



**UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LOJA**



*Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables*

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

**Nombre:** Byron Montaña

**Fecha:** 26-05-2019

**Ciclo:** 6 "A"

### CONGRUENCIAL MULTIPLICATIVO EN JAVA

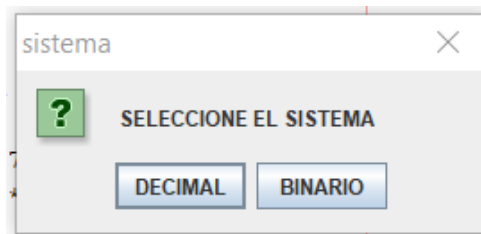
#### CODIGO

**LINK:** <https://github.com/byronmb/CONGRUENCIAL.git>

El generador congruencial multiplicativo se representa de la siguiente manera:

$$X_{n+1} = aX_n \bmod m$$

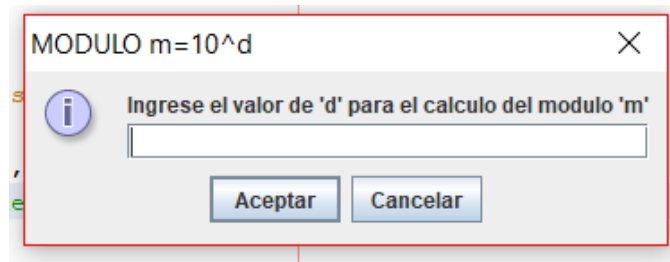
- En primer lugar, se presenta una ventana para elegir con cuál de los 2 sistemas se desea trabajar.



#### SISTEMA DECIMAL

- Para determinar el valor de del módulo 'm' se lo realizar leyendo una variable 'd' para el cálculo respecto al sistema decimal  $m = 10^d$ .

```
d = Integer.parseInt(JOptionPane.showInputDialog(null, "Ingrese el valor de 'd' para el calculo del modulo 'm'", "MODULO \nm=10^d", JOptionPane.INFORMATION_MESSAGE));  
m = (int) Math.pow(10, d);  
System.out.println("El valor de m es " + m);
```



- El cálculo 'Xn' de la semilla se la realiza encontrando un numero relativo al módulo 'm' mediante un método que encuentra en número primo más cercano y su parámetro será el valor de m.

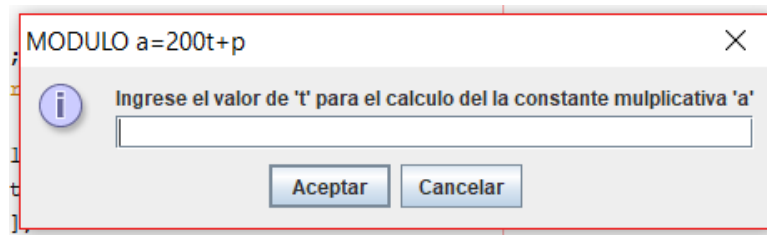
```
semilla = nPrimo_Cercano(m);
```

```
//Metodo para calcular el numero primo mas cercano
public static int nPrimo_Cercano(int num) {
    int cont = 2;
    boolean n_primo = true;

    while ((n_primo) && (cont != num)) {
        if (num % cont == 0) {
            n_primo = false;
        }
        cont++;
    }
    if (n_primo) {
        return num;
    } else {
        return nPrimo_Cercano(num - 1);
    }
}
```

- Para el cálculo de la constante multiplicativa 'a' se procede de acuerdo a la regla que dice que  $a = 200t + p$ . El valor de 'p' se menciona en el libro que puede ser cualquiera de unos valores que están definidos, por lo que los valores de 'p' se almacenan en un arreglo y de ese arreglo se toma un valor de forma aleatoria. Además, se lee un valor 't' para calcular el valor total de 'a';

```
int p[] = {3, 11, 13, 19, 21, 27, 29, 37, 53, 59, 61, 67, 69, 77, 83, 91};
int numeroaleat = (int) (Math.random() * p.length) + 1;
int p_selec = p[numeroaleat];
t = Integer.parseInt(JOptionPane.showInputDialog(null, "Ingrese el valor de 't' para el calculo del la constante mulplicativa 'a'", "MODULO \na=200t+p"));
a = (200 * t) + p_selec; //a = 200t + p
System.out.println("El valor de a es " + a);
System.out.println("El p seleccionado es " + p_selec);
```



- Para generar los números pseudoaleatorios se lo realiza mediante un ciclo repetitivo, en la cual la semilla se ira reemplazando por el valor del numero pseudoaleatorio correspondiente, además se crea una variable para guardar cada numero pseudoalatorio (0,1) y cada valor se agrega en una arreglo. El arreglo de numeros pseudoaleatorios servirá para realizar las pruebas de promedios y las pruebas de frecuencias, las cuales se explicaran mas adelante.

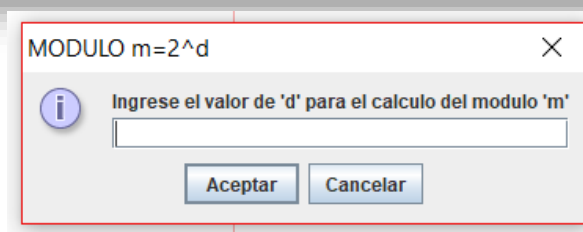
```
int aux = semilla;
System.out.println("n \t Xn \t Numeros Uniformes");
for (int i = 0; i < m; i++) {
    n_pseudo = (a * semilla) % m;
    n_uniformes = (double) semilla / m; //para calcular el valor del numero uniforme (0,1)
    System.out.println(i + 1 + " \t " + semilla + " \t " + semilla + "/" + m + " ==> " + df.format(n_uniformes));
    numeros.add(n_uniformes); //arreglo para guardadr los numeros para hacer las pruebas
    semilla = n_pseudo;
    if (i > 1 && aux == n_pseudo) {
        break;
    }
}

Metodos_Pruebas.prueba_Promedios(numeros); //llamo al metodo para la prueba de promedios
Metodos_Pruebas.prueba_Frecuencias(numeros);
```

## SISTEMA BINARIO

- Para determinar el valor de del módulo 'm' se lo realizar leyendo una variable 'd' para el cálculo respecto al sistema binario  $m = 2^d$ .

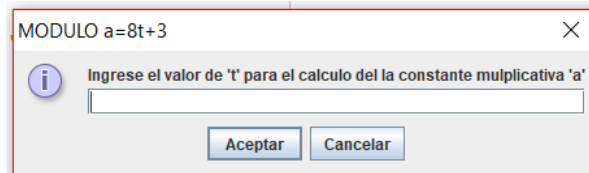
```
d = Integer.parseInt(JOptionPane.showInputDialog(null, "Ingrese el valor de 'd' para el calculo del modulo 'm'", "MODULO \nm=2^d",
m = (int) Math.pow(2, d);
System.out.println("El valor de m es " + m);
```



- Para el cálculo de la semilla 'Xn' se la realiza de la misma manera que en el Sistema decimal.

- Para el cálculo de la constante multiplicativa 'a' se procede de acuerdo a la regla que dice que  $a = 8t + 3$ . Por lo tanto, se lee un valor 't' para calcular el valor total de 'a';

```
t = Integer.parseInt(JOptionPane.showInputDialog(null, "Ingrese el valor de 't' para el calculo del la constante mulplicativa 'a'", "MODULO \na=8t+3",
a = (8 * t) + 3; //a = 8t + 3
System.out.println("El valor de a es " + a);
```



- Para generar los números pseudoaleatorios se lo realiza mediante un ciclo repetitivo, en la cual la semilla se ira reemplazando por el valor del número pseudoaleatorio correspondiente, además se crea una variable para guardar cada número pseudoaleatorio (0,1) y cada valor se agrega en un arreglo. El arreglo de números pseudoaleatorios servirá para realizar las pruebas de promedios y las pruebas de frecuencias, las cuales se explicarán más adelante.

```
int periodo = m / 4;
System.out.println("n \t Xn \t Numeros uniformes");
for (int i = 0; i < periodo; i++) {
    n_pseudo = (a * semilla) % m;
    n_uniformes = (double) semilla / m; //para calcular el valor del numero uniforme (0,1)
    System.out.println(i + 1 + "\t" + semilla + "\t" + semilla + "/" + m + " ==> " + df.format(n_uniformes));
    numeros.add(n_uniformes); //arreglo para guardadr los numeros para hacer las pruebas
    semilla = n_pseudo;
}
Metodos_Pruebas.prueba_Promedios(numeros);
Metodos_Pruebas.prueba_Frecuencias(numeros);
```

## PROMEDIOS

Para el cálculo de la prueba de promedios se lo realizó mediante un método el cual toma como parámetro el valor del arreglo de números pseudoaleatorios generados. Con este arreglo se puede determinar el tamaño del mismo para calcular la media de los valores del arreglo.

El valor del estadístico  $Z_0$  se lo realiza basándose en la formula  $Z_0 = \frac{(\bar{x} - 1/2)\sqrt{N}}{\sqrt{1/12}}$ .

Luego se compara si el valor absoluto de  $Z_0$  es menor con el valor de  $Z_{\alpha/2}$ , si se supone un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 5% entonces  $Z_{\alpha/2}$  será igual a 1,96.

Si la comparación es verdadera No se puede rechazar la hipótesis de que los números pseudoaleatorios tienen un nivel esperado de aceptación de 0.5

```
public static void prueba_Promedios(ArrayList<Double> n_pseudoaleatorios) {
    System.out.println("\nPRUEBA DE PROMEDIOS");
    double suma = 0.00;
    int N = n_pseudoaleatorios.size();
    for (int i = 0; i < N; i++) {
        suma = suma + n_pseudoaleatorios.get(i);
    }
    double media = suma / N;
    //Z0=((media-0.5)*raiz N) / (raiz 1/12)
    double Z0 = ((media - 0.5) * Math.sqrt(N)) / Math.sqrt(0.083333); //ESTADISTICO
    System.out.println("Media x --> " + media);
    System.out.println("Z0 --> " + Z0);
    if (Math.abs(Z0) < 1.96) { //nivel de significancia del 95%
        System.out.println("NO se puede rechazar la hipótesis de que los numeros pseudoaleatorios tienen un nivel esperado de aceptacion de 0.5");
    } else {
        System.out.println("SE rechaza la hipótesis de que los numeros pseudoaleatorios tienen un nivel esperado de aceptacion de 0.5");
    }
    System.out.println("-----");
}
```

## PRUEBA DE FRECUENCIAS

Para el cálculo de la prueba de frecuencias se lo realizó mediante un método el cual toma como parámetro el valor del arreglo de números pseudoaleatorios generados. Con este arreglo se puede determinar el tamaño del mismo para calcular la media de los valores del arreglo.

La prueba de frecuencias se basa en la formula 
$$X_0^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(FO_i - FE_i)^2}{FE_i}$$
 en donde:

FO es la frecuencia observada y

FE es la frecuencia esperada.

La frecuencia esperada se calcula mediante la fórmula  $N/n$  en la cual N es el total de números pseudoaleatorios y n es el número de intervalos que en esta ocasión tienen el valor de 5.

Se creó un arreglo que almacenara los valores que se tomaran en cuenta para calcular la frecuencia observada (1/n ,2/n,3/n .....).

Al determinar la frecuencia observada se procede a calcular el valor del estadístico de acuerdo

a la fórmula 
$$X_0^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(FO_i - FE_i)^2}{FE_i}$$
.

El valor del estadístico  $X_0^2$  se lo compara con el valor de chi cuadrado con (n-1) grados de libertad y un nivel de significancia  $\alpha$ .

Si se supone un nivel de significancia de 5% --> 0.05 entonces  $X_{0.05,4}^2 = 9,49$ .

Si el valor del estadístico  $X_0^2 < 9,49$  entonces NO se puede rechazar la hipótesis de que los números pseudoaleatorios provienen de una distribución uniforme.

```

public static void prueba_Frecuencias(ArrayList<Double> n_pseudoaleatorios) {
    System.out.println("\nPRUEBA DE FRECUENCIAS");
    int n = 5; // # de subintervalos
    int N = n_pseudoaleatorios.size();
    int f_esperada = N / n;
    int f_observada[] = new int[n];
    double valores[] = new double[n]; //los valores de .2 .4 .....
    double estadistico = 0.00; //valor del estadístico X
    System.out.println("FE\tFO");
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        int aux = 0;
        for (int j = 0; j < N; j++) {
            valores[i] = (double) (i + 1) / n; //.2 .4 ...
            if (i == 0) {
                if (n_pseudoaleatorios.get(j) < valores[i]) {
                    aux++;
                    f_observada[i] = aux;
                }
            } else {
                if ((n_pseudoaleatorios.get(j) < valores[i]) && (n_pseudoaleatorios.get(j) >= valores[i - 1])) {
                    aux++;
                    f_observada[i] = aux;
                }
            }
        }
        System.out.println(f_esperada + "\t" + f_observada[i] + " -> " + valores[i]);
        estadistico = estadistico + Math.pow((f_observada[i] - f_esperada), 2); // (FO-FE)^2
    }
    double X = (double) estadistico / f_esperada; //SUM((FO-FE)^2)/FE

    System.out.println("n--> " + n);
    System.out.println("(Xo)^2 --> " + X);
    //α nivel de significancia n-1 grados de libertad NC=1-α
    //con un vlaor de α de 0.05; y n=5 el valor de chi cuadrado seria --> X α,n-1 == 9,49
    double chi_cuadrado = 9.49;
    if (X < chi_cuadrado) {
        System.out.println("NO se puede rechaza la hipotesis de que los numeros pseudoaleatorios provienen de una distribucion uniforme");
    } else {
        System.out.println("SE rechazar la hipotesis de que los numeros pseudoaleatorios provienen de una distribucion uniforme");
    }
}

```

## PRESENTACION DE LOS RESULTADOS

<<<<< SISTEMA DECIMAL >>>>>>

El valor de m es 100

El valor de semilla Xn es 97

El valor de a es 67

El p seleccionado es 67

n	Xn	Numeros Uniformes
1	97	97/100 ==> 0,97000
2	99	99/100 ==> 0,99000
3	33	33/100 ==> 0,33000
4	11	11/100 ==> 0,11000
5	37	37/100 ==> 0,37000
6	79	79/100 ==> 0,79000
7	93	93/100 ==> 0,93000
8	31	31/100 ==> 0,31000
9	77	77/100 ==> 0,77000
10	59	59/100 ==> 0,59000
11	53	53/100 ==> 0,53000
12	51	51/100 ==> 0,51000
13	17	17/100 ==> 0,17000
14	39	39/100 ==> 0,39000
15	13	13/100 ==> 0,13000
16	71	71/100 ==> 0,71000
17	57	57/100 ==> 0,57000
18	19	19/100 ==> 0,19000
19	73	73/100 ==> 0,73000
20	91	91/100 ==> 0,91000

PRUEBA DE PROMEDIOS

Media x --> 0.55

Zo --> 0.7745982184394702

NO se puede rechaza la hipotesis de que los numeros pseudoaleatorios tienen un nivel esperado de aceptacion de 0.5

PRUEBA DE FRECUENCIAS

FE	FO
4	4 -> 0.2
4	4 -> 0.4
4	4 -> 0.6
4	4 -> 0.8
4	4 -> 1.0

n--> 5

(Xo)^2 --> 0.0

NO se puede rechaza la hipotesis de que los numeros pseudoaleatorios provienen de una distribucion uniforme

<<<<< SISTEMA BINARIO >>>>>>

El valor de m es 32

El valor de semilla Xn es 31

El valor de a es 11

n	Xn	Numeros uniformes
1	31	31/32 ==> 0,96875
2	21	21/32 ==> 0,65625
3	7	7/32 ==> 0,21875
4	13	13/32 ==> 0,40625
5	15	15/32 ==> 0,46875
6	5	5/32 ==> 0,15625
7	23	23/32 ==> 0,71875
8	29	29/32 ==> 0,90625

PRUEBA DE PROMEDIOS

Media x --> 0.5625

Zo --> 0.6123736604443402

NO se puede rechaza la hipotesis de que los numeros pseudoaleatorios tienen un nivel esperado de aceptacion de 0.5

PRUEBA DE FRECUENCIAS

FE	FO
1	1 -> 0.2
1	1 -> 0.4
1	2 -> 0.6
1	2 -> 0.8
1	2 -> 1.0

n--> 5

(Xo)^2 --> 3.0

NO se puede rechaza la hipotesis de que los numeros pseudoaleatorios provienen de una distribucion uniforme