

Tarea 3 Evaluación aleatoriedad uniforme

Aaron Perez - Daniel Rojas

January 9, 2026

- Los generadores de números aleatorios son fundamentales en simulación y modelación.
- Los lenguajes de programación utilizan generadores pseudoaleatorios.
- Es necesario evaluar su calidad mediante pruebas estadísticas.
- Se analizan secuencias generadas en distintos lenguajes usando varias pruebas clásicas.

- Java
- Erlang
- C
- Python
- Scheme
- Rust

- Prueba de Promedios
- Prueba de Varianzas
- Prueba de Corridas
- Prueba de Huecos con Dígitos
- Prueba de Huecos con Números
- Prueba de Poker
- Prueba de Series

Prueba de promedios

$$n = 1000000$$

$$L = \mu \pm z(0.025) * \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$$

$$z(0.025) = 1.96$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{12}}$$

Lenguaje	Media Observada	Media Teórica	¿Pasa?
Java[0,1[	0.50002	0.5	Sí
Erlang[0,1[	0.5001	0.5	Sí
Python[0,1[	0.4998	0.5	Sí
Python[1,6]	3.4986	3.5	Sí
C[1,4]	2.4997	2.5	Sí
C[1,8]	4.4981	4.5	Sí
Scheme[1,20]	10.5005	10.5	Sí
Rust[0,1[	0.5002	0.5	Sí

Prueba de varianzas

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\chi_0^2 = \frac{(n-1) \times s^2}{\sigma^2}$$

$$\sigma^2 = \frac{(b-a+1)^2 - 1}{12}$$

$$\sigma^2 = \frac{(b-a)^2}{12}$$

$$\chi_{0.025, n-1} \leq \chi_0^2 \leq \chi_{0.975, n-1}$$

Lenguaje	χ_0^2	Limite	¿Pasa?
Java[0,1[	998911.70	[997229, 1002769]	Sí
Erlang[0,1[	999587.68	[997229, 1002769]	Sí
Python[0,1[	999736.27	[997229, 1002769]	Sí
Python[1,6]	1000369.33	[997229, 1002769]	Sí
C[1,4]	998726.39	[997229, 1002769]	Sí
C[1,8]	1000533.29	[997229, 1002769]	Sí
Scheme[1,20]	999235.46	[997229, 1002769]	Sí
Rust[0,1[	1000232.86	[997229, 1002769]	Sí

Prueba de corridas

$$f(n_i, n_{i+1}) = \begin{cases} + & \text{si } n_i \leq n_{i+1} \\ - & \text{si } n_i > n_{i+1} \end{cases}$$

$$E(h) = \frac{2n-1}{3}$$

$$\sigma(h) = \sqrt{\frac{16n-29}{90}}$$

Lenguaje	z_0	límite de aceptación	¿Pasa?
Java[0,1[	-0.4877	[-1.96, 1.96]	Sí
Erlang[0,1[	0.6198	[-1.96, 1.96]	Sí
Python[0,1[	1.05620	[-1.96, 1.96]	Sí
Python[1,6]	-1.5279	[-1.96, 1.96]	Sí
C[1,4]	-0.5975	[-1.96, 1.96]	Sí
C[1,8]	-1.2058	[-1.96, 1.96]	Sí
Scheme[1,20]	-0.4072	[-1.96, 1.96]	Sí
Rust[0,1[	-1.7637	[-1.96, 1.96]	Sí

Prueba de huecos con dígitos - Java

Huecos	fo	pe	fe	(fo-fe)	(fo-fe) ²	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
0	599681	0.1	599975.6	-294.6	86789.16	0.14
1	540703	0.09	539978.04	724.96	525567.0	0.97
2	486352	0.081	485980.23	371.76	138208.47	0.28
3	438090	0.0729	437382.21	707.79	500963.29	1.15
4	393587	0.0656	393583.99	3.01	9.04	0.0
5	353260	0.059	353985.60	-725.6	526501.16	1.49
6	318592	0.0531	318587.04	4.96	24.57	0.0
≥ 7	2869491	0.4783	2869683.29	-192.29	36977.29	0.01

$$\chi^2 = 4.04806$$

Punto de retraso = 14.07

$$4.0480 \leq 14.07$$

Prueba de huecos con dígitos - Python [0,1[

Huecos	fo	pe	fe	(fo-fe)	(fo-fe) ²	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
0	599483	0.1	599978.4	-495.4	245421.16	0.41
1	538864	0.09	539980.55	-1116.56	1246706.23	2.31
2	485424	0.081	485982.50	-558.5	311926.72	0.64
3	438596	0.0729	437384.25	1211.75	1468329.34	3.36
4	394231	0.0656	393585.83	645.17	416243.81	1.06
5	354266	0.059	353987.25	278.74	77698.22	0.22
6	319504	0.0531	318588.53	915.47	838084.59	2.63
≥ 7	2869416	0.4783	2869696.68	-280.69	78785.3	0.03

$$\chi^2 = 10.6518$$

Punto de retraso = 14.07

$$10.6518 \leq 14.07$$

Prueba de huecos con dígitos - Rust [0,1[

Huecos	fo	pe	fe	(fo-fe)	(fo-fe) ²	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
0	600358	0.1	599976.8	381.2	145313.44	0.24
1	539645	0.09	539979.12	-334.12	111636.17	0.21
2	486086	0.081	485981.20	104.79	10981.36	0.02
3	438736	0.0729	437383.08	1352.91	1830373.04	4.18
4	392828	0.0656	393584.78	-756.78	572717.18	1.46
5	355175	0.059	353986.312	1188.69	1412979.16	3.99
6	318318	0.0531	318587.68	-269.68	72727.73	0.23
≥ 7	2868622	0.4783	2869689.03	-1067.03	1138562.41	0.4

$$\chi^2 = 10.7281$$

Punto de retraso = 14.07

$$10.7281 \leq 14.07$$

Prueba de huecos con dígitos - Python[1-6]

Huecos	fo	pe	fe	(fo-fe)	(fo-fe) ²	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
0	166863	0.16	166665.66	197.33	38940.44	0.23
1	138543	0.13	138888.05	-345.06	119063.34	0.86
2	116329	0.11	115740.04	588.95	346866.47	3.0
3	96392	0.09	96450.03	-58.04	3368.48	0.03
4	79984	0.08	80375.03	-391.03	152906.14	1.9
5	66768	0.06	66979.19	-211.19	44602.68	0.67
6	55763	0.05	55815.99	-52.99	2808.42	0.05
≥ 7	279352	0.27	279079.97	272.03	73998.83	0.27

$$\chi^2 = 7.0065$$

$$\text{Punto de retraso} = 14.07$$

$$7.0065 \leq 14.07$$

Prueba de huecos con dígitos - C[1-4]

Huecos	fo	pe	fe	(fo-fe)	(fo-fe) ²	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
0	250098	0.25	249999.0	99.0	9801.0	0.04
1	187542	0.19	187499.25	42.75	1827.56	0.01
2	140721	0.14	140624.43	96.56	9324.32	0.07
3	105473	0.11	105468.32	4.67	21.83	0.0
4	79163	0.08	79101.24	61.75	3813.54	0.05
5	58991	0.06	59325.93	-334.93	112181.17	1.89
6	44264	0.04	44494.45	-230.45	53107.63	1.19
≥ 7	133744	0.13	133483.35	260.65	67936.97	0.51

$$\chi^2 = 3.7571$$

$$\text{Punto de retraso} = 14.07$$

$$3.7571 \leq 14.07$$

Prueba de huecos con dígitos - C[1-8]

Huecos	fo	pe	fe	(fo-fe)	(fo-fe) ²	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
0	125230	0.12	124999.0	231.0	53361.0	0.43
1	109162	0.11	109374.12	-212.12	44997.02	0.41
2	96086	0.1	95702.35	383.64	147180.13	1.54
3	83216	0.08	83739.56	-523.56	274119.74	3.27
4	73032	0.07	73272.11	-240.12	57657.08	0.79
5	63785	0.06	64113.10	-328.1	107652.26	1.68
6	56374	0.06	56098.96	275.03	75643.68	1.35
≥ 7	393107	0.39	392692.76	414.24	171592.95	0.44

$$\chi^2 = 9.9010$$

$$\text{Punto de retraso} = 14.07$$

$$9.9010 \leq 14.07$$

Prueba de huecos con dígitos - Scheme[1-20]

Huecos	fo	pe	fe	(fo-fe)	(fo-fe) ²	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
0	49661	0.05	49999.0	-338.0	114244.0	2.28
1	47645	0.05	47499.05	145.95	21301.4	0.45
2	45206	0.05	45124.09	81.9	6708.02	0.15
3	43113	0.04	42867.89	245.11	60077.63	1.4
4	41136	0.04	40724.49	411.5	169333.9	4.16
5	38415	0.04	38688.27	-273.27	74678.18	1.93
6	36749	0.04	36753.85	-4.86	23.61	0.0
≥ 7	698055	0.7	698323.32	-268.33	72000.64	0.1

$$\chi^2 = 10.4755$$

Punto de retraso = 14.07

$$10.4755 \leq 14.07$$

Prueba de huecos con Numeros - Java

Huecos	fo	pe	fe	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
0	250101	0.5	250000	0.0408
1	125159	0.25	125000	0.2022
2	62330	0.125	62500	0.4624
3	31195	0.0625	31250	0.0968
4	15582	0.03125	15625	0.1184
5	7933	0.015625	7812	1.8721
6	3892	0.007812	3906.25	0.0519
≥ 7	3892	0.007812	3906.25	0.0519

$$\chi^2 = 2.89$$

Punto de retraso = 14.067

$$2.89 \leq 14.067$$

Prueba de huecos con Numeros - Erlang

Huecos	fo	pe	fe	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
0	250960	0.5	250000	2.1150
1	124689	0.25	125000	1.4589
2	62361	0.125	62500	0.6211
3	31218	0.0625	31250	0.1192
4	15533	0.03125	15625	0.7256
5	7772	0.015625	7812	0.2917
6	3927	0.007812	3906.25	0.0749
≥ 7	4005	0.007812	3906.25	2.3139

$$\chi^2 = 7.72$$

$$\text{Punto de retraso} = 14.067$$

$$7.72 \leq 14.067$$

Prueba de huecos con Numeros - Python [0,1[

Huecos	fo	pe	fe	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
0	249655	0.5	250000	0.4761
1	125287	0.25	125000	0.6589
2	62286	0.125	62500	0.7317
3	31443	0.0625	31250	1.19197
4	15420	0.03125	15625	2.6886
5	7849	0.015625	7812	0.1742
6	3962	0.007812	3906.25	0.7937
≥ 7	3918	0.007812	3906.25	0.0333

$$\chi^2 = 6.69$$

Punto de retraso = 14.067

$$6.69 \leq 14.067$$

Prueba de huecos con Numeros - Rust [0,1[

Huecos	fo	pe	fe	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
0	250725	0.5	250000	1.0538
1	124643	0.25	125000	1.711
2	62581	0.125	62500	0.0126
3	31350	0.0625	31250	0.1730
4	15621	0.03125	15625	0.0189
5	7652	0.015625	7812	3.5714
6	3921	0.007812	3906.25	0.0335
≥ 7	3930	0.007812	3906.25	0.1069

$$\chi^2 = 6.68$$

Punto de retraso = 14.067

$$6.68 \leq 14.067$$

Prueba de huecos con Numeros - Python[1-6]

Huecos	fo	pe	fe	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
0	27584	0.1667	27777.78	0.7774
1	22830	0.13889	23148.15	3.3690
2	19344	0.1157407	19290.12	0.3883
3	16200	0.0964506	16075.10	1.4409
4	13323	0.0803755	13395.92	0.1890
5	11349	0.007812	11163.26	3.7562
6	9186	0.00390625	9302.72	1.0984
≥ 7	46569	0.00390625	60678.62	0.3866

$$\chi^2 = 11.41$$

$$\text{Punto de retraso} = 14.067$$

$$11.41 \leq 14.067$$

Prueba de huecos con Numeros - C[1-4]

Huecos	fo	pe	fe	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
0	62833	0.25	62500.00	0.9356
1	46962	0.1875	46875.00	0.0074
2	35216	0.140625	35156.25	0.0020
3	26409	0.10546875	26367.19	0.0004
4	19713	0.07910156	19775.39	0.4198
5	14574	0.05932617	14831.54	5.2458
6	11151	0.04449463	11123.66	0.0111
≥ 7	33506	0.13348389	33370.97	0.2235

$$\chi^2 = 6.85$$

$$\text{Punto de retraso} = 14.067$$

$$6.85 \leq 14.067$$

Prueba de huecos con Numeros - C[1-8]

Huecos	fo	pe	fe	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
0	15605	0.125	15625.00	0.0004
1	13682	0.109375	13671.88	0.0473
2	11876	0.095703125	11962.89	0.4519
3	10498	0.08374023	10467.53	0.1702
4	9112	0.07327271	9159.09	0.1482
5	8007	0.06411362	8014.20	0.0003
6	7054	0.05609941	7012.43	0.3487
≥ 7	49026	0.39269640	49087.05	0.0007

$$\chi^2 = 1.17$$

Punto de retraso = 14.067

$$1.17 \leq 14.067$$

Prueba de huecos con Numeros - Scheme[1-20]

Huecos	fo	pe	fe	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
0	2489	0.25	62500.00	4.017e-06
1	2344	0.1875	46875.00	0.1802
2	2198	0.140625	35156.25	1.0433
3	2166	0.10546875	26367.19	0.4770
4	1999	0.07910156	19775.39	0.3974
5	1836	0.05932617	14831.54	4.2072
6	1815	0.04449463	11123.66	0.1183
≥ 7	34935	0.13348389	33370.97	0.8349

$$\chi^2 = 7.26$$

$$\text{Punto de retraso} = 14.067$$

$$7.26 \leq 14.067$$

Prueba de Poker - Java

Mano	fo	pe	fe	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
Dif	60544	0.302400	60480.00	0.0677
Par	100885	0.504000	100800.00	0.0717
2Par	21385	0.108000	21600.00	2.1400
Trio	14472	0.072000	14400.00	0.3600
Full	1773	0.009000	1800.00	0.4050
Poker	922	0.004500	900.00	0.5378
Quint	19	0.000100	20.00	0.0500

$$\chi^2 = 3.63$$

Punto de rechazo = 12.592

$$3.63 \leq 12.592$$

Prueba de Poker - Erlang

Mano	fo	pe	fe	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
Dif	60584	0.302400	60480.00	0.1788
Par	100540	0.504000	100800.00	0.6706
2Par	21680	0.108000	21600.00	0.2963
Trio	14382	0.072000	14400.00	0.0225
Full	1830	0.009000	1800.00	0.5000
Poker	963	0.004500	900.00	4.4100
Quint	21	0.000100	20.00	0.0500

$$\chi^2 = 6.13$$

Punto de rechazo = 12.592

$$6.13 \leq 12.592$$

Prueba de Poker - Python [0,1[

Mano	fo	pe	fe	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
Dif	60527	0.302400	60480.00	0.0365
Par	100598	0.504000	100800.00	0.4048
2Par	21511	0.108000	21600.00	0.3667
Trio	14586	0.072000	14400.00	2.4025
Full	1840	0.009000	1800.00	0.8889
Poker	922	0.004500	900.00	0.5378
Quint	16	0.000100	20.00	0.8000

$$\chi^2 = 5.44$$

Punto de rechazo = 12.592

$$5.44 \leq 12.592$$

Prueba de Poker - Rust [0,1[

Mano	fo	pe	fe	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
Dif	60188	0.302400	60480.00	1.4098
Par	100914	0.504000	100800.00	0.1289
2Par	21619	0.108000	21600.00	0.0167
Trio	14503	0.072000	14400.00	0.7367
Full	1791	0.009000	1800.00	0.0450
Poker	966	0.004500	900.00	4.8400
Quint	19	0.000100	20.00	0.0500

$$\chi^2 = 7.23$$

Punto de rechazo = 12.592

$$7.23 \leq 12.592$$

Prueba de Poker - Python[1-6]

Mano	fo	pe	fe	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
Dif	18327	0.092593	18518.52	1.9807
Par	92919	0.462963	92592.59	1.1507
2Par	46305	0.231481	46296.30	0.0016
Trio	30872	0.154321	30864.20	0.0020
Full	7618	0.038580	7716.05	1.2459
Poker	3805	0.019290	3858.02	0.7288
Quint	154	0.000772	154.32	0.0007

$$\chi^2 = 5.11$$

Punto de rechazo = 12.592

$$5.11 \leq 12.592$$

Prueba de Poker - C[1-4]

Mano	fo	pe	fe	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
Dif	0	0.000000	0.00	0.0000
Par	46548	0.234375	46875.00	2.2812
2Par	70699	0.351562	70312.50	2.1245
Trio	46935	0.234375	46875.00	0.0768
Full	23400	0.117188	23437.50	0.0600
Poker	11581	0.058594	11718.75	1.6192
Quint	837	0.003906	781.25	3.9783

$$\chi^2 = 10.14$$

Punto de rechazo = 12.592

$$10.14 \leq 12.592$$

Prueba de Poker - C[1-8]

Mano	fo	pe	fe	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
Dif	41003	0.205078	41015.62	0.0039
Par	102389	0.512695	102539.06	0.2196
2Par	30813	0.153809	30761.72	0.0855
Trio	20598	0.102539	20507.81	0.3966
Full	3466	0.017090	3417.97	0.6750
Poker	1679	0.008545	1708.98	0.5261
Quint	52	0.000244	48.83	0.2060

$$\chi^2 = 2.11$$

Punto de rechazo = 12.592

$$2.11 \leq 12.592$$

Prueba de Poker - Scheme[1-20]

Mano	fo	pe	fe	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
Dif	60471	0.302400	60480.00	0.0013
Par	100719	0.504000	100800.00	0.0651
2Par	21617	0.108000	21600.00	0.0134
Trio	14539	0.072000	14400.00	1.3417
Full	1764	0.009000	1800.00	0.7200
Poker	878	0.004500	900.00	0.5378
Quint	12	0.000100	20.00	3.2000

$$\chi^2 = 5.88$$

Punto de rechazo = 12.592

$$5.88 \leq 12.592$$

Prueba de Series

Lenguaje	χ^2	Punto Crítico	¿Pasa?
Java[0,1[	25.37	36.415	Sí
Erlang[0,1[	24.91	36.415	Sí
Python[0,1[	14.48	36.415	Sí
Python[1,6]	41.52	49.79619	Sí
C[1,4]	24.03	24.9847	Sí
C[1,8]	61.03	82.525	Sí
Scheme[1,20]	382.57	446.573	Sí
Rust[0,1[	32.77	36.415	Sí

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_{o_i} - f_{e_i})^2}{f_{e_i}}$$

- f_{o_i} es la frecuencia observada en la clase i
- f_{e_i} es la frecuencia esperada en la clase i
- k es el número de clases

- Las secuencias de números aleatorios generadas en los distintos lenguajes fueron evaluadas mediante varias pruebas estadísticas clásicas. En la mayoría de los casos, los estadísticos obtenidos se mantuvieron por debajo de los valores críticos, por lo que no se rechazó la hipótesis de aleatoriedad.
- Esto indica que los generadores pseudoaleatorios utilizados presentan un comportamiento adecuado para aplicaciones generales. Sin embargo, ninguna prueba individual garantiza aleatoriedad absoluta, por lo que es necesario aplicar múltiples pruebas de forma conjunta para obtener conclusiones más confiables.