirse entre 2, 3 ni 5, tiene que haber otro número primo en la lista. De hecho el mismo 31 es número primo y sería añadido a la lista. Si ahora se volvía a hacer el mismo razonamiento, siempre existirá la posibilidad de añadir un nuevo número primo, por muy grande que sea la tabla. Y así fue como Euclides demostró que los números primos son infinitos.

La demostración de Euclides es una pieza clave en el razonamiento matemático, sin embargo, hubo algo que no fue capaz de entender. Euclides no pudo encontrar ningún patrón que permitiera entender donde encontrarlos. Si nos imaginamos dichos números en fila, dan la sensación de que se encuentran colocados al azar. La pregunta es, ¿existe el orden entre ellos? ¿Hay alguna manera de entenderlos, aunque sea parcialmente, como para descubrir qué patrón siguen? Cuando intentamos predecir qué número será primo o cuando buscamos fórmulas que nos ayuden a encontrarlos, terminamos dándonos cuenta de que no funcionan.

Los números primos se suceden sin orden alguno, unos están cerca de otros, otros mantienen las distancias al parecer sin un patrón que los defina, parecen no tener sentido y si hay algo que atormente a un matemático son los patrones y el sentido.

¡Un matemático es ante todo un buscador de patrones! Los matemáticos consisten en eso, en buscar patrones que organicen el campo numérico que nos rodea. Entre todos los números, los primos constituyen el mayor reto para un buscador de patrones.

La aparente ausencia de patrón trajo de cabeza a todos los matemáticos desde la época de Euclides. Los números primos eludieron las mentes matemáticas de los últimos 2000 años. El primer avance significativo no llegaría hasta finales del siglo XVIII. El descubrimiento vendría de un muchacho alemán de 15 años que se convertiría más adelante en uno de los matemáticos más importantes de la historia, Carl Friedich Gauss. De la noche a la mañana Gauss se convirtió en una estrella, gracias a la astronomía. Un planetoide recién descubierto, Ceres, en el cinturón de asteroides, había desaparecido tras el resplandor del Sol. Los astrónomos se desesperaron, pero Gauss logró hallar un patrón matemático que explicara la trayectoria del mismo y señaló a los astrónomos donde encontrarlo y tal como les indicó allí apareció.

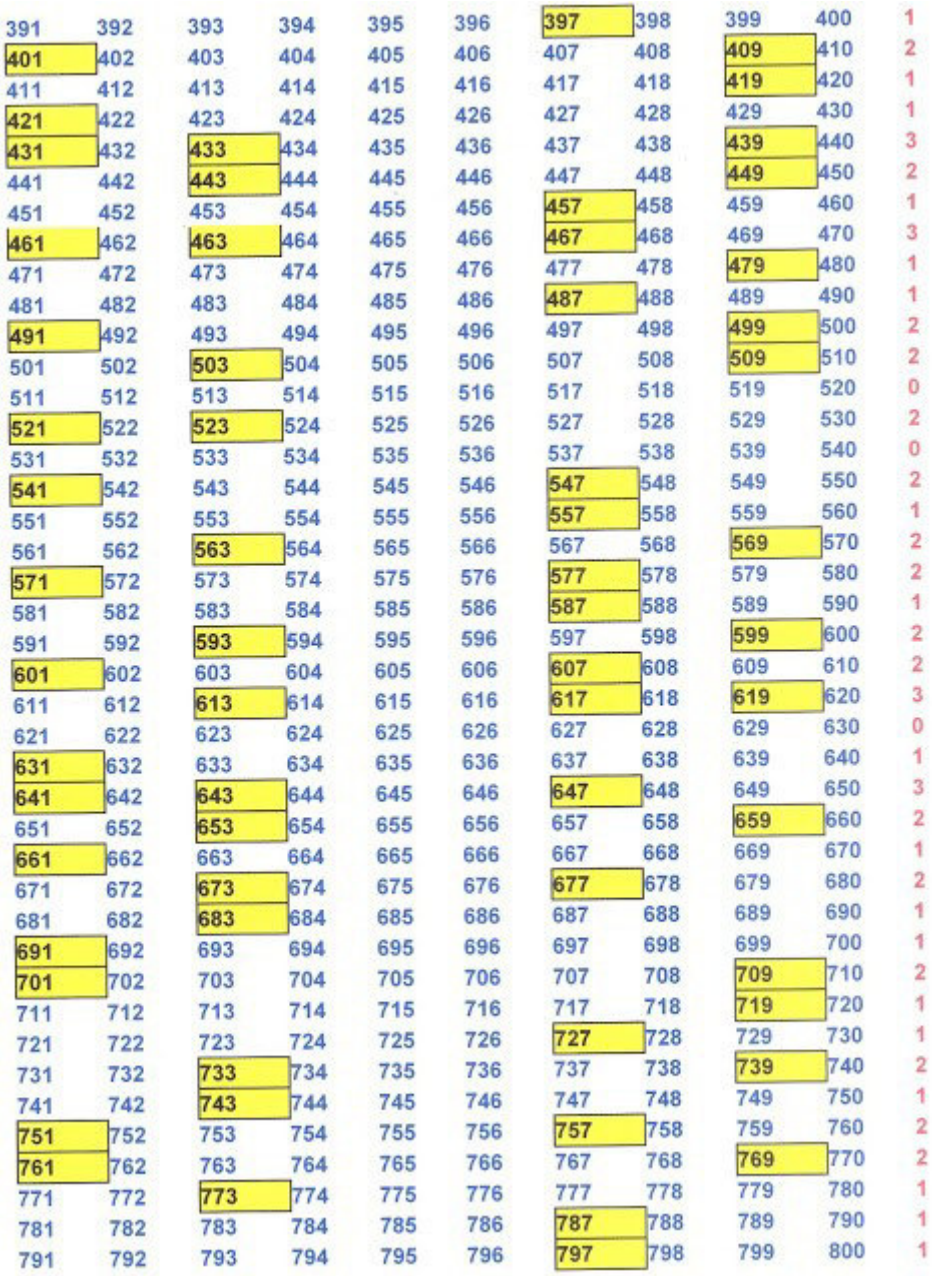
Figura 1: Retrato de Carl Friedrich Gauss

Pero lo que de verdad apasionaba a Gauss eran los números. Gauss fue un niño prodigio en matemáticas pero lo que de verdad cambió el curso de la historia fue un regalo que le hicieron cuando cumplió 15 años, se trataba de un libro lleno de tablas con números. Al final del mismo había una lista de números con la que Gauss se obsesionó desde el principio, eran números primos y se pasaba horas escudriñando esos números para intentar descifrar sus secretos. Al final hizo un descubrimiento memorable. Por más que miraba esa lista de números primos, Gauss, al igual que otras generaciones de matemáticos anteriores, no encontraba un patrón para ellos, una manera de predecir dónde están. Daba la sensación de que los números primos se sucedían completamente al azar.

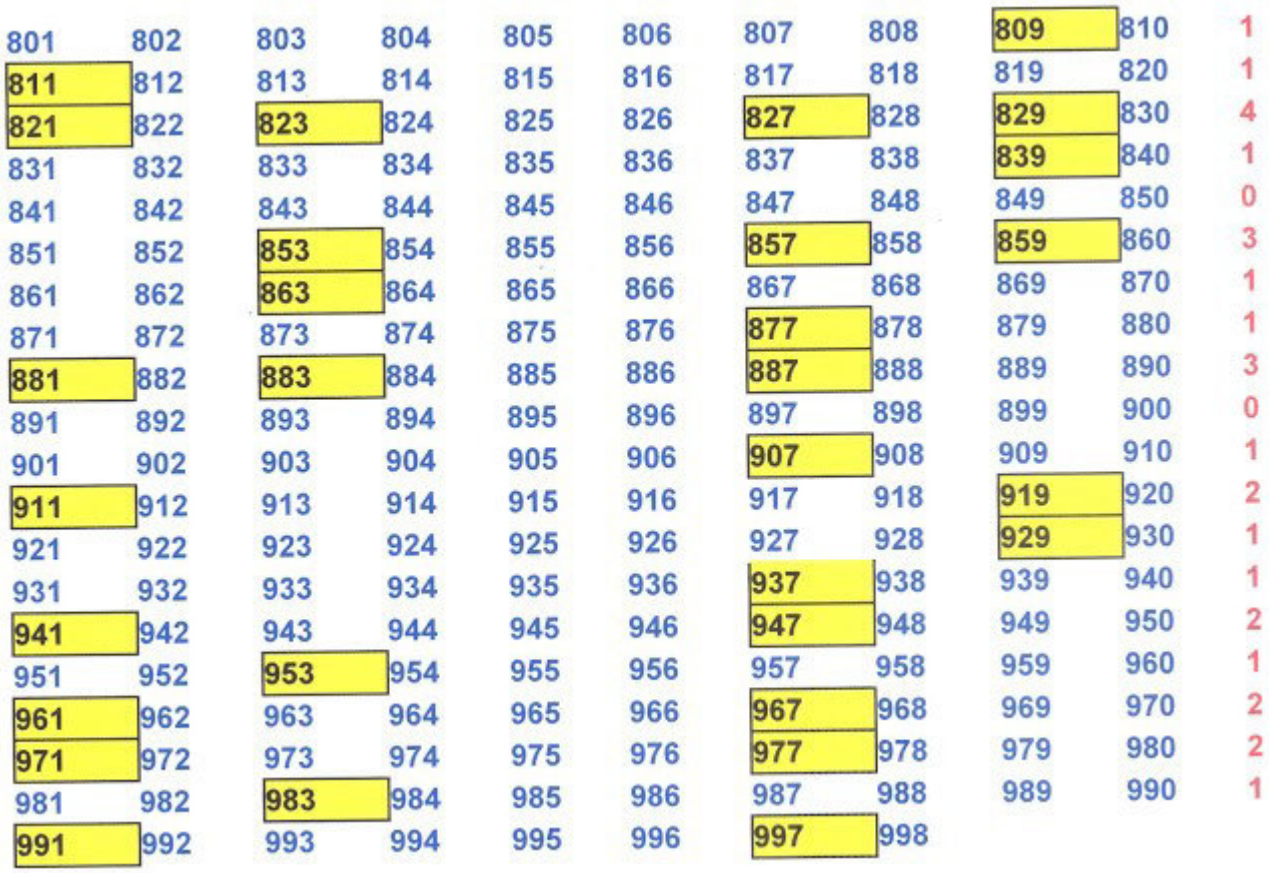
Fue entonces cuando Gauss realizó uno de los movimientos más clásicos del arsenal de un matemático cuando las cosas se complican demasiado se pasa al razonamiento lateral. Se trata de abordar el problema haciendo otra pregunta, en lugar de intentar predecir qué números son primos, Gauss se preguntó cuántos números primos había. Éste solía contar cuántos números primos había en cada bloque de mil. Digamos que era a lo que más tiempo dedicaba y se cuenta que sólo tardaba 15 minutos para estudiar los primos existentes en cada uno de dichos bloques de mil, llegando a acumular tablas y tablas de números primos.

CRIBA DE ERATÓSTENES PARA LOS PRIMEROS 1000 NÚMEROS NATURALES

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	4
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	4
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	2
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	2
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	3
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	2
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	2
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	3
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	2
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	1
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	4
111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	1
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	1
131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	3
141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	1
151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	2
161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	2
171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	2
181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	1
191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	4
201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	0
211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	1
221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	3
231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	2
241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	1
251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	2
261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	2
271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	2
281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	2
291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	1
301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	1
311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	3
321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	0
331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	2
341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	2
351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	1
361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	1
371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	2
381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	2



Así llegó a la fantástica conclusión que originó el moderno estudio de los números primos. Euclides había establecido que había un número infinito de números primos. Gauss comenzó a estudiar cuántos exactamente había hasta el diez, cuántos hasta el cien, cuántos hasta el mil, etc.



A medida que contaba números primos parecían escasear cada vez más, pero ¿había alguna manera de saber cómo? Para Gauss la forma en que disminuían era tan aleatoria como el juego de los dados, pero a medida que contaba números se dio cuenta de que podía calcular la probabilidad de conseguir uno primo. Por ejemplo entre el uno y el cien hay 25 números primos, lo que quiere decir que tenemos "una probabilidad entre cuatro" de conseguir un número primo. Pero entre uno y mil sólo tenemos "una probabilidad entre seis" de encontrar un número primo.

A medida que subían los números primos, más se acercaba Gauss a un posible patrón. A pesar de la aleatoriedad de dichos números, ante sus ojos se iba formando una regularidad asombrosa entre la niebla. A medida que agregaba un cero a la cifra de ceros explorados, Gauss comprobó que la proporción de números primos disminuía de forma regular, con el dos como clave, es decir, desde diez mil hasta cien mil y un millón (10.000; 100.000; 1.000.000) la probabilidad de obtener un número primo bajaba de "una probabilidad entre ocho" hasta "una probabilidad entre diez" y "una probabilidad entre doce", respectivamente".

El patrón que había descubierto, pues, era que ¡a medida que los números explorados aumentaban, los números primos contenidos disminuían!

Cuando Gauss unió todos los números primos en una gráfica el resultado mostraba una línea ascendente, en una progresión dentada, una especie de "escalera" que saltaba cada vez que aparecía un número primo.

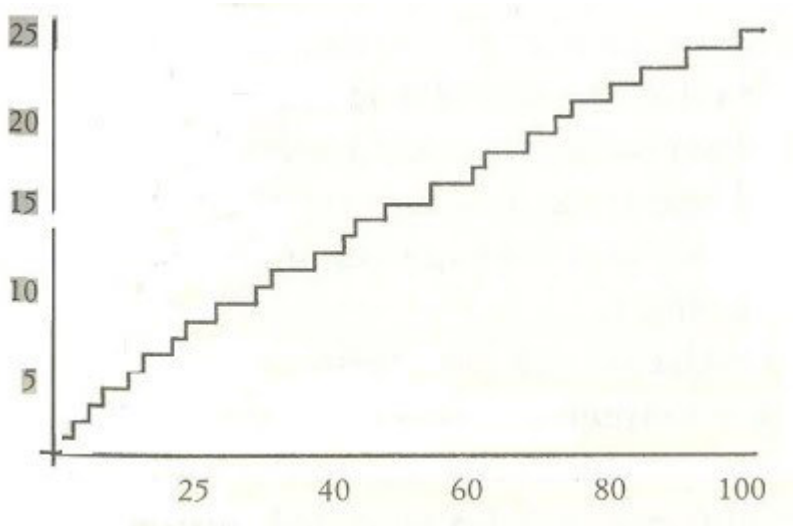


Figura 2: Función escalonada de Gauss para los cien primeros números explorados. Cada vez que aparece un número primo se refleja en un salto.

Dedujo una fórmula para poder realizar una estimación de la cantidad de números primos comprendidos entre 1 y "x" que sería x/ln x. A esta función la denominó pi(x), sin que esta pi tenga nada que ver con el "número pi":

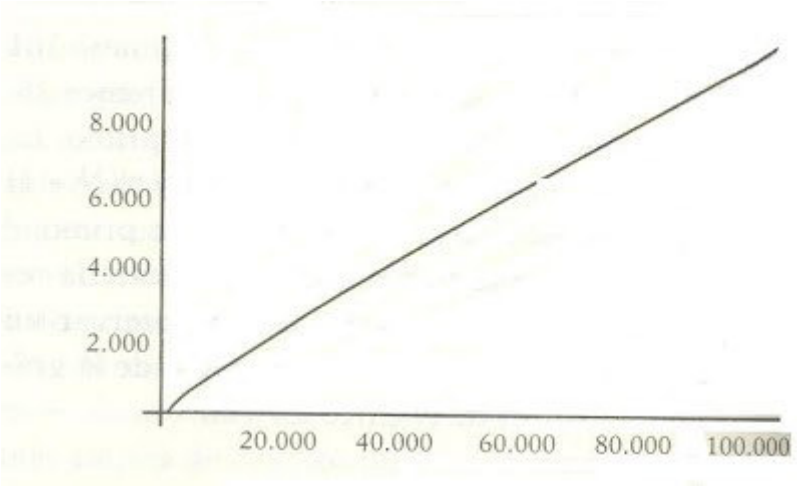
Sea $\pi(x)$ *el número de primos menores o iguales a* x
el teorema establece que:

$$\pi(x) \sim \frac{x}{\ln x}$$

$\ln x$ *: Es el logaritmo neperiando de* x *(en base "e")*

Esta expresión no implica que la diferencia de las dos partes de la misma para valores de x *muy grandes sea cero; sólo implica que el cociente de éstas para valores de* x *muy grandes es casi igual a 1.*

Si en lugar de considerar los cien primeros números exploramos los cien mil primeros números naturales, al realizar una representación gráfica análoga se pierden los detalles de cada escalón que se vuelven insignificantes, pero en cambio se puede observar la "tendencia" que siguen dichos números.



Se puede observar un "crecimiento lento y regular de los números primos". A pesar de la extrema impredecibilidad de los números primos, este hallazgo es uno de los más sobresalientes de las matemáticas y supone uno de los hitos de la historia de las matemáticas y se conoce como "conjetura de Gauss" sobre los números primos. Ésta era la primera prueba de que los números primos seguían también un cierto patrón. Las generaciones anteriores habían estudiado los números primos uno a uno, pero Gauss al mirar de forma general logró observar la "tendencia" de los mismos.

Gauss sabía que su hallazgo no representaba más que una aproximación de los primeros números existentes, pero sí pensaba que había dado un gran paso adelante. Sin embargo, sólo había mostrado su resultado, pero no había podido realizar una demostración rigurosa, lo cual lo es todo en las matemáticas, pues las matemáticas no avanzan a base de suposiciones sino de demostraciones, pues de esta manera lo que se demuestra será verdad para siempre, al margen de cualquier contingencia.

Quizás por todo ello Gauss no publicó su trabajo, pues se trataba de una personalidad extremadamente meticulosa y perfeccionista y por tanto no estaba completamente seguro. Se limitó a guardarlo en lo que él consideraba sus habitaciones secretas. Los resultados que se negó a publicar encumbraron a Gauss como uno de los genios de las matemáticas, a la que aportó contribuciones históricas muy diversas. Se encerraba en su observatorio de la ciudad alemana de Gotinga, donde los números primos se negaban a revelarle sus secretos, pero acabó transformando esta pequeña ciudad universitaria en la meca europea de las matemáticas.

Entre sus discípulos se encontraba un joven matemático que sería el encargado de dar el siguiente gran paso: Bernhard Riemann. Riemann nación en Hannover, en Alemania, en 1826. Desde niño era de personalidad retraída y no le gustaban ni los juegos ni la interacción con otras personas, prefiriendo quedar al margen. El director de la escuela observando esta personalidad y su disposición hacia las matemáticas le ofreció para animarlo la posibilidad de disfrutar de su biblioteca y de su excelente colección de libros matemáticos. Aquello supuso para Riemann un mundo nuevo lleno de posibilidades. Aquí fue donde descubrió los números primos. Lo que Riemann aprendió acabó floreciendo de forma espectacular años más tarde.

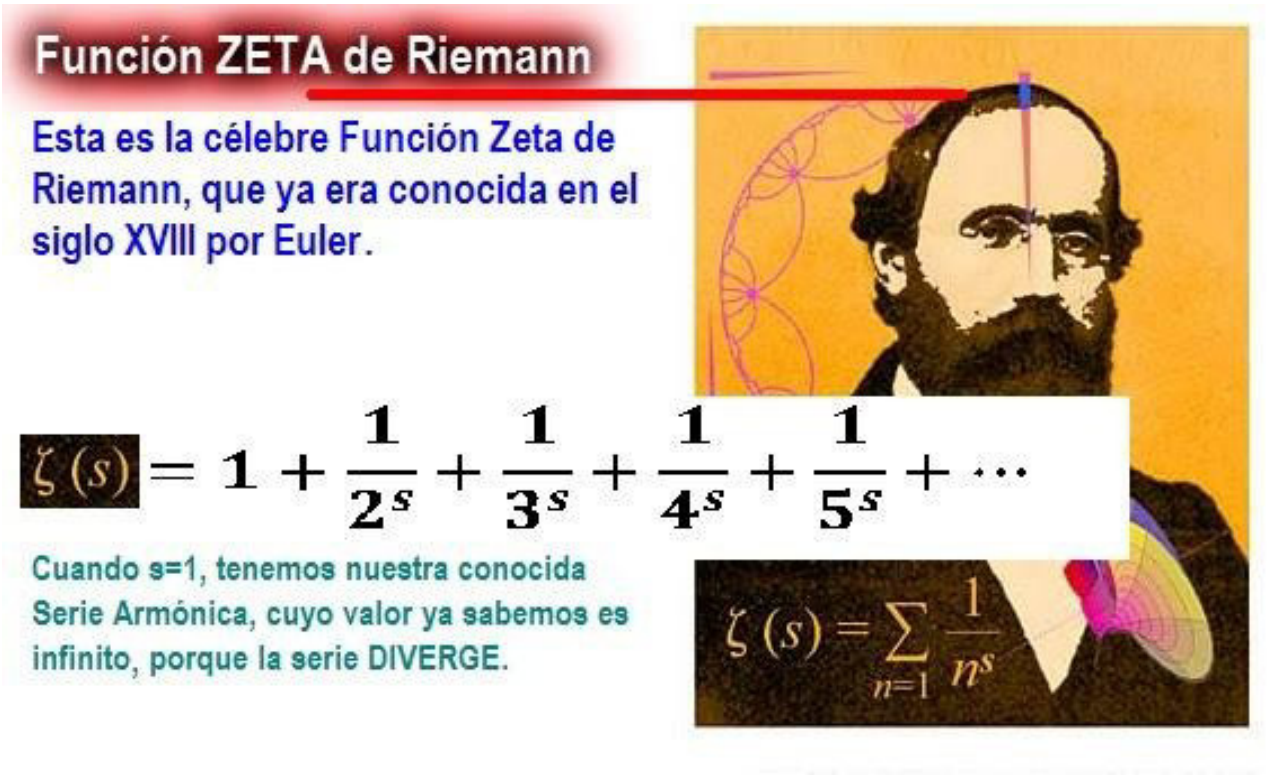
Atraído por la presencia de Gauss, Riemann entró a estudiar en la Universidad de Gotinga en 1846. En esa universidad estaba a punto de producirse una revolución matemática. En aquel tiempo Francia era la otra meca de las matemáticas, pero mientras que allí éstas tenían una orientación más practica, en Alemania los contenidos eran más puros y abstractos. Riemann se sumergió de lleno en la revolución matemática de Gotinga, aportando ya en su doctorado una nueva teoría sobre la estructura del espacio, base sobre la que se apoyó Albert Einstein para construir su "Teoría General de la Relatividad", que ha

sido considerada como una de las aportaciones más importantes de la a la historia de las matemáticas.

A pesar de estos éxitos Riemann era un hipocondríaco con brotes depresivos, que prefería mantenerse al margen de todo detrás de una espesa barba negra. Fue su carácter introvertido lo que le llevaría a convertirse en el sucesor de Gauss cuando realizó uno de los descubrimientos que transformaron la historia de los números primos.

Figura 3: Bernhard Riemann

Ya en tiempos de Euler se empezó a utilizar una sofisticada función que denominó "función zeta" y se designaba por la letra griega zeta.



Pocos matemáticos habrían podido prever hasta qué punto tal función resultaría potente como instrumento para el estudio de los números primos. El descubrimiento tuvo lugar casi por casualidad.

El origen de los matemáticos por esta suma infinita procedía de la música y se remontaba a un descubrimiento realizado por los antiguos griegos. En realidad Pitágoras había sido el primero en determinar el puente que liga matemáticas y música. Había llenado de agua un recipiente y lo había golpeado con un pequeño martillo para producir una nota. Al retirar la mitad del agua y golpear de nuevo el recipiente la nota había subido una octava. Cada vez que retiraba agua de manera que quedara un tercio, un cuarto y así sucesivamente, las notas que se producían sonaban en su oído en armonía con la primera nota que había obtenido. Cualquier otra nota que se obtuviera retirando del recipiente una cantidad distinta de agua resultaba "disonante" con respecto a la nota original. La armonía que Pitágoras había descubierto en números llevó a denominarla "serie armónica":

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7} \cdots$$

Euler intentó hacer de la teoría musical una parte de las matemáticas y de deducir de forma ordenada, a partir de principios, todo lo que pueda hacer placentera una unión y una mezcla de tonos. Existe un nexo numérico obvio entre los dos campos, ya que ambos se basan en el hecho de contar. Decía Leibniz que "la música es el placer que siente la mente humana cuando cuenta sin ser consciente de contar".

Esta "suma armónica" era, además, el resultado que obtenía Euler cuando insertaba el valor s=1 en la "función zeta". Aunque el valor de la suma crece muy lentamente a medida

que vamos añadiendo nuevos términos, desde finales del siglo XIV los matemáticos sabían que al final tendería a infinito.

Figura 4: Leonhard Euler

Por tanto, la "función zeta" da un resultado infinito cuando se introduce s = 1, pero si se inserta un número mayor que uno la suma ya no tiende a infinito. Por ejemplo, tomando s = 2 habrá que tomar todos los cuadrados de la "serie armónica":

$$1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} + \frac{1}{16} \cdots$$

Este es un número menor, ya que no contiene todas las fracciones posibles que contiene la "serie armónica" cuando s = 1. Ahora estamos sumando sólo algunas de las fracciones y Euler sabía que en este caso la suma no tendería a infinito sino a un número concreto, finito.

Euler encontró un valor sorprendente para esta nueva suma:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} = \lim_{n\to\infty} \left(\frac{1}{1^2} + \frac{1}{2^2} + \cdots + \frac{1}{n^2} \right) = \frac{\pi^2}{6}$$

Nadie había previsto un nexo de unión entre la inocente suma:

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7} \cdots$$

y el irracional “número pi” = 3´ 141592…….

El descubrimiento por parte de Euler de esta relación fue la primera señal de que la “función zeta” podría desvelar puentes inesperados entre partes aparentemente diferentes del universo matemático.

El segundo nexo extraño que Euler descubrió tenía que ver con una sucesión de números aún más imprevisible. Mientras jugaba con las sumas infinitas recordó un descubrimiento de los antiguos griegos: todo número se puede construir multiplicando números primos entre sí. Entonces intuyó que había una forma alternativa de escribir la “función zeta”: que se podía descomponer cada término de la serie armónica utilizando el conocimiento de que cada número está constituido por los mismos elementos básicos: los números primos.

En lugar de expresar la serie armónica como suma infinita de todas las fracciones, Euler pudo tomar sólo las fracciones que contenían números primos: 1/2, 1/3, 1/5, 1/7,… y multiplicarlas entre sí. Pudo demostrar que en un lado estaba la “función zeta” y en el otro aparecían los números primos, es decir, pudo demostrar esto:

$$\zeta(s) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^s} = \prod_{p \in \mathbb{P}} \frac{1}{1 - p^{-s}} =$$
$$= \left(1 + \frac{1}{2^s} + \frac{1}{4^s} + \frac{1}{8^s} + \cdots\right)\left(1 + \frac{1}{3^s} + \frac{1}{9^s} + \frac{1}{27^s} + \cdots\right) \cdots \left(1 + \frac{1}{p^s} + \frac{1}{p^{2s}} + \cdots\right) \cdots$$

Pero ni el mismo Euler entendió del todo el alcance de esta nueva escritura de la “función zeta”. Hicieron falta cien años además de la capacidad de penetración de matemáticos como Bernhard Riemann.

Inicialmente lo que tenía abstraído completamente a Riemann era el extraño mundo de los números imaginarios que había creado en Francia el matemático Cauchy. Para él la función zeta representaba solamente otra función interesante en la que podían insertarse números imaginarios (o mejor dicho, números complejos) en lugar de los números reales con los que trabajaban sus contemporáneos.

Un nuevo y extraño punto de vista apareció ante sus ojos. Cuantos más folios llenaba en su escritorio mayor era su excitación. Se encontró absorbido en un túnel que lo conducía desde el mundo abstracto de las funciones imaginarias al de los números primos. Súbitamente empezaba a vislumbrar un método que podía explicar por qué la estimación de Gauss sobre la cantidad de números primos se mantenía tan precisa como Gauss había previsto. Gracias al uso de la “función zeta”, parecía que la clave para demostrar la conjetura de Gauss sobre los números primos estaba al alcance de Riemann y transformaría la intuición de aquel en la demostración que el propio Gauss había deseado.

Pero los descubrimientos de Riemann fueron mucho más allá de esta idea: se encontró observando los números primos desde una perspectiva totalmente nueva.

El paralizante perfeccionismo que había sufrido Riemann durante su época de aprendizaje casi le impidió poner por escrito uno solo de sus descubrimientos. Estaba influido por la insistencia de Gauss de publicar sólo demostraciones perfectas, libres de cualquier tipo de lagunas.

Sin embargo, un hecho le hizo sortear en parte esta actitud. Acababan de llamarlo a la Academia de Berlín, donde se acostumbraba a pedir a los nuevos miembros la presentación de una relación escrita de sus trabajos recientes, lo cual le obligó a asumir un plazo para elaborar un ensayo sobre aquellas ideas nuevas.

En noviembre de 1859 Riemann publicó en la Academia de Berlín un ensayo sobre sus descubrimientos. Eran diez páginas de densa matemática que estaban destinadas a ser las únicas que Riemann publicaría sobre la cuestión de los números primos y a pesar de ello

habrían de tener un efecto fundamental sobre la forma en que serían percibidos. La "función zeta" proporcionó a Riemann algo a sí como un espejo en el cual estos números aparecían transformados. Como en "Alicia en el país de las maravillas", a través de la madriguera de un conejo, el ensayo de Riemann absorbió en torbellino a los matemáticos, desde el mundo que les era familiar hasta un territorio matemático nuevo y llena de sorpresas. Cuando en los decenios siguientes se pudo hacer balance de lo conseguido con aquella nueva perspectiva se comprendió la genialidad de Bernhard Riemann.

Sin embargo, a pesar de sus cualidades visionarias, aquel ensayo de diez páginas era profundamente frustrante. Lo mismo que Gauss, Riemann acostumbraba a borrar sus rastros al escribir. El texto anuncia muchos resultados que éste afirma poder demostrar, pero que en su opinión aún no estaban a punto para ser publicados. En cierto modo parece un milagro que hubiese publicado su ensayo sobre los números primos, dadas las lagunas que contenía.

Si hubiera continuado aplazándolo probablemente hoy habríamos sido privados, particularmente, de una conjetura que decía no poder demostrar todavía, el enunciado del problema que hoy aún persiste sin poder demostrarse, aunque todo el mundo matemático admite la verdad del mismo, y cuya demostración se premia con un millón de dólares: "la hipótesis de Riemann".

Riemann era bastante sincero sobre sus propias limitaciones al hablar sobre la hipótesis que acabaría llevando su nombre: "Naturalmente que me gustaría tener una demostración rigurosa de ello, pero he dejado de lado la búsqueda de esa demostración después de algunos intentos infructuosos, ya que no es necesaria para el objetivo de mi investigación".

El objetivo principal de su ensayo berlinés era confirmar que la "función de Gauss" proporcionaría una aproximación cada vez mejor de la cantidad de números primos a medida que avanzáramos en el cómputo. Sin embargo, si bien Riemann no proporcionó todas las respuestas, su ensayo introdujo una forma de aproximarse al problema completamente nueva, una aproximación que fijaría el curso de la "teoría de los números" hasta nuestros días ….

1 de diciembre de 2012

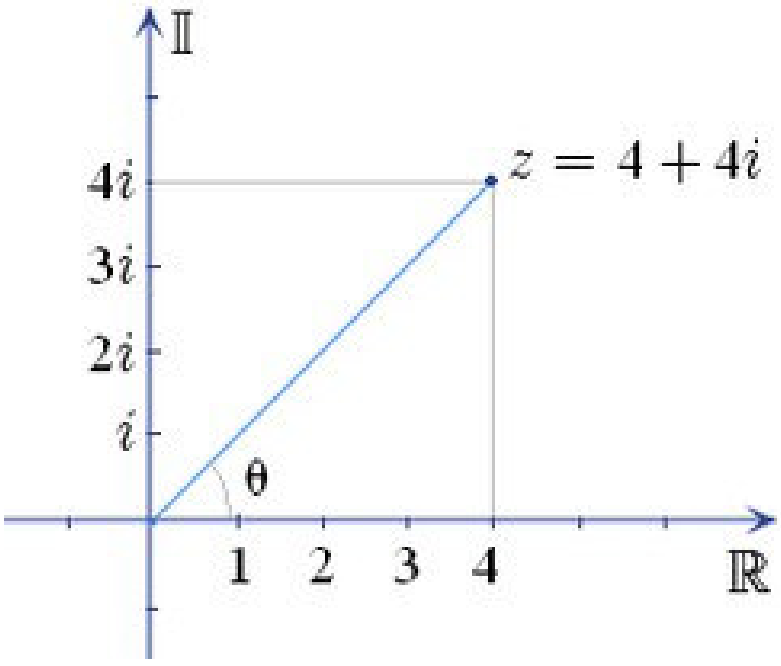
EL MISTERIO DE LOS NÚMEROS PRIMOS. El PAISAJE IMAGINARIO. (2ª PARTE)

Riemann había encontrado un pasadizo que conducía del mundo familiar de los números a una matemática que habría parecido extraña a los griegos que habían estudiado los números primos dos mil años antes que él.

Había mezclado inocentemente los "números imaginarios" con la "función zeta" descubriendo como un alquimista de las matemáticas, el tesoro que emergía de aquella mezcla de elementos, un tesoro matemático que generaciones enteras habían buscado en vano. Riemann había planteado sus ideas en un ensayo de diez páginas, pero era totalmente consciente de que aquellas ideas abrirían puntos de vista radicalmente nuevos sobre los números primos.

El punto de partida de Riemann para la elaboración de su teoría de las "funciones imaginarias" había sido el trabajo del matemático francés Cauchy y para éste una función estaba definida por una ecuación. Ahora Riemann añadió la idea de que, si bien la ecuación era el punto de partida, lo verdaderamente importante era la geometría de la gráfica de la ecuación.

El problema está en la imposibilidad de dibujar la gráfica completa de una función en la que se introducen números imaginarios. Para ilustrar su gráfica Riemann había tenido que trabajar en cuatro dimensiones. Si introducimos números complejos (con parte real y parte imaginaria) en la "función zeta" ésta se describe en un espacio de cuatro dimensiones. Dos dimensiones para trazar las coordenadas de los números complejos introducidos en la "variable independiente" de esa función, mientras que la tercera y la cuarta dimensiones se utilizaban para indicar las coordenadas que describen el número complejo resultado de la función o variable dependiente.



La dificultad consiste en que vivimos en un espacio de tres dimensiones y ello nos impide basarnos en el mundo visible para comprender este nuevo "diagrama imaginario". Existen formas de ayudarnos a penetrar en esos mundos de más de tres dimensiones. Uno de los mejores métodos para comprenderlos es mirar las "sombras". La sombra que proyectamos es una imagen bidimensional de nuestro cuerpo tridimensional. Si la observamos desde algunas perspectivas una sombra puede ofrecer poca información, pero vista de perfil, por

ejemplo, la silueta de una persona puede revelar la información necesaria para reconocer una cara.

De forma similar podemos construir una "sombra" tridimensional del espacio de cuatro dimensiones que Riemann creó utilizando la "función zeta" con "números imaginarios". Una "sombra" que conserve información suficiente para permitirnos captar las ideas de Riemann.

El mapa bidimensional de los números complejos que ideó Gauss nos da una representación gráfica de los números que introducimos en la "función zeta". El eje norte-sur marca el número de pasos a dar en la dirección imaginaria, mientras que el eje este-oeste representa los números reales. Tenemos pues dos dimensiones que representar para la variable independiente y otras dos para el resultado del complejo que corresponde a la función. En total cuatro dimensiones.

Podemos extender el mapa resultante sobre una mesa. Lo que se pretende es crear un paisaje físico situado en el espacio que está sobre ese mapa. Una "sombra" tridimensional del espacio de cuatro dimensiones. La "sombra" de la "función zeta" se transformará entonces en un objeto físico, cuyas cumbres y valles podremos explorar.

La "altura" del espacio que hay sobre cada "número complejo" del mapa debería registrar el resultado que se obtiene al introducir aquel número sobre la "función zeta". Por la misma razón que una sombra ordinaria nos muestra únicamente algunos aspectos de un objeto tridimensional, algunas informaciones se perderán inevitablemente en la construcción gráfica del paisaje. Sin embargo es posible elegir una "sombra" que recoja suficiente información para permitirnos comprender el descubrimiento de Riemann. Tal perspectiva fue de gran ayuda a Bernhard Riemann en su "viaje al otro mundo más allá del espejo".

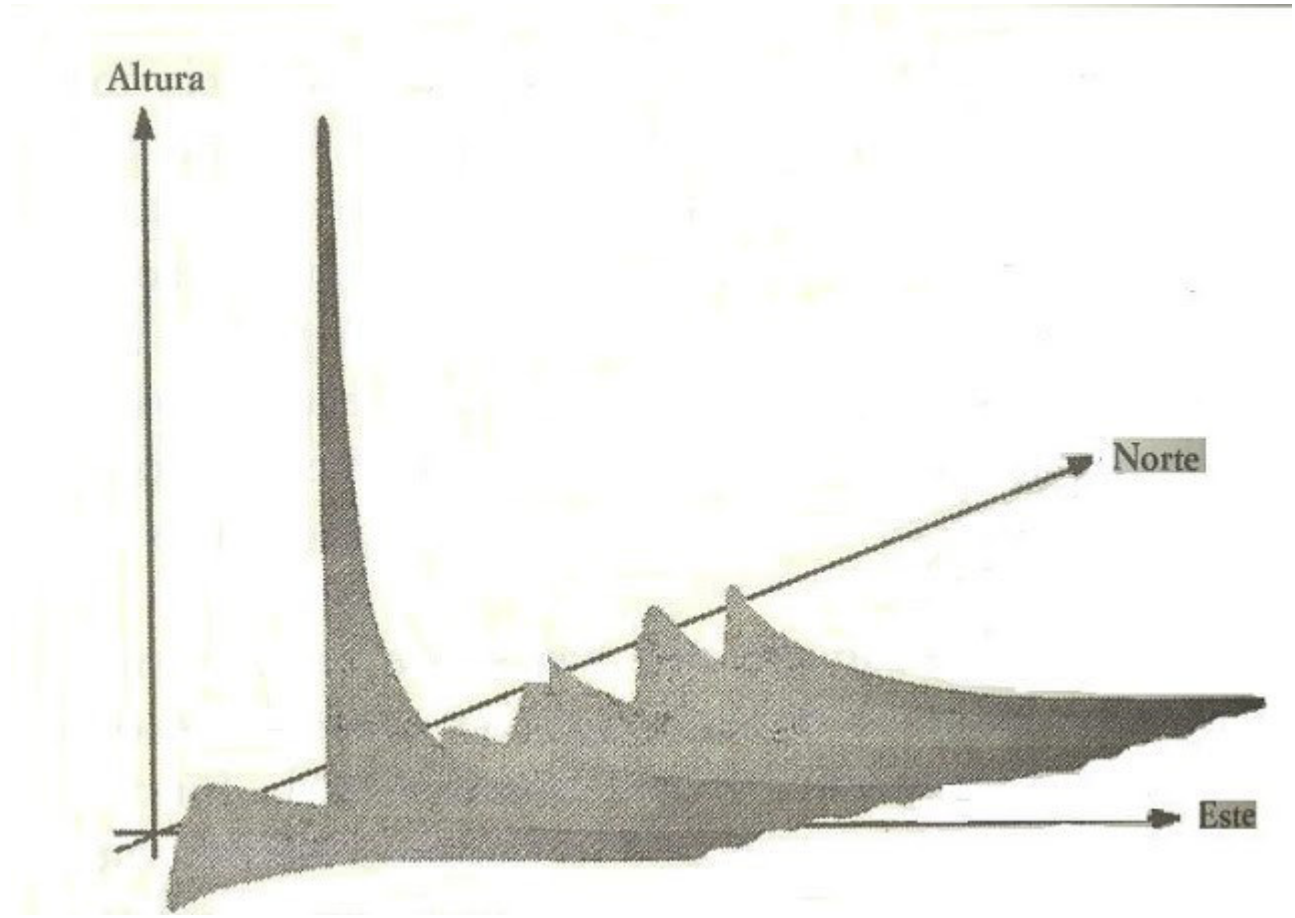


Figura 5: Paisaje de Riemann al obtener la "sombra" de la "función zeta" en tres dimensiones.

Cuando Riemann comenzó a explorar este paisaje se topó con algunos aspectos fundamentales de su geografía. Colocándose dentro del "espacio zeta" y mirando hacia el "este" el paisaje era "una llanura uniforme". Si se giraba y miraba hacia el "oeste", veía una "cresta de alturas onduladas" que iba de norte a sur. Las cimas de estas montañas estaban todas ellas situadas por encima de la línea que cruzaba el eje este-oeste por el número 1. Por encima de este punto de intersección había un pico que subía al cielo. Era, en efecto, infinitamente alto, tal como había descubierto Euler cuando se inserta el número 1 en la "función zeta" obtenía un resultado que tiende al infinito. Si se dirigía hacia el norte o hacia el sur de esta altura infinita, Riemann encontraba otros picos pero todos ellos eran, sin embargo de altura finita. El primer pico aparecía a poco menos de diez pasos hacia el norte, correspondiente al número complejo 1 + (9´986 …)i, y alcanzaba una altura de 1´4 unidades aproximadamente.

Si Riemann hubiera hecho girar el espacio y hubiera representado la sección transversal de las colinas correspondientes a la línea de división norte-sur que pasa por 1, habría obtenido esto:

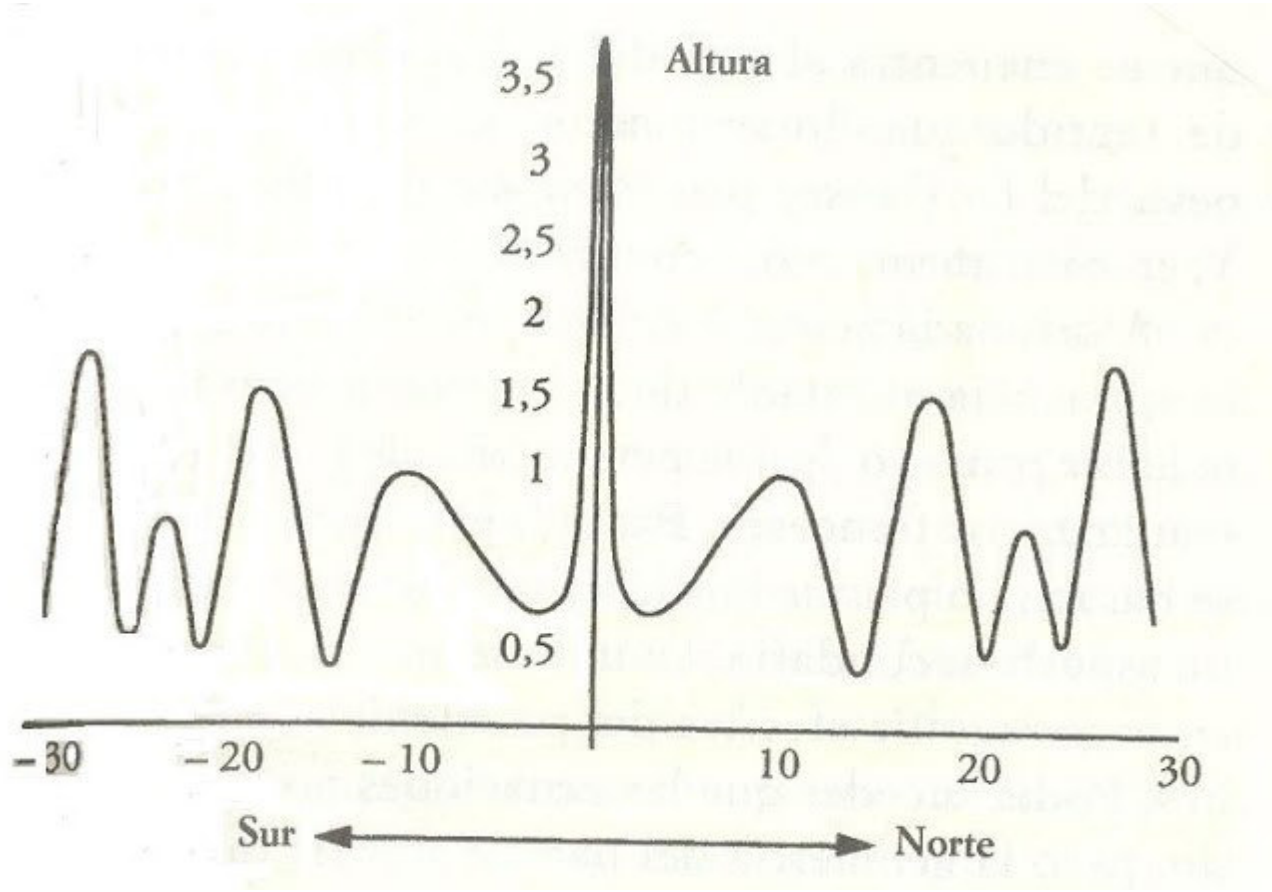


Figura 6: Sección de la montaña del paisaje de Riemann por la línea que pasa por 1.

Había un aspecto crucial del paisaje que atrajo la atención de Riemann. Parecía que fuera imposible utilizar la fórmula que define la "función zeta" para construir el paisaje al "oeste" de la cadena montañosa. Riemann se topó con el mismo problema que Euler había sufrido al insertar números reales en la "función zeta".

¿Es posible que no hubiera nada al oeste de esa frontera? Si tenía que hacer caso sólo de las ecuaciones, se diría que no se podía construir otro paisaje que el que se encuentra al "este" de 1. Las ecuaciones carecían de sentido cuando se insertaban números situados al "oeste" de 1.

Afortunadamente Riemann no se dejó desorientar por la apariencia intratable de la "función zeta". Para él la ecuación sobre la que se basaba un paisaje imaginario debía considerarse un aspecto secundario. La importancia primordial estaba en la "topografía efectiva del paisaje de cuatro dimensiones". Podía suceder que las ecuaciones no tuvieran sentido, pero la geometría del paisaje sugería otra cosa.

Riemann descubrió una fórmula que podía usar para construir el paisaje que faltaba al "oeste". Este nuevo paisaje podía encajarse perfectamente con el paisaje original. Ahora un explorador del "mundo imaginario" podría pasar tranquilamente de la región definida por la fórmula de la "función zeta" de Euler, al paisaje creado por la fórmula de Riemann sin tener siquiera conciencia de cruzar una frontera.

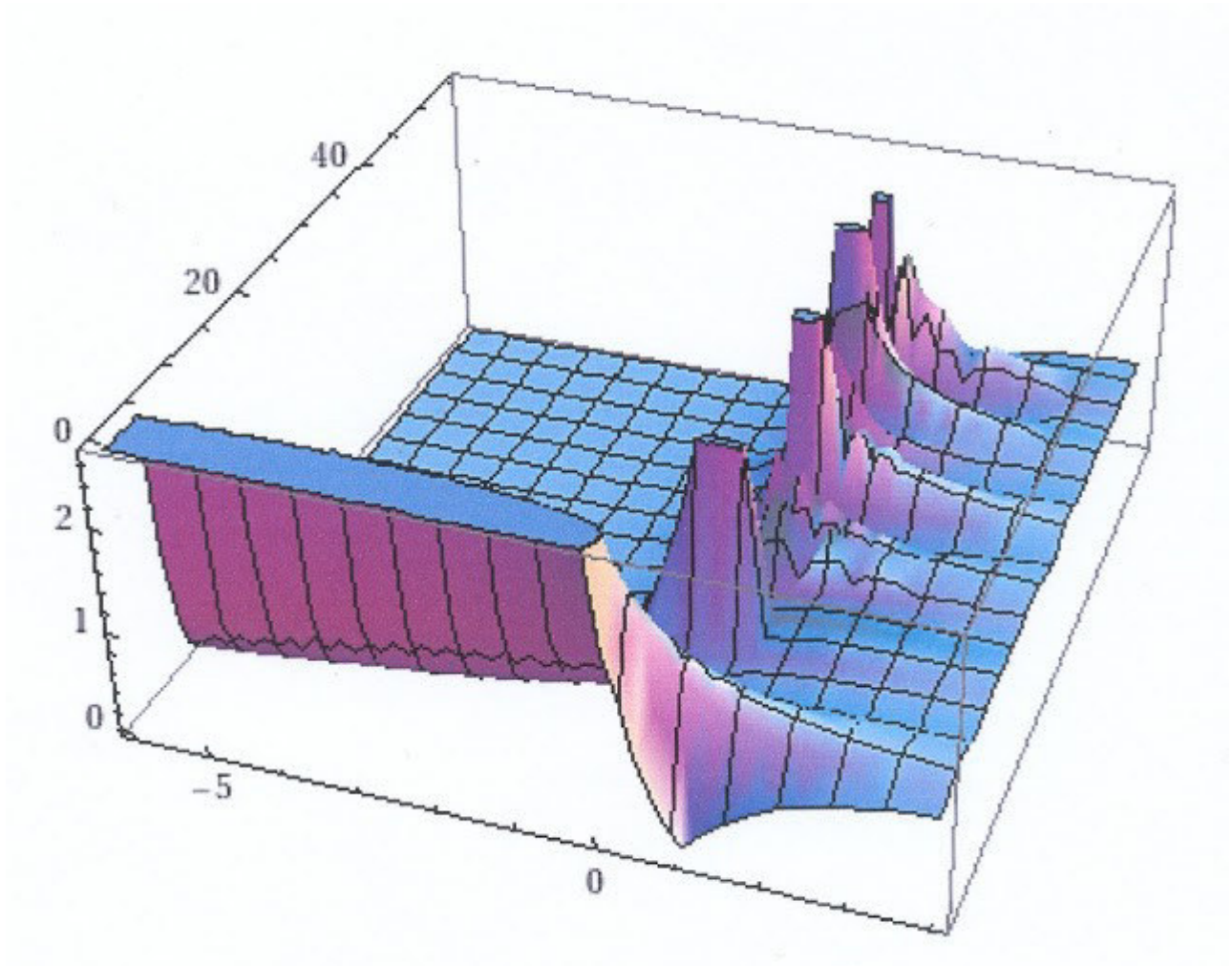


Figura 7: Paisaje completo de Riemann

Llegado a este punto, Riemann ya disponía de un paisaje completo que cubría el mapa completo de los números complejos. Ahora estaba preparado para el movimiento siguiente. Durante sus estudios de doctorado había aprendido dos hechos cruciales e inesperados sobre los espacios imaginarios. En primer lugar había aprendido que ¡estaban dotados de una geometría extraordinariamente rígida! Había una única forma de expandirlos: lo que podía existir al "oeste" estaba completamente determinado por la geometría del paisaje al "este". Riemann no podía manipular a su gusto su nuevo paisaje para crear alturas donde le apeteciera hacerlo. Cualquier modificación provocaría un "descosido en la costura" que separaba los dos espacios.

La inflexibilidad de tales paisajes imaginarios suponía un importante descubrimiento. ¡Ocurre que cuando un cartógrafo de mundos imaginarios traza una pequeña región cualquiera del paisaje, ello le basta para reconstruirlo completo! Riemann había descubierto que las alturas y los valles presentes en una región contienen información sobre la topografía del paisaje completo. Se trata de un hecho realmente sorprendente, pues no esperaríamos que un cartógrafo del mundo real tras dibujar el contorno de la Costa del Sol pudiera ya deducir el mapa completo de España.

Pero Riemann hizo un segundo descubrimiento crucial. Descubrió lo que podríamos considerar el ADN de los espacios imaginarios: ¡cualquier cartógrafo matemático capaz de trazar sobre el mapa imaginario los puntos en los que el paisaje coincide con el "nivel del mar", será capaz de reconstruir la configuración del paisaje completo! Por tanto, el mapa que indica tales puntos es el mapa del tesoro de cualquier paisaje imaginario. Se trata de un descubrimiento extraordinario. Un cartógrafo que viva en el mundo real no podría

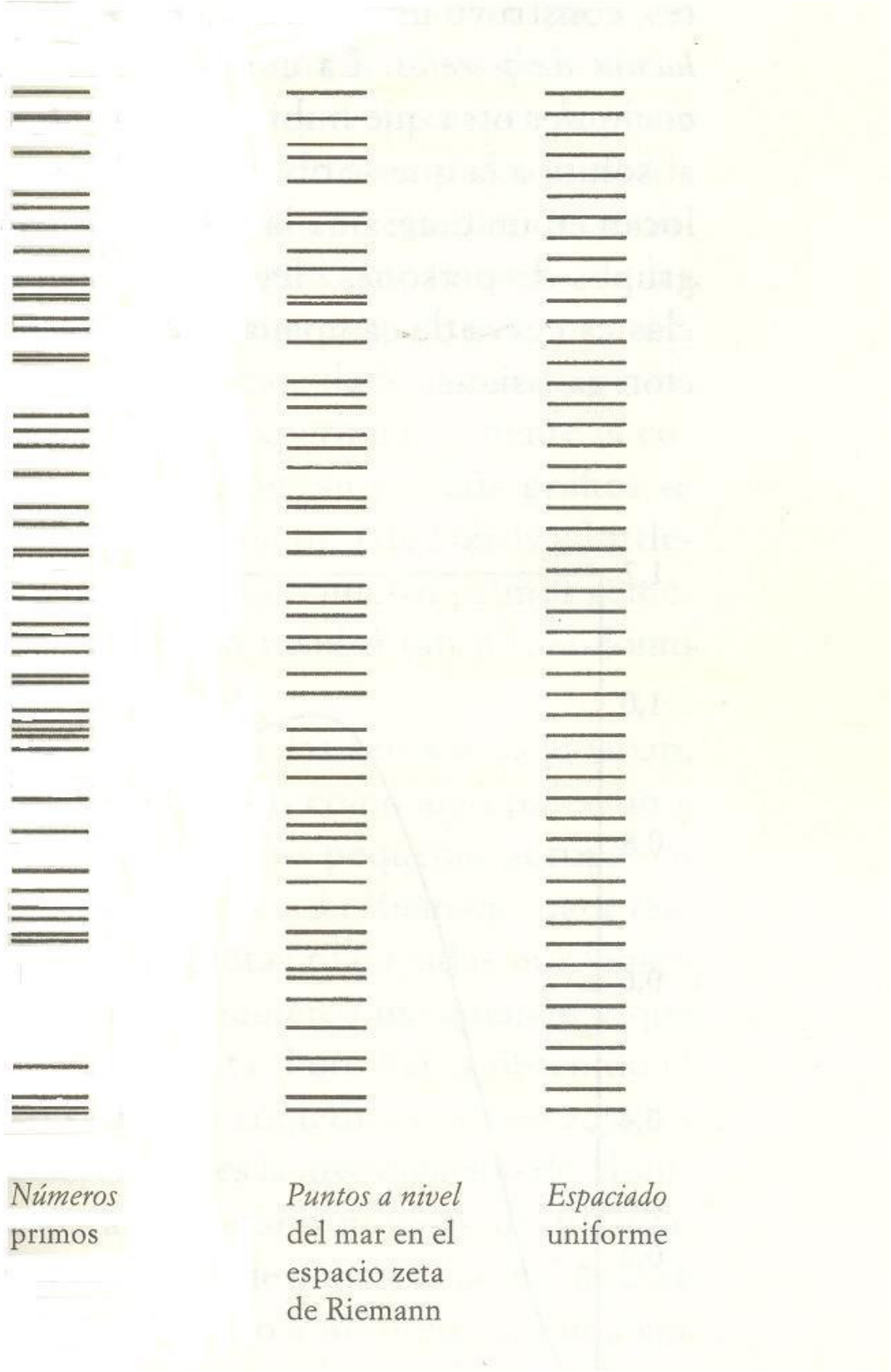
reconstruir los Alpes sabiendo la posición de todos los puntos del mundo que se hallan al nivel del mar. Sin embargo en los "espacios imaginarios" ¡la posición de todos los números imaginarios que tienen imagen cero lo describe todo! Estos puntos reciben el nombre de "ceros" de la "función zeta".

Riemann sabía que lo único que tenía que hacer era marcar todos los puntos del mapa en los cuales la altura del "paisaje zeta" fuera igual a cero. Las coordenadas de todos estos "puntos situados al nivel del mar" darían información suficiente para reconstruir todas las alturas y valles sobre el nivel del mar.

Riemann no olvidaba el punto de partida de su exploración: el big bang que había creado el "paisaje zeta" era la fórmula con la que Euler había definido la "función zeta", una fórmula que, gracias al producto de Euler, podía construirse utilizando sólo números primos. Y si ambas cosas, los "números primos" y los "ceros" de la "función zeta", daban lugar al mismo espacio, Riemann sabía que tenía que existir un nexo que los ligara: un único objeto construido de dos maneras distintas. Fue el genio de Riemann el que desveló como aquellas dos entidades eran dos caras de la misma ecuación.

La fórmula explícita que Riemann había descubierto utilizando el "paisaje zeta" expresaba un nexo directo entre los "números primos" y los "ceros". La fórmula se interpretaba como una forma de comprender los "números primo" a través del análisis de los "ceros".

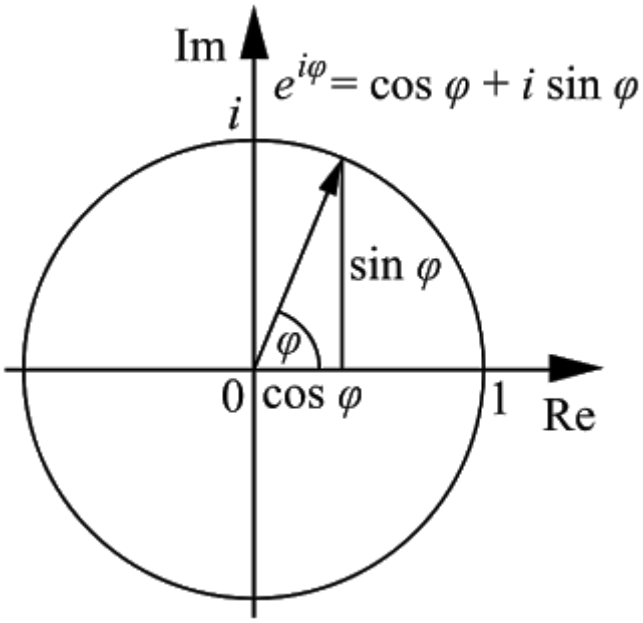
Cuando se iba hacia el norte los "ceros" se repelían unos a otros, a los "ceros" no les gusta nada la compañía. Al contrario de lo que sucede con los números primos, a un "cero" nunca le siguen otros "ceros en rápida sucesión.



Aunque la nueva función de Riemann representaba una mejora en relación a la "función logaritmo" de Gauss, seguía produciendo algunos errores. Pero el deambular de éste por el mundo imaginario le dio acceso a algo que Gauss ni siquiera habría logrado soñar: un método para eliminar los errores. Riemann comprendió que usando los puntos del mapa de

los "número complejos" que señalaban los lugares en los que el "espacio zeta" estaba al nivel del mar, podía deshacerse de los errores y obtener ¡una fórmula exacta para contar los números primos! Ese fue el segundo ingrediente clave de su fórmula.

Euler había hecho un descubrimiento sorprendente: si se insertaba un número imaginario en la función exponencial se obtenía una onda sinusoidal:



La curva en rápido ascenso que se asocia normalmente a la función exponencial se transformaba con la introducción de estos números imaginarios en una curva de marcha sinuosa.

Riemann comprendió que era posible extender el descubrimiento de Euler usando un mapa de puntos correspondientes a los "ceros" del paisaje imaginario. En aquel mundo del otro lado del espejo consiguió ver cómo, usando la "función zeta", cada uno de aquellos puntos se podía transformar en una onda.

Las características de cada onda venían determinadas por la posición del correspondiente "cero". Cuanto más al norte se situaba un punto al nivel del mar, más rápidamente oscilaba la onda correspondiente.

¿Por qué tales ondas eran útiles para contar los números primos? Riemann hizo un descubrimiento espectacular: ¡en las "alturas" variables de aquellas ondas estaba codificado el modo de corregir los errores que aparecían en la estimación de la cantidad de números primos. La función de Riemann, R(N), proporcionaba una estimación razonablemente buena de la cantidad de números primos menores o iguales que N, pero si a esta estimación se le añadía la altura de cada onda, podía obtener el número exacto de números primos. Había eliminado completamente el error. Había conseguido desenterrar el "santo grial" que Gauss había buscado en vano: una fórmula exacta para calcular el número de primos menores o iguales que N, siendo N un número cualquiera que queramos elegir en cada caso.

Las fases de este descubrimiento serían "números primos" = "ceros" = "ondas".

Rieman fue testigo de la paulatina metamorfosis de los números primos. Los números primos crean el "paisaje zeta" y los puntos que en tal paisaje se encuentran al nivel del mar son la clave para desentrañar sus secretos. Riemann sabía que, dado que existían infinitos

números primos, en el "paisaje zeta" existen también infinitos puntos que se encuentran al nivel del mar. Por tanto tienen que existir infinitas ondas que permitan mantener los errores bajo control.

Hay una manera muy gráfica de ver que la adición de cada onda suplementaria mejora la estimación de la cantidad de números primos que proporciona la fórmula de Riemann R(N). Ahora ya no es una función continua, sino que se puede superpones con la función escalonada que nos daba el número exacto de los primeros números primos.

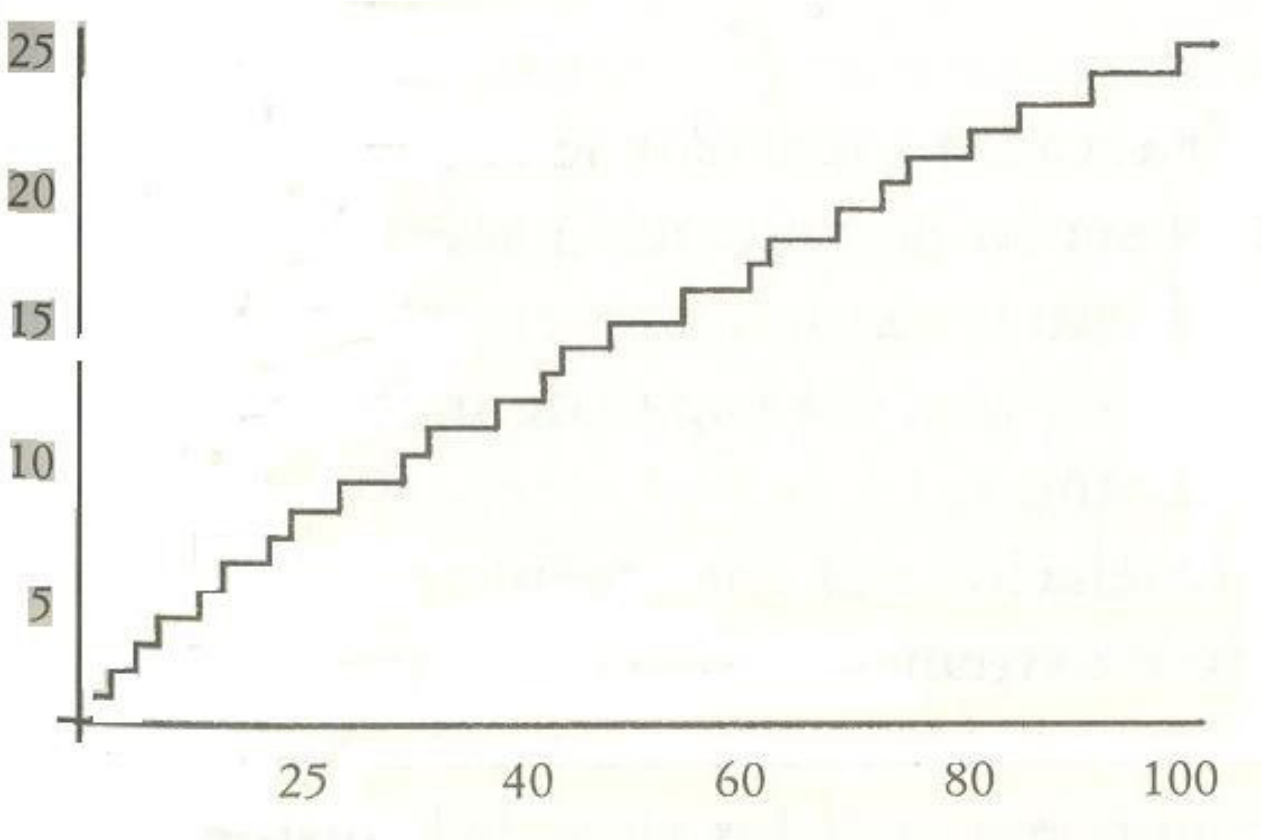


Figura 8: Función escalonada de Gauss

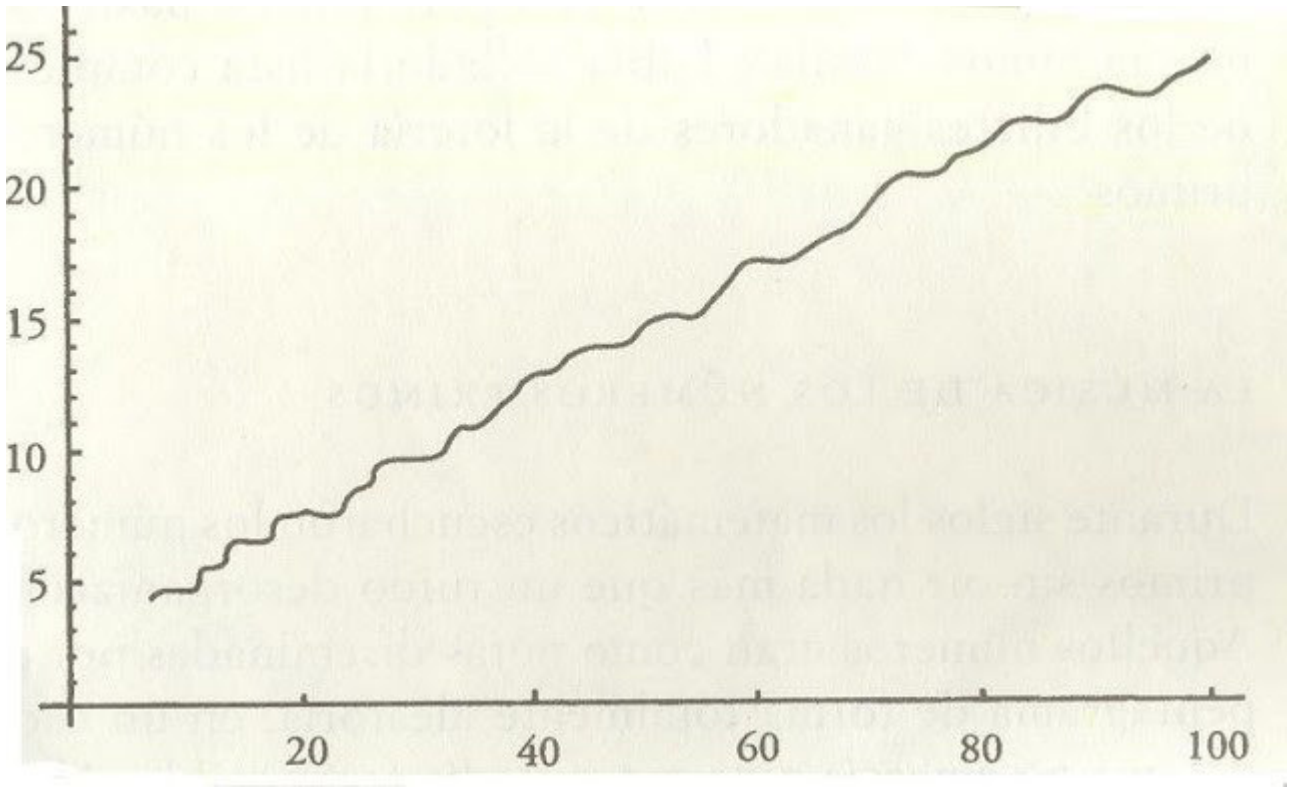


Figura 9: Curva sinusoidal de Riemann

Curva sinusoidal de Riemann, superponible con la función escalonada que nos proporciona el número exacto de primos que existen menores o iguales que cualquier número que elijamos N. Son las "alturas" de estas ondas las que controlan la diferencia entre la estimación de Gauss y la verdadera cantidad de números primos.

Riemann fue a la caza de los "ceros" y en cuanto empezó a analizar la posición exacta de estos puntos se sorprendió muchísimo: en lugar de distribuirse de manera aleatoria por todo el mapa, los "ceros" que calculaba se disponían milagrosamente sobre una recta que cruzaba el paisaje en dirección norte-sur.

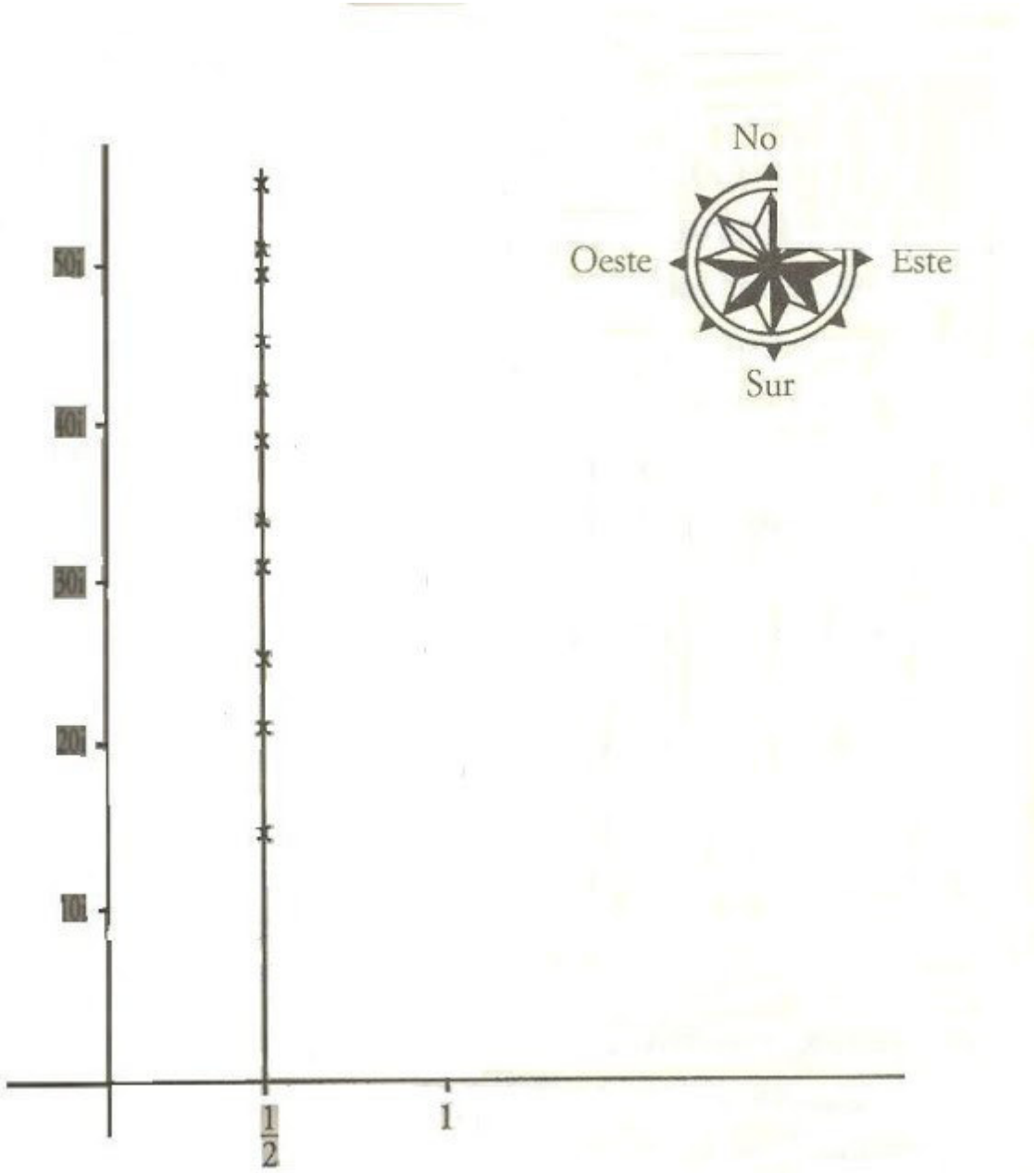


Figura 10: Recta mágica de Riemann o "línea crítica" donde se encuentran todos los "ceros" Hasta ahora hallados.

¡Era como si cada punto situado al nivel del mar tuviera la misma coordenada este-oeste, igual a ½! Si era cierto significaba que todas las ondas estaban perfectamente equilibradas, que ninguna de ellas producía una nota más intensa que las demás.

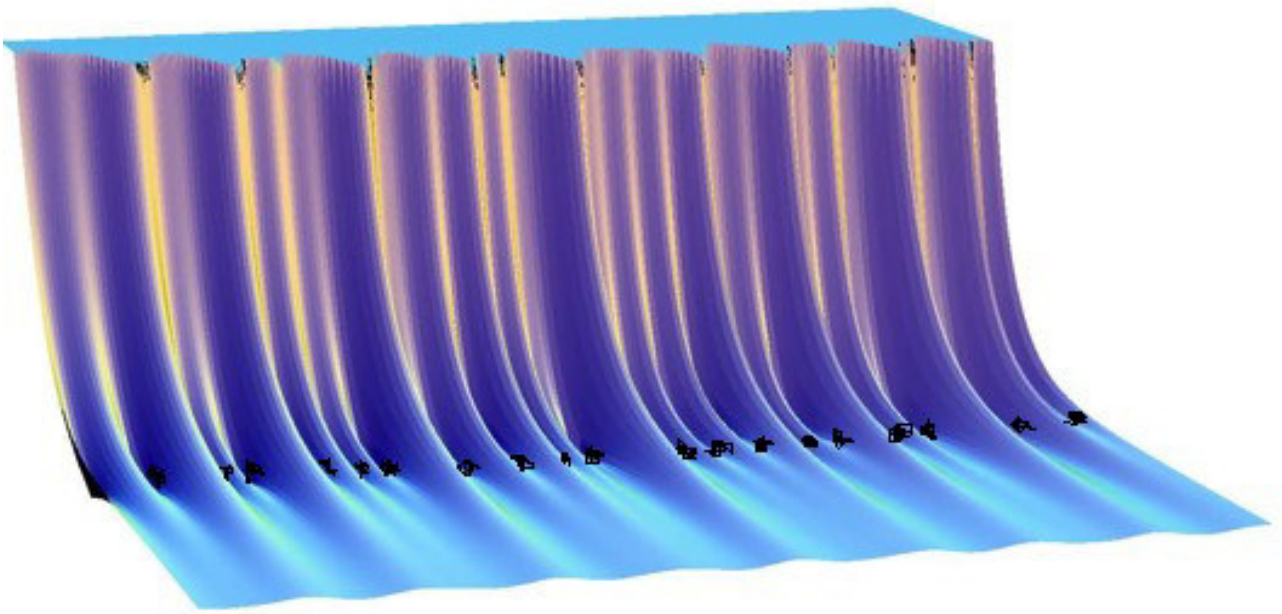


Figura 11: Línea de "puntos al nivel del mar" observada desde el oeste del paisaje de Riemann.

Los primeros puntos que halló Riemann tenían coordenadas (1/2, 14´134 725 …), medio paso al "este" y 14´134 725 … pasos al "norte", los siguientes (1/2, 21¨022 040 …), (1/2, 25¨010 856 …) que indicaban que se encontraban a lo largo de una "recta mágica" que cruzaba el espacio. Riemann halló unos pocos de "ceros", pero estaba convencido de que todos los infimitos "ceros" estaban alineados sobre dicha recta.

El matemático alemán vio estupefacto que la disposición caótica de los números primos en "nuestro lado del espejo", en el mundo real, se transformaba en el orden absolutamente rígido de los ceros "al otro lado del espejo". Por fin, había identificado la misteriosa estructura que durante siglos y siglos los matemáticos de todas las épocas habían deseado ardientemente captar cuando observaban los números primos.

El descubrimiento de este patrón fue totalmente inesperado. Riemann tuvo la suerte de ser la persona adecuada en el lugar y momentos adecuados. No podía prever lo que encontraría en el otro lado del espejo, pero lo que allí encontró transformó completamente la empresa de comprender los misterios de los números primos.

Riemann no logró demostrar que todos los "ceros" se hallan sobre la "recta mágica" y aunque no se ha logrado encontrar jamás ninguno que se encuentre fuera de ella, aunque siempre sería posible que alguno cayese fuera si no se ha demostrado; en matemáticas las afirmaciones sólo se consideran verdaderas cuando pueden ser demostradas. Desde Riemann han sido múltiples los intentos por conseguirlo y aunque la gran mayoría de los matemáticos consideran verdadera la "hipótesis de "Riemann" está pendiente de demostración en cuyo caso el afortunado recibiría un premio de un millón de dólares otorgado por el Instituto Clay de Estados Unidos.

En 1866 los ejércitos de Hannover y Prusia se enfrentaron en Gotinga. Riemann marchó a Italia huyendo a toda prisa de la refriega. Parece que todo aquello fue excesivo para su frágil constitución y siete años después de su publicación del ensayo sobre los números primos moría a la temprana edad de treinta y nueve años.

Durante la primavera de 1972 ocurrió un hecho fortuito y sorprendente. El matemático Hugo Motgómery, especialista en "teoría de números", estaba de visita en el Instituto para Estudios Avanzados de Princeton, en EE UU. Casualmente le fue presentado el conocido

físico Freeman Dyson y mientras le comentaba su trabajo le mostró una imagen que representaba la gráfica de la relación de "ceros" extraída del "Paisaje zeta de Riemann", mientras que le exponía lo que él pensaba que podían significar los intervalos que separaban dichos "ceros". Los ojos de Dyson se iluminaron:"¡Pero si es el mismo comportamiento de las diferencias entre pares de valores propios de las matrices aleatorias hermitianas!"

Dyson explicó rápidamente a Montgomery que aquellas entidades de nombre esotérico eran utilizadas por los físicos cuánticos para predecir los niveles energéticos en un núcleo pesado cuando es bombardeado con neutrones de baja energía.

Tanto los intervalos entre los "ceros" como entre los "niveles de energía" se sucedían de una manera casi idéntica, cosa que difícilmente podía ocurrir al azar. Montgomery no podía creerlo: las configuraciones que aparecían en la distribución de los "ceros" y las que los físicos cuánticos estaban descubriendo en los niveles energéticos de los núcleos de los átomos pesados cuando eran excitados.

El átomo más que como un sistema planetario se comporta como un "tambor". Las vibraciones que se crean cuando se golpea están compuestas por algunas formas de ondas fundamentales, cada una con su propia frecuencia característica. En teoría, existen infinitas frecuencias posibles y, por tanto, el sonido del tambor es una combinación de estas diversas frecuencias. La complejidad de las diversas formas de ondas producidas por un tambor explica por qué muchos de los instrumentos de percusión de una orquesta no producen una nota identificable.

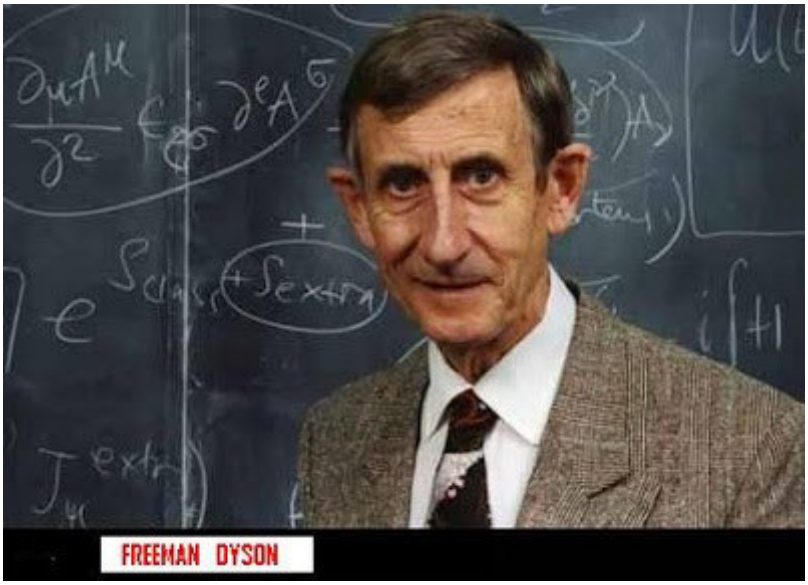
En 1920 los físicos comprendieron que las matemáticas que describen las frecuencias del sonido emitido por un tambor, podían usarse también para calcular los niveles energéticos de vibración de los electrones en un átomo. Cada átomo de la tabla periódica tiene su propio conjunto de frecuencias en las que prefiere vibrar con sus electrones. Estas frecuencias son las huellas dactilares de los átomos, frecuencias que los físicos utilizan con los espectroscopios para identificar los diferentes átomos. La física del átomo se diferencia de la del tambor en que utiliza números imaginarios. Y son los números imaginarios los que dan a la física cuántica su carácter probabilístico.

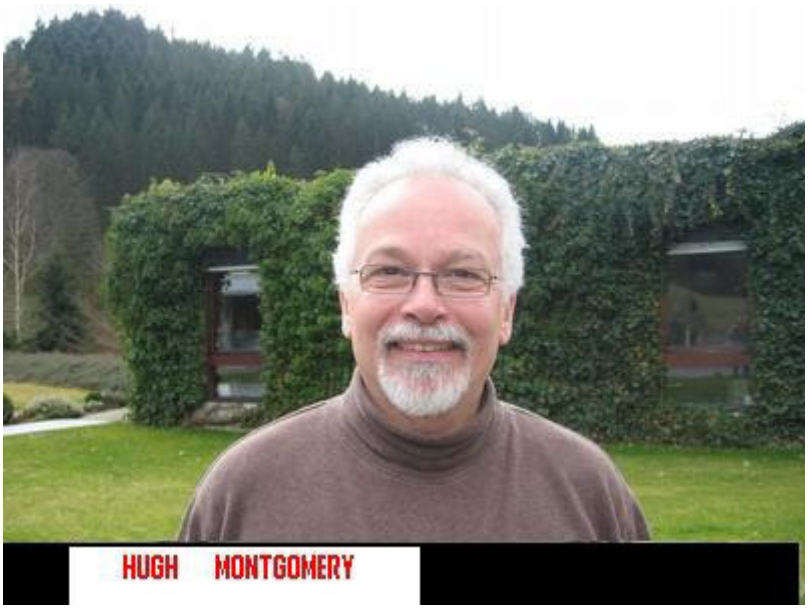
El primer átomo analizado por los físicos cuánticos fue el átomo de hidrógeno. Un "átomo de hidrógeno" es un tambor muy sencillo: un electrón que orbita un protón. Las ecuaciones que determinan las "frecuencias" o "niveles energéticos" de este electrón y este protón son lo bastante simples como para poder resolverse con exactitud. Pero si los físicos tuvieron éxito con el átomo de hidrógeno, en cuanto intentaron continuar con la tabla periódica descubrieron que era prácticamente imposible describirlos de una manera precisa. Cuantos más protones había en el núcleo y más electrones en la corteza más crecían las dificultades. Ante los 92 protones y 146 neutrones que forman el núcleo de un átomo de uranio-238 los físicos estaban completamente perdidos.

El problema más difícil era determinar los niveles energéticos del núcleo excitado. Descifrar la forma del tambor matemático que determinaba estos niveles energéticos del núcleo era demasiado complicado.

Hasta los años cincuenta no se encontró la manera de analizar aquellas estructuras tan complicadas. En lugar de buscar la manera de hallar los valores precisos de cada nivel energético particular, Eugene Wigner y Lev Landau hicieron con los niveles energéticos lo que Gauss había hecho con los números primos. Gauss había desechado su intención de predecir la posición concreta de un número primo en la sucesión, y optó por una estimación de la cantidad de números primos que se encontrarían en promedio a medida que se contaran. De la misma manera Wigner y Landau adoptaron este enfoque menos rígido de los niveles energéticos de un átomo. El análisis estadístico revelaría la probabilidad de encontrar, en una pequeña zona del espectro de frecuencias, los niveles energéticos de un núcleo particular.

La intuición de Wigner y Landau daba en la diana. Al comparar los valores estadísticos de los niveles energéticos calculados con los niveles energéticos hallados en los experimentos, encontraron una excelente concordancia. En particular, al observar los intervalos que separan los niveles energéticos en un núcleo de uranio, parecía que estos niveles energéticos se repelieran tal como ocurría con la distribución de "ceros" en la "recta mágica" de Riemann. De ahí la excitación de Freeman Dyson cuando Montgomery le mostró la gráfica y observar en ella la "marca" de la descripción estadística de los niveles energéticos del núcleo.





Montgomery había hecho visible aquella extraña configuración en dos áreas de la ciencia que parecía no tener nada que ver. La pregunta es, ¿por qué aquellas dos entidades,

niveles energéticos y “ceros” de Riemann, tienen algo en común? ¿qué es lo que las relaciona?

Montgomery reconoce que su conversación con Dyson fue probablemente una de las coincidencias más fortuitas de la historia de la ciencia: “Fue pura casualidad que estuviera allí en el momento justo” Nadie habría esperado que la teoría de los números de Riemann y la física cuántica estuvieran tan íntimamente ligadas. Resultaba que los “átomos de los números” y los “átomos de la materia” se encontraban sometidos a la misma configuración, a la misma estructura.

Mientras se efectuaban experimentos para confirmar el modelo de los niveles energéticos en átomos pesados propuesto por Wigner y Landau, Montgomery seguía sin confirmaciones experimentales del hecho de que los puntos al nivel del mar del “paisaje de Riemann” se comportaban en la manera en la que él creía que debían hacerlo según la teoría. Nadie había verificado que los “ceros” se repelieran realmente. El problema radicaba en que las regiones del “paisaje de Riemann” en las que es posible que se produjeran estas pautas se encontraban muy lejos del alcance de los cálculos que Montgomery podía efectuar. Debíamos trasladarnos a los más remotos rincones del universo numérico.

Igualmente haría falta tiempo antes de que los físicos experimentales construyesen aceleradores de partículas capaces de generar la energía suficiente para confirmar las predicciones teóricas de Wigner y Landau. Montgomery temía que los matemáticos nunca consiguieran calcular números tan grandes como para verificar si los “ceros” en zonas remotas de la “recta crítica” seguían la pauta prevista.

Pero Montgomery no había tenido en cuenta las grandes capacidades de cálculo de Andrew Odlyzko y del supercomputador Cray que tenía a su disposición en el laboratorio de ATT, en el corazón de Nueva Jersey. Odlyzko empezó a salir de caza de los “ceros” hasta más allá de 10 elevado a 12 unidades sobre la “recta mágica de Riemann. La separación entre los “ceros” del paisaje de Riemann con el de los niveles energéticos en los átomos pesados mostraba, efectivamente, cierto parecido entre los mismos, pero la correspondencia aún no era perfecta. Odlyzko hizo un último esfuerzo y decidió llegar hasta 10 elevado a 20 unidades hacia el norte en la “recta mágica de Riemann”.

En 1989 Odlyzco presentó en una gráfica los intervalos que separaban los “ceros” y los puso junto a los valores previstos por Montgomery. Esta vez la correspondencia era asombrosa. Se trataba de la prueba convincente de una nueva propiedad de los “ceros”. Desde aquellas distancias siderales los “ceros” enviaban un mensaje muy claro: los producía un “tambor matemático” análogo al que producía los niveles energéticos en el núcleo de los átomos excitados.

8 de diciembre de 2012

Fuente: Obstinados navegantes en océanos de incertidumbre
Autor: José de Jesús Camacho Medina, (2013). Misterio de los números primos y fórmulas generadoras [en línea].
Disponible en Revista Vinculando:
http://vinculando.org/articulos/misterio-de-los-numeros-primos-y-formulas-generadoras.html

Misterio de los números primos y fórmulas generadoras

JOSÉ DE JESÚS CAMACHO MEDINA // 17 SEP, 2013 // LECTURA: 7 MIN // CITAR ESTE ARTÍCULO

Introducción

El mundo en el que nos desenvolvemos esta rodeado por números, los encontramos por todos lados, son parte de nuestra vida cotidiana e inclusive nos ayudan a comunicarnos, con ellos entendemos el mundo que nos rodea como lo decía Filolao, un Filosofo Griego (h. 470 – h. 385 a. C) que afirma el papel tan importante de los Números:

> *"El número reside en todo lo que es conocido. Sin él es imposible pensar nada ni conocer nada."*

Los números están implícitos en todas las actividades que el ser Humano desarrolla, lo antes expresado desemboca en concebir una forzosa dependencia de la Matemática, los números son imprescindibles en nuestro diario vivir, particularmente en Matemática son cimiento y columna como lo afirma Gauss de origen Alemán, uno de los más grandes Matemáticos de la Historia, conocido como El Príncipe de las Matemáticas:

> *"La Matemática es la reina de las ciencias y la Teoría de Números es la reina de las Matemáticas".*

¿Cuáles son los números más importantes en la matemática?

Los Números más importantes son los Números Primos, en consecuencia se gesta una pregunta al aire:

¿Que son los Números Primos?

Existen dos principios básicos acerca de lo que es un Número Primo:

· *Es un número Natural*

· *Sólo es divisible por el número uno y por el mismo.*

Entonces un Número Primo es aquel que sólo se puede dividir por dos números; el uno y el mismo número, es decir posee dos divisores.

Ejemplos:

Número	**¿Es Primo?**	**Descripción**
7	Sí	Tiene dos divisores: 1 y 7
9	No	Tiene tres divisores:1,3,9

La lista de los primeros 30 Números Primos es la siguiente:

2,3,5,7,11,13,17,19,23,29,31,37,41,43,47,53,59,61,67,71,73,79,83,89,97,101,103,107,109,113,127,131,137,139,149,151,157,163,167,173,179,181,191,193,197,199,211,223,227,229,233,239,241,251,257,263,269,271,277,281,283,293,307,311,313,317,331,337,347,349,353,359,367,373,379,383,389,397,401,409,419,421,431,433,439,443,449,457,461,463,467,479,487,491,499,503,509,521,523,541,547,557,563,569,571,577,587,593,599,601,607,613,617,619,631,641,643,647,653,659,661,673,677,683,691,701,709,719,727,733,739,743,751,757,761,769,773,787,797,809,811,821,823,827,829,839,853,857,859,863

¿Cuál es la importancia de estos números?

Pero hay más tela de donde cortar acerca de estos Números Indivisibles, los Números Primos son la base de las Matemáticas, sí la Matemática fuera un castillo los Números Primos serían los ladrillos. Todos los números que no son primos se pueden construir multiplicando Números Primos, por ejemplo:

33= 3*11, donde 3 y 11 son Números Primos.

100=2*2*5, DONDE 2 Y 5 SON NÚMEROS PRIMOS.

Asimilamos pues que los Números Primos son los átomos de la Matemática, son como Hidrógeno y Oxígeno en el universo de los Números, es allí donde radica su importancia.

Historia selectiva sobre números primos

Desde hace más de dos mil años, los Matemáticos se han interesado en estos fascinantes e importantes Números, en la Antigua Grecia diversos Personajes exploraron y descifraron su importancia. El Nombre de Euclides sale a la luz sin ningún límite, Euclides demostró que los Números Primos eran infinitos, concretamente probó que su naturaleza era inagotable y lo hizo a partir del razonamiento lógico.

(Ca.325 – ca. 265 a. C.)

Euclides demostró que los Números Primos son infinitos de la siguiente manera:

Primero que nada **Euclides** admitió que la lista de números primos es finita.

La lista de Números Primos: $\mathbf{P_1}$, $\mathbf{P_2}$, $\mathbf{P_3}$,… $\mathbf{P_n}$. Entonces podemos obtener otro número **Q** (mucho mayor) tal que:

$$\mathbf{Q} = (\mathbf{P_1} \times \mathbf{P_2} \times \mathbf{P_3} \times \ldots \times \mathbf{P_n}) + \mathbf{1}$$

Evidentemente **Q** no es divisible por ningún primo pues siempre daría como residuo **1**, luego **Q** es divisible sólo por **1** y por sí mismo, es decir, **Q** es primo.

Por otra parte **Q** es mayor que **P.** Luego **P** no es el mayor número primo. Por tanto no puede existir un número primo que sea el mayor y con esto verificamos la existencia de infinitos números primos.

Después de la enorme contribución de Euclides, surgiría una nueva pregunta:

¿Existirá un Patrón que ayude a predecir la aparición y distribución de los Números Primos en su camino al infinito?

Si nos Imaginamos a los Números Naturales (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,….) en Fila, da la sensación de que los Números Primos están colocados de forma aleatoria, que su comportamiento simpatiza con el azar, veamos la ilustración:

1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**

Una de las misiones de todo Matemático es la búsqueda de Patrones; el construir Modelos y Ecuaciones que de alguna manera permitan interpretar y darle sentido al caos.

Es entonces cuando las mentes más brillantes de todos los tiempos se adentraron en la conquista de patrones que determinaran el comportamiento de los Números Primos, podemos destacar a Gauss y a Euler: grandes Genios Matemáticos que se preguntaban con insistencia:

¿ExistIRÁ un Orden en Los Números Primos, Cual es el patrón que siguen*?*

Concebir un mundo construido con un lenguaje lejano al azar era la flama que encendía la fe para todos aquellos que decidieron emprender una de los retos y proezas más difíciles en las Matemáticas, viene a mi mente una máxima de Albert Einstein (Físico Matemático Alemán, 1879 –1955):

“Dios no Juega a los Dados”

Es aquí donde brota uno de los más grandes misterios de la Matemática:”El Patrón que siguen estrellas románticas: Los Números Primos”, para muchos el Santo Grial de las Matemáticas, un problema

que ha atormentado a todos aquellos Eruditos que se atrevieron y aún en la actualidad se atreven a desenmascarar.

Matemáticos de todas razas han osado resolver el misterioso y aún desconocido patrón con el que bailan los Números Primos, con el afán de hacer descansar a ese fantasma que los hostiga y les implora sus servicios racionales y lógicos para poder trascender, aquel que lo logre abrirá nuevos horizontes de luz en cuanto al conocimiento del universo y su nombre se inmortalizará en la Historia de la Humanidad.

¿Qué avances se han tenido en cuanto a la obtención del Patrón de los rebeldes Números Primos, de esos entes Matemáticos que parecen burlarse del orden?

Aquí es preciso y justo mencionar a Gauss, quien desarrolló el avance más significativo en cuanto a la caza del patrón de los Números Primos.

Tras fracasar en el intento de encontrar un modelo que interpretará el orden de los Números Primos, Gauss realizó un giro de ciento ochenta grados al problema y en alternativa se preguntó:

¿Cuántos Números Primos hay en un intervalo determinado? , por ejemplo ¿Cuántos Números Primos existen menores a 10, menores a 100, menores a 1000 y así sucesivamente?

Comenzó a construir tablas y tablas de números Primos y finalmente encontró un ligero patrón el cual le permitió desarrollar una fórmula que permite saber de manera aproximada cuantos primos se encontraran en cierto rango y aunque es una aproximación lo que su formula de Densidad Prima genera, Gauss abrió una ventana de luz a ese misterio.

> Otro de los Genios que abrió más ventanas de iluminación en torno al ya susodicho misterio fue: Riemann, Matemático Alemán (1826 – 1866) que fúe discípulo de Gauss, Riemann trabajaba con una función Matemática llamada Función Zeta la cual al ser llevada a un escenario matemático tridimensional

> mostraba una conexión con la distribución de los Números Primos, esto le llevo a la concepción de una nueva Geometría, la Función Zeta podría descifrar los secretos de estos Números, este enfoque mejoraría a exactitud el trabajo de Gauss ahora bastaría demostrar que la correspondencia de su Fórmula con los Números Primos se cumplía al infinito, hasta la fecha no se ha demostrado quedando para la posteridad la famosa “Hipótesis de Riemann”, se obsequia un millón de dólares para el que la demuestre.
>
> Esta es la Función Zeta:
>
> “Hasta el día de hoy, los matemáticos han intentado en vano encontrar algún orden en la sucesión de los números primos, y tenemos motivos para creer que es un misterio en el que la mente jamás penetrará”
>
> Euler (Matemático Suizo, 1707-1783)

Hasta este momento y en base a lo descrito en la historia de los Números Primos podemos brindar una primera conclusión:

No es fácil saber si un número es primo y además no es fácil encontrar fórmulas que generen primos.

En relación a la anterior conclusión aparecen forzosamente tres preguntas base sobre la existencia de alguna fórmula para los Números primos:

- **¿Hay una función ‘f’ tal que f (n) = pn, es DECIR, que genere el n-ésimo primo para toda n?**
- **¿existen funciones que sólo produzcan números primos?**
- **¿Hay alguna función polinómica que produzca números primos?**

EXISTEN FÓRMULAS LAS CUÁLES PODEMOS CONSIDERAR IMPRÁCTICAS DEBIDO A SU COMPLEJIDAD COMPUTACIONAL, CONSECUENCIA DEL USO DE OPERACIONES COMO FACTORIALES O EXPONENCIACIONES.

PODEMOS CITAR POR EJEMPLO, A FÓRMULAS CONSTRUIDAS EN BASE AL **TEOREMA DE WILSON QUE DICE LO SIGUIENTE:**

El **teorema de Wilson** es un teorema relacionado con la divisibilidad y los Números Primos. Se enuncia de la siguiente manera:

Si $\boldsymbol{p}$ es un número primo, entonces $(p-1)! \equiv -1 \pmod{p}$

John Wilson

Esta fórmula de Willians del año de 1964, está basada en el Teorema de Wilson, lamentablemente la capacidad de cálculo es muy compleja por lo que resulta inviable en su utilización.

Podemos citar otra fórmula la cual hace referencia a una función Multiplicativa estudiada en Teoría de Números llamada Función Möbius:

Dicha Fórmula desarrollada por Ghandi es la siguiente:

Podemos afirmar que tanto la fórmula de Willians cómo la de Gandhi, esencialmente son las versiones de la Criba de Eratóstenes para Números Primos.

Otra fórmula que produce Números Primos es la de Mills (1947), que demostró la existencia de un número real A≈1.3064 para que la siguiente función sea primorial para toda n:O

Encontramos varias funciones para generar números primos.

En 1772, Euler observó que el polinomio: generaba Números Primos para valores de n:

Para n = 40 el valor es 1681 = 412, el cual es número compuesto.

¿Existe un polinomio F(n) que sólo toma valores primos?

El polinomio constante F(n) = 41 lo es!, así como F(n) = 3, sin embargo, está demostrado que no existe polinomio constante en una variable con coeficientes enteros que produce sólo valores Primos.

Jones 1976, Sato, Wada, Wiens Wiens encontraron un polinomio de grado explícito de 25 en 26 variables:

Corolario: Si ***p*** es primo, entonces no es una prueba de que p es primoconsta de 87 adiciones y multiplicaciones.

Este polinomio es una implementación de una prueba de primalidad en el idiomade polinomios. El primer resultado de este tipo fue un polinomio de grado-37 en 24 variables construido por Yuri Matiyasevich en 1971.

En la práctica, ninguno de los “generadores” en realidad generan números primos en absoluto. Sólo están diseñados.

Sucesión de Fibonacci y los números primos

Hace aproximadamente un año que me percaté de una relación que existía entre la Sucesión del orden y la belleza: la Sucesión de Fibonacci de la cual se engendra el número áureo 1.618… y la distribución de los Números Primos.

Vamos empezando a modelar un esquema gráfico donde visualmente nos percataremos de esa misteriosa relación:

Si hacemos una lista horizontal de los elementos de la Sucesión de Fibonacci y de manera paralela los números naturales, podemos verificar que a partir del número primo 7 encontramos un patrón de la siguiente manera:

Los números Primos de la lista de los Naturales tienden a ser divisibles por los elementos de la sucesión de Fibonacci en posiciones n+1 y n-1, vemos en el gráfico el trazo de diagonales y generamos la siguiente tabla para hacer un análisis:

n	Fibonacci(n)	Naturales(n)	División
7	F(8)	7	
11	F(10)	11	
13	F(14)	13	=29
17	F(18)	17	=152
19	F(18)	19	=136
23	F(24)	23	=2016
29	F(28)	29	=10959
31	F(30)	31	=26840
…	…	…	…

Este patrón para casi 10 primos nos permite intuir que se puede cumplir al infinito, pero tenemos un pequeño inconveniente, la sucesión de Fibonacci comienza a crecer considerablemente, por lo que nuestra capacidad de cálculo nos obliga a hacer uso de un software matemático para comprobar que la tendencia se sigue produciendo en una cantidad considerable antes de formular toda conjetura, y es cuando hacemos uso de Wólfram Matemathica.

Comenzamos con la siguiente expresión producto de la intuición:

Si *Fibonacci(n+1) Mod (n) =0 y Fibonacci (n-1) Mod (n) =0*, entonces ‘**n’** es un número Primo.

Donde Mod representa el residuo de una división.

Llevamos estas expresiones al Programa de Matemathica para evaluar a una cantidad considerable, en este caso para los primeros 500 valores de n:

Table [Mod [(GCD [Fibonacci [n+1], n]), n], {n, 1,500}]

{0,0,0,1,1,1,0,2,1,1,1,1,0,2,3,1,0,1,1,2,1,1,0,1,1,2,3,1,1,1,1,2,1,1,1,1,0,2,
3,1,1,1,0,2,1,1,0,1,1,2,3,1,0,1,1,2,1,1,1,1,1,2,21,1,1,1,0,2,1,1,1,1,0,2,3,1
,1,1,1,2,1,1,0,1,1,2,3,1,1,1,1,2,1,1,1,1,0,2,33,1,1,1,0,26,1,1,0,1,1,2,3,1,0
,1,1,2,1,1,7,1,1,2,3,1,1,1,0,2,1,1,1,1,1,2,3,1,0,1,1,2,1,1,1,1,1,2,3,1,1,1,1,
2,1,1,1,1,0,2,3,1,1,1,0,2,1,1,0,1,1,34,3,1,0,1,7,2,1,1,1,1,1,2,3,1,1,1,1,2,1
,1,1,1,0,2,39,1,0,1,1,2,1,1,1,1,1,2,3,1,11,1,1,2,1,1,1,1,1,2,3,1,1,1,0,2,1,1
,0,1,1,2,21,1,0,1,1,2,1,1,1,1,1,2,3,1,1,1,1,2,1,1,1,1,1,2,3,1,0,1,1,2,1,1,0,
1,1,2,3,1,1,1,1,2,1,1,1,1,0,2,3,1,1,1,0,2,1,13,7,1,1,2,3,1,0,1,1,2,1,1,1,1,1
,2,3,1,1,1,0,2,1,1,1,1,0,2,3,1,0,1,11,2,1,1,0,1,1,2,3,1,1,1,1,2,1,1,1,1,0,2,
3,1,1,1,7,2,1,1,0,1,1,2,3,1,0,1,1,2,1,1,1,1,1,2,3,1,1,1,0,2,1,1,1,1,0,2,3,1,
0,1,1,2,1,1,0,1,1,2,3,1,1,1,1,2,1,1,1,1,0,2,21,1,1,1,1,2,1,1,1,1,1,2,3,1,1,1
,1,2,1,1,1,1,1,2,3,1,1,1,1,2,11,1,1,1,0,2,3,1,1,1,1,2,1,1,0,1,1,2,3,1,1,1,1,
2,1,1,7,1,0,2,3,1,1,1,0,2,1,1,0,13,1,2,3,1,1,1,1,34,1,1,1,1,1,2,3,1,1,1,0,2,
1,1,1,1,1,2,3,1,1,1,1,2}

Si condensamos la expresión anterior a:

Table [(GCD [Fibonacci [n+1], n]), {n, 1,500}] obtenemos:

Donde GCD Es el máximo común divisor

{1,2,3,1,1,1,7,2,1,1,1,1,13,2,3,1,17,1,1,2,1,1,23,1,1,2,3,1,1,1,1,2,1,1,1,1,
37,2,3,1,1,1,43,2,1,1,47,1,1,2,3,1,53,1,1,2,1,1,1,1,1,2,21,1,1,1,67,2,1,1,
1,1,73,2,3,1,1,1,1,2,1,1,83,1,1,2,3,1,1,1,1,2,1,1,1,1,97,2,33,1,1,1,103,26
,1,1,107,1,1,2,3,1,113,1,1,2,1,1,7,1,1,2,3,1,1,1,127,2,1,1,1,1,1,2,3,1,137
,1,1,2,1,1,1,1,1,2,3,1,1,1,1,2,1,1,1,1,157,2,3,1,1,1,163,2,1,1,167,1,1,34,
3,1,173,1,7,2,1,1,1,1,1,2,3,1,1,1,1,2,1,1,1,1,193,2,39,1,197,1,1,2,1,1,1,1
,1,2,3,1,11,1,1,2,1,1,1,1,1,2,3,1,1,1,223,2,1,1,227,1,1,2,21,1,233,1,1,2,1
,1,1,1,1,2,3,1,1,1,1,2,1,1,1,1,1,2,3,1,257,1,1,2,1,1,263,1,1,2,3,1,1,1,1,2,

1,1,1,1,277,2,3,1,1,1,283,2,1,13,7,1,1,2,3,1,293,1,1,2,1,1,1,1,1,2,3,1,1,1
,307,2,1,1,1,1,313,2,3,1,317,1,11,2,1,1,323,1,1,2,3,1,1,1,1,2,1,1,1,1,337
,2,3,1,1,1,7,2,1,1,347,1,1,2,3,1,353,1,1,2,1,1,1,1,1,2,3,1,1,1,367,2,1,1,1,
1,373,2,3,1,377,1,1,2,1,1,383,1,1,2,3,1,1,1,1,2,1,1,1,1,397,2,21,1,1,1,1,
2,1,1,1,1,1,2,3,1,1,1,1,2,1,1,1,1,1,2,3,1,1,1,1,2,11,1,1,1,433,2,3,1,1,1,1,
2,1,1,443,1,1,2,3,1,1,1,1,2,1,1,7,1,457,2,3,1,1,1,463,2,1,1,467,13,1,2,3,
1,1,1,1,34,1,1,1,1,1,2,3,1,1,1,487,2,1,1,1,1,1,2,3,1,1,1,1,2}

Encontramos el primer contraejemplo para nuestra intuición, para el caso **n=323**, **el cual no es un número primo,** después observamos que la sucesión vuelve a retomar el patrón.

Luego para:

Table [Mod [(GCD [Fibonacci [n-1], n]), n], {n, 1,500}]

{0,1,1,2,1,1,1,1,3,2,0,1,1,1,1,2,1,1,0,1,3,2,1,1,1,1,1,2,0,1,0,1,3,2,1,1,1,1,
1,2,0,1,1,1,3,2,1,1,7,1,1,2,1,1,1,1,3,2,0,1,0,1,1,2,1,1,1,1,3,2,0,1,1,1,1,2,
1,13,0,1,3,2,1,1,1,1,1,2,0,1,1,1,3,2,1,1,1,1,1,2,0,1,1,1,21,2,1,1,0,1,1,2,1,
1,1,1,3,2,1,1,11,1,1,2,1,1,1,1,3,2,0,1,1,1,1,34,1,1,0,1,3,2,1,1,1,1,1,2,0,1,
0,1,3,2,1,1,1,1,1,2,7,1,1,1,3,2,1,1,13,1,1,2,1,1,1,1,3,2,0,1,0,1,1,2,1,1,1,1
,3,2,0,1,1,1,1,2,1,1,0,1,3,2,1,1,1,1,1,2,1,1,0,1,3,2,1,1,7,1,1,2,1,1,1,1,3,2,
1,1,0,1,11,2,1,1,1,1,3,2,0,1,0,1,1,2,1,1,1,1,3,2,0,1,1,1,1,2,1,1,1,13,3,2,1,
1,1,1,1,2,0,1,0,1,21,2,1,1,1,1,1,2,0,1,1,1,3,2,1,1,17,1,1,2,1,1,1,1,3,2,1,1,
1,1,1,2,1,1,1,1,3,2,0,1,1,1,1,2,1,1,1,1,3,2,1,1,1,1,1,2,7,1,0,1,3,2,1,1,1,1,
1,2,11,1,1,1,3,2,1,1,0,1,13,2,1,1,1,1,3,2,0,1,19,1,1,2,1,1,1,1,3,2,1,1,1,1,
1,2,1,1,0,1,3,2,1,1,7,1,1,2,0,1,1,1,3,2,1,1,1,1,1,2,0,1,1,1,3,2,1,1,0,1,1,2,
1,1,1,1,3,2,0,1,0,1,1,2,1,1,1,1,3,2,0,1,1,1,29,2,1,1,0,1,21,0,1,1,1,1,1,2,0,
1,11,1,3,2,1,1,
1,1,1,2,0,1,1,1,3,2,1,1,1,1,1,2,1,1,1,1,3,2,0,1,1,1,1,2,1,1,1,1,3,2,0,1,1,1,
1,2,7,1,0,1}

Si condensamos la expresión anterior a:

Table [GCD [Fibonacci [n-1], n], {n, 1,500}]

Donde GCD Es el máximo común divisor

{1,1,1,2,1,1,1,1,3,2,11,1,1,1,1,2,1,1,19,1,3,2,1,1,1,1,1,2,29,1,31,1,3,2,1,
1,1,1,1,2,41,1,1,1,3,2,1,1,7,1,1,2,1,1,1,1,3,2,59,1,61,1,1,2,1,1,1,1,3,2,71
,1,1,1,1,2,1,13,79,1,3,2,1,1,1,1,1,2,89,1,1,1,3,2,1,1,1,1,1,2,101,1,1,1,21,
2,1,1,109,1,1,2,1,1,1,1,3,2,1,1,11,1,1,2,1,1,1,1,3,2,131,1,1,1,1,34,1,1,13
9,1,3,2,1,1,1,1,1,2,149,1,151,1,3,2,1,1,1,1,1,2,7,1,1,1,3,2,1,1,13,1,1,2,1,
1,1,1,3,2,179,1,181,1,1,2,1,1,1,1,3,2,191,1,1,1,1,2,1,1,199,1,3,2,1,1,1,1,
1,2,1,1,211,1,3,2,1,1,7,1,1,2,1,1,1,1,3,2,1,1,229,1,11,2,1,1,1,1,3,2,239,1,
241,1,1,2,1,1,1,1,3,2,251,1,1,1,1,2,1,1,1,13,3,2,1,1,1,1,1,2,269,1,271,1,
21,2,1,1,1,1,1,2,281,1,1,1,3,2,1,1,17,1,1,2,1,1,1,1,3,2,1,1,1,1,1,2,1,1,1,1
,3,2,311,1,1,1,1,2,1,1,1,1,3,2,1,1,1,1,1,2,7,1,331,1,3,2,1,1,1,1,1,2,11,1,1,
1,3,2,1,1,349,1,13,2,1,1,1,1,3,2,359,1,19,1,1,2,1,1,1,1,3,2,1,1,1,1,1,2,1,
1,379,1,3,2,1,1,7,1,1,2,389,1,1,1,3,2,1,1,1,1,1,2,401,1,1,1,3,2,1,1,409,1,
1,2,1,1,1,1,3,2,419,1,421,1,1,2,1,1,1,1,3,2,431,1,1,1,29,2,1,1,439,1,21,4
42,1,1,1,1,1,2,449,1,11,1,3,2,1,1,1,1,1,2,461,1,1,1,3,2,1,1,1,1,1,2,1,1,1,
1,3,2,479,1,1,1,1,2,1,1,1,1,3,2,491,1,1,1,1,2,7,1,499,1}

Encontramos el primer contraejemplo para esta expresión, en el caso **n=442**, **el cual no es un número primo,** después observamos que la sucesión vuelve a retomar el patrón ó la tendencia antes afirmada.

No todo está perdido, si bien el patrón se rompe con un par de contraejemplos, nuestro modelo gráfico bautizado como la Criba de Fibonacci podría encontrar sin problema los primeros 66 números primos:

{2,3,5,**7,11,13,17,19,23,29,31,37,41,43,47,53,59,61,67,71,73,79,83,89,9
7,101,103,107,109,113,127,131,137,139,149,151,157,163,167,173,179,
181,191,193,197,199,211,223,227,229,233,239,241,251,257,263,269,2
71,277,281,283,293,307,311,313,317**…}

Al observar que el patrón vuelve a recobrar sentido, podemos sacar provecho de este partido y generar fórmulas que produzcan una cantidad de números primos considerables, ese será nuestro punto de partida en este momento, nos fijamos una primer meta: **Conseguir una expresión matemática que genere por lo menos a los primeros 100**

números primos haciendo uso del patrón observado de la sucesión de Fibonacci.

Al seguir trabajando en Wolfram Matemathica con las tendencias antes encontradas para 700 valores de la variable ‘n’ y además de ir condicionando las fórmulas debido a contraejemplos y parásitos encontrados, llegamos a las siguientes expresiones donde se incluyen residuos, funciones piso y funciones techo:

La fórmula A genera:

{1,2,3,0,0,0,7,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,23,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,37
,0,0,0,0,0,43,0,0,0,47,0,0,0,0,0,53,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,67,0,0,0,0,0,
73,0,0,0,0,0,0,0,0,0,83,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,97,0,0,0,0,0,103,0,0,0,1
07,0,0,0,0,0,113,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,127,0,0,0,0,0,0,0,0,137,0,0,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,157,0,0,0,0,0,163,0,0,0,167,0,0,0,0,0,173
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,193,0,0,0,197,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,223,0,0,0,227,0,0,0,0,0,233,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,257,0,0,0,0,0,263,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,27
7,0,0,0,0,0,283,0,0,0,0,0,0,0,0,0,293,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,307,0,0,0,
0,0,313,0,0,0,317,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,337,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,347,0,0,0,0,0,353,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,367,0,0,0,0,0,373,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,383,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,397,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,433,0,0,0,0,0,0,0,0,0,443,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,457,0,0,0,0,0,463,0,0,0,467,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,487,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,503,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
,0,0,0,0,523,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,547,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,557,0,0,0,0,0,563,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,577,0,0,0,0,0,0,0,0,0,58
7,0,0,0,0,0,593,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,607,0,0,0,0,0,613,0,0,0,617,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,643,0,0,0,647,0,0,0,0,0,653,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,673,0,0,0,677,0,0,0,0,0,683,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}

La fórmula B genera:

{1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,11,0,0,0,0,0,0,0,19,0,0,0,0,0,0,0,0,0,29,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,41,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,59,0,61,0,0,0,0,0,0,0,0,0,71,0
,0,0,0,0,0,0,79,0,0,0,0,0,0,0,0,0,89,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,101,0,0,0,0,0,0,
0,109,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,131,0,0,0,0,0,0,0,139,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,149,0,151,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
,0,179,0,181,0,0,0,0,0,0,0,0,0,191,0,0,0,0,0,0,0,199,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
,211,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,229,0,0,0,0,0,0,0,0,0,239,0,241,0,0
,0,0,0,0,0,0,0,251,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,269,0,271,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,281,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,311,0,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,331,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,34
9,0,0,0,0,0,0,0,0,0,359,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,379,0,0,0,0,0
,0,0,0,0,389,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,401,0,0,0,0,0,0,0,409,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
419,0,421,0,0,0,0,0,0,0,0,0,431,0,0,0,0,0,0,0,439,0,0,0,0,0,0,0,0,0,449,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,461,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,479,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,491,0,0,0,0,0,0,0,499,0,0,0,0,0,0,0,0,0,509,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,521,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,541,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,569,0,571,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,599,0,601,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,619,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,631,0,0,0,0,0,0,0,0,0,641,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,65
9,0,661,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,691,0,0,0
,0,0,0,0,0,0}

La fórmula C genera:

{0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0

0,0,0,

0,0,0,

0,0,0,

1,0,193,0,0,0,197,0,199,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,211,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,2
23,0,0,0,227,0,229,0,0,0,233,0,0,0,0,0,239,0,241,0,0,0,0,0,0,0,0,0,251,0
,0,0,0,0,257,0,0,0,0,0,263,0,0,0,0,0,269,0,271,0,0,0,0,0,277,0,0,0,281,0,
283,0,0,0,0,0,0,0,0,0,293,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,307,0,0,0,311,0,313,0
,0,0,317,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,331,0,0,0,0,0,337,0,0,0,0,0,0,0,0,0,347
,0,349,0,0,0,353,0,0,0,0,0,359,0,0,0,0,0,0,0,367,0,0,0,0,0,373,0,0,0,0,0,
379,0,0,0,383,0,0,0,0,0,389,0,0,0,0,0,0,0,397,0,0,0,401,0,0,0,0,0,0,0,40
9,0,0,0,0,0,0,0,0,0,419,0,421,0,0,0,0,0,0,0,0,0,431,0,433,0,0,0,0,0,439,0
,0,0,443,0,0,0,0,0,449,0,0,0,0,0,0,0,457,0,0,0,461,0,463,0,0,0,467,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,479,0,0,0,0,0,0,0,487,0,0,0,491,0,0,0,0,0,0,0,499,0,0,0,5
03,0,0,0,0,0,509,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,521,0,523,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
,0,0,0,0,541,0,0,0,0,0,547,0,0,0,0,0,0,0,0,0,557,0,0,0,0,0,563,0,0,0,0,0,5
69,0,571,0,0,0,0,0,577,0,0,0,0,0,0,0,0,0,587,0,0,0,0,0,593,0,0,0,0,0,599,
0,601,0,0,0,0,0,607,0,0,0,0,0,613,0,0,0,617,0,619,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,6
31,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,641,0,643,0,0,0,647,0,0,0,0,0,653,0,0,0,0,0,659,0,6
61,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,673,0,0,0,677,0,0,0,0,0,683,0,0,0,0,0,0,0,691,0,
0,0,0,0,0,0,0,0}

QUE CORRESPONDEN A LOS PRIMEROS 125 NÚMEROS PRIMOS.

SI APLICAMOS EN WOLFRAM MATEMATHICA A LA FÓRMULA ‘PRIMOS’ LA FUNCIÓN DELETECASES PARA SUPRIMIR LOS CEROS Y SÓLO DEJAR LAS ENTIDADES PRIMALES, NOS QUEDA:

PRIMOS=A+B+C+D+E+F+G

DeleteCases [PRIMOS, 0]

{2,3,5,7,11,13,17,19,23,29,31,37,41,43,47,53,59,61,67,71,73,79,83,89,9
7,101,103,107,109,113,127,131,137,139,149,151,157,163,167,173,179,
181,191,193,197,199,211,223,227,229,233,239,241,251,257,263,269,2
71,277,281,283,293,307,311,313,317,331,337,347,349,353,359,367,37
3,379,383,389,397,401,409,419,421,431,433,439,443,449,457,461,463,
467,479,487,491,499,503,509,521,523,541,547,557,563,569,571,577,5
87,593,599,601,607,613,617,619,631,641,643,647,653,659,661,673,67
7,683,691}

NUESTRA FÓRMULA **PRIMOS=A+B+C+D+E+F+G GENERA LOS PRIMEROS 125 NÚMEROS PRIMOS**

PONGO A CONTINUACIÓN EL CÓDIGO EMPLEADO EN WOLFRAM MATEMATHICA PARA GENERAR TODOS ESTOS CÁLCULOS:

```
a=Table[ ((Ceiling[Mod[((Ceiling[Mod[((Floor[ (((Mod[ (GCD[( Fibonacci[n
+1]),n]) ,n+1] ) )/n)])*n),13]/n]*n)),17]/n])*n) ,{n,1,700} ]

b=Table[ ((Ceiling[Mod[((Ceiling[Mod[((Ceiling[Mod[(Floor[ (((Mod[ (GCD
[( Fibonacci[n-1]),n]) ,n+1] ) )/n)])*n ,2]/n])*n),7]/n])*n),31]/n])*n) ,
{n,1,700} ]

c=Table[ Floor[( Mod [(2^(2-(( (n)-700*Floor[((n-1)/700)] ) )) ) ,2])] ,
{n,1,700}]

d=Table[ Floor[( Mod [(2^(3-(( (n)-700*Floor[((n-1)/700)] ) )) ) ,2])]*2 ,
{n,1,700}]

e=Table[ Floor[( Mod [(2^(13-(( (n)-700*Floor[((n-1)/700)] ) )) ) ,2])]*13 ,
{n,1,700}]

f=Table[ Floor[( Mod [(2^(17-(( (n)-700*Floor[((n-1)/700)] ) )) ) ,2])] *17 ,
{n,1,700}]

g=Table[ Floor[( Mod [(2^(31-(( (n)-700*Floor[((n-1)/700)] ) )) ) ,2])] *31 ,
{n,1,700}]

CALCULO=a+b+c+d+e+f+g

DeleteCases [CALCULO, 0]
```

Ahora imaginemos aplicarle a otras expresiones matemáticas sobre números primos históricamente conocidas, algunos principios manifestados en este artículo y podríamos obtener expresiones que generen mayor cantidad de primos.

Comenzamos con el Teorema de Wilson:

Lo expresamos de la siguiente manera:

*Donde GCD es máximo común divisor

Y obtenemos para los primeros 1000 valores de n:

{1,2,3,0,5,0,7,0,0,0,11,0,13,0,0,0,17,0,19,0,0,0,23,0,0,0,0,0,29,0,31,0,0,
0,0,0,37,0,0,0,41,0,43,0,0,0,47,0,0,0,0,0,53,0,0,0,0,0,59,0,61,0,0,0,0,0,6
7,0,0,0,71,0,73,0,0,0,0,0,79,0,0,0,83,0,0,0,0,0,89,0,0,0,0,0,0,0,97,0,0,0,
101,0,103,0,0,0,107,0,109,0,0,0,113,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,127,0,0,0,
131,0,0,0,0,0,137,0,139,0,0,0,0,0,0,0,0,0,149,0,151,0,0,0,0,0,157,0,0,0,
0,0,163,0,0,0,167,0,0,0,0,0,173,0,0,0,0,0,179,0,181,0,0,0,0,0,0,0,0,0,19
1,0,193,0,0,0,197,0,199,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,211,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,2
23,0,0,0,227,0,229,0,0,0,233,0,0,0,0,0,239,0,241,0,0,0,0,0,0,0,0,0,251,0
,0,0,0,0,257,0,0,0,0,0,263,0,0,0,0,0,269,0,271,0,0,0,0,0,277,0,0,0,281,0,
283,0,0,0,0,0,0,0,0,0,293,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,307,0,0,0,311,0,313,0
,0,0,317,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,331,0,0,0,0,0,337,0,0,0,0,0,0,0,0,347
,0,349,0,0,0,353,0,0,0,0,0,359,0,0,0,0,0,0,0,367,0,0,0,0,0,373,0,0,0,0,0,
379,0,0,0,383,0,0,0,0,0,389,0,0,0,0,0,0,0,397,0,0,0,401,0,0,0,0,0,0,0,40
9,0,0,0,0,0,0,0,0,0,419,0,421,0,0,0,0,0,0,0,0,0,431,0,433,0,0,0,0,0,439,0
,0,0,443,0,0,0,0,0,449,0,0,0,0,0,0,0,457,0,0,0,461,0,463,0,0,0,467,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,479,0,0,0,0,0,0,0,487,0,0,0,491,0,0,0,0,0,0,0,499,0,0,0,5
03,0,0,0,0,0,509,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,521,0,523,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
,0,0,0,0,541,0,0,0,0,0,547,0,0,0,0,0,0,0,0,0,557,0,0,0,0,0,563,0,0,0,0,0,5
69,0,571,0,0,0,0,0,577,0,0,0,0,0,0,0,0,0,587,0,0,0,0,0,593,0,0,0,0,0,599,
0,601,0,0,0,0,0,607,0,0,0,0,0,613,0,0,0,617,0,619,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,6
31,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,641,0,643,0,0,0,647,0,0,0,0,0,653,0,0,0,0,0,659,0,6
61,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,673,0,0,0,677,0,0,0,0,0,683,0,0,0,0,0,0,0,691,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,701,0,0,0,0,0,0,0,709,0,0,0,0,0,0,0,0,719,0,0,0,0,0,0,0,
727,0,0,0,0,0,733,0,0,0,0,0,739,0,0,0,743,0,0,0,0,0,0,0,751,0,0,0,0,0,75
7,0,0,0,761,0,0,0,0,0,0,0,769,0,0,0,773,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,787,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,797,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,809,0,811,0,0,0,0,0,0,0,0,821,0,
823,0,0,0,827,0,829,0,0,0,0,0,0,0,0,0,839,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,853,0
,0,0,857,0,859,0,0,0,863,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,877,0,0,0,881,0,883,0,
0,0,887,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,907,0,0,0,911,0,0,0,0,0,0,0,

919,0,0,0,0,0,0,0,0,0,929,0,0,0,0,0,0,0,937,0,0,0,941,0,0,0,0,0,947,0,0,0
,0,0,953,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,967,0,0,0,971,0,0,0,0,0,977,0,0,0,0,0,9
83,0,0,0,0,0,0,0,0,991,0,0,0,0,0,997,0,0,0}

Suprimimos los ceros:

DeleteCases [w, 0]

{1,2,3,5,7,11,13,17,19,23,29,31,37,41,43,47,53,59,61,67,71,73,79,83,89
,97,101,103,107,109,113,127,131,137,139,149,151,157,163,167,173,17
9,181,191,193,197,199,211,223,227,229,233,239,241,251,257,263,269,
271,277,281,283,293,307,311,313,317,331,337,347,349,353,359,367,3
73,379,383,389,397,401,409,419,421,431,433,439,443,449,457,461,46
3,467,479,487,491,499,503,509,521,523,541,547,557,563,569,571,577,
587,593,599,601,607,613,617,619,631,641,643,647,653,659,661,673,6
77,683,691,701,709,719,727,733,739,743,751,757,761,769,773,787,79
7,809,811,821,823,827,829,839,853,857,859,863,877,881,883,887,907,
911,919,929,937,941,947,953,967,971,977,983,991,997}

Puros Números Primos excepto el 1. La desventaja de está fórmula sería el uso de factorial, la cual hasta cierto punto la haría inviable sino se cuenta con un cómputo de gran capacidad.

Ahora con la Hipótesis China:

La Conjetura China dice que un número 'n' es Primo sí:

Produce a un Entero

El código de Wolfram sería:

```
NUEVA=Table[ (Ceiling[Mod[(Ceiling[(Mod[((Floor[ (((Mod[ (GCD[((2^n)-
2),n]) ,n+1] ) )/n)])*n) , 11] /n)]*n),5]/n])*n,{n,2,1381} ]
NUEVA2=Table[ Floor[( Mod [(2^(11-((
(n)-1381*Floor[((n-1)/1381)] ) )) ) ,2])]*11 ,{n,2,1381}]
NUEVA3=Table[ Floor[( Mod [(2^(5-((
(n)-1381*Floor[((n-1)/1381)] ) )) ) ,2])]*5 ,{n,2,1381}]
```

NUEVA+NUEVA2+NUEVA3

EL RESULTADO:

NUEVA=

{2,3,0,0,0,7,0,0,0,0,0,13,0,0,0,17,0,19,0,0,0,23,0,0,0,0,0,29,0,31,0,0,0,0,
0,37,0,0,0,41,0,43,0,0,0,47,0,0,0,0,0,53,0,0,0,0,0,59,0,61,0,0,0,0,0,67,0,
0,0,71,0,73,0,0,0,0,0,79,0,0,0,83,0,0,0,0,0,89,0,0,0,0,0,0,0,97,0,0,0,101,
0,103,0,0,0,107,0,109,0,0,0,113,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,127,0,0,0,131,
0,0,0,0,0,137,0,139,0,0,0,0,0,0,0,0,0,149,0,151,0,0,0,0,0,157,0,0,0,0,0,1
63,0,0,0,167,0,0,0,0,0,173,0,0,0,0,0,179,0,181,0,0,0,0,0,0,0,0,0,191,0,1
93,0,0,0,197,0,199,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,211,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,223,0,
0,0,227,0,229,0,0,0,233,0,0,0,0,0,239,0,241,0,0,0,0,0,0,0,0,251,0,0,0,
0,0,257,0,0,0,0,0,263,0,0,0,0,0,269,0,271,0,0,0,0,0,277,0,0,0,281,0,283,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,293,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,307,0,0,0,311,0,313,0,0,0,
317,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,331,0,0,0,0,0,337,0,0,0,0,0,0,0,0,347,0,3
49,0,0,0,353,0,0,0,0,0,359,0,0,0,0,0,0,0,367,0,0,0,0,0,373,0,0,0,0,0,379,
0,0,0,383,0,0,0,0,0,389,0,0,0,0,0,0,0,397,0,0,0,401,0,0,0,0,0,0,0,409,0,0
,0,0,0,0,0,0,0,419,0,421,0,0,0,0,0,0,0,0,0,431,0,433,0,0,0,0,0,439,0,0,0,
443,0,0,0,0,0,449,0,0,0,0,0,0,0,457,0,0,0,461,0,463,0,0,0,467,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,479,0,0,0,0,0,0,0,487,0,0,0,491,0,0,0,0,0,0,0,499,0,0,0,503,0
,0,0,0,0,509,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,521,0,523,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,541,0,0,0,0,0,547,0,0,0,0,0,0,0,0,0,557,0,0,0,0,0,563,0,0,0,0,0,569,0
,571,0,0,0,0,0,577,0,0,0,0,0,0,0,0,0,587,0,0,0,0,0,593,0,0,0,0,0,599,0,60
1,0,0,0,0,0,607,0,0,0,0,0,613,0,0,0,617,0,619,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,631,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,641,0,643,0,0,0,647,0,0,0,0,0,653,0,0,0,0,0,659,0,661,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,673,0,0,0,677,0,0,0,0,0,683,0,0,0,0,0,0,0,691,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,701,0,0,0,0,0,0,0,709,0,0,0,0,0,0,0,0,0,719,0,0,0,0,0,0,0,727,0,
0,0,0,0,733,0,0,0,0,0,739,0,0,0,743,0,0,0,0,0,0,0,751,0,0,0,0,0,757,0,0,0
,761,0,0,0,0,0,0,0,769,0,0,0,773,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,787,0,0,0,0,0,0
,0,0,0,797,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,809,0,811,0,0,0,0,0,0,0,0,0,821,0,823,0,
0,0,827,0,829,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,839,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,853,0,0,0,8
57,0,859,0,0,0,863,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,877,0,0,0,881,0,883,0,0,0,8
87,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,907,0,0,0,911,0,0,0,0,0,0,0,919,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,929,0,0,0,0,0,0,0,937,0,0,0,941,0,0,0,0,0,947,0,0,0,0,0,9

53,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,967,0,0,0,971,0,0,0,0,0,977,0,0,0,0,0,983,0,
0,0,0,0,0,0,0,991,0,0,0,0,0,997,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1009,0,0,0,1013,0,0,0
,0,0,1019,0,1021,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1031,0,1033,0,0,0,0,0,1039,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,1049,0,1051,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1061,0,1063,0,0,0,0,0,1069,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1087,0,0,0,1091,0,1093,0,0,0,1097,0,0,0,0,0,
1103,0,0,0,0,0,1109,0,0,0,0,0,0,0,1117,0,0,0,0,0,1123,0,0,0,0,0,1129,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1151,0,1153,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1163,0
,0,0,0,0,0,0,1171,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1181,0,0,0,0,0,1187,0,0,0,0,0,1193,0,
0,0,0,0,0,0,1201,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1213,0,0,0,1217,0,0,0,0,0,1223,0,
0,0,0,0,1229,0,1231,0,0,0,0,0,1237,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1249,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,1259,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1277,0,1279,0,0,0,1283,0,
0,0,0,0,1289,0,1291,0,0,0,0,0,1297,0,0,0,1301,0,1303,0,0,0,1307,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,1319,0,1321,0,0,0,0,0,1327,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1361,0,0,0,0,0,1367,0,0,0,0,0,1373,0,
0,0,0,0,0,0,0,1381}

NUEVA2=

{0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,11,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0

0,0,0,

0,0,0,

49,0,0,0,353,0,0,0,0,0,359,0,0,0,0,0,0,0,367,0,0,0,0,0,373,0,0,0,0,0,379,
0,0,0,383,0,0,0,0,0,389,0,0,0,0,0,0,0,397,0,0,0,401,0,0,0,0,0,0,0,409,0,0
,0,0,0,0,0,0,0,419,0,421,0,0,0,0,0,0,0,0,0,431,0,433,0,0,0,0,0,439,0,0,0,
443,0,0,0,0,0,449,0,0,0,0,0,0,0,457,0,0,0,461,0,463,0,0,0,467,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,479,0,0,0,0,0,0,0,487,0,0,0,491,0,0,0,0,0,0,0,499,0,0,0,503,0
,0,0,0,0,509,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,521,0,523,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,541,0,0,0,0,0,547,0,0,0,0,0,0,0,0,0,557,0,0,0,0,0,563,0,0,0,0,0,569,0
,571,0,0,0,0,0,577,0,0,0,0,0,0,0,0,0,587,0,0,0,0,0,593,0,0,0,0,0,599,0,60
1,0,0,0,0,0,607,0,0,0,0,0,613,0,0,0,617,0,619,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,631,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,641,0,643,0,0,0,647,0,0,0,0,0,653,0,0,0,0,0,659,0,661,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,673,0,0,0,677,0,0,0,0,0,683,0,0,0,0,0,0,0,691,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,701,0,0,0,0,0,0,0,709,0,0,0,0,0,0,0,0,0,719,0,0,0,0,0,0,0,727,0,
0,0,0,0,733,0,0,0,0,0,739,0,0,0,743,0,0,0,0,0,0,0,751,0,0,0,0,0,757,0,0,0
,761,0,0,0,0,0,0,0,0,769,0,0,0,773,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,787,0,0,0,0,0,0
,0,0,0,797,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,809,0,811,0,0,0,0,0,0,0,0,0,821,0,823,0,
0,0,827,0,829,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,839,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,853,0,0,0,8
57,0,859,0,0,0,863,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,877,0,0,0,881,0,883,0,0,0,8
87,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,907,0,0,0,911,0,0,0,0,0,0,0,919,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,929,0,0,0,0,0,0,0,937,0,0,0,941,0,0,0,0,0,947,0,0,0,0,0,9
53,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,967,0,0,0,971,0,0,0,0,0,977,0,0,0,0,0,983,0,
0,0,0,0,0,0,991,0,0,0,0,0,997,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1009,0,0,0,1013,0,0,0
,0,0,1019,0,1021,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1031,0,1033,0,0,0,0,0,1039,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,1049,0,1051,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1061,0,1063,0,0,0,0,0,1069,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1087,0,0,0,1091,0,1093,0,0,0,1097,0,0,0,0,0,
1103,0,0,0,0,0,1109,0,0,0,0,0,0,0,1117,0,0,0,0,0,1123,0,0,0,0,0,1129,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1151,0,1153,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1163,0
,0,0,0,0,0,0,1171,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1181,0,0,0,0,0,1187,0,0,0,0,0,1193,0,
0,0,0,0,0,0,1201,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1213,0,0,0,1217,0,0,0,0,0,1223,0,
0,0,0,0,1229,0,1231,0,0,0,0,0,1237,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1249,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,1259,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1277,0,1279,0,0,0,1283,0,
0,0,0,0,1289,0,1291,0,0,0,0,0,1297,0,0,0,1301,0,1303,0,0,0,1307,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,1319,0,1321,0,0,0,0,0,1327,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1361,0,0,0,0,0,1367,0,0,0,0,0,1373,0,
0,0,0,0,0,0,1381}

Borramos Ceros:

DeleteCases [nueva+nueva2+nueva3, 0]

{2,3,5,7,11,13,17,19,23,29,31,37,41,43,47,53,59,61,67,71,73,79,83,89,97,101,103,107,109,113,127,131,137,139,149,151,157,163,167,173,179,181,191,193,197,199,211,223,227,229,233,239,241,251,257,263,269,271,277,281,283,293,307,311,313,317,331,337,347,349,353,359,367,373,379,383,389,397,401,409,419,421,431,433,439,443,449,457,461,463,467,479,487,491,499,503,509,521,523,541,547,557,563,569,571,577,587,593,599,601,607,613,617,619,631,641,643,647,653,659,661,673,677,683,691,701,709,719,727,733,739,743,751,757,761,769,773,787,797,809,811,821,823,827,829,839,853,857,859,863,877,881,883,887,907,911,919,929,937,941,947,953,967,971,977,983,991,997,1009,1013,1019,1021,1031,1033,1039,1049,1051,1061,1063,1069,1087,1091,1093,1097,1103,1109,1117,1123,1129,1151,1153,1163,1171,1181,1187,1193,1201,1213,1217,1223,1229,1231,1237,1249,1259,1277,1279,1283,1289,1291,1297,1301,1303,1307,1319,1321,1327,1361,1367,1373,1381}

OBTENEMOS LOS PRIMEROS 221 NÚMEROS PRIMOS

AUTOR: M.M e ING. José de Jesús Camacho Medina

WIKIPEDIA

Great Internet Mersenne Prime Search

Great Internet Mersenne Prime Search (**GIMPS**, "Gran búsqueda de números primos de Mersenne por Internet") es un proyecto de computación distribuida que utiliza los programas gratuitos Prime95 y MPrime con el fin de buscar números primos de Mersenne. George Woltman fundó el proyecto y ha escrito los programas que se encargan de analizar números de Mersenne. Scott Kurowski ha programado el servidor PrimeNet que sostiene la investigación.

Logo de GIMPS

El proyecto ha tenido éxito: a fecha de septiembre del 2013 ha hallado un total de quince números primos de Mersenne (de un total de 50 conocidos), cada uno de los cuales, salvo el último, era el número primo más grande conocido a fecha de su descubrimiento. El número primo más grande que se conoce es $2^{82\,589\,933} - 1$ (o $M_{82\,589\,933}$ en la notación usual). Fue descubierto por Patrick Laroche el 7 de diciembre de 2018.[1]

El proyecto utiliza principalmente el Test de Lucas-Lehmer,[2] un algoritmo especializado en el análisis de la primalidad de números de Mersenne y especialmente eficiente en arquitecturas informáticas binarias. También dispone de una fase de divisiones sucesivas que tarda horas en vez de semanas y que se emplea para eliminar rápidamente números de Mersenne que tienen factores pequeños (que suponen una gran proporción de los candidatos). Asimismo, el proyecto también se vale del algoritmo p-1 de Pollard para buscar factores mayores.

Aunque el código fuente del software del GIMPS es de dominio público, no se considera software libre, ya que los usuarios deben aceptar las condiciones del proyecto[3] en caso de que el software consiga descubrir un número primo con al menos 100 millones de cifras decimales y gana la recompensa de 150.000 dólares ofrecida por la EFF.[4]

Existen alternativas de software libre: los programas Glucas[5] y Mlucas[6] están licenciados bajo la GPL.

Índice

Números primos hallados
Temas relacionados
Referencias
Enlaces externos (en inglés)

Números primos hallados

Todos los números hallados son de la forma M_n, que equivale a 2^n - 1, donde n es el exponente.

Descubrimiento	Número	Nº de cifras
13-11-1996	$M_{1\ 398\ 269}$	420921
24-08-1997	$M_{2\ 976\ 221}$	895932
27-01-1998	$M_{3\ 021\ 377}$	909526
01-06-1999	$M_{6\ 972\ 593}$	2098960
14-11-2001	$M_{13\ 466\ 917}$	4053 946
17-11-2003	$M_{20\ 996\ 011}$	6320 430
15-05-2004	$M_{24\ 036\ 583}$	7235 733
18-02-2005	$M_{25\ 964\ 951}$	7816 230
15-12-2005	$M_{30\ 402\ 457}$	9152 052
04-09-2006	$M_{32\ 582\ 657}$	9808 358
23-08-2008	$M_{43\ 112\ 609}$	12 978 189
06-09-2008	$M_{37\ 156\ 667}$	11 185 272
12-04-2009	$M_{42\ 643\ 801}$	12 837 064
25-01-2013	$M_{43\ 112\ 609}$	12 978 189
25-01-2013	$M_{57\ 885\ 161}$	17 425 170
07-01-2016	$M_{74\ 207\ 281}$	22 338 618
26-12-2017	$M_{77\ 232\ 917}$	23 249 425
07-12-2018	$M_{82\ 589\ 933}$	24 862 048

El número $M_{57885161}$ tiene 17 425 170 cifras. Harían falta 13000 páginas para mostrar el número entero, con una letra de 12pt y sin espacios [7] .

Cada vez que el servidor recibe un informe de supuesto número primo, se verifica ese número antes de anunciarlo al público. La importancia de este procedimiento se pudo apreciar en 2003, ya que el servidor recibió un falso positivo que podía haber sido el 40º número primo de Mersenne, pero la verificación dio un resultado negativo.

Temas relacionados

- George Woltman
- Scott Kurowski
- Computación distribuida
- Prime95
- MPrime
- BOINC

Referencias

1. «GIMPS Project Discovers Largest Known Prime Number: $2^{82,589,933}$-1» (https://www.mersenne.org/primes/press/M82589933.html). *Mersenne Research, Inc*. 21 de diciembre de 2018. Consultado el 21 de diciembre de 2018.
2. *What are Mersenne primes? How are they useful?*, "¿Qué son los números primos de Mersenne? ¿Cuál es su utilidad? (http://www.mersenne.org/faq.htm#what) - Página web de GIMPS
3. Condiciones para entrega de premios de GIMPS (http://www.mersenne.org/prize.htm)

4. Cooperative Computing Awards (https://web.archive.org/web/20040604053354/http://www.eff.org/awards/coop.php)
5. Programa Glucas (ftp://ftp.oxixares.com/pub/glucas/snapshots) (enlace roto disponible en Internet Archive; véase el historial (https://web.archive.org/web/*/ftp://ftp.oxixares.com/pub/glucas/snapshots) y la última versión (https://web.archive.org/web/2/ftp://ftp.oxixares.com/pub/glucas/snapshots)).
6. Programa Mlucas (ftp://hogranch.com/pub/mayer/src/C/) (enlace roto disponible en Internet Archive; véase el historial (https://web.archive.org/web/*/ftp://hogranch.com/pub/mayer/src/C/) y la última versión (https://web.archive.org/web/2/ftp://hogranch.com/pub/mayer/src/C/)).
7. http://mersenne.org/various/57885161.htm

Enlaces externos (en inglés)

- Página web del GIMPS (http://www.mersenne.org/)
- Foro del GIMPS (http://www.mersenneforum.org/)
- Servidor PrimeNet (http://mersenne.org/primenet/)
- Mersenne Wiki (https://web.archive.org/web/20061205062803/http://mersennewiki.org/index.php/Main_Page)

Obtenido de «https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Great_Internet_Mersenne_Prime_Search&oldid=117962706»

Esta página se editó por última vez el 3 ago 2019 a las 07:14.

El texto está disponible bajo la Licencia Creative Commons Atribución Compartir Igual 3.0; pueden aplicarse cláusulas adicionales. Al usar este sitio, usted acepta nuestros términos de uso y nuestra política de privacidad. Wikipedia® es una marca registrada de la Fundación Wikimedia, Inc., una organización sin ánimo de lucro.

WIKIPEDIA

Mayor número primo conocido

El **mayor número primo conocido** es el mayor entero que se sabe que es un número primo.

Euclides demostró que hay infinitos números primos, por lo que siempre habrá un número primo mayor que el denominado mayor primo conocido. Muchos matemáticos y hobbistas se dedican a la búsqueda de grandes números primos. La Electronic Frontier Foundation ofrece diversos premios para récords en números primos.[1]

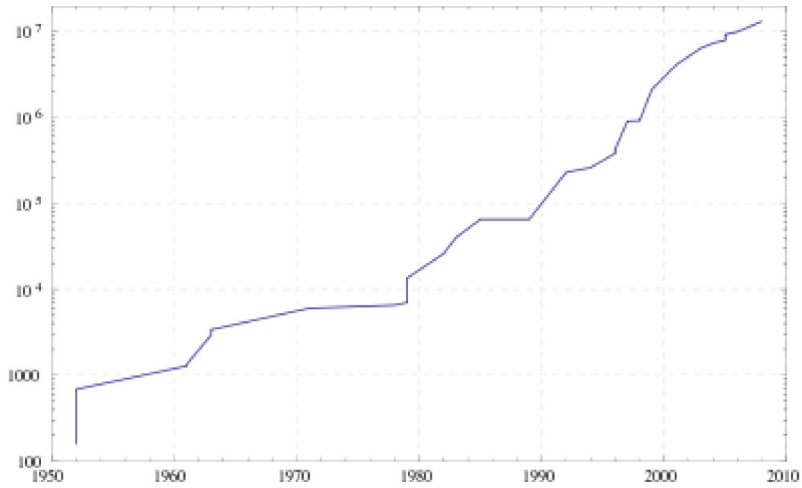


Gráfico del número de dígitos en el mayor primo conocido por año, desde el surgimiento del computador electrónico. Obsérvese que la escala vertical es logarítmica.

La implementación del test de primalidad de Lucas–Lehmer por medio de la transformada rápida de Fourier para números de Mersenne es rápida comparada con otras pruebas de primalidad conocidas para otros tipos de números. Debido a esto y también al interés histórico en los primos de Mersenne, muchos de los mayores primos conocidos son primos de Mersenne. Hasta abril de 2011, los mayores números primos conocidos eran primos de Mersenne, hasta el décimo de ellos que era el primero en no ser de Mersenne.[2] Los catorce últimos récords descubiertos fueron primos de Mersenne. Anteriormente, había apenas uno que no era de Mersenne (mejorando el récord en apenas 37 dígitos en 1989), y diecisiete primos de Mersenne más regresando hasta 1952.[3]

El uso de computadoras electrónicas aceleró los descubrimientos y todos los récords fueron encontrados desde 1951. El récord pasó el millón de dígitos en 1999, ganando un premio de 50,000 $.[4] En 2008 el récord pasó los diez millones de dígitos, siendo premiado con 100,000 $.[5] También se han ofrecido premios para el primer número primo encontrado que tenga al menos cien millones de dígitos y el primero que tenga mil millones de dígitos.[1]

Posición	Número primo	Encontrado por	Fecha en que fue encontrado	Número de dígitos
1º	$2^{82.589.933} - 1$	GIMPS	7 de diciembre de 2018[6]	24.862.048
2º	$2^{77.232.917} - 1$	GIMPS	26 de diciembre de 2017[7]	23.249.425
3º	$2^{74.207.281} - 1$	GIMPS	7 de enero de 2016[8]	22.338.618
4º	$2^{57.885.161} - 1$	GIMPS	25 de enero de 2013[9] [2]	17.425.170
5º	$2^{43.112.609} - 1$	GIMPS	23 de agosto de 2008[2]	12.978.189
6º	$2^{42.643.801} - 1$	GIMPS	12 de abril de 2009[10]	12.837.064
7º	$2^{37.156.667} - 1$	GIMPS	6 de septiembre de 2008[10]	11.185.272

GIMPS ha encontrado los últimos 11 récords en computadoras comunes pertenecientes a participantes de todo el mundo.

Historia

La siguiente tabla es una lista de los mayores números primos conocidos en orden ascendente, donde M_n es un número de Mersenne con exponente n.[11]

Número	Dígitos	Año en que fue encontrado
M_{127}	39	1876
$180\times(M_{127})^2+1$	79	1951
M_{521}	157	1952
M_{607}	183	1952
M_{1279}	386	1952
M_{2203}	664	1952
M_{2281}	687	1952
M_{3217}	969	1957
M_{4423}	1332	1961
M_{9689}	2917	1963
M_{9941}	2993	1963
M_{11213}	3376	1963
M_{19937}	6002	1971
M_{21701}	6533	1978
M_{23209}	6987	1979
M_{44497}	13395	1979
M_{86243}	25 962	1982
M_{132049}	39 751	1983
M_{216091}	65 050	1985
$391581\times2^{216193}-1$	65 087	1989
M_{756839}	227 832	1992
M_{859433}	258 716	1994
$M_{1257787}$	378 632	1996
$M_{1398269}$	420 921	1996
$M_{2976221}$	895 932	1997
$M_{3021377}$	909 526	1998
$M_{6972593}$	2 098 960	1999
$M_{13466917}$	4 053 946	2001
$M_{20996011}$	6 320 430	2003
$M_{24036583}$	7 235 733	2004
$M_{25964951}$	7 816 230	2005
$M_{30402457}$	9 152 052	2005
$M_{32582657}$	9 808 358	2006
$M_{43112609}$	12 978 189	2008
$M_{57885161}$	17 425 170	2013
$M_{74207281}$	22 338 618	2016

$M_{77232917}$	23 249 425	2017
$M_{82589933}$	24 862 048	2018

Referencias

1. Electronic Frontier Foundation, Cooperative Computing Awards (https://web.archive.org/web/20040604053354/http://www.eff.org/awards/coop.php).
2. Chris Caldwell, The largest known primes (http://primes.utm.edu/largest.html). Accesado el 14 de junio de 2009.
3. Chris Caldwell, .
4. Electronic Frontier Foundation, Big Prime Nets Big Prize (https://web.archive.org/web/20000619041323/http://www.eff.org/awards/20000406_coopaward_pr.html).
5. Electronic Frontier Foundation, Record 12-Million-Digit Prime Number Nets $100,000 Prize (https://www.eff.org/press/archives/2009/10/14-0).
6. «GIMPS Project Discovers Largest Known Prime Number: 2 ^ 77,232,917-1» (https://www.mersenne.org/primes/?press=M77232917). 3 de enero de 2018. Consultado el 6 de enero de 2018.
7. «GIMPS Project Discovers Largest Known Prime Number: 2 ^ 77,232,917-1» (https://www.mersenne.org/primes/?press=M77232917). 3 de enero de 2018. Consultado el 6 de enero de 2018.
8. «GIMPS Project Discovers Largest Known Prime Number: $2^{74,207,281}$-1» (https://www.mersenne.org/primes/?press=M74207281). *mersenne.org*. Great Internet Mersenne Prime Search. Consultado el 29 de septiembre de 2017.
9. «GIMPS Project Discovers Largest Known Prime Number, 257,885,161-1» (http://mersenne.org/various/57885161.htm). *Great Internet Mersenne Prime Search (GIMPS)* (en inglés). Consultado el 5 de febrero de 2013.
10. Landon Curt Noll, .
11. Chris K. Caldwell,

Enlaces externos

- Noticias sobre el mayor primo conocido, $2^{43,112,609}-1$ (http://www.mersenne.org/primes/m45and46.htm)
- Expansión de $2^{43,112,609}-1$ (http://prime.isthe.com/no.index/chongo/merdigit/long-m43112609/prime-c.html) (enlace roto disponible en Internet Archive; véase el historial (https://web.archive.org/web/*/http://prime.isthe.com/no.index/chongo/merdigit/long-m43112609/prime-c.html) y la última versión (https://web.archive.org/web/2/http://prime.isthe.com/no.index/chongo/merdigit/long-m43112609/prime-c.html)).
- Noticias sobre el mayor primo conocido anteriormente, $2^{32,582,657}-1$ (http://mersenne.org/primes/32582657.htm) 4977
- Los mayores primos conocidos (http://primes.utm.edu/largest.html)

Obtenido de «https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Mayor_número_primo_conocido&oldid=117011914»

Esta página se editó por última vez el 28 jun 2019 a las 13:00.

El texto está disponible bajo la Licencia Creative Commons Atribución Compartir Igual 3.0; pueden aplicarse cláusulas adicionales. Al usar este sitio, usted acepta nuestros términos de uso y nuestra política de privacidad. Wikipedia® es una marca registrada de la Fundación Wikimedia, Inc., una organización sin ánimo de lucro.

¡Récord de mayor número primo conocido! Primo de Mersenne número 50

4 enero, 2018 por Amadeo Artacho

Empezamos el año con **nuevo récord de mayor número primo conocido**.

Ayer, **3 de enero de 2018**, el ***GIMPS*** (*Great Internet Mersenne Prime Search*) anunció el descubrimiento y confirmación del **primo de Mersenne número 50**, que se convierte en el mayor número primo conocido hasta el momento.

El nuevo número primo, conocido como $\mathbf{M_{77232917}}$, es:

$$\mathbf{M_{77232917} = 2^{77232917} - 1}$$

y tiene nada más y nada menos que **23.249.425 dígitos** (más de 23 millones), casi un millón de dígitos más (910.807) que el anterior récord que se estableció en enero de 2016 (el primo de Mersenne número 49).

Cuando hablamos de números lo de "ser grande" es muy relativo, pero para que nos hagamos una idea de cómo es este número, si suponemos que una persona puede leer unos 120 dígitos por minuto, necesitaría aproximadamente **cuatro meses y medio para leerlo** (sin descansar).

Si queréis hacer la prueba (incluso descansando como todo mortal) podéis descargarlo aquí (se trata de un fichero de extensión *txt* comprimido en *zip*).

Por cierto, nuestro primo conocido mayor (por el momento) **termina en**:

...79071

Hubiese sido mal asunto que terminase en un número par, porque como ya sabéis el único número primo par es el 2, y los demás son impares.

Suscríbete al blog

¡No te pierdas nada! Suscríbete de forma totalmente gratuita y recibirás un aviso a tu email cada vez que se publique una nueva entrada.

email

Suscribirme

Realiza tus compras de amazon a través de este enlace y colabora así con el blog.

Y dicho esto, más de uno se habrá preguntado:

¿Qué es eso de los **números de Mersenne**? ¿Y, quién es **Mersenne**?

Un **número de Mersenne** es un número entero positivo *M* que es una unidad menor que una potencia entera positiva de 2:

$$\mathbf{M_n = 2^n - 1}$$

Se denominan así en memoria del sacerdote, matemático y filósofo francés del siglo XVII **Marin Mersenne**, que estudió estos números hace más de 350 años.

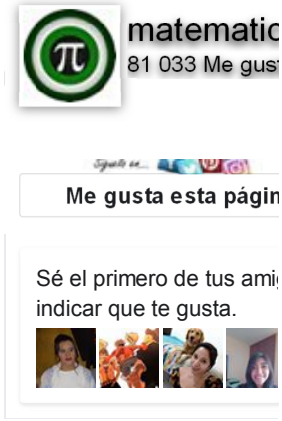
Marin Mersenne (Imagen de Dominio Público)

Así, un **número primo de Mersenne** es un número de Mersenne que es primo (no he dicho gran cosa la verdad).

Una condición necesaria (aunque no suficiente) para que un número de Mersenne sea primo es que el exponente *n* de la expresión anterior también sea primo.

Y, si recordáis la entrada del blog en la que hablaba de los **números perfectos** (entrada que tendré que actualizar con lo que os voy a contar ahora), también es

SIGUE EL BLOG EN FACEBOOK



SIGUE EL BLOG EN TWITTER

sabido que **cada número primo de Mersenne tiene asociado un número perfecto**, es decir, un número que es igual a la suma de sus divisores (exceptuando al propio número).

Si $2^n - 1$ es un número primo de Mersenne, entonces el número $\mathbf{2^{n-1} \cdot (2^n - 1)}$ es un **número perfecto**.

Es decir, a partir de un número primo de Mersenne del tipo $2^n - 1$, se puede tener un nuevo número perfecto multiplicándolo por 2^{n-1} ; Es el conocido como ***Teorema de Euclides-Euler de los números perfectos***. Por eso, cada vez que se descubre un nuevo número primo de Mersenne, se tiene un nuevo número perfecto.

Esto quiere decir que…

(redoble de tambores)

… ¡Tenemos también un **nuevo récord de mayor número perfecto conocido**!

Y es:

$$\mathbf{2^{77232916} \cdot (2^{77232917} - 1)}$$

que tiene más de 46 millones de dígitos.

Desde luego os aseguro que no seré yo quien calcule sus divisores para comprobar si efectivamente es perfecto o no.

Por cierto, que he sabido de este nuevo récord, casi simultáneamente, por el artículo que ha publicado Miguel Ángel Morales en su blog **Gaussianos** y por el post de Eduardo Sáenz de Cabezón en su página de facebook de **Derivando**.

Tweets por @matescercanas

matematicasc…
@matescercanas

8 de Marzo, Día Internacio
de la Mujer.
Este es mi pequeño gesto
para dar visibilidad a las
muchas mujeres matemáti
que deben ser referentes
para nuestros niños y
niñas.#DíaDeLaMujer
#WomensDay
#DíaInternacionalDeLaMu
#InternationalWomensDay

8 mar. 2

Insertar Ver en Twi

SIGUE EL BLOG EN INSTAGRAM

Instagr

Suscríbete al blog por correo electrónico

¡No te pierdas nada! Suscríbete de forma totalmente gratuita y recibirás un aviso a tu email cada vez que se publique una nueva entrada.

Únete a otros 2.064 suscriptores

Dirección de correo electrónico

Suscribirme

Advertisements

Comparte esto:

289 1

SIGUE EL BLOG EN PINTEREST

LAS ENTRADAS MÁS RECIENTES ...

Puntos y rectas notables del triángulo 3 marzo, 2018

Indeterminación 27 febrero, 2018

Forges y sus viñetas matemáticas 22 febrero, 2018

Gráfico del corte de pelo de moda 10 febrero, 2018

Este mes de Febrero de 2018 tiene exactamente

Me gusta:

★ Me gusta

Sé el primero en decir que te gusta.

Relacionado

Permíteme que escriba un número "borrable" ...

Jugando con números XVIII - El mayor número primo truncable conocido

Números... ¡perfectos!

Las Matemáticas Cercanas

GIMPS, números de Mersenne, números perfectos, números primos, récord

‹ Lo más visto de matematicascercanas en 2017

› Math Reyes Magos

2 comentarios en "¡Récord de mayor número primo conocido! Primo de Mersenne número 50"

Ricarda Isabel Velasco

11 enero, 2018 a las 10:05 pm | Responder

Interesante artículo de Armando Landa que nos deja mucho para la reflexión....Gracias.

chuangtse11

9 enero, 2018 a las 11:11 pm | Responder

8! minutos 2 febrero, 2018

Simetría central en el logo de los Chicago Bulls 30 enero, 2018

Acertijo: ¿Cuál es el siguiente número? 20 enero, 2018

Math Reyes Magos 6 enero, 2018

¡Récord de mayor número primo conocido! Primo de Mersenne número 50 4 enero, 2018

Lo más visto de matematicascercanas en 2017 3 enero, 2018

¡Feliz 2018! 31 diciembre, 2017

Comienza la cuenta atrás para el 2018 30 diciembre, 2017

Math Christmas 2

este es un artículo de Armando landa Vázquez

UN NUEVO MARIN MERSENNE U OTRO ESPEJISMO

No pudo imaginar el sacerdote, matemático y filósofo francés MarinMersenne del siglo diecisiete todo el revuelo que en el futuro levantaría su famoso conjunto de números primos que ostentan dentro del universo matemático el record de gigantismo decimal.

Se trata del conjunto de números mega primos más singular dentro de los otros subconjuntos que gozan de la primalidad. Pero la industria electrónica le concede una enorme importancia a los mismos como futura base de la encriptación de una base de datos, dentro del sistema de transacciones bancario u otros fines utilitarios.

De hecho se ha elaborado una lista que va ordenando por orden de aparición la llegada de estas gemas de los números primos. De hecho en su obra CognitataPhysico-Mathematica que es la que abre el camino de exploración de estas entidades numéricas hay algunos errores de apreciación del alcance de los números Mersenne por su propio creador.

Ya que discurrir solo negativamente de que Mersenne no tenía una idea clara del alcance de su fauna de primos es lo mismo que expresar que Colón nunca pudo saber que había ante sus pies un nuevo continente y no el dominio utópico del gran Kan tomado de las historias de Marco Polo, lo que no le resta un mérito excepcional a su hallazgo.

Solo la colaboración de matemáticos posteriores

27 diciembre, 2017
Math Christmas 21 diciembre, 2017
Solución del problema “El rectángulo de igual superficie y perímetro” 19 diciembre, 2017
Matemáticas en una imagen… Progresiones aritméticas 17 diciembre, 2017
¿Cuál es mayor? Utilicemos una lupa matemática para raíces. 12 diciembre, 2017
El cifrado por sustitución. El Código César. 26 noviembre, 2017
25 de Noviembre, Día Internacional de la Eliminació..

como Leonard Euler contribuyó de forma enorme a perfeccionar la búsqueda de dichos números siguiendo el teorema de Fermat contemporáneo y al parecer amigo de Marin Mersenne, ya que entre ambos matemáticos se estableció una curiosa correspondencia e intercambio de ideas en lo que a matemática y primalidad refiere.

Los hallazgos de estas piezas numéricas es una fatigosa cacería que hoy se lleva a cabo por un sistema computacional asistido. Por ello dar intuitivamente con uno de estos milagrosos números es un auténtico milagro. Para ejecutar este hallazgo se siguen muchas líneas fiables de búsqueda utilizando el casi infalibles test de primalidad ideado por los matemáticos Lucas-Lehmer que establece básicamente una base operacional de búsqueda exponencial sobre la fórmula Mp = 2p− 1, la misma establece que en la identidad numérica Mersenne todo numero derivado de Mp es mayor que 1 y equimúltiplos de 2.p

Pero dado la jugosa suma de dinero otorgada por el ElectronicFrontierFoundation de unos cientos de miles de dólares al que halle un Mersenne de 100000000 de dígitos con sede en California se ha desatado una verdadera cacería de estos Mersenne. A la que me sumo por afición y curiosidad teniendo en cuenta mi condición de lego en la materia y amigo del azar.

Pero como escribió el novelista Honrato de Balzat el azar solo favorece a los espíritus dispuestos. A lo que Nietzsche el filósofo de los eternos retornos define la modernidad también como azar y riesgos reales e imaginarios.

Se sabe que testear estas cifras se torna un riesgo valga la redundancia caro y fatigoso y hay que

de la Violencia contra la Mujer 25 noviembre, 2017

El rectángulo de igual superficie y perímetro 22 noviembre, 2017

LO MÁS VISTO EN LOS ÚLTIMOS DÍAS…

Regla de tres.

Progresión geométrica… ¡Aquí hay mucha razón!

"Truco" para las razones trigonométricas de ángulos notabl

disponer del vínculo y el medio adecuado preferiblemente del primer mundo y estar dentro de las ternas del mundillo matemático para que avalen cualquier resultado en este sentido. Pero la intuición me dice que el próximo Mersenne se encuentra en esta orbita. Y a continuación lo presento como fuerte candidato sujeto a la prueba de primalidad de https://www.mersenne.org/.

Mp = 2p 94,243,241 – 1

Ahora solo basta probar esta nueva conjetura haciendo un fuerte llamado a la conciencia matemática y no a la fiebre del dólar. Un nuevo hallazgo en la ciencia proporciona alegría y satisfacción plenas,pero también halaga un poco la vanidad y esto casi nadie puede eludirlo, eludirlo o disculparse por ello es la mayor de las vanidades posibles.

pueden remitirse a mi blog https://novelaexperimentalulises.wordpress.com/2017/12/11/un-nuevo-marin-mersenne-u-otro-espejismo/

Armando Landa Vázquez. 09-01-2018

Deja tu comentario aquí... ¡Gracias por aportar!

Introduce aquí tu comentario...

La solución del acertijo de las tres bolas de billar que deben sumar 30

Progresión aritmética ... ¡Será por diferencias!

La leyenda del tablero de ajedrez y los granos de trigo

Puntos y rectas notables del triángulo

¿Sabías que...? sobre la sucesión de Fibonacci

La Pirámide de Kec

1+2+3+4+5+...+100

Este blog está alojado en webempresa, te lo recomiendo:

Histórico de entradas del blog

marzo 2018 (1)

febrero 2018 (4)

enero

2018 (5)
diciembre 2017 (7)
noviembre 2017 (4)
octubre 2017 (3)
septiembre 2017 (4)
agosto 2017 (8)
julio 2017 (6)
junio 2017 (5)
mayo 2017 (5)
abril 2017 (6)
marzo 2017 (12)
febrero 2017 (4)
enero 2017 (5)
diciembre 2016 (5)
noviembre 2016 (6)
octubre 2016 (5)
septiembre 2016 (7)
agosto 2016 (6)
julio 2016 (5)
junio 2016 (4)
mayo 2016 (6)
abril 2016 (5)
marzo

2016 (7)
febrero
2016 (8)
enero
2016 (7)
diciembre
2015 (9)
noviembre
2015 (7)
octubre
2015 (6)
septiembre
2015 (6)
agosto
2015 (8)
julio 2015 (7)
junio 2015 (5)
mayo
2015 (8)
abril 2015 (8)
marzo
2015 (17)
febrero
2015 (7)
enero
2015 (5)
diciembre
2014 (6)
noviembre
2014 (8)
octubre
2014 (17)
septiembre
2014 (16)
agosto
2014 (16)
julio
2014 (22)

junio 2014 (10)

mayo 2014 (14)

abril 2014 (12)

marzo 2014 (10)

febrero 2014 (7)

enero 2014 (9)

BLOGS MATEMÁTICOS

AmoLasMates

AndMaths

Aprender y enseñar Matemáticas

Apunts de Matemátiques

Blog del imus (Instituto de Matemáticas de la Universidad de Sevilla)

Blog de Matemática y TIC's

Blog sobre

Matemáticas

Cifras y Teclas

Cuentos matemáticos de Alicia

ekuatio

El huevo de chocolate

En el aula con Blanca

Gaussianos

LasMatemáticas[.eu]

Las mates de mamá

M+M MaTeSyMaS mAtEs

Madri+d. Matemáticas y sus fronteras

Matemáticas. Antonio Pérez Sanz

Matemáticas Digitales

Matemáticas recreativas y educativas

Mates en Lanjarón

Math Tricks

Mati y sus mateaventuras

Matifutbol

matscience

pimedios

Profesor10demates

Que no te aburran las Mates

Salón Matemático

Sobre todo, Matemáticas

Tito Eliatron Dixit

Tocamates

matematicascercanas.com by Amadeo Artacho Rocha is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional License.

RSS - Entradas

RSS - Comentarios

© 2018 • GeneratePress

Código del algoritmo *TURBOPRIM++ ©©* (ver *SafeCreative.org*) registro de *MaRaF SOFT - Rafael Lomeña Varo*

```
SE OMITE DECLARACION VARIABLES POR CARECER DE RELEVANCIA PARA FUNCIONAMIENTO ALGORITMO
-------------------------------------------------------------------------------
N=15485863 : T=Sqr(N) ' NUMERO MAXIMO A COMPROBAR Y TAMANO LIMITE DE VECTOR (opcional)
P(0)=2 : P(1)=3 : J=2 : TP=2 ' TP=2 PORQUE ASI CONTABILIZA 2 Y 3 COMO PRIMOS
L2=Timer ' INICIA PROCESO PRIMARIO Y CUENTA DE TIEMPO
For D=5 To N Step 2 ' BUCLE DE DIVIDENDOS/POSIBLES/CANDIDATOS PRIMOS
    For I=3 To Sqr(D) Step 2 ' BUCLE DE DIVISORES
         If D Mod I=0 Then Goto S2 ' SI D ES DIVISIBLE LO DESCARTA COMO PRIMO Y SALTA
    Next I ' SIGUIENTE BUCLE DIVISORES
    TP+=1: P(J)=D ' SI D NO ES DIVISIBLE INCREMENTA TOTAL Y GUARDA NUMERO PRIMO
    If D>Sqr(N) Then Goto S3 ' SI CANDIDATO ES > QUE RAIZ DE NUMERO MAXIMO (=T) SALE DEL PROCESO
    J+=1 ' INCREMENTA VALOR INDICE DEL VECTOR
S2: ' LABEL DE SALTO
Next D ' SIGUIENTE BUCLE DIVIDENDOS/POSIBLES/CANDIDATOS PRIMOS
S3: ' LABEL. FINALIZA PROCESO PRIMARIO E INICIA SECUNDARIO
For E=D To N Step 2 ' BUCLE DE DIVIDENDOS/POSIBLES/CANDIDATOS PRIMOS
    For V=1 To J ' BUCLE CON INDICE QUE RECORRE VECTOR P()
         K=P(V) ' K = VALOR DE LA TABLA DE PRIMOS GUARDADA EN P(V)
         If E Mod K=0 Then Goto S4 ' SI E ES DIVISIBLE SE DESCARTA COMO PRIMO Y SALTA
    Next V ' SIGUIENTE BUCLE DE DIVISORES
    TP+=1 ' SI E NO ES DIVISIBLE INCREMENTA TOTAL PRIMOS
S4: ' LABEL DE SALTO
Next E ' SIGUIENTE BUCLE DE DIVIDENDOS/POSIBLES/CANDIDATOS PRIMOS
T2=Timer-L2 : ip=Int(((1/T2)*500)) ' CALCULA INDICE PRIMEStone500
-------------------------------------------------------------------------------
```

El código del algoritmo ***TURBOPRIM++ ©©*** (ver *SafeCreative.org*) ha sido escrito por *MaRaF SOFT* para el compilador *FreeBASIC* y hace un uso comedido de variables numéricas de 64-bit del tipo ***ULongInt*** capaces de operar valores enteros entre 0 y 18.446.744.073.709.551.615 (>18 trillones). Esta característica convierte por tanto al benchmark *PRIMEStone500* en una prueba con importante recorrido en máquinas acutales y futuras.

En la página siguiente se muestran resultados comparativos del algoritmo ***TURBOPRIM++*** con dos procesadores distintos

Los resultados de esta tabla se proyectan en GRÁFICA 1-INTEL
(ver hoja de GRÁFICAS) y comprende test **de 1 a 10 Millones**

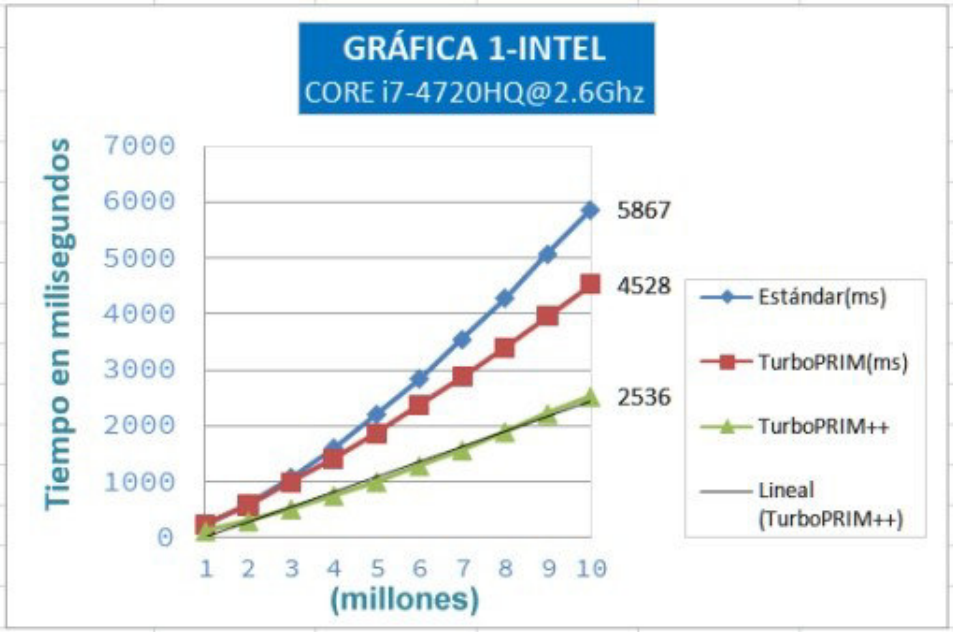
Intel iCore i7-4720HQ @2.6 Ghz

Cálculos desde 1 a 10 millones

primos hasta	Estándar(ms)	TurboPRIM(ms)	TurboPRIM++
1000000	234	252	122
2000000	611	594	301
3000000	1079	996	519
4000000	1605	1413	758
5000000	2206	1864	1011
6000000	2844	2379	1294
7000000	3547	2880	1578
8000000	4289	3403	1904
9000000	5075	3959	2228
10000000	5867	4528	2536

RESULTADO DE COMPARATIVA DE ALGORITMOS ESTÁNDAR VS. TURBOPRIM OBTENIDA MEDIANTE SOFTWARE EXPERIMENTAL CORRIENDO EN ***PROCESADOR Intel Core i7-4720HQ@2.6Ghz***

***PRUEBAS DE UNO A DIEZ MILLONES.**

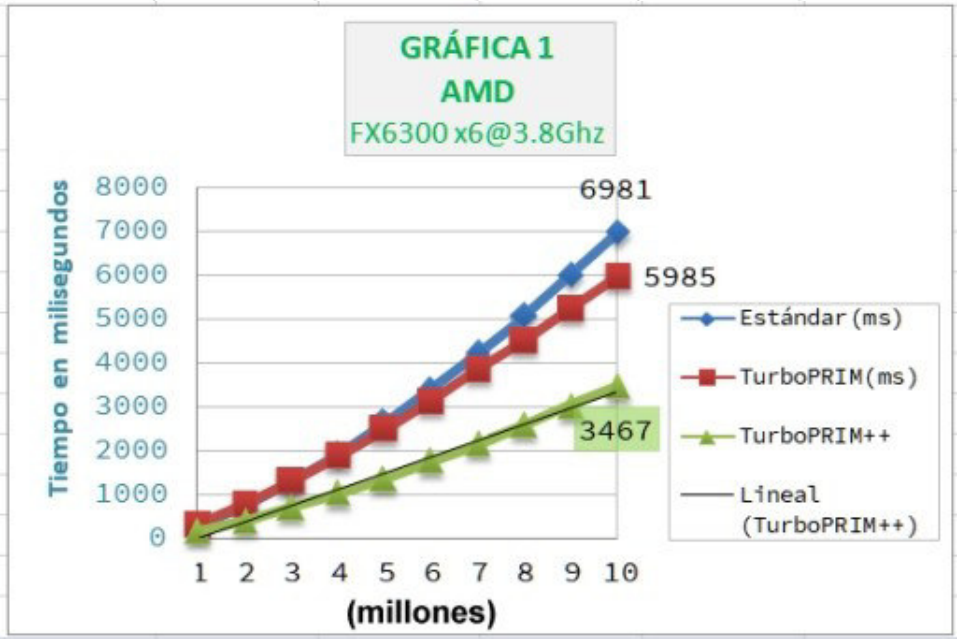


Los resultados de esta tabla se proyectan en GRÁFICA 1-AMD
(ver hoja de GRÁFICAS) y comprende test **de 1 a 10 Millones**

AMD FX-6300 x6 @4 Ghz

Cálculo Nprimos desde 1 a 10 millones

primos hasta	Estándar(ms)	TurboPRIM(ms)	TurboPRIM++
1000000	291	335	165
2000000	742	789	410
3000000	1295	1311	702
4000000	1927	1883	1032
5000000	2659	2497	1369
6000000	3406	3141	1768
7000000	4232	3871	2163
8000000	5087	4514	2596
9000000	6035	5264	3026
10000000	6981	5985	3467

RESULTADO DE COMPARATIVA DE ALGORITMOS ESTÁNDAR VS. TURBOPRIM OBTENIDA MEDIANTE SOFTWARE EXPERIMENTAL CORRIENDO EN ***PROCESADOR AMD FX-63000 x6@4Ghz***

***PRUEBAS DE UNO A DIEZ MILLONES.**