Revista Bases de la Ciencia - ISSN 2588-0764

Publicación Cuatrimestral. Vol. 3, Año 2018, Nº 2 (77-95)

Ciencias Matemáticas

Artículo de Investigación

NÚMEROS PRIMOS; MÉTODO GRÁFICO DE LA CONJETURA DE GOLDBACH

Ing. Yandry Intriago Delgado[1*]

[1]Docente a tiempo completo: de la Unidad Educativa Fiscal Rocafuerte.
[*]Autor para la correspondencia. E-mail: yanmar83@hotmail.com

Recibido: 7-3-2018 / Aceptado: 2-7-2018

RESUMEN

Mediante el uso de Microsoft Excel el siguiente trabajo examina las tablas de multiplicar desde una perspectiva distinta, con un método sencillo para encontrar la secuencia de los números primos en la línea continua de los números naturales $(\mathbb{N})$, y así luego se identifican gráficamente los números que cumplen con la Conjetura de Goldbach, al realizar una triangulación con líneas que unen la series de los $\mathbb{N}$ y $\mathbb{N}^2$; siendo la notación: $\mathbb{N}^2$ el cuadrado de los números naturales. A continuación, se trazan diagonales paralelas a las sucesiones $\mathbb{N}^2$ y $-\mathbb{N}^2$ únicamente en cada elemento primo $(\mathbb{N}')$ de la línea de los $\mathbb{N}$ y así se obtienen intersecciones que cumplen con la conjetura fuerte de Goldbach. Se aplican fórmulas para calcular el número mínimo de intersecciones que se generan en un conjunto de los $\mathbb{N}'$ consecutivos. Así mismo, para obtener la conjetura débil de Goldbach, se puede usar el gráfico ya antes mencionado, y se emplean fórmulas combinatorias. Este método permite identificar el intervalo de afectación que tiene un elemento primo en la secuencia de los naturales y modelar una línea continua, que revela un gráfico similar al que se conoce como cometa de Goldbach.

Palabras clave: Gráfico, números primos, conjetura de Goldbach.

PRIME NUMBERS; GRAPHIC METHOD OF THE GOLDBACH CONJECTURE

ABSTRACT

By the use of Microsoft Excel the following work examines the multiplication tables from a different perspective, with a simple method to find the sequence of the prime numbers in the continuous line of the natural numbers $(\mathbb{N})$, and then we can graphically identify the numbers that comply with the Goldbach Conjecture, when making a triangulation with lines that join the series of the $\mathbb{N}$ and $\mathbb{N}^2$, in this article the notation: $\mathbb{N}^2$ is the square of the natural numbers. Next, diagonals are drawn parallel to the sequence $\mathbb{N}^2$ and $-\mathbb{N}^2$ only in each prime element $(\mathbb{N}')$ of the line of the $\mathbb{N}$ and thus intersections are obtained that meet the strong conjecture of Goldbach. Formulas are applied to calculate the minimum number of intersections that are generated in a set of consecutive $\mathbb{N}'$. Likewise, to obtain the weak Goldbach conjecture, the aforementioned graph can be used, and combinatorial formulas are used. This method serves to identify the range of affectation that a prime element has in the sequence of the natural numbers, and to model a continuous line, which reveals a graph similar to what is known as Goldbach's comet.

Key words: Graph, prime numbers, Goldbach conjecture.

NÚMEROS PRIMOS; MÉTODO GRÁFICO DA CONJECÇÃO DE GOLDBACH

RESUMO

Utilizando Microsoft Excel o seguinte trabalho examina as tabuadas de multiplicação desde uma perspectiva diferente, com um método simples para encontrar a sequência dos números primos na linha contínua dos números naturais ($\mathbb{N}$), e então, se identificam graficamente os números que cumprem com a Conjetura de Goldbach, quando se realiza uma triangulação com linhas para unir as séries dos $\mathbb{N}$ e $\mathbb{N}^2$, sendo a notação: $\mathbb{N}^2$ o quadrado dos números naturais. Em seguida, as diagonais são desenhadas paralelamente às seqüências $\mathbb{N}^2$ e $-\mathbb{N}^2$ somente em cada elemento primo ($\mathbb{N}'$) da linha do $\mathbb{N}$ e, assim, são obtidas interseções que cumprem a Conjetura forte de Goldbach. As fórmulas são aplicadas para calcular o número mínimo de interseções que são geradas em um conjunto de $\mathbb{N}'$ consecutivos. Da mesma forma, para obter a Conjetura fraca de Goldbach, o grafo acima mencionado pode ser usado, com fórmulas combinatórias. Este método permite identificar o alcance de envolvimento que um elemento primo tem na sequência dos naturais e modelar uma linha contínua, o que revela um gráfico similar ao que é conhecido como cometa de Goldbach.

Palavras-chave: Gráfico, números primos, conjetura de Goldbach.

1. INTRODUCCIÓN

Mediante el uso de números primos ($\mathbb{N}'$) acomodados en un esquema gráfico, se demuestra la forma que posee la Conjetura de Goldbach para los 94 primeros $\mathbb{N}'$. Debido a la complejidad de abordar este tema con el uso de matemáticas avanzadas, se creó este sencillo método visual que permite tener una perspectiva distinta de la hipótesis que formuló Christian Goldbach, quien aseveró que: “Todo número par se puede representar como la suma de 2 números primos”.

Para este procedimiento, se toma como referencia la secuencia infinita de los números naturales ($\mathbb{N}$), que se relacionan con la sucesión de los ($\mathbb{N}^2$) dentro de una especie de tabla de multiplicar. Al tomar únicamente los elementos primos, resultan intersecciones que son proyectadas en la línea de los números pares ($\mathbb{N}_p$). Mediante un cálculo analítico se obtiene como resultado la cantidad de intersecciones existentes para un determinado elemento primo evaluado. De acuerdo a la distribución resultante, el crecimiento de $\mathbb{N}$ al infinito, refleja que mientras mayor valor numérico posea el $\mathbb{N}_p$ evaluado, existirán más combinaciones de $\mathbb{N}'$ que formen dicho elemento par.

Incontables mentes brillantes han abordado esta temática, algunos de ellos le dan un enfoque distinto; como se lo hace en: The Number Mysteries (du Sautoy, 2010) y “La Soledad de los Números Primos” (Giordano, 2010). Otros autores, apegados al rigor matemático; analizan la distribución para números pares extremadamente grandes, utilizando algoritmos complejos, que demuestran que la conjetura es válida. En mayo de 2013, se publicó un artículo en el cual se demostraba la llamada conjetura débil de Goldbach, la cual asevera que: "Todo número impar se puede expresar como la sumatoria de 3 números primos", (Helfgott, 2013).

2. NÚMEROS PRIMOS

Un número es primo cuando es un número natural mayor que 1; que solo tiene dos divisores naturales: el propio número y el 1. (Maor, 2006). Los números naturales $\mathbb{N}$ están formados por: números pares ($\mathbb{N}p$ o $2\mathbb{N}$) y números impares ($\mathbb{N}i$).

$$\mathbb{N} = \mathbb{N}p \cup \mathbb{N}i \ (1)$$

Los $\mathbb{N}i$ están formados por los números compuestos impares ($\mathbb{N}ci$) y los números primos ($\mathbb{N}'$).

$$\mathbb{N}i = \mathbb{N}ci \cup \mathbb{N}' \ (2)$$

Se tomará en cuenta la tabla de multiplicar mostrada en la **figura 1**:

5	10	15	20	25
4	8	12	16	20
3	6	9	12	15
2	4	6	8	10
1	2	3	4	5

Figura 1. Tabla de multiplicar convencional.

A continuación, se trazan 2 líneas, una que corresponde a la secuencia numérica infinita $\mathbb{N}$;($\mathbb{N}$ +1) ;($\mathbb{N}$+2) ;($\mathbb{N}$+3) ;($\mathbb{N}$+4); ; ... ; ∞ y la otra, corresponde a la diagonal con pendiente positiva: $\mathbb{N}^2$;$(\mathbb{N}+1)^2$;$(\mathbb{N}+2)^2$;$(\mathbb{N}+3)^2$;$(\mathbb{N}+4)^2$; ; ... ; ∞ como se representa en la **figura 2**:

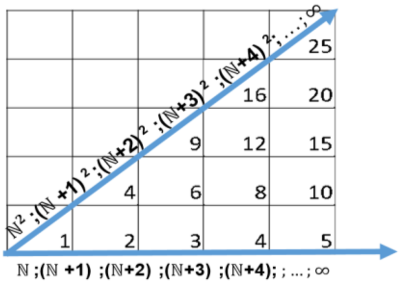

Figura 2. Tabla de multiplicar modificada de secuencia $\mathbb{N}$ y $\mathbb{N}^2$.

Esta distribución sigue la secuencia de las tablas de multiplicar, en este caso; el 5to elemento (**tabla del 5**). Tal como se muestra en la **figura 3**:

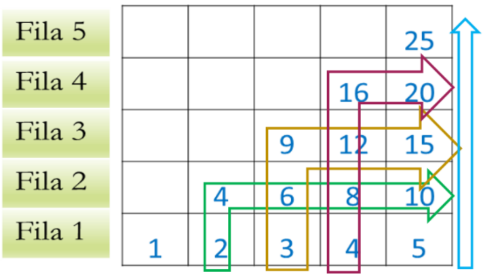

Figura 3. Tabla de multiplicar modificada.

A partir de la fila 2 se encuentran los números compuestos, los impares que constan dentro de esta delimitación no son números primos. Para poder delimitar cuál es, y cuál no es primo; usaremos el método de eliminación en la secuencia $\mathbb{N}$; realizando así, una especie de criba de Eratóstenes Ácido.

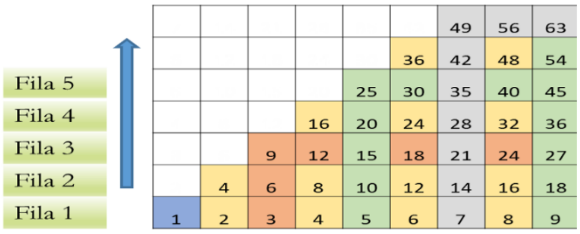

Figura 4. Definición de números compuestos en el gráfico.

2.1. Triangulación

Este método de identificación de números compuestos se basará en el uso de 2 tipos de triángulos: triángulo rectángulo y triángulo isósceles

2.1.1. Triangulo rectángulo

Figura 5. Método del triángulo rectángulo.

Los números que estén dentro del triángulo y sobre la segunda fila se excluyen de la secuencia $\mathbb{N}$. En la **figura 5**. los números impares: 9, 15, 21, 25, 35,49; fueron eliminados de la secuencia de los naturales; por lo tanto, los $\mathbb{N}i$ que no constan a partir de la fila 2 son elementos primos. En este tipo de triángulo se evalúa la secuencia numérica entre $\mathbb{N}$ y $\mathbb{N}^2$ en

ISNN 2588-0764

las diagonales desde 1 hasta $\mathbb{N}$ por el lado de la secuencia $\mathbb{N}$; y desde 1 hasta $\mathbb{N}^2$ (en la secuencia $\mathbb{N}^2$); Ejemplo para $\mathbb{N}$ =7 entonces; $\mathbb{N}^2$ =49.

2.1.2. Triangulo isósceles

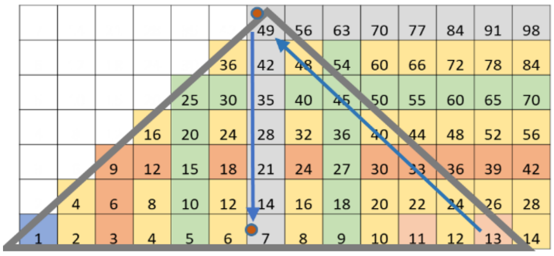

Figura 6. Método del triángulo isósceles.

Si se suma en la secuencia de los naturales (base del triángulo de la **figura 6**) los números impares del 1 al 13, da como resultado el número 49; que es múltiplo de 7, con esto se deduce que: 13 es el séptimo impar. Ejemplo 1. Se suman los impares consecutivos hasta llegar al impar que se está evaluando: 1+3+5+7+11+13 = 49.

La suma de los números impares consecutivos desde el 1 hasta el impar $(Ni\,)$ que se evalúe, siempre es un elemento de la secuencia $\mathbb{N}^2$ cuya raíz cuadrada será un número (n_i) que represente el ordinal del impar evaluado. En las **figuras 7a** y **7b** se puede apreciar el comportamiento que tienen las secuencias $\mathbb{N}$, $\mathbb{N}^2$ y $-\mathbb{N}^2$

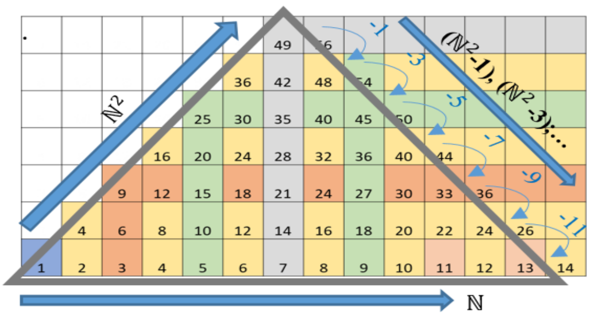

Figura 7.a.

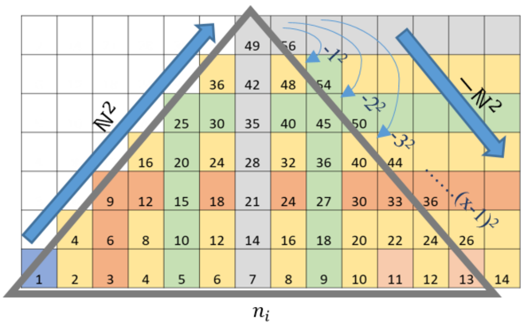

Figura7. b.

Esta triangulación se realizará siempre desde cualquier N_i, tal como se lo aprecia en la **figura 8**. Ejemplo 2: El dígito 9 no puede ser número primo, porque es múltiplo de 3; además de ser un elemento que se encuentra en la secuencia $\mathbb{N}^2$.

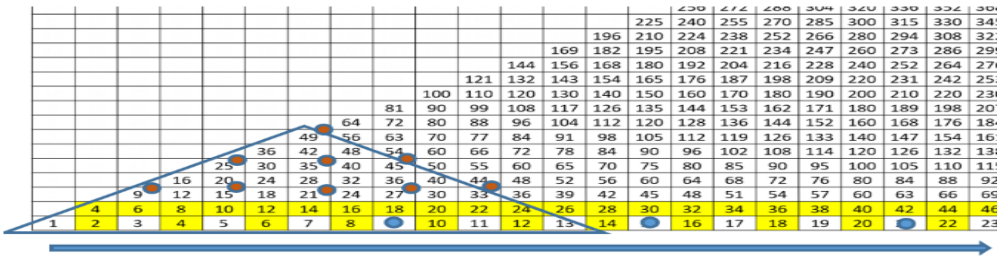

Figura 8. Evaluación de elementos compuestos en secuencia $\mathbb{N}$.

Se eliminan los elementos compuestos impares de la secuencia ℕ como se lo muestra en la **figura 9**; son:9,15,21,25,27,33,35,39,45,49,51,55,63,65,75,77,81,91,99; cabe recalcar, que para este procedimiento, mientras el Ni se aleje más del primer dígito (número 1), en su respectiva triangulación, se obtendrá una mayor cantidad de elementos suprimidos de la secuencia ℕ. En este caso en particular, solo faltaría el número 85 para tener la distribución de los primos, en los 100 primeros números naturales. Luego de la eliminación se obtendrá una imagen como la que se muestra en la **figura 10**, misma que servirá para poder calcular los números pares que resultan de la unión de 2 primos.

									100									
								81		99								
							64				96							
						49		63		77		91						
					36								84					
				25		35		45		55		65		75				
			16												64			
		9		15		21		27		33		39		45		51		
	4																36	
1	2	3		5		7		9		11		13		15		17		19

Figura 9. Evaluación de elementos primos eliminando los números pares.

																	324	342
																289	306	323
															256	272	288	304
														225	240	255	270	285
													196	210	224	238	252	266
												169	182	195	208	221	234	247
											144	156	168	180	192	204	216	228
										121	132	143	154	165	176	187	198	209
									100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
								81	90	99	108	117	126	135	144	153	162	171
							64	72	80	88	96	104	112	120	128	136	144	152
						49	56	63	70	77	84	91	98	105	112	119	126	133
					36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114
				25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
			16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76
		9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Figura 10. Secuencia gráfica de números primos.

2.2. Suma de números primos y conjetura de Goldbach

Christian Goldbach (1690-1764) formuló la siguiente conjetura: “Todo número par mayor que 2 puede escribirse como la suma de 2 números primos”.

Para determinar gráficamente dicha conjetura, se utilizará la secuencia de la **figura 10** y la triangulación isósceles antes mencionada. Para no usar muchos triángulos que sobrecargarían el gráfico, se trabajará con líneas que emulen la inclinación que estos generan; tal como se muestra en la **figura11**:

Figura 11. Forma en la que se generarán las líneas de la demostración.

Por cada número primo se trazarán 2 líneas diagonales; una hacia la izquierda, otra hacia la derecha, y se contrastarán sus intersecciones. Luego, en la columna donde se dan los cruces; se toma como referencia la fila que corresponde a la secuencia 2 (tabla del 2 o fila 2).

Ejemplo 3. En la **figura 12** en el número 5; específicamente en el elemento compuesto 15, las líneas que generaron la intersección fueron los primos; 3 y 7, se toma como referencia la columna correspondiente y se relaciona con la fila o secuencia 2, verificando así que el número resultante es 10, lógicamente éste se forma por la suma de los primos: 3 y 7, antes mencionados.

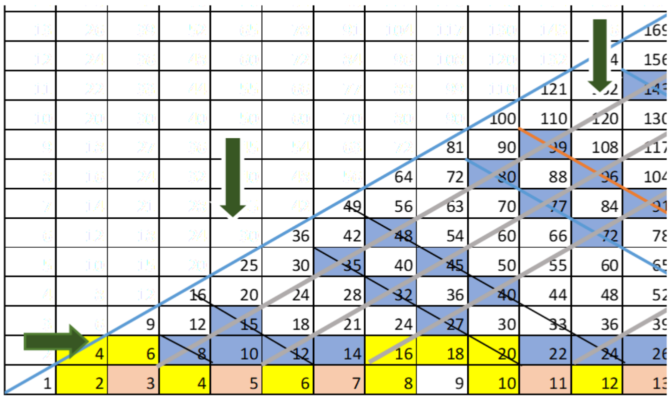

Figura 12. Intersecciones generadas.

Ejemplo 4: Así pues, se tomará otro número: La columna del número 12 tiene 3 intersecciones en: 24, 72 y 96; esto quiere decir, que el número 24 (12+12) tiene 3 posibles resultados; luego se comprueba que las cifras en donde se generaron las intersecciones cumplen con la condición antes mencionada: 11+13; 7+17; 5+19.

2.3. Combinaciones con otros números primos

Para conocer la cantidad mínima de intersecciones que se generan hasta un determinado número primo, es necesario analizar el siguiente gráfico, en donde hay que tomar en cuenta el ordinal de cada número primo (excluyendo por el momento del cálculo al número 2 que es el primer elemento primo). Cada número primo se relacionaría (n-1) veces con los elementos primos que le anteceden. Este símbolo 卌 se utilizará para expresar mediante la suma de Gauss, la cantidad mínima de intersecciones que genera un primo al intersectarse con otros que le preceden. El número 2 (único par) genera solo 1 intersección (2+2=4) $r_o = (r_o$-1) +1 = r_o cada número primo genera $\boldsymbol{r_o}$ intersecciones.

Ejemplo 5. Con la secuencia corta de números primos :(2) 3 5 7 11 13 17 19, se analizará el impar 11 (5to número primo). Para este cálculo será considerado como 4to número primo; el impar 11 generará 4 intersecciones como se muestra en la **figura 13**.

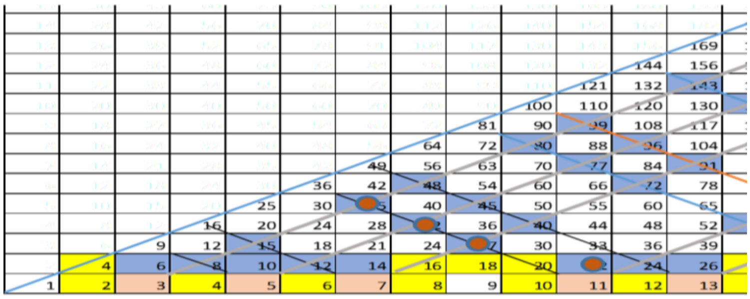

Figura 13. Intersecciones que genera el número primo 11.

Ejemplo 6. En la **figura 14** se examinará el número 19; que es el séptimo número primo, este generará 7 intersecciones.

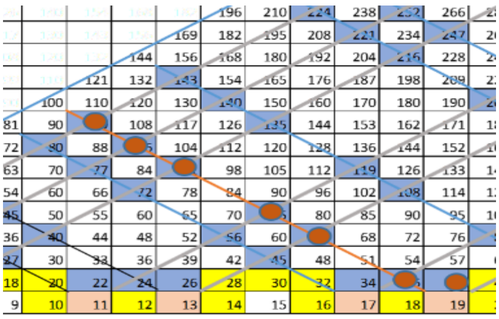

Figura 14. Intersecciones que genera el número primo 19.

Para calcular el número total de intersecciones que se den hasta el número primo que es objeto de análisis, se usará la fórmula de la suma de Gauss. A la misma se le aumentará el digito +1, que corresponde a la suma de: 2+2=4; obteniendo como resultado la ecuación (3); en ésta, r representa al número ordinal del elemento primo evaluado:

$$\text{卌} = \frac{r(r+1)}{2} + 1 \qquad (3)$$

Aplicando un poco de matemática básica, se consigue la expresión equivalente (4); la que al igual que (3) siempre generará números enteros.

$$= \frac{r^2+r+2}{2} \qquad (4)$$

Ejemplos:

Calcular a continuación el número de intersecciones mínimas que genera cada número primo:

Ejemplo 7.: El primer número primo:

(2) 3 5 7 11 13 17 19 23 29 31 37 41 43 47 53 59 61 67 71

El número 3.

$$= \frac{r^2+r+2}{2} \quad = \quad = \frac{1^2+1+2}{2} = \frac{1+1+2}{2} = \frac{4}{2} \quad =2$$

Se comprueban las 2 intersecciones, tal como lo indica la **figura 15**:

2+2=4

3+3=6

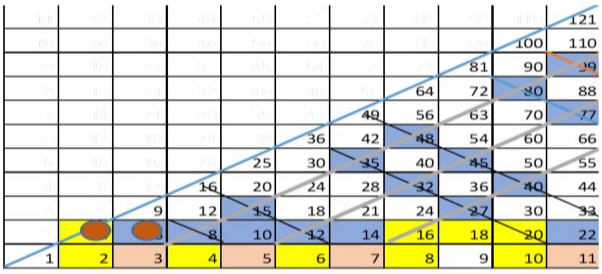

Figura 15. Número de intersecciones mínimas para el número 3.

Ejemplo 8. El tercer número primo:

(2) 3 5 <u>7</u> 11 13 17 19 23 29 31 37 41 43 47 53 59 61 67 71, es el número 7.

$$= \frac{r^2+r+2}{2} \quad = \frac{3^2+3+2}{2} = \frac{9+3+2}{2} = \frac{14}{2} \quad = 7$$

Este elemento primo generará 7 posibles combinaciones, como se muestra en la **figura 16**.

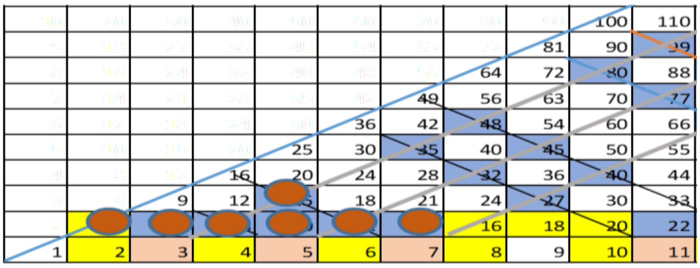

Figura 16. Número de intersecciones mínimas para el número 7.

Ejemplo 9. El séptimo número primo:

(2) 3 5 7 11 13 17 <u>19</u> 23 29 31 37 41 43 47 53 59 61 67, es el número 19. Con la fórmula (4):

$$= \frac{r^2+r+2}{2} = \frac{7^2+7+2}{2} = \frac{49+7+2}{2} = \frac{58}{2} = 29$$

Las 29 intersecciones serían entonces:

2+2=4	11+11=22	3+3=6	5+17=22	3+5=8	3+19=22	3+7=10
11+13=24	5+5=10	7+17=24	5+7=12	5+19=24	7+7=14	13+13=26
3+11=14	7+19=26	5+11=16	17+11=28	3+13=16	13+17=30	7+11=18
11+19=30	5+13=18	13+19=32	7+13=20	17+17=34	17+3=20	17+19=36
19+19=38						

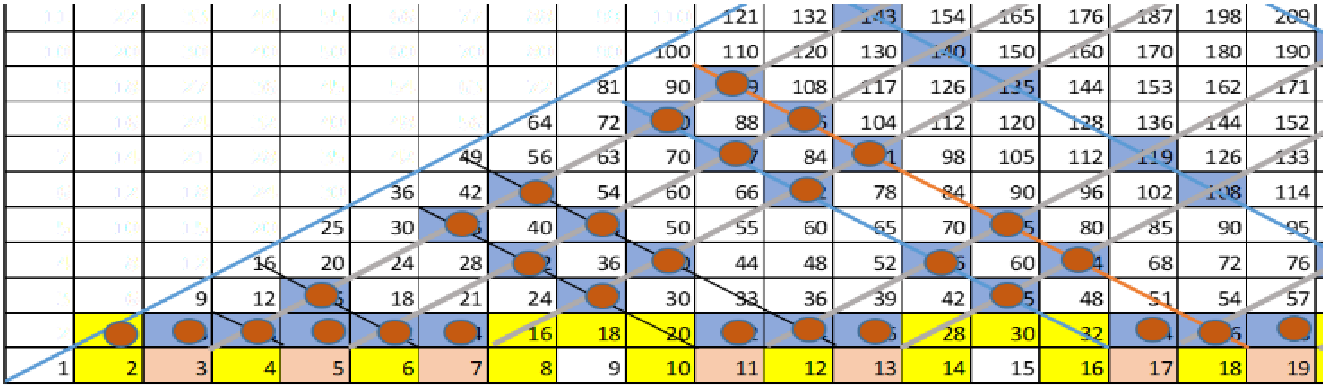

Figura 17. Número de intersecciones mínimas para el número 19.

En la **figura 17** se muestran los lugares donde existen intersecciones hasta el elemento primo 19. A cada número primo le corresponde trazar una línea hacia la izquierda como la de la secuencia $-\mathbb{N}^2$ (Figura 7.b.). Luego de ser evaluado este número, generará una línea con la misma inclinación y dirección de $\mathbb{N}^2$ la cual se dirigirá hasta el infinito.

Ejemplo 10. El 167avo número primo: 997. En esta ocasión se evaluará con la expresión equivalente (3).

$$= \frac{r(r+1)}{2} + 1 = \frac{167(167+1)}{2} + 1 \quad = 14028 + 1 \qquad = 14029$$

2.4. Gráfico de las intersecciones

Cada elemento de $\mathbb{N}'$ se intersecta con los elementos primos que le anteceden en una distribución; que tiene su afectación desde el ordinal (n_i) que le corresponde como número impar (en la secuencia $\mathbb{N}$), hasta el primo evaluado.

En la **figura 18** si se toma en cuenta el número 19, se nota que su alcance en diagonal llega hasta el número 100, cuya raíz cuadrada es 10; es decir, 19 es el décimo número impar. La distribución de las intersecciones afectará en este caso a partir de n_i=10, hasta llegar al número 19.

ISNN 2588-0764

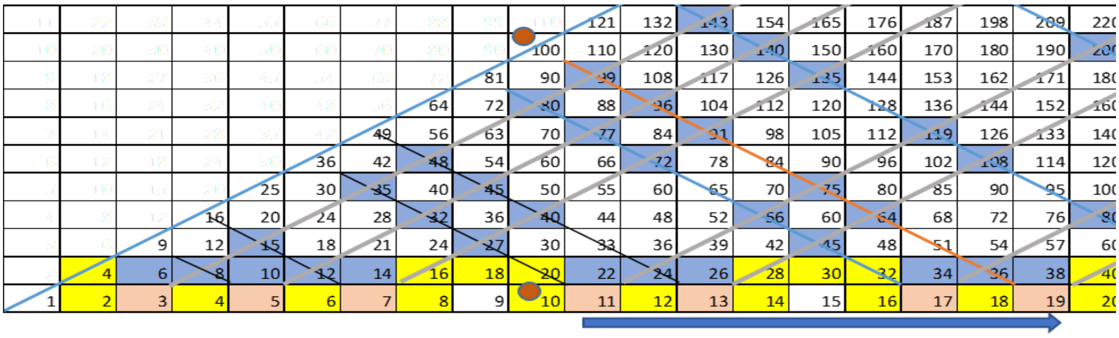

Figura 18. Explicación Gráfica de la zona de distribución de intersecciones para el número 19.

Se realizará el siguiente análisis con gráficos que demuestren esta distribución. El primero de ellos corresponde a los números: 2 y 3 (**figura 19**), estos números solo se relacionan consigo mismo.

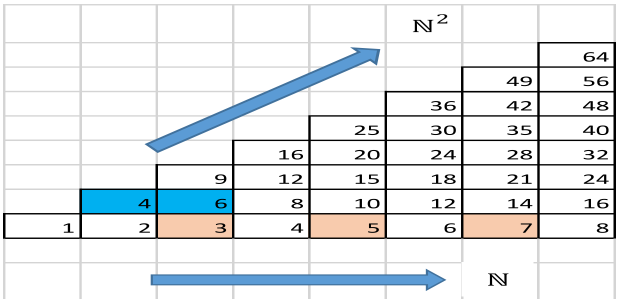

Figura 19. Número de intersecciones para los primeros números primos 2 y 3.

A continuación, se analizarán los números 5 y 7 en las siguientes figuras:

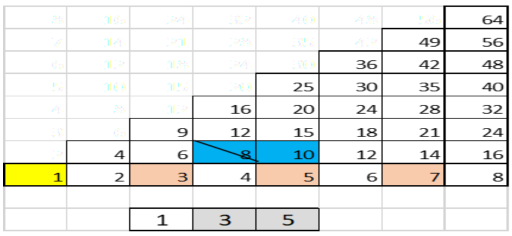

Figura 20.a. Distribución del número 5

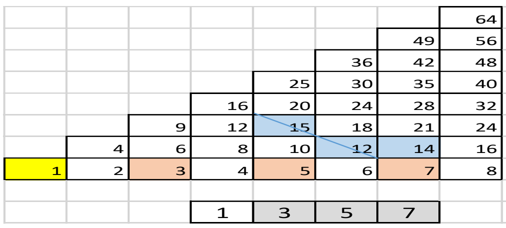

Figura 20.b. Distribución del número 7

Tómese como referencia solo los números primos ($\mathbb{N}'$) dentro de la secuencia $\mathbb{N}$; Los elementos impares compuestos no serán objeto de análisis para este método.

En la **figura 20.a**. el primo 5 se triangula con el elemento de $\mathbb{N}^2$ que le corresponde (número 9); luego, en la secuencia de los naturales se relaciona con el número 3, que es la raíz cuadrada del número 9; tal y como ya se había dicho anteriormente. Esto significa que el 5, es el tercer número impar.

Entonces, desde ese punto se comenzará a marcar la secuencia de los números impares; desde el 1 hasta llegar al elemento que se está evaluando, mismo que siempre coincidirá con el número primo que es objeto de estudio. El número 5 tiene 2 intersecciones, una con el número 3 y otra consigo mismo; por eso, están marcadas de color gris. A continuación, en la **figura 20.b**. se evaluará el número 7 que es el tercer elemento primo; nótese que la secuencia se repite sin novedades por el momento.

Esto no siempre será una constante, pues la secuencia de los números primos es una sucesión variante, tal como se vio en (2.1.). El número 9 no pertenece a la secuencia de los ℕ´, pues está dentro de los números impares compuestos. Al aplicar la misma relación, el 11 vendría a ser el 6to número impar. Desde ese punto se empieza a marcar la secuencia de los números impares; en este caso, la posición del 5to elemento impar no es un número primo, por lo tanto, se dejará en blanco el casillero que le corresponde. En resumen, hay 6 elementos impares en esta secuencia, pero solo 4 de ellos son elementos primos (el 1 también está excluido pues no es un elemento de ℕ´). Las flechas de la **figura 21** indican los lugares que toca la diagonal de la triangulación para el primo 11; nótese, que los espacios donde no hay intersección; son los mismos lugares de la secuencia impar que no poseen números primos.

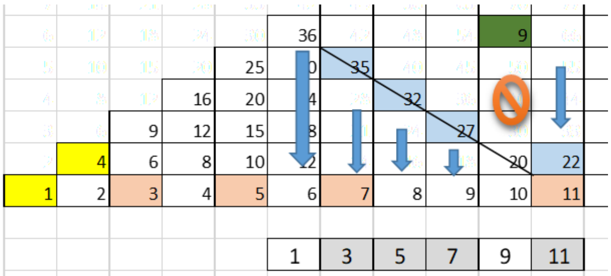

Figura 21. Distribución del número 11.

En la **figura 22** se puede apreciar la distribución que presenta el dígito 17.

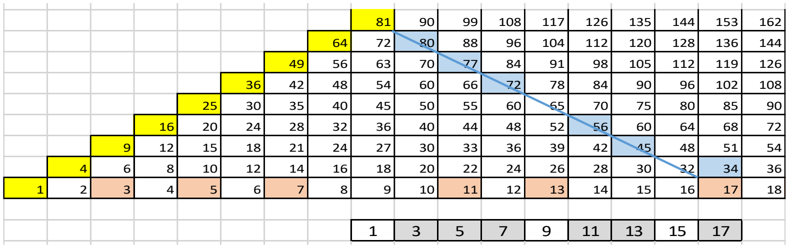

Figura 22. Distribución del número 17.

Luego de esto se formará una distribución, en la que colocaremos los siguientes datos:

1) Números de la secuencia ℕ, en donde, los elementos primos serán resaltados.
2) Números de la secuencia ℕ par, es decir, 2ℕ (que representa a los dígitos pares).
3) En 2 columnas se colocarán: números primos y su secuencia ordinal.

4) Además, se necesitará las secuencias de los números impares compuestos y primos que recientemente se definió.

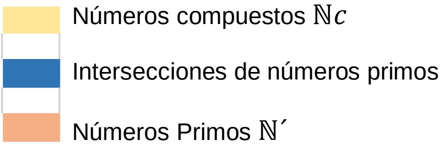

Figura 23. Símbolos del gráfico.

A continuación, en una serie de gráficos, (**Figura 24**) se mostrará cómo va creciendo la secuencia numérica en función de los elementos primos:

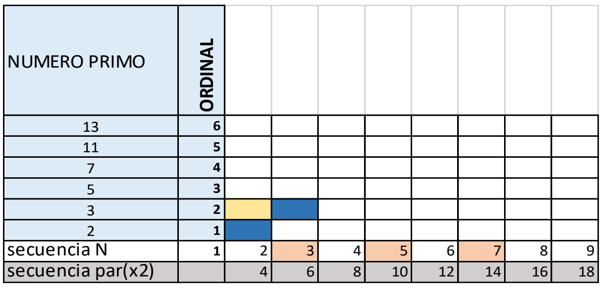

Figura 24.a. Número de intersecciones para 2 y 3.

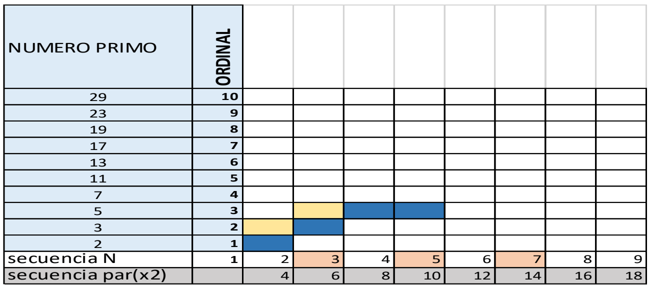

Figura 24.b. Número de intersecciones para el número 5.

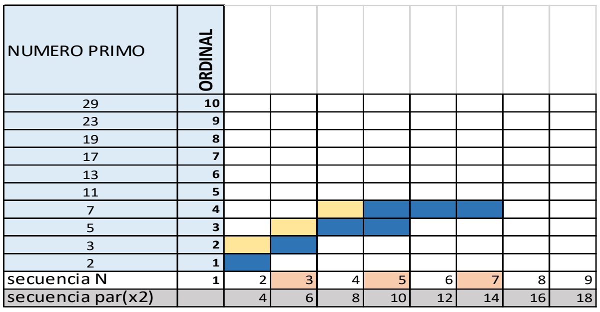

Figura 24.c. Número de intersecciones para el número 7.

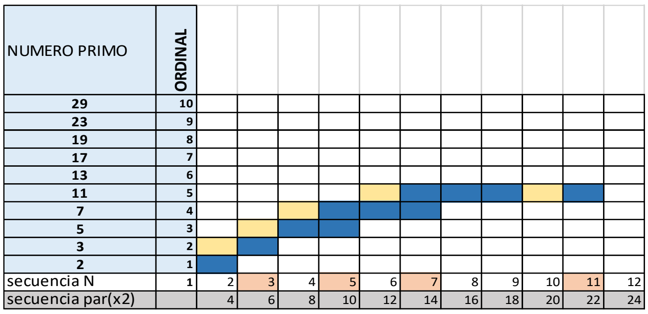

Figura 24.d. Número de intersecciones para el número 11.

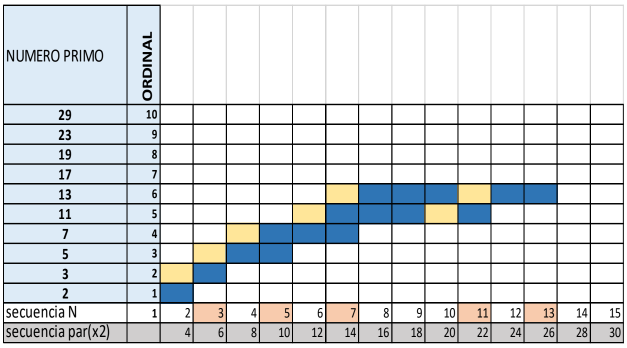

Figura 24.e. Número de intersecciones para el número 13.

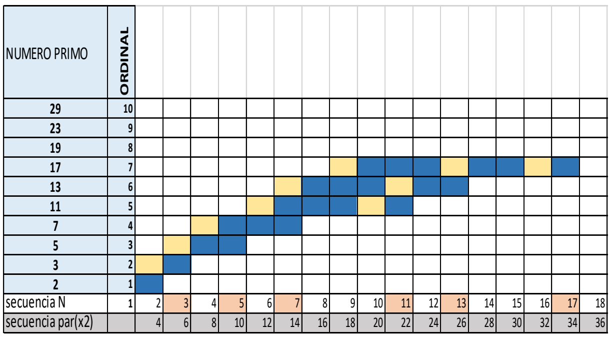

Figura 24.f. Número de intersecciones para el número 17.

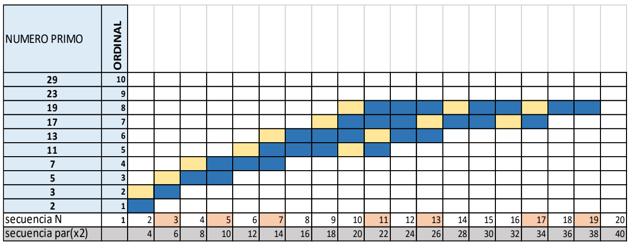

Figura 24.g. Número de intersecciones para el número 19.

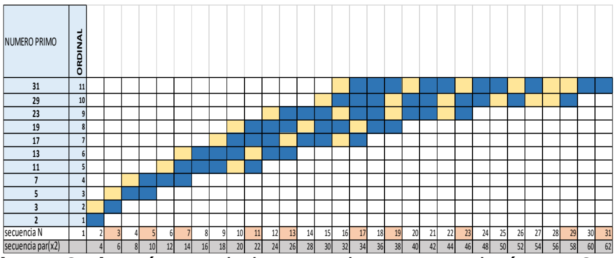

Figura 24.h. Número de intersecciones para el número 31.

Para finalizar; debido a que los gráficos en este nivel no representan novedad alguna, se continuará evaluando con este método hasta llegar a un número primo que sea algo significativo. Para este caso en particular se llegó hasta el 94avo elemento primo, que le corresponde al número de secuencia $\mathbb{N}$: 499 (este elemento es en realidad el 95avo primo, porque en este procedimiento se excluye el número 2). Es un proceso extremadamente largo realizar esta distribución y mostrarla una a una en secuencia, tal como se lo hizo en las **figuras 24** (desde **24.a** hasta **24.h**.). De acuerdo a las fórmulas (3) o (4) equivalen a 4466 intersecciones; en tal virtud y como es conocido; la secuencia siempre irá creciendo.

Luego de acortar un poco la secuencia $\mathbb{N}$ y de hacerle un zoom a la distribución resultante, claramente se aprecia en la **figura 25** que; la cresta de esta gráfica está conformada por los elementos primos que se encuentran dentro de los 100 primeros números naturales, pues estos están próximos a la relación de proporción 1:1 entre impares compuestos y primos. Hay partes en las que se diferencia mayor contraste de las líneas de color amarillo. Esto se debe a que el paso entre primo y otro, involucra un mayor alejamiento de estos en la secuencia $\mathbb{N}$ y, por ende, empieza a crecer la cantidad de elementos pares que no son el resultado de la unión de números primos.

El análisis gráfico deja notar que cuando ocurren saltos significativos hay números primos relativamente próximos en cada “orilla” del salto que se produjo. Los números primos y, más aún, los denominados gemelos, ayudan en todo caso a que se creen líneas casi continuas; en donde se tiene la sensación de que existe un borde. Análogamente, los saltos serían como el cauce de un río y los bordes, sus orillas. Hasta el momento se ha evaluado poco; relativamente hablando, pero si esta secuencia sigue creciendo; probablemente seguiría la misma distribución, en donde la distancia de un primo a otro puede ser cada vez mayor dentro de la secuencia continua $\mathbb{N}$.

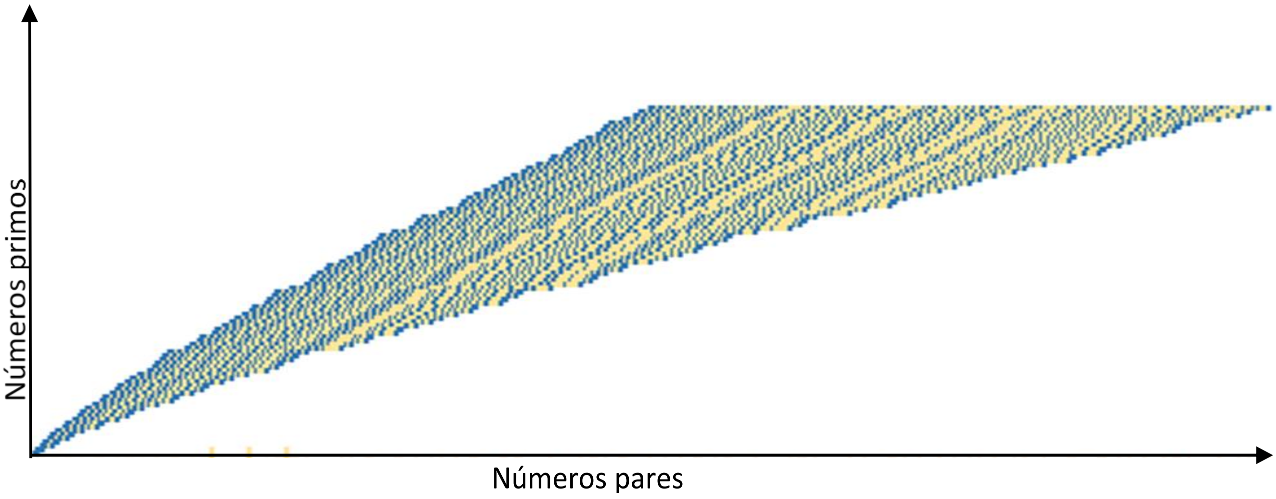

Figura 25. Gráfico resultante de la evaluación de 94 elementos primos consecutivos.

Si se quiere evaluar un primo grande hay que recordar que éste se relacionaría con cada elemento primo que le antecede, desde el número 3 hasta la cifra impar que está siendo evaluada, y la cantidad de sus intersecciones están relacionadas con el número del ordinal que le corresponde como elemento primo.

Ejemplo 11: El número 5281 es el 700 avo elemento primo, con la expresión (5) se calculará su distribución en las secuencias $\mathbb{N}$ y $2\mathbb{N}$, donde n_i será el ordinal de la secuencia impar a la cual pertenece el número primo (N') evaluado.

$$n_i = \frac{N' + 1}{2} = \quad (5)$$

$$n_i = \frac{5281 + 1}{2} = 2641$$

$$2n_i = 5282$$

El primo 5281 generará 700 intersecciones las cuales comenzarán a formarse en la secuencia $\mathbb{N}$ a partir del número 2641, en este caso corresponde al 13% del total de números; desde el 1 hasta el 5281. Así mismo, su afectación en la secuencia par es $[(N' + 1); ; 2N']$ (6) lo cual indica que iniciará a partir de $2n_i$ o $(N' + 1)$ y llegará hasta $2N'$, desde 5282 hasta 10564. Se puede emplear la expresión: $[(N' + 3)\, , +\infty)$ (7) para conocer la menor cantidad par que puede generar cualquier número primo. Se considera al número 3 en la notación por ser el menor primo impar.

Ejemplo 12: se tiene el primo 17; utilizando (7) se tendría:

$$[(17 + 3)\, , +\infty) = [20\, , +\infty)$$

Es decir, el menor número par que puede generar el primo 17 es el número 20, y se extenderá hasta el infinito. En esta explicación no se usan técnicas matemáticas avanzadas, función ζ (zeta) de Riemann o funciones exponenciales como se lo menciona en artículos como: El Teorema de los números primos (Chamizo, 2010), Demostración elemental de los números primos (Cilleruelo, 2000). L´ipotesi di Goldbach da una Congettura Statistica ad una Congettura Matematica (Salmeri & Salmeri, 2002) El Análisis matemático y los Números Primos (Bonet, 2014), Los Números Primos-Hechos y Conjeturas (Prieto, 2013); pues en dichos artículos se denota un elevado rigor matemático y una alta complejidad.

2.5. Conjetura débil de Goldbach: Suma de 3 números primos

Sean los números primos: 2, 3,5 y 7. De la **figura 26**:

6		9		15		21
4		6		10		14
2		3		5		7

Figura 26. Configuración para sumar 3 números primos.

Los números; 4, 6,10 y 14 son el doble producto de los elementos 2, 3, 5,7, respectivamente. En esta ocasión, el número se puede sumar hasta 3 veces consigo mismo, se eliminan los dígitos 2 y 6, pues con ellos no se pueden armar combinaciones efectivas, el 2 proporcionará números pares como resultado, y el 6 es 3 veces el dígito 2. Se verificará de manera gráfica (Figura 27) la cantidad de resultados que generarán estas combinaciones:

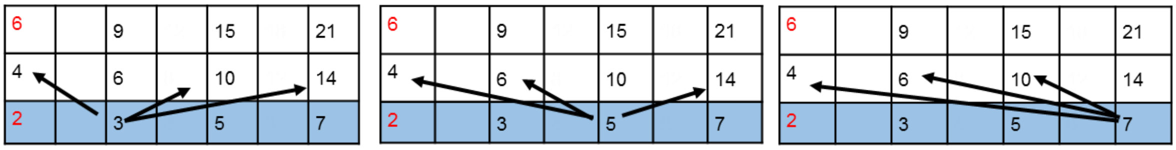

Figura 27. Formas de sumar los 3 primeros números primos.

3+10=13 3+14=17 3+3+3=9 3+4=7 5+6=11 5+14=19 5+5+5=15

5+4=9 7+6=13 7+10=17 7+7+7=21 7+4=11 3+5+7=15

Para estos números existe un total de 13 combinaciones posibles; mismas que generan cantidades desde el número 7 hasta el 21, en este intervalo de la secuencia N hay un espacio de 8 números impares, con lo cual la probabilidad de que cada uno de estos elementos posea una combinación es del 1.63 o del 163%. A continuación, se observa lo que ocurre cuando es colocado otro número primo.

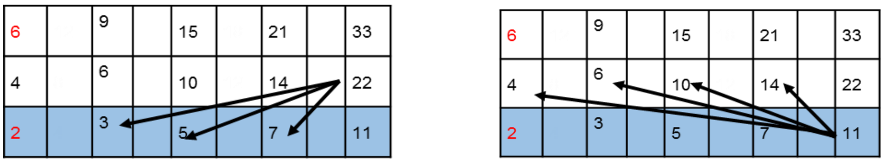

Figura 28. Forma de sumar los 4 primeros números primos.

A las combinaciones anteriores se le debe aumentar también las de la **figura 28**:

11+6=17 11+10=21 11+14=25 11+4=15 11+11+11=33

Más las combinaciones:

11+3+7=21 11+5+7=23 11+3+5=19 3+22=25 5+22=27 7+22=29

Con un elemento primo adicional se obtendrán 24 combinaciones distribuidas desde el número 7 hasta el 33, es decir, en el espacio de 14 impares hay 24 combinaciones de números. Estas expresiones se pueden modelar con fórmulas de combinaciones, y se tomará en cuenta que aquí se pueden repetir cada uno de sus miembros.

Con $m \geq n$ donde m es el número de primos evaluados; excluyendo al elemento par 2, y n son los números a combinar, en este caso siempre será 3. Ahora, se calculará por fórmula el número de combinaciones del 4to primo que es el impar 11. Se usará la fórmula (8):

$$CR_{m,n} = \frac{(m+n-1)!}{n!\,(m-1)!} + m \qquad (8)$$

$$CR_{4,3} = \frac{(4+3-1)!}{3!\,3!} + 4$$

$$CR_{4,3} = \frac{6!}{3!\,3!} + 4$$

$$CR_{4,3} = 24$$

Con la expresión (8) se calculan las posibles combinaciones del 100avo elemento primo (número 541).

$$CR_{m,n} = \frac{(m+n-1)!}{n!\,(m-1)!} + m$$

$$CR_{100,3} = \frac{(100+3-1)!}{3!\,(100-1)!} + 100$$

$$CR_{100,3} = \frac{102!}{3!\,99!} + 100$$

$$CR_{100,3} = 171800$$

Es decir que hay 171800 combinaciones posibles; desde el número 7 hasta el 1623 (541x3); en 809 números impares existe tal cantidad de combinaciones; (excluidos: 1, 3, 5.)

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la **figura 12**, las líneas paralelas a la diagonal $\mathbb{N}^2$ seguirán el orden de los $\mathbb{N}i$, entonces: $\mathbb{N}^2 - 1\ con\ \mathbb{N} > 1$; $\mathbb{N}^2 - 4, con\ \mathbb{N} > 2$; y así sucesivamente hasta $+\infty$ en el orden de los $\mathbb{N}$. Si se relacionan las 2 primeras diagonales se tendrá la relación $\prod[\mathbb{N}^2/(\mathbb{N}^2 - 1)]$; dicho producto es cero y lo origina el primer elemento de la secuencia (número 1); entonces, si se tomara en cuenta solo la serie ℕ' se tendrá que: $\prod[(\mathbb{N}')^2/((\mathbb{N}')^2 - 1)] = \pi^2/6$, la cual es una expresión equivalente del producto de Euler para la función zeta (ζ) de Riemann.

Las fórmulas 3 o 4 son fiables para obtener valores de intersecciones mínimas que posee un determinado elemento primo. Los gráficos 24 y 25, parecerían ser el diseño de lo que se conoce como: Cometa de Goldbach, ya que marcan el número de intersecciones que tiene cada elemento par en la secuencia de los números naturales.

En la **Figura 25**, se aprecia que concurren varias líneas superpuestas, mientras más elementos de ℕ´ se evalúan; mayor cantidad de líneas se obtendrán, y conforme aumentan los elementos; crece la longitud de la línea. Este acrecentamiento se forma a la derecha $(+\infty)$ siguiendo la sucesión de los números naturales con el 1 como primer elemento. Además, implica que para un determinado número par $(2\mathbb{N})$ que se aleja del origen de $\mathbb{N}$ y se acerca a $+\infty$ existe una mayor probabilidad de que este se pueda expresar mediante distintas combinaciones de primos. Así pues, el número 8 cercano al origen solo tiene 1 combinación, y el 34 más alejado del origen tiene 4.

El intervalo real de la distribución estaría expresado por la notación: $[(N' + 1)\ ;\ 2N']$ (6), ya que esta engloba a todos los números pares afectados desde (N'+1) hasta $2N'$. De acuerdo a la expresión $[(N' + 3)\ , +\infty)$ (7) el intervalo de los números pares que son afectados por el número primo que se está evaluando, siempre tendrá límite inferior (N'+3) y límite superior $+\infty$.

Para la **figura 17**, en donde hay 29 intersecciones; si a cada una de ellas se le suma el número 3, se cumpliría la conjetura débil. El primo 19 que es objeto de estudio, en este caso se relaciona también con todos los elementos primos que le anteceden: 5, 7, 11, 13,17, y por única ocasión consigo mismo; es decir, que en este mismo gráfico se podrían evaluar todos estos elementos tomándolos de 1 en 1, estableciendo una serie de combinaciones que arrojarían una mayor cantidad de elementos impares, en donde varios de estos, poseerán igual valor numérico, y tendrán un valor máximo de 19x3= 57.

4. CONCLUSIONES

Las intersecciones generadas en este método gráfico cumplen con las conjeturas de Goldbach. En la construcción de la **figura 25** se notan ciertas particularidades, una de ellas es que todo número par mayor que 14 se puede expresar como la suma de al menos 3 números naturales distintos (7+7; 11+3). Además, hay una mayor densidad en el borde de la imagen que se forma, debido a la cercanía que tienen los primeros elementos primos. Los "huecos" que fueron comparados con el cauce de un río no afectarían a la distribución, ya que estos serían cada vez más comunes, conforme avanza la secuencia, y siempre aparecerán en un orden inferior al del borde. Esta forma de crecimiento se mueve hacia la derecha a medida que avanza la secuencia de los números naturales, también se aprecia que existen números de ciertas secuencias $\mathbb{N}$ con mayor cantidad de intersecciones como aquellos elementos; cuyo último dígito es 5 y otros naturales con poca concurrencia.

5. REFERENCIAS

Bonet, J. (2014). El Análisis matemático y los Números Primos. Instituto Universitario de Matemática Pura y Aplicada, Universitat Politécnica de Valencia. Conferencia llevada a cabo en Valencia.

Cilleruelo, J. (2000). La demostración elemental del teorema de los números primos. Números: 43 y 44, 243-246.

Chamizo, F. (2010). El Teorema de los Números Primos.

Du Sautoy, M. (2010). The Number Mysteries (1st edition). HarperCollins UK.

Giordano, P. (2010). La Soledad de los Números Primos.

Helfgott, H. (2013) Major arcs for Goldbach's problem (1° Edition) Cornell University library.

Maor, E. (2006). Historia de un número. (1° Edición). México. D.F., México, Inst. Nacional de antropología e historia.

Salmeri, A. & Salmeri, M. (2002). L´ipotesi di Goldbach da una Congettura Statistica ad una Congettura Matematica. Dipartimento di Ingegneria Elettronica, Universitá di Roma. Atti del Congresso nazionale Mathesis. Congreso llevado a cabo en Bérgamo.

Prieto, C. (2013). Los Números Primos-Hechos y Conjeturas. Montenegro (Presidencia), 2º Encuentro con los números. Congreso llevado a cabo en Envigado, Antioquia, Colombia.