# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**PERIODO ACADÉMICO: OCTUBRE 2019 MARZO 2020**

PRACTICA # 6

ASIGNATURA: SIMULACIÓN

**RESULTADO DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA: Entiende los métodos de convolución, composición y transformación directa**

**TIEMPO PLANIFICADO: 3 HORAS**

**NUMERO DE ESTUDIANTES: Sexto ciclo (Paralelo A)**

## TEMA: Generación de variables aleatorias

1. **OBJETIVOS:**
   * Comprende los métodos de generación de variables aleatorias.
   * Usa los conocimientos aprendidos en teoría para su posterior aplicación práctica.

## RECURSOS NECESARIOS:

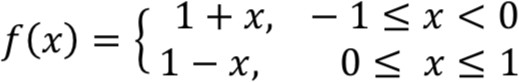
* + Java, Netbeans, Excel
  + Computador de Laboratorios

## INSTRUCCIONES:

* + Prohibido consumo de alimentos
  + Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
  + Prohibido jugar
  + Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo
  + Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.
  + Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
  + Uso adecuado de equipos

## ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

1. Genere la variable aleatoria para la siguiente distribución usando el método de composición.



|  |  |
| --- | --- |
| x0 | 13 |
| a | 15 |
| c | 27 |
| mod | 100 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | X0 | Xn-1 | aXn+c/mod | ri | x |
| 1 | 22 | 2,82 | 82 | 0,82 | 0,281 |
| 2 | 82 | 12,57 | 57 | 0,57 | 0,068 |
| 3 | 57 | 8,82 | 77 | 0,77 | 0,241 |
| 4 | 77 | 11,82 | 57 | 0,57 | 0,068 |
| 5 | 57 | 8,82 | 77 | 0,77 | 0,241 |
| 6 | 77 | 11,82 | 57 | 0,57 | 0,068 |
| 7 | 57 | 8,82 | 77 | 0,77 | 0,241 |
| 8 | 77 | 11,82 | 57 | 0,57 | 0,068 |
| 9 | 57 | 8,82 | 77 | 0,77 | 0,241 |
| 10 | 77 | 11,82 | 57 | 0,57 | 0,068 |
| 11 | 57 | 8,82 | 77 | 0,77 | 0,241 |
| 12 | 77 | 11,82 | 57 | 0,57 | 0,068 |
| 13 | 57 | 8,82 | 77 | 0,77 | 0,241 |
| 14 | 77 | 11,82 | 57 | 0,57 | 0,068 |
| 15 | 57 | 8,82 | 77 | 0,77 | 0,241 |
| 16 | 77 | 11,82 | 57 | 0,57 | 0,068 |
| 17 | 57 | 8,82 | 77 | 0,77 | 0,241 |
| 18 | 77 | 11,82 | 57 | 0,57 | 0,068 |
| 19 | 57 | 8,82 | 77 | 0,77 | 0,241 |
| 20 | 77 | 11,82 | 57 | 0,57 | 0,068 |

|  |  |
| --- | --- |
| x0 | 13 |
| a | 15 |
| c | 27 |
| mod | 100 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | X0 | Xn-1 | aXn+c/mod | ri | x |
| 1 | 22 | 2,82 | 82 | 0,82 | 0,640 |
| 2 | 82 | 12,57 | 57 | 0,57 | 0,140 |
| 3 | 57 | 8,82 | 77 | 0,77 | 0,540 |
| 4 | 77 | 11,82 | 57 | 0,57 | 0,140 |
| 5 | 57 | 8,82 | 77 | 0,77 | 0,540 |
| 6 | 77 | 11,82 | 57 | 0,57 | 0,140 |
| 7 | 57 | 8,82 | 77 | 0,77 | 0,540 |
| 8 | 77 | 11,82 | 57 | 0,57 | 0,140 |
| 9 | 57 | 8,82 | 77 | 0,77 | 0,540 |
| 10 | 77 | 11,82 | 57 | 0,57 | 0,140 |
| 11 | 57 | 8,82 | 77 | 0,77 | 0,540 |
| 12 | 77 | 11,82 | 57 | 0,57 | 0,140 |
| 13 | 57 | 8,82 | 77 | 0,77 | 0,540 |
| 14 | 77 | 11,82 | 57 | 0,57 | 0,140 |
| 15 | 57 | 8,82 | 77 | 0,77 | 0,540 |
| 16 | 77 | 11,82 | 57 | 0,57 | 0,140 |
| 17 | 57 | 8,82 | 77 | 0,77 | 0,540 |
| 18 | 77 | 11,82 | 57 | 0,57 | 0,140 |
| 19 | 57 | 8,82 | 77 | 0,77 | 0,540 |
| 20 | 77 | 11,82 | 57 | 0,57 | 0,140 |

1. Mediante una hoja de cálculo, genere 50 variables aleatorias:
   * Distribuidas de forma normal con media 50 y varianza 36

|  |  |
| --- | --- |
| µ | 50 |
| σ | 6 |
| X0 | 3 |
| a | 111 |
| C | 21 |
| Mod | 100 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | X0 | Xn-1 | aXn+c/mod | ri | |  | | --- | |  | |  | variables |
| 1 | 3 | 3,54 | 54 | 0,27 | 3,2 | -2,8 | 33,44 |
| 2 | 54 | 60,15 | 15 | 0,075 | 0,9 | -5,1 | 19,4 |
| 3 | 15 | 16,86 | 86 | 0,43 | 5,2 | -0,8 | 44,96 |
| 4 | 86 | 95,67 | 67 | 0,335 | 4,0 | -2,0 | 38,12 |
| 5 | 67 | 74,58 | 58 | 0,29 | 3,5 | -2,5 | 34,88 |
| 6 | 58 | 64,59 | 59 | 0,295 | 3,5 | -2,5 | 35,24 |
| 7 | 59 | 65,7 | 70 | 0,35 | 4,2 | -1,8 | 39,2 |
| 8 | 70 | 77,91 | 91 | 0,455 | 5,5 | -0,5 | 46,76 |
| 9 | 91 | 101,22 | 22 | 0,11 | 1,3 | -4,7 | 21,92 |
| 10 | 22 | 24,63 | 63 | 0,315 | 3,8 | -2,2 | 36,68 |
| 11 | 63 | 70,14 | 14 | 0,07 | 0,8 | -5,2 | 19,04 |
| 12 | 14 | 15,75 | 75 | 0,375 | 4,5 | -1,5 | 41 |
| 13 | 75 | 83,46 | 46 | 0,23 | 2,8 | -3,2 | 30,56 |
| 14 | 46 | 51,27 | 27 | 0,135 | 1,6 | -4,4 | 23,72 |
| 15 | 27 | 30,18 | 18 | 0,09 | 1,1 | -4,9 | 20,48 |
| 16 | 18 | 20,19 | 19 | 0,095 | 1,1 | -4,9 | 20,84 |
| 17 | 19 | 21,3 | 30 | 0,15 | 1,8 | -4,2 | 24,8 |
| 18 | 30 | 33,51 | 51 | 0,255 | 3,1 | -2,9 | 32,36 |
| 19 | 51 | 56,82 | 82 | 0,41 | 4,9 | -1,1 | 43,52 |
| 20 | 82 | 91,23 | 23 | 0,115 | 1,4 | -4,6 | 22,28 |
| 21 | 23 | 25,74 | 74 | 0,37 | 4,4 | -1,6 | 40,64 |
| 22 | 74 | 82,35 | 35 | 0,35 | 4,2 | -1,8 | 39,2 |
| 23 | 35 | 39,06 | 6 | 0,06 | 0,7 | -5,3 | 18,32 |
| 24 | 6 | 6,87 | 87 | 0,87 | 10,4 | 4,4 | 76,64 |
| 25 | 87 | 96,78 | 78 | 0,78 | 9,4 | 3,4 | 70,16 |
| 26 | 78 | 86,79 | 79 | 0,79 | 9,5 | 3,5 | 70,88 |
| 27 | 79 | 87,9 | 90 | 0,9 | 10,8 | 4,8 | 78,8 |
| 28 | 90 | 100,11 | 11 | 0,11 | 1,3 | -4,7 | 21,92 |
| 29 | 11 | 12,42 | 42 | 0,42 | 5,0 | -1,0 | 44,24 |
| 30 | 42 | 46,83 | 83 | 0,83 | 10,0 | 4,0 | 73,76 |
| 31 | 83 | 92,34 | 34 | 0,34 | 4,1 | -1,9 | 38,48 |
| 32 | 34 | 37,95 | 95 | 0,95 | 11,4 | 5,4 | 82,4 |
| 33 | 95 | 105,66 | 66 | 0,66 | 7,9 | 1,9 | 61,52 |
| 34 | 66 | 73,47 | 47 | 0,47 | 5,6 | -0,4 | 47,84 |
| 35 | 47 | 52,38 | 38 | 0,38 | 4,6 | -1,4 | 41,36 |
| 36 | 38 | 42,39 | 39 | 0,39 | 4,7 | -1,3 | 42,08 |
| 37 | 39 | 43,5 | 50 | 0,5 | 6,0 | 0,0 | 50 |
| 38 | 50 | 55,71 | 71 | 0,71 | 8,5 | 2,5 | 65,12 |
| 39 | 71 | 79,02 | 2 | 0,02 | 0,2 | -5,8 | 15,44 |
| 40 | 2 | 2,43 | 43 | 0,43 | 5,2 | -0,8 | 44,96 |
| 41 | 43 | 47,94 | 94 | 0,94 | 11,3 | 5,3 | 81,68 |
| 42 | 94 | 104,55 | 55 | 0,55 | 6,6 | 0,6 | 53,6 |
| 43 | 55 | 61,26 | 26 | 0,26 | 3,1 | -2,9 | 32,72 |
| 44 | 26 | 29,07 | 7 | 0,07 | 0,8 | -5,2 | 19,04 |
| 45 | 7 | 7,98 | 98 | 0,98 | 11,8 | 5,8 | 84,56 |
| 46 | 98 | 108,99 | 99 | 0,99 | 11,9 | 5,9 | 85,28 |
| 47 | 99 | 110,1 | 10 | 0,1 | 1,2 | -4,8 | 21,2 |
| 48 | 10 | 11,31 | 31 | 0,31 | 3,7 | -2,3 | 36,32 |
| 49 | 31 | 34,62 | 62 | 0,62 | 7,4 | 1,4 | 58,64 |
| 50 | 62 | 69,03 | 3 | 0,03 | 0,4 | -5,6 | 16,16 |

* + Con distribución binomial y parámetros N = 5, p = 0.3, q = 0.7

|  |  |
| --- | --- |
| p | 0,3 |
| q | 0,7 |
| X0 | 111 |
| a | 71 |
| c | 53 |
| mod | 53 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | X0 | Xn-1 | aXn+c/mod | ri | Bex |
| 1 | 3 | 3,54 | 37 | 0,69811 | 0 |
| 2 | 37 | 41,28 | 24 | 0,45283 | 0 |
| 3 | 24 | 26,85 | 17 | 0,32075 | 0 |
| 4 | 17 | 19,08 | 1 | 0,01887 | 0 |
| 5 | 1 | 1,32 | 25 | 0,47170 | 0 |
| 6 | 25 | 27,96 | 42 | 0,79245 | 1 |
| 7 | 42 | 46,83 | 43 | 0,81132 | 1 |
| 8 | 43 | 47,94 | 15 | 0,28302 | 0 |
| 9 | 15 | 16,86 | 4 | 0,07547 | 0 |
| 10 | 4 | 4,65 | 47 | 0,88679 | 1 |
| 11 | 47 | 52,38 | 9 | 0,16981 | 0 |
| 12 | 9 | 10,2 | 13 | 0,24528 | 0 |
| 13 | 13 | 14,64 | 7 | 0,13208 | 0 |
| 14 | 7 | 7,98 | 16 | 0,30189 | 0 |
| 15 | 16 | 17,97 | 29 | 0,54717 | 0 |
| 16 | 29 | 32,4 | 36 | 0,67925 | 0 |
| 17 | 36 | 40,17 | 52 | 0,98113 | 1 |
| 18 | 52 | 57,93 | 28 | 0,52830 | 0 |
| 19 | 28 | 31,29 | 11 | 0,20755 | 0 |
| 20 | 11 | 12,42 | 10 | 0,18868 | 0 |
| 21 | 10 | 11,31 | 38 | 0,71698 | 1 |
| 22 | 38 | 42,39 | 49 | 0,92453 | 1 |
| 23 | 49 | 54,6 | 6 | 0,11321 | 0 |
| 24 | 6 | 6,87 | 44 | 0,83019 | 1 |
| 25 | 44 | 49,05 | 40 | 0,75472 | 1 |
| 26 | 40 | 44,61 | 46 | 0,86792 | 1 |
| 27 | 46 | 51,27 | 37 | 0,69811 | 1 |
| 28 | 37 | 41,28 | 24 | 0,45283 | 0 |
| 29 | 24 | 26,85 | 17 | 0,32075 | 0 |
| 30 | 17 | 19,08 | 1 | 0,01887 | 0 |
| 31 | 1 | 1,32 | 25 | 0,47170 | 0 |
| 32 | 25 | 27,96 | 42 | 0,79245 | 1 |
| 33 | 42 | 46,83 | 43 | 0,81132 | 1 |
| 34 | 43 | 47,94 | 15 | 0,28302 | 0 |
| 35 | 15 | 16,86 | 4 | 0,07547 | 0 |
| 36 | 4 | 4,65 | 47 | 0,88679 | 1 |
| 37 | 47 | 52,38 | 9 | 0,16981 | 0 |
| 38 | 9 | 10,2 | 13 | 0,24528 | 0 |
| 39 | 13 | 14,64 | 7 | 0,13208 | 0 |
| 40 | 7 | 7,98 | 16 | 0,30189 | 0 |
| 41 | 16 | 17,97 | 29 | 0,54717 | 0 |
| 42 | 29 | 32,4 | 36 | 0,67925 | 0 |
| 43 | 36 | 40,17 | 52 | 0,98113 | 1 |
| 44 | 52 | 57,93 | 28 | 0,52830 | 0 |
| 45 | 28 | 31,29 | 11 | 0,20755 | 0 |
| 46 | 11 | 12,42 | 10 | 0,18868 | 0 |
| 47 | 10 | 11,31 | 38 | 0,71698 | 1 |
| 48 | 38 | 42,39 | 49 | 0,92453 | 1 |
| 49 | 49 | 54,6 | 6 | 0,11321 | 0 |
| 50 | 6 | 6,87 | 44 | 0,83019 | 1 |

* + Con distribución Erlang con parámetro de forma 4 y media 20.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n   |  | | --- | |  | |  | |  | | --- | |  | | |  | | --- | |  | | |  | | --- | |  | | Y |
| 1 | 0,6981 | 0,7547 | 0,1132 | 0,7170 | 15,7601 |
| 2 | 0,4528 | 0,8679 | 0,8302 | 0,9245 | 5,9923 |
| 3 | 0,3208 | 0,6981 | 0,7547 | 0,1132 | 19,7820 |
| 4 | 0,0189 | 0,4528 | 0,8679 | 0,8302 | 25,4514 |
| 5 | 0,4717 | 0,3208 | 0,6981 | 0,7547 | 12,6464 |
| 6 | 0,7925 | 0,0189 | 0,4528 | 0,8679 | 25,6840 |
| 7 | 0,8113 | 0,4717 | 0,3208 | 0,6981 | 12,2848 |
| 8 | 0,2830 | 0,7925 | 0,0189 | 0,4528 | 31,2870 |
| 9 | 0,0755 | 0,8113 | 0,4717 | 0,3208 | 23,4079 |
| 10 | 0,8868 | 0,2830 | 0,7925 | 0,0189 | 27,9265 |
| 11 | 0,1698 | 0,0755 | 0,8113 | 0,4717 | 26,5879 |
| 12 | 0,2453 | 0,8868 | 0,2830 | 0,7925 | 15,1018 |
| 13 | 0,1321 | 0,1698 | 0,0755 | 0,8113 | 32,9527 |
| 14 | 0,3019 | 0,2453 | 0,8868 | 0,2830 | 19,9272 |
| 15 | 0,5472 | 0,1321 | 0,1698 | 0,0755 | 34,9222 |
| 16 | 0,6792 | 0,3019 | 0,2453 | 0,8868 | 15,5498 |
| 17 | 0,9811 | 0,5472 | 0,1321 | 0,1698 | 22,0975 |
| 18 | 0,5283 | 0,6792 | 0,3019 | 0,2453 | 18,1395 |
| 19 | 0,2075 | 0,9811 | 0,5472 | 0,1321 | 21,0941 |
| 20 | 0,1887 | 0,5283 | 0,6792 | 0,3019 | 19,4514 |
| 21 | 0,7170 | 0,2075 | 0,9811 | 0,5472 | 12,6357 |
| 22 | 0,9245 | 0,1887 | 0,5283 | 0,6792 | 13,8552 |
| 23 | 0,1132 | 0,7170 | 0,2075 | 0,9811 | 20,5134 |
| 24 | 0,8302 | 0,9245 | 0,1887 | 0,5283 | 12,8518 |
| 25 | 0,7547 | 0,1132 | 0,7170 | 0,2075 | 21,8252 |
| 26 | 0,8679 | 0,8302 | 0,9245 | 0,1887 | 10,3697 |
| 27 | 0,6981 | 0,7547 | 0,1132 | 0,7170 | 15,7601 |
| 28 | 0,4528 | 0,8679 | 0,8302 | 0,9245 | 5,9923 |
| 29 | 0,3208 | 0,6981 | 0,7547 | 0,1132 | 19,7820 |
| 30 | 0,0189 | 0,4528 | 0,8679 | 0,8302 | 25,4514 |
| 31 | 0,4717 | 0,3208 | 0,6981 | 0,7547 | 12,6464 |
| 32 | 0,7925 | 0,0189 | 0,4528 | 0,8679 | 25,6840 |
| 33 | 0,8113 | 0,4717 | 0,3208 | 0,6981 | 12,2848 |
| 34 | 0,2830 | 0,7925 | 0,0189 | 0,4528 | 31,2870 |
| 35 | 0,0755 | 0,8113 | 0,4717 | 0,3208 | 23,4079 |
| 36 | 0,8868 | 0,2830 | 0,7925 | 0,0189 | 27,9265 |
| 37 | 0,1698 | 0,0755 | 0,8113 | 0,4717 | 26,5879 |
| 38 | 0,2453 | 0,8868 | 0,2830 | 0,7925 | 15,1018 |
| 39 | 0,1321 | 0,1698 | 0,0755 | 0,8113 | 32,9527 |
| 40 | 0,3019 | 0,2453 | 0,8868 | 0,2830 | 19,9272 |
| 41 | 0,5472 | 0,1321 | 0,1698 | 0,0755 | 34,9222 |
| 42 | 0,6792 | 0,3019 | 0,2453 | 0,8868 | 15,5498 |
| 43 | 0,9811 | 0,5472 | 0,1321 | 0,1698 | 22,0975 |
| 44 | 0,5283 | 0,6792 | 0,3019 | 0,2453 | 18,1395 |
| 45 | 0,2075 | 0,9811 | 0,5472 | 0,1321 | 21,0941 |
| 46 | 0,1887 | 0,5283 | 0,6792 | 0,3019 | 19,4514 |
| 47 | 0,7170 | 0,2075 | 0,9811 | 0,5472 | 12,6357 |
| 48 | 0,9245 | 0,1887 | 0,5283 | 0,6792 | 13,8552 |
| 49 | 0,1132 | 0,7170 | 0,2075 | 0,9811 | 20,5134 |
| 50 | 0,8302 | 0,9245 | 0,1887 | 0,5283 | 12,8518 |

## INVESTIGACIÓN COMPLEMENTARIA (a elaborar por el estudiante)

Investigar acerca del método del rechazo para la generación de variables aleatorias

Es un método que generar un valor de la variable aleatoria y comprovar que dicho valor simulado, proviene de la distribución de probabilidad que se está analizando. Para comprender la lógica de este método, suponga que f(x), fig.1 es una distribución de probabilidad acotada y con rango finito, es decir, a ≤ x ≤ b. De acuerdo a esta función de probabilidad, la aplicación del método de rechazo implica el desarrollo de los siguientes pasos:

* Generar dos números uniformes R1 y R2.
* Determinar el valor de la variable aleatoria x de acuerdo a la siguiente relación lineal de R1: x= a + (b - a) R1
* Evaluar la función de probabilidad en x= a + (b - a) R1.
* Determinar si la siguiente desigualdad se cumple: R2 ≤ f(a + (b - a) R1)/M
* Se utiliza a x= a + (b - a) R1 si la respuesta es afirmativa como un valor simulado de la variable aleatoria. De lo contrario, es necesario pasar nuevamente al paso 1 tantas veces como sea necesario.

La teoría sobre la que se apoya este método se basa en el hecho de que la probabilidad de que R2 ≤ f(x)/M es exactamente f(x)/M. Por consiguiente, si un número es cogido al azar de acuerdo a x= a + (b - a) R1 y rechazado si R2 > f(x)/M, entonces la distribución de probabilidad de las x’s aceptadas será exactamente f(x). Por otra parte, conviene señalar que si todas las x’s fueran aceptadas, entonces x estaría uniformemente distribuida entre a y b.

Finalmente, es necesario mencionar que algunos autores como Tocher, han demostrado que el número esperado de intentos para que x sea aceptada como una variable aleatoria que sigue una distribución de probabilidad f(x), es M. esto significa que este método podría ser un tanto ineficiente para ciertas distribuciones de probabilidad en las cuales la moda sea grande.

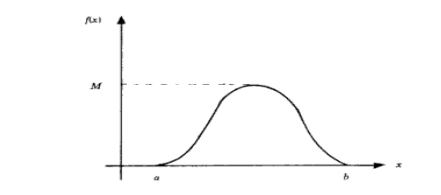


Figura 1 distribución de probabilidad

## DISCUSIÓN (a elaborar por el estudiante)

## En la siguiente práctica, para poder comprobar los métodos que se nos piden (distribución normal, composición, binomial, etc) se generaron números aleatorios mediante el generador congruencia mixto. Dichos números se emplearon para sustituir los valores en cada una de la fórmulas de cada método para obtener los resultados finales que mediante la herramienta Exel se hicieron los cálculos de forma más rápida y precisa.

1. **CONCLUSIONES (a elaborar por el estudiante)**

* Exel es una herramienta que permite realizar cálculos extremadamente grandes de forma rápida y precisa por lo que la generación de números pseudoaleatorios no llevo demasiado tiempo.

1. **RECOMENDACIONES (elaborar por elestudiante) BIBLIOGRAFÍA:**

* Para realizar cada uno de estos ejercicios es necesario tener en cuenta que los valores de ri hace referencia a los valores que son obtenidos mediante el generador congruencial mixto. Dichos valores serán los responsables de calcular los métodos que se nos piden.
* Peña Sánchez de Rivera, Daniel (2008). *Fundamentos de Estadística* (1ª edición). Alianza Editorial. p. 688. ISBN 9788420683805.

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA



-

Ropero Moriones, Eva (2009). *Manual de estadística empresarial* (1ª edición). Delta Publicaciones. p. 200. ISBN 9788492453214.

* Raul Coss, Libro base.

Firma del Presidente de Curso de Sexto A

Ing. Marlon Santiago Viñan Ludeña Mg. sc DOCENTE CIS