La demostración rigurosa de la fórmula $\pi_{(x)}$ y la criba de Beimar Wilfredo López Subia

López Subia Beimar Wilfredo [a]

[a] Investigador en el área de matemática pura y avanzada, de la Facultad de Ingeniería Civil (USFX), Destacamento 317, Sucre, Bolivia. E-mail: beimarlopezsubia@hotmail.com, WhatsApp: +591 60303881

RESUMEN

En este artículo se encuentra la demostración rigurosa de la fórmula contadora de números primos menores a un número dado; y gracias a ser correcta se ha encontrado la criba de Beimar Wilfredo López Subia, que puede ser explicada en el colegio. La fórmula demostrada en este artículo, se utilizará para encontrar la cantidad y cuáles son los números primos menores a un número dado. Sin embargo, se muestra varias aplicaciones de esta fórmula, como la de factorizar un número compuesto, identificar si el número es primo, encontrar la cantidad de primos en un rango dado, analizar primos gemelos y estudiar nueva matemática. En este artículo se dará a conocer algoritmos, fórmulas nuevas, estrategias y avances totalmente inéditos; para estudiar el número primo con detalle e inclusive crear una sucesión o saber exactamente cuál es el espacio entre números primos cualquiera. En la matemática todo es posible, y la creación de la criba de Beimar Wilfredo López Subia, está avalada mediante ejemplos numéricos, para que puede explicarse en el colegio de manera manual y así el estudiante puede aprender a encontrar la cantidad de números primos menores al número dado, sin conocer el número primo; y si es obligatorio conocer el número primo, puede hacerlo de manera rápida usando una fórmula sencilla, que no requiere uso de calculadora.

Palabras clave: La fórmula $\pi_{(x)}$, La criba de Beimar Wilfredo López Subia, La función $C_{(x)}$, La función $W_{(x,y)}$.

ABSTRACT

In this article you will find the rigorous proof of the formula for counting prime numbers less than a given number; and thanks to being correct, the sieve of Beimar Wilfredo López Subia has been found, which can be explained at school. The formula demonstrated in this article will be used to find the quantity, and the results are prime numbers less than a given number. However, several applications of this formula are shown, such as factoring a composite number, identifying whether the number is a prime, finding the number of primes in a given range, analyzing twin primes, and studying new mathematics. This article will reveal brand new algorithms, new formulas, strategies, and advancements; to study the prime number in detail and even create a sequence or find out exactly what the space is between the prime numbers. In mathematics everything is possible, and the creation of the Beimar Wilfredo López Subia sieve is available through numerical examples, so that it can be explained manually at school and thus the student can learn to find the number of prime numbers less than the given number, without knowing the prime number; And if it is mandatory to know the prime number, you can do it quickly using a simple formula, which does not require the use of a calculator.

Key words: The formula $\pi_{(x)}$, The sieve of Beimar Wilfredo López Subia, The function $C_{(x)}$, The function $W_{(x,y)}$.

INTRODUCCIÓN

Para todo matemático la importancia del número primo es indiscutible; dado que el resto de los números naturales se han creado o han existido gracias al producto de números primos, y por eso se considera un bloque principal para construir la matemática.

La matemática es como un edificio, que se puede saber cómo reaccionará a una tormenta o un terremoto, si se conoce de que está hecho; la matemática esta hecho de números primos, si no se conocería los números primos, la matemática no hubiera existido; por ese motivo el número primo es el corazón de problemas matemáticos tan célebres como la hipótesis de Riemann. Sin embargo y pese a la pureza teórica defendida por los matemáticos, lo cierto es que los números primos también han aportado grandes utilidades prácticas a la humanidad, como el comercio electrónico.

En 1977, tres investigadores diseñaron la criptografía RSA (iniciales de Rivest, Shamir y Adleman), basada en el producto conocido de dos números primos grandes, y que solo puede descifrar quien conoce los factores. Este tipo de encriptación, llamada asimétrica o de clave pública, se utiliza para el cifrado en internet; por ejemplo, en la firma digital, y es la aplicación actual más importante de los grandes números primos.

Lo más impactante fue la fórmula que cuenta los números primos menores a un número dado, por Beimar Wilfredo López Subia, que ha dado la vuelta al mundo y aún sigue siendo todavía una fórmula inédita.

Ha existido repercusión el todo sentido, y por ese motivo lo han demostrado muchos matemáticos intentando derrumbar la fórmula, y una gran cantidad ha llegado a darse cuenta que esta fórmula no puede ser derrumbada, porque el entendimiento del número primo que estudia va más allá de una fórmula. Por esa razón aquí se demostrará, se reducirá y se encontrará una aplicación de la fórmula; que gracias a esta aplicación ganará fuerza en el sentido de la utilidad práctica.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Fórmula contadora de números primos de Beimar Wilfredo López Subia, sirve para encontrar la cantidad y cuáles son los números primos menores a un número dado; verificando por separado cada número y sabiendo el motivo por el cual número es primo. Como su nombre indica, es una fórmula que sirve para hacer una mejora; un ajuste mediante la función $Eit(x)$, y viendo una nueva manera de ver cada número conocido.

Esta fórmula no se puede estudiar en el colegio, porque la idea es graficar la función para analizar la matemática que existe dentro de la misma; pero para el colegio esta la criba de Beimar Wilfredo López Subia, que se puede explicar en el colegio y sacar el mismo resultado que se encuentra mediante la fórmula.

Cantidad de números primos menores a un número dado:

Para encontrar la cantidad de números primos menores a un número dado x, se usa una formula denotada mediante $\pi(x)$ (no debe confundirse con el número π) y se define como:

$$\pi(x) = \#\{p \in \mathbb{P} \mid p < x\}$$

donde # significa la cantidad de números que cumplen la condición indicada.

En el teorema el número x debe un número entero, y mayor a 3. Donde $\mathbb{P}$ es el conjunto de números primos y $\mathbb{N}$ el conjunto de números naturales. Y el teorema dice que para x mayor a 3; la cantidad de números primos menores a un número se calcula mediante el teorema:

a). Sea $\pi(x) = \#\{p \in \mathbb{P} \mid p < x\}$; $\forall x \in \mathbb{N} \mid x > 3$; el valor de $\pi(x)$:

$$\pi(x) = \left\lfloor \frac{1}{2} \left\lfloor \frac{2x + (-1)^x - 6 * C(x) + 5}{3} \right\rfloor \right\rfloor = f_{(x)} - C_{(x)}$$

Donde:

- Si $4 \leq x < 26$ el valor de $C(x) = 0$.

- Si $x \geq 26$ se debe encontrar el valor de $C(x)$:

$$C_{(x)} = \sum_{j=8}^{A_{(x)}} \mathrm{Eit}\left(\sum_{i=1}^{m_{(x)}} \mathrm{Eit}(\beta_{(i,j)}) \right)$$

Siendo los valores de $A_{(x)}$ y $m_{(x)}$:

$$A_{(x)} = \left\lfloor \frac{1}{2} \left\lfloor \frac{2x + (-1)^x - 7}{3} \right\rfloor \right\rfloor$$

$$m_{(x)} = \left\lfloor \frac{-1 + \sqrt{1 + 3 * A_{(x)}}}{3} \right\rfloor$$

Y la función $\mathrm{Eit}(x)$:

$$\mathrm{Eit}(x) = \begin{cases} 0 \ , & x \notin \mathbb{N} \\ 1 \ , & x \in \mathbb{N} \end{cases}$$

$$\mathbb{N} = \{1,2,3,4,5,6,7, \dots\}$$

Para usar $\pi_{(x)} = f_{(x)} - C_{(x)}$, el valor $f_{(x)}$ es:

$$f_{(x)} = \frac{2x + (-1)^x + 5}{6}$$

y se debe redondear correctamente. Las funciones de piso y suelo, son funciones de redondeo y se explicará con más detalle. La función $\beta_{(i,j)}$ para la fórmula creada, puede reemplazarse por $\alpha_{(i,j)}$. Se muestra la función $\beta_{(i,j)}$:

$$\beta_{(i,j)} = \frac{4j - (-1)^j + (2i+1)(-1)^{i+j} + (2i-1)(-1)^i - 12i^2 + 5}{12i + 6 - 2(-1)^i}$$

$$C_{(x)} = \sum_{j=8}^{A_{(x)}} \mathrm{Eit}\left(\sum_{i=1}^{m_{(x)}} \mathrm{Eit}(\beta_{(i,j)}) \right) = \sum_{j=8}^{A_{(x)}} \mathrm{Eit}\left(\sum_{i=1}^{m_{(x)}} \mathrm{Eit}(\propto_{(i,j)}) \right)$$

Reducción de la función Beta $\beta_{(i,j)}$:

La función $\beta_{(i,j)}$ es la más importante para la fórmula creada, pero se verá que puede reducirse de manera notable y sacar un mismo resultado; usando otras funciones $\alpha_{(i,j)}$ y $\gamma_{(i,j)}$. Se muestra la función $\beta_{(i,j)}$:

$$\beta_{(i,j)} = \frac{4j - (-1)^j + (2i+1)(-1)^{i+j} + (2i-1)(-1)^i - 12i^2 + 5}{12i + 6 - 2(-1)^i}$$

Siendo la más completa, pero en este caso se puede usar la función $\alpha_{(i,j)}$, con la que igual funciona la fórmula:

$$\alpha_{(i,j)} = \frac{6(j-i) - (-1)^j + (-1)^i}{6i + 3 - (-1)^i}$$

Y aún más, esta puede ser reemplazada por una función $\gamma_{(i,j)}$:

$$\gamma_{(i,j)} = \frac{6j + 3 - (-1)^j}{6i + 3 - (-1)^i}$$

siendo super reducida; y puede mejorarse cambiando límite de la sumatoria $C_{(x)}$.

Ahora todavía sin cambiar límite, se usará $\beta_{(i,j)}$ y $\alpha_{(i,j)}$; haciendo correcta la igualdad:

$$C_{(x)} = \sum_{j=8}^{A_{(x)}} \mathrm{Eit}\left(\sum_{i=1}^{m_{(x)}} \mathrm{Eit}(\beta_{(i,j)}) \right) = \sum_{j=8}^{A_{(x)}} \mathrm{Eit}\left(\sum_{i=1}^{m_{(x)}} \mathrm{Eit}(\propto_{(i,j)}) \right)$$

Fórmula y algoritmo para saber si un número primo o compuesto:

Cabe destacar que se mostrará la fórmula para saber si el número es primo o es no primo; y el teorema dice que un número **x** es primo si $C_{(t)}$ es igual a cero.

$$C_{(t)} = \sum_{j=t}^{t} \mathrm{Eit}\left(\sum_{i=1}^{A_{(t)}} \mathrm{Eit}(\beta_{(i,j)}) \right)$$

$$; \quad \text{para} \quad A_{(t)} = \left\lfloor \frac{-1 + \sqrt{1 + 3t}}{3} \right\rfloor$$

El valor de t , se calcula mediante el criterio:

$t_i = \frac{r-1}{3}$ (Si es un número entero par, elegir este valor para t)

$t_j = \frac{r-2}{3}$ (Si es un número entero impar, elegir este valor para t)

Si t_i y t_j no es número entero, el valor de x es directamente no primo. Si es entero, verifique si es par o impar como se le indica y podrá elegir el valor de t. Después de elegir t verifique si $C_{(t)}$ es igual a cero, para asegurar que el número x es primo.

Una reducción más fácil es reduciendo la función $C_{(t)}$, tomando en cuenta una sola sumatoria para $t = \text{par}$, y para $t = \text{impar}$ (Se reducirá $\beta_{(i,j)}$):

$$\beta_{(i,j)} = \frac{4j-(-1)^j+(2i+1)(-1)^{i+j}+(2i-1)(-1)^i-12i^2+5}{12i+6-2(-1)^i}$$

Para un valor de $j = t$ e igual a número par, se obtiene:

$$\beta_{(i,t)} = \frac{2t-6i^2+2+2i(-1)^i}{6i+3-(-1)^i} \text{ (t es número par).}$$

Para un valor de $j = t$ e igual a número impar, se obtiene:

$$\beta_{(i,t)} = \frac{2t-6i^2+3+i(-1)^i}{6i+3-(-1)^i} \text{ (t es número impar).}$$

Eso significa es más rápido saber si un número es primo, porque la ecuación $C_{(t)}$:

$$C_{(t)} = \sum_{i=1}^{A_{(t)}} \mathrm{Eit}\left(\beta_{(i,t)}\right)$$

Por otro lado, se puede disminuir aún más sabiendo que el límite $A_{(t)}$ puede cortarse cuando el valor de $\beta_{(i,t)}$ es un número entero; aquí hay un algoritmo que ayudará a entender mejor el procedimiento.

El algoritmo cuenta los números primos, verificando primero el primalidad de cada número en un rango:

```
from math import ceil, floor, sqrt
def Cantidad(x):
  pi_ = ceil(0.5 * floor((2 * x + (-1) ** x - 6 * c_(x) + 5) / 3))
  return int(pi_)
def prime_(x):
  if ((((x - 1) / 3 )% 2) == 0) and ((x - 1) / 3 ).is_integer():
    z = ceil((sqrt(x)-1) / 3)
    for i in range(1, z + 1):
      r = (2*(x - 1) - 6*i + (-1) ** i-1) / (6 * i + 3 - (-1) ** i)
      if r.is_integer():
        return False
    return True
  elif (((x - 2) / 3) % 2) != 0 and ((x - 2) / 3).is_integer():
    z = ceil((sqrt(x-1)-1) / 3)
    for i in range(1, z):
      r = (2*(x - 2) - 6*i + (-1) ** i+1) / (6 * i + 3 - (-1) ** i)
      if r.is_integer():
        return False
    return True
  else:
    return False
def formula_1(x):
  if (x < 5):
    pass
  count = 2
  for i in range(5, x):
    if prime_(i):
      count += 1
  return count
values = [10, 100, 1000,10000,100000]
print("MÉTODO PRIMALIDAD DE BEIMAR WILFREDO LÓPEZ SUBIA")
for v in values:
  print(
    f"LA CANTIDAD DE PRIMOS MENORES A {v}, ES: {formula_1(v)}")
```

Cantidad de números primos en un rango dado:

Se puede encontrar los primos en un rango entre x_1 y x_2, sabiendo que $x_1 < x_2$. De anterior teorema de números primos menores a un número dado se obtiene:

$$\pi_{(x_2)} = \left[\frac{1}{2}\left[\frac{2x_2+(-1)^{x_2}+5}{3}\right]\right] - C_{(x_2)} = f_{(x_2)} - C_{(x_2)}$$

$$\pi_{(x_1)} = \left[\frac{1}{2}\left[\frac{2x_1+(-1)^{x_1}+5}{3}\right]\right] - C_{(x_1)} = f_{(x_1)} - C_{(x_1)}$$

Luego, si $\Delta\pi_{(n)} = \pi_{(x_2)} - \pi_{(x_1)}$, se puede decir que:

$$\Delta\pi_{(n)} = \pi_{(x_2)} - \pi_{(x_1)} = f_{(x_2)} - f_{(x_1)} - \left(C_{(x_2)} - C_{(x_1)}\right)$$

$$\Delta\pi_n = \Delta f_{(n)} - \Delta C_{(n)}$$

El valor n representa un rango, y el valor $\Delta C_{(n)}$ de ese rango es:

$$\Delta C_{(n)} = C_{(x_2)} - C_{(x_1)} = \sum_{j=A(x_1)+1}^{A_{(x_2)}} \mathrm{Eit}\left(\sum_{i=1}^{m_{(x_2)}} \mathrm{Eit}\left(\beta_{(i,j)}\right)\right)$$

Eso significa, que ahora podemos saber un siguiente número en función de un número anterior y eso facilita el proceso de cálculo:

$$\pi_{(x_2)} - \pi_{(x_1)} = \left[\frac{1}{2}\left[\frac{2x_2+(-1)^{x_2}+5}{3}\right]\right] - \left[\frac{1}{2}\left[\frac{2x_1+(-1)^{x_1}+5}{3}\right]\right] - \Delta C_{(n)}$$

$$\pi_{(x_2)} - \pi_{(x_1)} = f_{(x_2)} - f_{(x_1)} - \Delta C_{(n)}$$

Recordando que:

$$\Delta C_{(n)} = C_{(x_2)} - C_{(x_1)} = \sum_{j=A(x_1)+1}^{A(x_2)} \mathrm{Eit}\left(\sum_{i=1}^{m(x_2)} \mathrm{Eit}\left(\beta_{(i,j)}\right)\right)$$

Sucesión de números primos

Para encontrar una sucesión de números primos, se debe reemplazar $n = x - x * \mathrm{Cat}_{(x)}$, en la fórmula de primos de Beimar Wilfredo López Subia:

$$p_{(n)} = \frac{6n + 3 - (-1)^n}{2} \quad ; \; n < 0$$

Donde la función:

$$\mathrm{Cat}(x) = \sum_{i=1}^{z(x)} \mathrm{Eit}\left(\sum_{j=x}^{x} \mathrm{Eit}\left(\beta_{(i,j)}\right)\right)$$

$$\text{para } z_{(x)} = \left\lfloor \frac{-1 + \sqrt{1 + 3x}}{3} \right\rfloor$$

Esta función puede reducirse por procesos anteriores, ya que como se puede ver $j = x$; eso significa que la una sumatoria puede eliminarse directamente.

Maneras de encontrar el valor $C_{(x)}$, para menores a un número dado:

Cabe destacar que, el avance se hace más profundo si existe el tiempo para seguir estudiando la fórmula publicada en el artículo; existe hasta el momento 7 formas de calcular la $\pi_{(x)}$, siendo que por fórmula de Beimar Wilfredo López Subia, se conoce:

$$\pi_{(x)} = f_{(x)} - C_{(x)}$$

Pero la facilidad y dificultad de usar esta fórmula, depende de cómo se calcula el valor de $C_{(x)}$; y aquí solo se muestra 3 formas de cálculo directo de $C_{(x)}$.

1era manera: Mediante la Criba de Beimar Wilfredo López Subia, explicada en este mismo PDF con el objetivo de enseñarse en colegios y carreras matemáticas de todo el mundo.

2da manera: Mediante la función $\beta_{(i,j)}$ de Beimar Wilfredo López Subia, que como se explicó anteriormente se puede usar otras que tienen el mismo objetivo, como las funciones $\alpha_{(i,j)}$ y $\gamma_{(i,j)}$.

Se muestra la función $\beta_{(i,j)}$:

$$\beta_{(i,j)} = \frac{4j - (-1)^j + (2i+1)(-1)^{i+j} + (2i-1)(-1)^i - 12i^2 + 5}{12i + 6 - 2(-1)^i}$$

y el valor de $C_{(x)}$:

$$C_{(x)} = \sum_{j=8}^{A_{(x)}} \mathrm{Eit}\left(\sum_{i=1}^{m_{(x)}} \mathrm{Eit}\left(\beta_{(i,j)}\right)\right)$$

Este es el caso particular usando la función $\mathrm{Eit}(x)$. El valor de $C_{(x)}$, en este caso por conceptos anteriores se puede evitar también usar el valor de la función $\mathrm{Eit}(x)$ de una de las sumatorias, cambiando el valor j cuando $\beta_{(i,j)}$ es entero. Recuerde la igualdad:

$$C_{(x)} = \sum_{j=8}^{A_{(x)}} \mathrm{Eit}\left(\sum_{i=1}^{m_{(x)}} \mathrm{Eit}\left(\beta_{(i,j)}\right)\right) = \sum_{j=8}^{A_{(x)}} \mathrm{Eit}\left(\sum_{i=1}^{m_{(x)}} \mathrm{Eit}\left(\propto_{(i,j)}\right)\right)$$

Este es algoritmo para encontrar $C_{(x)}$, se muestra para verificar si el número es primo o no es primo; y usando la función $\alpha_{(i,j)}$:

```
def eit(x):
  if(x - int(x)) > 0 or x <= 0:
    return 0
  else:
    return 1
print("VERIFICA SI EL NÚMERO ES PRIMO, PRIMALIDAD DE BEIMAR WILFREDO LÓPEZ SUBIA")
num = input("INGRESE EL NÚMERO: ")
num = int(num)
a = (num-1)/3
b = (num-2)/3
if(a == int(a) and int(a) % 2 == 0) or (b == int(b) and int(b) % 2 != 0):
  if(a == int(a)): n = int(a)
  if(b == int(b)): n = int(b)
  cc = (-1+(((1+(3*n))**(1/2))))/3
  m = int(cc)
  k = 0
```

```
  j = n
  for i in range(1, m + 1):
    d = (6*i)-((-1)**i)+3
    h = (-((-1)**j)+(6*(j-i))+((-1)**i))/d
    r = eit(h)
    k = r + k
  if(eit(k) == 0):
    print(f"\n{num} ES PRIMO")
  else:
    print(f"\n{num} NO ES PRIMO")
else:
  print(f"\n{num} NO ES PRIMO")
```

<u>3ra manera:</u> Mediante la función tridimensional $w_{(x,y)}$ de Beimar Wilfredo López Subia, que es la siguiente:

$$W_{(x,y)} = \frac{(1-2x-2y)(-1)^{x} - (-1)^{x} + (1+2x)(-1)^{x+y} + 12x^{2} + 6y + 12xy - 5}{4}$$

Donde el valor de $C_{(x)}$ es:

$$C_{(x)} = \sum^{k_{(x)}} U\left(W_{(x,y)}\right)$$

$$;\text{para} \quad (x,y) \in \mathbb{N} \quad ; \quad \mathbb{N} = \{1,2,3,\dots\}$$

Significa contar la cantidad de valores únicos (Símbolo de únicos es U), valores únicos de $W_{(x,y)}$ menores o iguales a $k_{(x)}$. Al reemplazar valores (x, y), solo números naturales. En este caso se limita a que x no debe sobrepasar el límite:

$$\text{Limite}_{(x)} = \left\lfloor \frac{-1 + \sqrt{1 + 3 * k_{(x)}}}{3} \right\rfloor$$

$$,\text{donde:} \quad k_{(x)} = \left\lfloor \frac{1}{2} \left\lfloor \frac{2x + (-1)^{x} - 7}{3} \right\rfloor \right\rfloor$$

Aquí se tiene un algoritmo en Python, para encontrar el $C_{(x)}$ de esta manera:

```
def valorB(a):
  return round(((2*a)+((-1)**a)-7)/6)
def formula(x, y):
  return ((1 - (2 * x) - (2 * y)) * ((-1) ** x) - ((-1) ** y) + (1 + (2 * x)) * ((-1) ** (x + y)) + (12 * x * x) + (6 * y) + (12 * x * y) - 5) / 4
def limiteX(b):
  return int((((-1+(1+3*b)**0.5))/3))
def cantidad(a, suma):
  return round(((2*a)+((-1)**a)-(6*suma)+5)/6)
def contarPrimos(a):
  vector=dict()
  b = valorB(a)
  limite = int(limiteX(b))
  con = 0
  x=1
  while (x<= limite):
    y = 1
    while True:
      w = formula(x, y)

      if(w>b):break
      vector[con] = w
      con = con + 1
      y=y+1
    x=x+1
  temp = {val : key for key, val in vector.items()}
  res = {val : key for key, val in temp.items()}
  return res
a=10000
print("NÚMEROS PRIMOS MENORES A ",a)
vector = contarPrimos(a)
suma = len(vector)
print("MEDIANTE LA FUNCIÓN W(X,Y) DE BEIMAR WILFREDO LÓPEZ SUBIA : ",cantidad(a, suma))
print("CANTIDAD DE NÚMEROS PRIMOS: ",cantidad(a, suma))
```

Formas de encontrar el valor $C_{(x)}$, para un rango dado:

Con todas las formas de encontrar $C_{(x)}$ se puede encontrar $\Delta C_{(n)} = C_{(x_2)} - C_{(x_1)}$ para encontrar la cantidad de primos en un rango dado. Por decir, en el caso de la función $W_{(x,y)}$ de Beimar Wilfredo López Subia, se puede apreciar:

$$C_{(n)} = \sum_{k_{(x_1)}+1}^{k_{(x_2)}} U\left(W_{(x,y)}\right)$$

$$;\text{para} \quad (x,y) \in \mathbb{N} \quad ; \quad \mathbb{N} = \{1,2,3,\dots\}$$

Que al igual que antes, significa contar la cantidad de valores únicos (Símbolo U), valores únicos de $W_{(x,y)}$ que sean mayores o iguales a $k_{(x_1)} + 1$, y menores o iguales a $k_{(x_2)}$.

Al reemplazar valores (x, y), solo números naturales. El valor que limita a que x no debe cambiarse y se encuentra con el valor de x_2:

$$\mathrm{Limite}_{(x)} = \left\lfloor \frac{-1 + \sqrt{1 + 3 * k_{(x_2)}}}{3} \right\rfloor$$

$$, \mathrm{donde:} \quad k_{(x_2)} = \left\lfloor \frac{1}{2} \left\lfloor \frac{2x_2 + (-1)^{x_2} - 7}{3} \right\rfloor \right\rfloor$$

Y el valor de $k_{(x_1)}$, se encuentra:

$$k_{(x_1)} = \left\lfloor \frac{1}{2} \left\lfloor \frac{2x_1 + (-1)^{x_1} - 7}{3} \right\rfloor \right\rfloor$$

Recuerde que puede encontrar los primos en un rango entre x_1 y x_2, tomando en cuenta siempre que $x_1 < x_2$.

Demostración matemática de la fórmula $\pi_{(x)}$:

Sea $p > 3$ es primo, entonces se puede demostrar que $p = 6y + 1$, $p = 6y + 5$.

Tomando el valor $p = \frac{6j+3-(-1)^j}{2}$

- Si $j = 2n$, entonces $p = 6n + 1$
- Si $j = 2n + 1$, entonces $p = 6n + 5$

Se verifica que, para $j = 1 \rightarrow p = 5$

$$j = 2 \rightarrow p = 7$$
$$j = 3 \rightarrow p = 11$$
$$j = 4 \rightarrow p = 13$$
$$j = 5 \rightarrow p = 17$$
$$j = 6 \rightarrow p = 19$$
$$j = 7 \rightarrow p = 23$$
$$j = 8 \rightarrow p = 25$$

Asi solo para $j \geq 8$ un número de esa forma es compuesto.

Se $x \in \mathbb{N}$, busquemos el mayor valor de i tal que $P_j = \frac{6j+3-(-1)^j}{2} < x$, Siempre recordando que:

- Si $j = 2n$, entonces $p = 6n + 1$
- Si $j = 2n + 1$, entonces $p = 6n + 5$

De esa forma el mayor valor de j es:

x	$6n$	$6n+1$	$6n+2$	$6n+3$	$6n+4$	$6n+5$
j	$2n-1$	$2n-1$	$2n$	$2n$	$2n$	$2n$

Figura 1. Relación entre x y j

Luego el valor máximo de j es $\left\lfloor \frac{x-2}{3} + \frac{(-1)^x}{6} \right\rfloor$.

$$j_f = \left\lfloor \frac{2x - 4 + (-1)^x}{6} \right\rfloor$$

Sea entonces:

$$C_{(x)} = \left\{ \begin{array}{c} p_j = \dfrac{6j + 3 - (-1)^x}{2} \quad , \\ \mathrm{para} \quad j_j < x \quad y \quad p_j \ \mathrm{compuesto} \end{array} \right\}$$

$$C_{(x)} = \# C_{(x)}$$

Eso garantiza que:

$$\pi(x) = \left\lfloor \frac{2x - 4 + (-1)^x}{6} \right\rfloor + 2 - C_{(x)}$$

NOTA: La demostración es super larga, pero en este lugar ya se da una breve idea; sin embargo, mejor se explicará sobre la aplicación más importante, que es la criba de Beimar Wilfredo López Subia.

La Criba de Beimar Wilfredo López Subia

La Criba de Beimar Wilfredo López Subia, sirve para encontrar la cantidad y cuáles son los números primos menores a un número dado. Para crear la criba, se debe reducir el número dado mediante una fórmula (aproximadamente al 33%), y luego debe trabajarse con una cantidad limitada (menor al 2% del número dado), que se encuentra mediante otra fórmula.

PARA TOMAR EN CUENTA: El valor de $(-1)^n$ solo representa un signo. Si n es PAR el valor de $(-1)^n$ es +1, y si n es IMPAR el valor de $(-1)^n$ es -1; como se muestra:

- $(-1)^{PAR} = +1$
- $(-1)^{IMPAR} = -1$

PASOS DE LA CRIBA:

PASO 1**.** Sea el número dado $\mathbf{x}$, se debe reemplazar el número en lo siguiente:

$L_{(x)} = \frac{2x+(-1)^x-7}{6}$, redondeando correctamente el valor de $L_{(x)}$.

$i_{(x)} = \frac{\sqrt{3*L_{(x)}+1}-1}{3}$, elegir directamente el entero se tiene $i_{(x)}$.

PASO 2. Conocido el $i_{(x)}$este valor debe ser el último valor i de una tabla; se debe anotar los valores de 1 a **i** en la primera columna, para luego llenar usando lo siguiente:

- $j_{(i)} = \frac{(-(-1)^i+6i+3)^2-4}{12}$
- $a_{(i)} = 3i + 1 + i * (-1)^i$
- $b_{(i)} = 3i + 2 - (1 + i) * (-1)^i$

Se debe hallar para cada valor de i.

PASO 3. Conocida la tabla anterior (Denominada tabla "López"), porque es una tabla muy usada en esto. Debe crearse una tabla (Denominada tabla "Wilfredo") anotando de 1 a $L_{(x)}$ los números consecutivamente, y para cada valor de i de la tabla "López", debe marcarse los valores $j_{(i)}$, y $j_{(i)} +$ a luego ir marcando hasta el final de la tabla valores de $\#_{anterior} + b$, $\#_{anterior} + a$, $\#_{anterior} + b \dots$ (Vea ejemplo número para reconocer mejor cada tabla).

i	$j_{(i)}$	$a_{(i)}$	$b_{(i)}$
1	8	3	7
2	16	9	5
⋮	⋮	⋮	⋮
i	#	#	#

Figura 2. La tabla López

PASO 4. Para encontrar la cantidad de números primos menores al número dado **x**, se debe contar la cantidad de números no marcados en la tabla creada de 1 a $L_{(x)}$, denominada tabla "Wilfredo"; y al resultado de contar no marcados sumar 2. La cantidad de números no marcados se denominará $B_{(x)}$. (Ver ejemplo numérico 1).

- $\pi_{(x)} = B_{(x)} + 2$

También puede contar los marcados de tabla "Wilfredo"; y a esa cantidad denominarlo $C_{(x)}$ para luego restar de $f_{(x)}$ (Ver ejemplo numérico 2).

$f_{(x)} = \frac{2x+(-1)^x+5}{6}$; se debe redondear correctamente.

$\pi_{(x)} = f_{(x)} - C_{(x)}$

PASO 5. Para saber cuáles son los números primos menores a un número dado, desde la tabla "Wilfredo" se debe reemplazar los números sin marcar en $P_{(i)}$; y anotar el primo 2 y 3 en la sucesión. Así los primos serán: 2, 3, … (Ver ejemplo numérico 3).

- $p_{(i)} = \frac{-(-1)^i+6i+3}{2}$

EJEMPLOS NÚMERICOS: Primero se debe entender perfectamente este proceso, para implementarlo en los ejercicios con mejor entendimiento:

a). El valor de $(-1)^n$ solo representa un signo:

- $(-1)^{20} = +1$, porque el 20 es PAR.
- $(-1)^{3331} = -1$, porque el 3331 es IMPAR.

b). El valor de $L_{(x)}$ debe ser redondeado correctamente:

- $L_{(10)} = \frac{2*10+(-1)^{10}-7}{6} = \frac{7}{3} \cong 2.33$, el valor a usar es $L_{(10)} = 2$.

- $L_{(31)} = \frac{2*31+(-1)^{31}-7}{6} = 9$, el valor a usar es $L_{(31)} = 9$.

- $L_{(74)} = \frac{2*74+(-1)^{74}-7}{6} = \frac{71}{3} \cong 23.67$, el valor a usar es $L_{(74)} = 24$.

c). El valor de $i_{(x)}$ se debe elegir el entero (redondear siempre al número menor):

û $i_{(31)} = \frac{\sqrt{3*L_{(31)}+1}-1}{3} = \frac{\sqrt{3*9+1}-1}{3} \cong 1.43$, usar es $i_{(31)} = 1$.

û $i_{(74)} = \frac{\sqrt{3*L_{(74)}+1}-1}{3} = \frac{\sqrt{3*24+1}-1}{3} \cong 2.51$, usar es $i_{(74)} = 2$.

û $i_{(100)} = \frac{\sqrt{3*L_{(100)}+1}-1}{3} = \frac{\sqrt{3*32+1}-1}{3} \cong 2.94$, usar $i_{(74)} = 2$.

<u>EJEMPLO NUMÉRICO 1:</u> Hallar la cantidad de números primos menores al número 100.

<u>PASO 1:</u> Encontrar el valor $L_{(x)}$ y el valor $i_{(x)}$ para $x = 100$

- $L_{(x)} = \frac{2x+(-1)^{x}-7}{6}$

  $L_{(100)} = \frac{2*100+(-1)^{100}-7}{6} = \frac{100}{3} \approx 32.333$, redondeando correctamente el valor de $L_{(100)} = 32$.

- $i_{(x)} = \frac{\sqrt{3*L_{(x)}+1}-1}{3}$;

  $i_{(32)} = \frac{\sqrt{3*L_{(100)}+1}-1}{3} = \frac{\sqrt{3*32+1}-1}{3} \approx 2.616$ eligiendo directamente el entero se tiene $i_{(32)} = 2$.

<u>PASO 2:</u> Crear la tabla "López", tomando en cuenta que el último valor de $\mathbf{i}$, es $i_{(32)} = 2$:

i	$j_{(i)}$	$a_{(i)}$	$b_{(i)}$
1	8	3	7
2	16	9	5

Figura 3. La tabla López para i=2

Para hallar el valor $j_{(i)} = \frac{\left(-(-1)^{i}+6i+3\right)^{2}-4}{12}$:

- $j_{(1)} = \frac{\left(-(-1)^{1}+6*1+3\right)^{2}-4}{12} = 8$
- $j_{(2)} = \frac{\left(-(-1)^{2}+6*2+3\right)^{2}-4}{12} = 16$

Para el valor de $a_{(i)}$, usar la fórmula

$a_{(i)} = 3i + 1 + i*(-1)^{i}$:

- $a_{(1)} = 3*1+1+1*(-1)^{1} = 3$
- $a_{(2)} = 3*2+1+2*(-1)^{2} = 9$

Para el valor de $a_{(i)}$, usar

$b_{(i)} = 3i + 2 - (1+i)*(-1)^{i}$:

- $b_{(1)} = 3*1+2-(1+1)*(-1)^{1} = 7$
- $b_{(2)} = 3*2+2-(1+2)*(-1)^{2} = 5$

<u>PASO 3:</u> Se crea la tabla "Wilfredo", anotando de 1 a $L_{(x)}$ consecutivamente. En este caso será de 1 a 32, porque $L_{(x=100)} = 32$.

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	28	29	30	31	32

Figura 4. La tabla Wilfredo

- Para $i = 1$,
  8+3=11+7=18+3=21+7=28+3=31
- Para $i = 2$, 16+9=25+5=30

Verifique que para $i = 1$, $a = 3$, $b = 7$ y el valor de inicio $j_{(1)}$ es 8 (Vea la tabla "López"), y para $i = 2$, $a = 9$, $b = 5$ y el valor de inicio $j_{(1)}$ es 16. Vea que he sumado +a, +b, +a, +b, … y las respuestas he marcado en la tabla.

Para i=1 los marcados son 11,18,21,28 y 31; y para i=2 los marcados son 25 y 30. Verifique que si quiero seguir sumando +a, +b sobre los resultados ya se salen de la tabla "Wilfredo".

PASO 4: Para encontrar la cantidad de números primos menores al número 100, se debe contar los valores no marcados y eso denominar $B_{(x)}$, en este caso $B_{(100)} = 23$.

- $\pi_{(x)} = B_{(x)} + 2$
- $\pi_{(100)} = B_{(100)} + 2$
- $\pi_{(100)} = 23 + 2 = 25$

EJEMPLO NUMÉRICO 2: Hallar la cantidad de números primos menores al número 100, usando un método diferente al ejemplo numérico 1. Los pasos 1, 2 y 3 son los mismos en este ejercicio, así que saltaremos al paso 4.

PASO 4: Para encontrar la cantidad de números primos menores al número 100, se debe contar los valores marcados y eso denominar $C_{(x)}$, en este caso $C_{(100)} = 9$.

- $f_{(x)} = \frac{2x+(-1)^x+5}{6}$; se debe redondear correctamente.
- $f_{(100)} = \frac{2*100+(-1)^{100}+5}{6} = \frac{103}{3} \approx 34.333$ usar $f_{(100)} = 34$
- $\pi_{(x)} = f_{(x)} - C_{(x)}$
- $\pi_{(100)} = f_{(100)} - C_{(100)} = 34 - 9 = 25$

La cantidad de números primos menores que 100 es 25, sea por cualquier método.

EJEMPLO NÚMERICO 3: Encontrar cuales son los números primos menores al número 100. Los pasos 1, 2 y 3 son los mismos en este ejercicio, y evitar el paso 4 para así saltar directamente al paso 5.

PASO 5: Desde la tabla "Wilfredo", se debe tomar en cuenta los números que no están marcados. En este caso: 1,2,3,4,5,6,7,9,10,12,13,14,15,17,19,20,22,23,24,26, 27,29 y 32; serán los valores de i (valores a reemplazar en la fórmula):

- $p = \frac{-(-1)^i+6i+3}{2}$, ya se supone que el 2 y 3 es primo; los demás son:

i	1	2	3	4	5	6	7	9	10	12	13	14
p_i	5	7	11	13	17	19	23	29	31	37	41	43
i	15	17	19	20	22	23	24	26	27	29	32	
p_i	47	53	59	61	67	71	73	79	83	89	97	

Figura 5. Resultado de Primos menores a 100

ALGORITMO DE LA CRIBA: Algoritmo en Python.

```
import math
x=10**5
limitex = round(((2*x + (-1)**x - 1) / 6))
limitel = int(1/3 * (math.sqrt(3*limitex+1) -1))
print("Limite en x : ",limitex)
vector = dict()
for i in range(1, limitex):
  vector[i] = "True"
for i in range(1, limitel):
  j = ((3 + 6*i - (-1)**i)**2 - 4) / 12
  a = 3*i + 1 + i*(-1)**i
  b = 3*i + 2 - (1 + i)*(-1)**i
  vector[j] = "False"
  if(j > limitex): break
  while(True):
    vector[j] = "False"
    j = j + a
    if(j > limitex):break
    vector[j] = a
    j = j + b
    if(j > limitex):break
    if(j<0):break
    vector[j] = "False"
verdaderos = 0
```

```
for i in vector:
  if vector[i]=="True":
    verdaderos = verdaderos + 1
print("numero de primos = ", verdaderos + 2)
```

RESULTADOS

La demostración de la fórmula contadora de números primos menores a un número dado; es correcta y puede inclusive explicarse en colegio, gracias a su aplicación que es la criba de Beimar Wilfredo López Subia.

Los algoritmos, fórmulas nuevas, estrategias y avances totalmente inéditos; para estudiar el número primo con detalle. Se muestra en Python para que cualquiera pueda verificarlo, de la mejor manera posible y analizar el número primo desde diferentes puntos de vista.

La criba de Beimar Wilfredo López Subia, es correcta y esta lista para explicarse en colegio; y será algo totalmente novedoso para que el estudiante miré al número primo, desde otro punto de vista, como el saber la cantidad de números primos menores al número sin contar números primos e inclusive sin conocerlos todavía.

Si desea conocer el primo, puede conocer el número primo, puede hacerlo de manera rápida usando una fórmula sencilla, y sin uso de calculadora; porque está explicada para colegio.

Se ha realizado avances en la fórmula contadora de números primos, como la siguiente:

$$\frac{\left(4 * j - ((-1)^{j}) + \left((2 * i + 1) * (-1)^{i+j}\right) + \left((2 * i - 1) * (-1)^{i}\right) - (12 * i * i) + 5\right)}{12 * i + 6 - (2 * (-1)^{i})}$$

que puede ser sustituida por otra mucho más simple:

$$\frac{\left(-(-1)^{j} + 6j + 3\right)}{-(-1)^{i} + 6i + 3} - 1$$

o inclusive:

$$\frac{-(-1)^{j} + 6j + 3}{-(-1)^{i} + 6i + 3}$$

Si se altera el intervalo de la suma de i

En esta y otras fórmulas se entiende el papel del número candidato a primo es mediante:

$$\frac{\left(-(-1)^{j} + 6j + 3\right)}{2}$$

El resultado más notable, es que se ha llegado a sacar nuevas formas de calcular $C_{(x)}$, con el fin de facilitar el manejo de la fórmula; y garantizar que puede estudiarse desde diferentes puntos de la matemática, en la teoría de números especialmente.

CONCLUSIONES

Se ha demostrado rigurosamente la fórmula contadora de números primos menores a un número dado; y gracias a ser correcta se ha encontrado la criba de Beimar Wilfredo López Subia, que puede ser explicada en el colegio.

Se ha mostrado algoritmos, fórmulas nuevas, estrategias y avances totalmente inéditos; para estudiar el número primo con detalle.

La criba de Beimar Wilfredo López Subia, está avalada mediante ejemplos numéricos, para que puede explicarse en el colegio de manera manual y así el estudiante puede aprender a encontrar la cantidad de números primos menores al número dado, sin conocer el número primo.

Si el estudiante desea conocer el número primo, puede hacerlo de manera rápida usando una fórmula sencilla, y sin uso de calculadora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LOPEZ SUBIA, Beimar Wilfredo. Fórmula para hallar la cifra de números primos menores que una cantidad dada. Rev. Cien. Tec. In. [online]. 2020, vol.18, n.22, pp.125-148. ISSN 2225-8787.
- Gracián, E. (2010). Los números primos. RBA LIBROS.
- Dominic, W. (2019). El origen del teorema de los números primos. MAA CONVERGENCE.
- Jara, V. & Sánchez, C. (2020). Nueva prueba de que la suma de los recíprocos de Primos diverge. MDPI MATHEMATICS