UNIVERSIDAD GALILEO

Postgrado en Análisis y Predicción de Datos

Curso: Algoritmos en la Ciencia de Datos Horario: lunes: 18:00 – 21:00

Tutor: PhD. Alberth Alvarado



Edgar Geovany Ocaña Orozco – 24010004 Andrea María Hernández Marroquín – 240110074

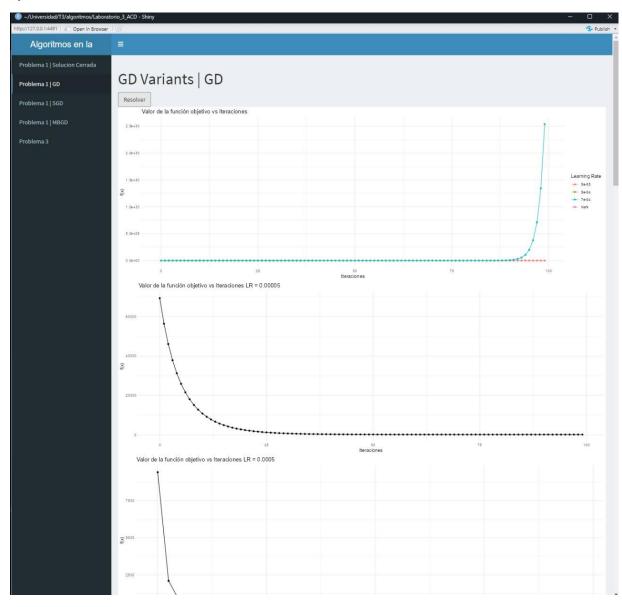
Guatemala, 15 de septiembre de 2024

2. SECCIÓN DOCUMENTAL DE EXPERIMENTACIÓN

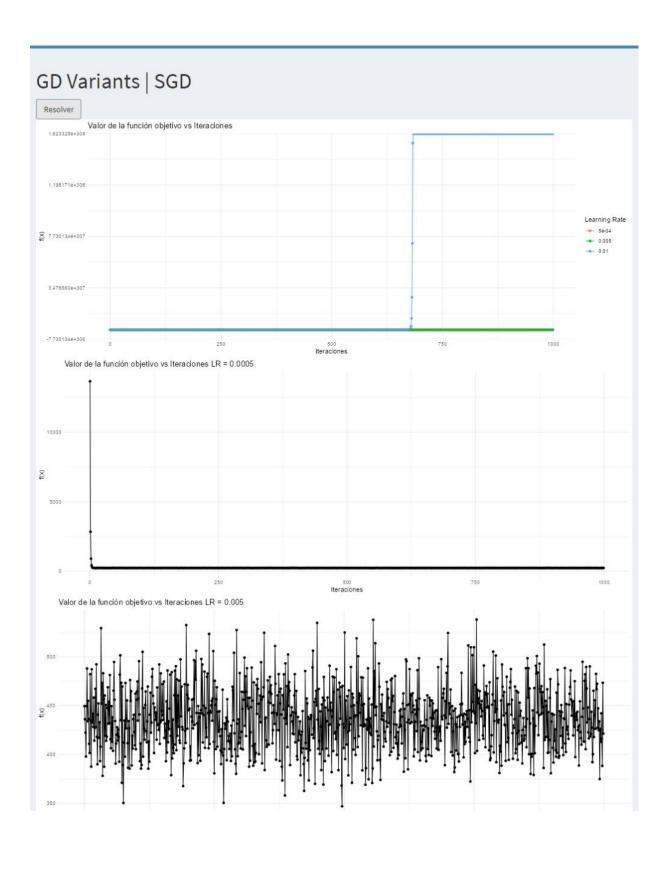
1) Solución Cerrada



2) GD



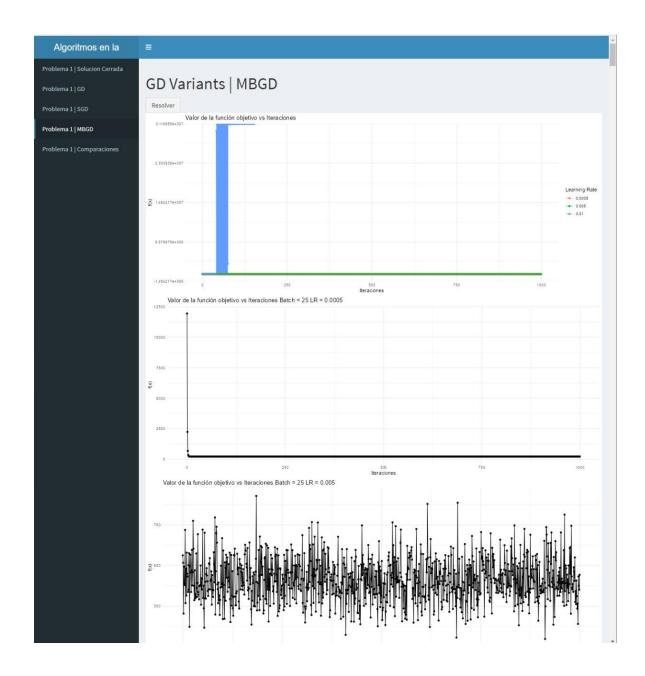
	0			25		Iteracione:	9	5
Iter_1	f_x_1	Learning_rate_1	Iter_2	f_x_2	Learning_rate_2	Iter_3	f_x_3	Learning_rate_3
0.00	69237.18	0.00	0.00	9399.80	0.00	0.00	33228.93	0.00
1.00	56315.09	0.00	1.00	2102.69	0.00	1.00	32162.55	0.00
2.00	46045.15	0.00	2.00	742,52	0.00	2.00	38604.90	0.00
3.00	37839.86	0.00	3.00	402.52	0.00	3.00	52009.98	0.00
4.00	31249.83	0.00	4.00	299.01	0.00	4.00	75915.71	0.00
5.00	25929.81	0.00	5.00	262.62	0.00	5.00	117601.02	0.00
6.00	21613.39	0.00	6.00	248.50	0.00	6.00	190415.43	0.00
7.00	18094.08	0.00	7.00	242.65	0.00	7.00	318494.87	0.00
8.00	15211.07	0.00	8.00	240.13	0.00	8.00	545508.57	0.00
9.00	12838.53	0.00	9.00	239.02	0.00	9.00	950729.18	0.00
10.00	10877.55	0.00	10.00	238.52	0.00	10.00	1678562.06	0.00
11.00	9249.98	0.00	11.00	238.29	0.00	11.00	2992891.90	0.00
12.00	7893.78	0.00	12.00	238.18	0.00	12.00	5377270.53	0.00
13.00	6759.47	0.00	13.00	238.13	0.00	13.00	9719890.31	0.00
14.00	5807.40	0.00	14.00	238.11	0.00	14.00	17655544.92	0.00
15.00	5005.63	0.00	15.00	238.10	0.00	15.00	32198542.22	0.00
16.00	4328.32	0.00	16.00	238.09	0.00	16.00	58915305.09	0.00
17.00	3754.48	0.00	17.00	238.09	0.00	17.00	108098787.66	0.00
18.00	3266.96	0.00	18.00	238.09	0.00	18.00	198803791.00	0.00
19.00	2851.71	0.00	19.00	238.09	0.00	19.00	366341034.30	0.00
20.00	2497.18	0.00	20.00	238.09	0.00	20.00	676203360.89	0.00
21.00	2193.81	0.00	21.00	238.09	0.00	21.00	1249959599.03	0.00
22.00	1933.66	0.00	22.00	238.09	0.00	22.00	2313425855.13	0.00
23.00	1710.15	0.00	23.00	238.09	0.00	23.00	4286323581.39	0.00
24.00	1517.76	0.00	24.00	238.09	0.00	24.00	7949229033.02	0.00
25.00	1351.87	0.00	25.00	238.09	0.00	25.00	14754574895.85	0.00
26.00	1208.60	0.00	26.00	238.09	0.00	26.00	27406228150.17	0.00
27.00	1084.68	0.00	27.00	238.09	0.00	27.00	50939986985.22	0.00
28.00	977.34	0.00	28.00	238.09	0.00	28.00	94738652011.70	0.00
29.00	884.24	0.00	29.00	238.09	0.00	29.00	176291318077.42	0.00
30.00	803.39	0.00	30.00	238.09	0.00	30.00	328208977654.30	0.00
31.00	733.09	0.00	31.00	238.09	0.00	31.00	611321245766.81	0.00
32.00	671.89	0.00	32.00	238.09	0.00	32.00	1139132900800.88	0.00
33.00	618.57	0.00	33.00	238.09	0.00	33.00	2123507289222.33	0.00
34.00	572.05	0.00	34.00	238.09	0.00	34.00	3960025436687.47	0.00
35.00	531.44	0.00	35.00	238.09	0.00	35.00	7387524912049.54	0.00
36.00	495,95	0.00	36.00	238.09	0.00	36.00	13786367214398.90	0.00
37.00	464.90	0.00	37.00	238.09	0.00	37.00	25736220923239.18	0.00
38.00	437.72	0.00	38.00	238.09	0.00	38.00	48059443389001.19	0.00
39.00	413.90	0.00	39.00	238.09	0.00	39.00	89773338759838.66	0.00

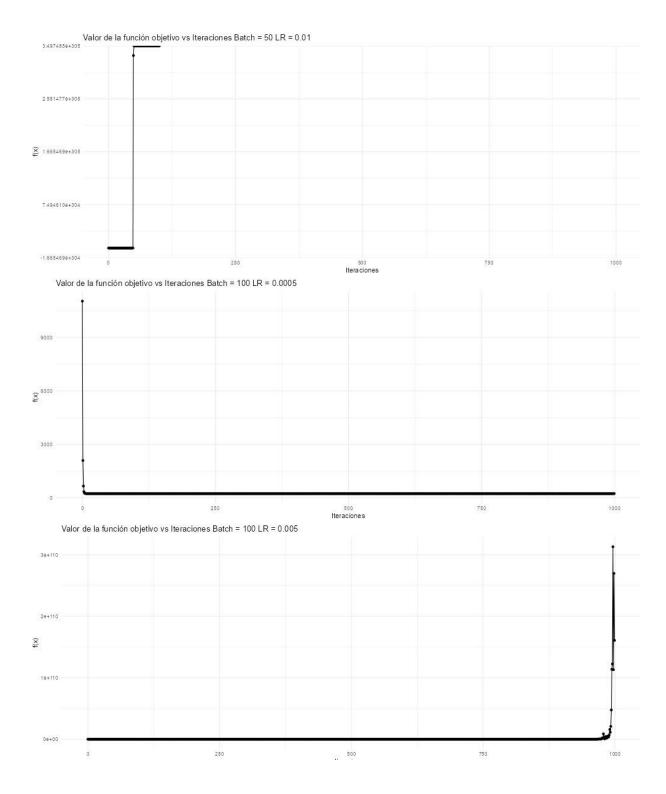


Iter_1	f_x_1	Learning_rate_1	Iter_2	f_x_2	Learning_rate_2	Iter_3	
0.00	13674.84	0.00	0.00	449.61	0.00	0.00	
1.00	2836.16	0.00	1.00	436.07	0.00	1.00	
2.00	896.16	0.00	2.00	422.41	0.00	2.00	
3.00	423.21	0.00	3.00	397.96	0.00	3.00	
4.00	285.93	0.00	4.00	449.58	0.00	4.00	
5.00	243.51	0.00	5.00	488.08	0.00	5.00	
6.00	232.40	0.00	6.00	434.13	0.00	6.00	
7.00	229.19	0.00	7.00	454.99	0.00	7.00	
8.00	229.36	0.00	8.00	436.37	0.00	8.00	
9.00	223.52	0.00	9.00	410.95	0.00	9.00	
10.00	226.14	0.00	10.00	401.66	0.00	10.00	
11.00	226.15	0.00	11.00	482.27	0.00	11.00	
12.00	225.72	0.00	12.00	434.58	0.00	12.00	
13.00	227.79	0.00	13.00	387.59	0.00	13.00	
14.00	227.92	0.00	14.00	487.22	0.00	14.00	
15.00	227.24	0.00	15.00	432.81	0.00	15.00	
16.00	227.37	0.00	16.00	441.71	0.00	16.00	
17.00	229.19	0.00	17.00	428.23	0.00	17.00	
18.00	230.82	0.00	18.00	458.26	0.00	18.00	
19.00	226.77	0.00	19.00	414.23	0.00	19.00	
20.00	227.22	0.00	20.00	427.40	0.00	20.00	
21.00	225.20	0.00	21.00	467.24	0.00	21.00	
22.00	228.64	0.00	22.00	427.99	0.00	22.00	
23.00	226.67	0.00	23.00	492.32	0.00	23.00	
24.00	226.62	0.00	24.00	418.10	0.00	24.00	
25.00	228.62	0.00	25.00	390.06	0.00	25.00	
26.00	228.28	0.00	26.00	440.78	0.00	26.00	
27.00	225.08	0.00	27.00	452.26	0.00	27.00	
28.00	227.26	0.00	28.00	417.05	0.00	28.00	
29.00	226.15	0.00	29.00	432.96	0.00	29.00	

655.00	227.34	0.00	855.00	455,84	0.00	855,00	2212042799997474314884428240420248406026480482068496220046228084682200462220086490802688848662042668882400900422286888240090042228688842600408800840682004268884866200468808480800468808084880808480808488888888
656,00	226.89	0.00	656,00	428.84	0.00	856.00	634247214854764449784886600442884034408206402805284885224800448608542600468608002088806444002884400068444268852642208022842284404440826844084280888886882680268028
657,00	227.89	0.00	657,00	398.69	0.00	857.00	2008500840010133884047204840888488520482424040280210224421828208802420000280384000428880004088888820002000000842020482200044220844042015000442020480840020042020082100
658.00	228.93	0.00	658.00	393.13	0.00	656.00	1325681011112944004188862808490844049000420427284400624484804240182603882088824884130200410044488802144882827048820284048040440447046804004404020482802800400482602
659.00	225.87	0.00	659,00	435.52	0.00	659.00	5205789002976143864408220046668208406828863640444448060020086486804402402202646262246424900148040200208240248224286082202446488884822406684002203000842008402002000
650.00	230.60	0.00	660.00	460.59	0.00	990.00	76486640591803422724828500440426664004856820222464088864842882040002400024060006686682240082800262484022202860488248440486062688268046828002220824666688044264
661.00	225.69	0.00	661.00	405.74	0.00	661.00	28213738588114662559660684246805605868860400884266864224654822005240586642844024042266528608008240850484826024022688268024848464000426244426666404248266408288906265642260
662.00	226.18	0.00	662.00	426.93	0.00	662.00	77419840624005037528660450624422456284408406202400402808546206240024028884462668085428642408568085042884084626684085488408568085048084085680850480846868408568085048084686840856860850480846868868686868686868686868686868686
663.00	227.28	0.00	663.00	399,53	0.00	663.00	3688741597387480671684624550604800662968888204000240207642006020243444684490244844940620044632823840067504242044048624866800484286980686470044880802220688768664882868
664,00	224.25	0.00	664.00	458.14	0.00	664.00	1054389902:109739633808604627662805840280848058040860604280448606642496786207078787862568600427820848264064266669428648602644860864248608642486086424860864248608642486086486486086648608664860866486086648608664860866086
665.00	224.13	0.00	665.00	449.94	0.00	865.00	22811806652291035124282206400640603000280464022756865828224686868666666640266460258082542882826485642248262546425682440668402564848225482652648625248265486254862548
856.00	226,84	0.00	666,00	455.38	0.00	886.00	3448780089832990315400020624082222268485234648948220022620082262224686808846895662225460244466580964089524480400822950046654222682040086604846684000829444264428820222668
887.00	227.58	0.00	887.00	437,45	0.00	887,00	8039788719430839330606644250086852008685008506850682608242046025008004026082856824242428446484440048224484266048204202448126882600000006642202822283228320800004026682
888.00	226.03	0.00	688,00	398,54	0,00	588,00	4242939328776412578284022022086060866608466208282464620402022240240610824442266408236400448400000108204010408934002222220448265200824040826040826026022602400820060800082006082006082006082006082006082006082006082006082006082006080000800000000
889.00	224.53	0.00	689,00	455,27	8,00	889.00	611177102032200965498058460982826668214208248282460240008226542828302286402856886424028024880282422054048858918082492054082489282492246982489248692492469824892494698249924698249824982498924989
670,00	226.19	0.00	870,00	429.28	0.00	870.00	94820084550018977465040432884008096684865688090444820026482002680200860443894468408088220900328820952042480540466488500438804488048895404880489048488048808044488048808084448804880
671,00	224.43	0.00	871.00	452.31	0.00	871.00	3082421079993945624480002444895442292034522006800422026642280680084800880924809602222082008409006085228008520819800447822846084800044720006248840480528262542048620078048200
672.00	228.19	0.00	672.00	436.80	0.00	872.00	7418012372502672890000024808046726444408200004498200202409084870226448801482400888202828883090042820888804002842480001282442248288202026061222008208886049044200480424
673.00	229.32	0.00	673.00	442.80	0.00	673.00	13242820832037917892040602280000400608264206882240808840230204420644444420864048642422802064420620000440262020244444088404084040
674.00	227.01	0.00	674.00	423.54	0.00	674.00	19447317507648237770806000040058444642880668845881840804402828025488442246800424680056224426400424848424400062440000244200006442822885446802440468606480408644422400628400864422400628408084422885408024086480486442240062840808442288540804804864804804804804804804804804804804804804804
675.00	227.89	0.00	675.00	416.10	0.00	675.00	74339231865115644422820666406442689842866644368664406888644080526660686686244860024486642620800684286262840262446668024466400880062480084228602824422444244664288084848484848484848484848484848484848
676,00	227.18	0.00	676.00	444.85	0.00	676.00	1466737827765554301204262868606504606604288440682264448824622240204808220622848420024446526502366088800485234986882800405280040528004022808862020066686822064688068888220606
677.00	224.03	0.00	677.00	427.68	0.00	677.00	5627755631288490778924664266622220863482466788242402034266652886224480482466820440956660495584288426032848082048068642268820480882048068242668248660482204806848648648648648648648648648648648648648
678.00	225.86	0.00	678.00	406.22	0.00	678.00	[0283748731]38288384182962844022828684882860884028286848300066668006660006608064664054280282644228202646942426428424842686214448424686222586760286020448424548622586760386020448424568622568602046448424666034448424668234484246662256660204644842466603448446464660344842466603448446466034484466603448446660344846466034484646660346646646664664666666036666666666
679.00	226.92	0.00	679.00	445.33	0.00	679,00	290151 80937892439457469426026888466868682088848884806482282583600640208607484085020024878808448082604000088228340682286882802004800226240000286680427400646928840866
690.00	228-66	0.00	680,00	405-42	0.00	660.00	944219519511289950989444863228424788224743024040804474244028467802225648894442895610422847486222228284280004056022802486944248024680228400480402590066652822840424424400860446684844726
681.00	227,40	0.00	681.00	489.47	0.00	881.00	286570989141067735528620000098409526666980142660000988880098862206281004604202600425226068525200466226006680060022820009800248624602806810222604224200485000228222604042262604
682.00	226.24	0.00	682,00	404.77	0.00	882.00	7153721887995383383024220000006886008864882402206406228020046882460040000085200045206600425842442254080080568448886080092284248850840066465805202442440246820042004482462065802488860044860044860044860044860044886004488600448860044886004488600440044
683.00	227,77	0.00	683,00	427.01	0,00	883,00	15-860267279291257974024262864464680ce640042088044082206098022682044082668205806882240008924442422864286800040048064080640289044288448426842064420844064420844064420848064080084806408806480808480848084808
40.100							









Resolver					
Method	f(x)	Iterations	Error in x	Learning Rate	Batch Size
Solucion Cerra	ada 213.76	0.00	0.16	NA	N.
GD	232.34	45.00	0.16	0.0005	N/
GD	232.51	100.00	0.16	5e-05	N.
MBGD	233.60	1000.00	0.17	0.0005	25.0
MBGD	233.74	1000.00	0.16	0.0005	100.0
MBGD	233.77	1000.00	0.16	0.0005	25.0
MBGD	233.78	1000.00	0.17	0.0005	50.0
MBGD	233,98	1000.00	0.17	0.0005	50.0
MBGD	234.09	1000.00	0.17	0.0005	100.0
SGD	244.81	1000.00	0.19	0.0005	N
SGD	443.72	1000.00	0.49	0.005	-N
MBGD	577.33	1000.00	0.60	0.005	25.0
MBGD	578.71	1000.00	0.61	0.005	25.0
MBGD	720.93	1000.00	0.70	0.005	50.0
MBGD	80,008	1000.00	0.74	0.005	50.0
GD	2016757198513827836068042828440640.00	100.00	1079943681556536.00	0.0007	N.
MBGD	160685133729279013354680808648464486048404622888628646480640284802448666060066666082084422082442628206022002886.00	1000.00	375563026304982210240884222260482020846626848888080400.00	0.005	100.0
MBGD	172612720191241926204082002628600008840024822428660420606406080082266224866444648044224600648442284484888208640442.00	1000.00	12384488219566878603240426264886846684200022680868246208.00	0.005	100.0
SGD	Inf ·	1000.00	Inf	0.01	N
MBGD	NA NA	1000.00	NA NA	0.01	25.0
MBGD	NA NA	1000.00	NA NA	0.01	50.0
MBGD	NA NA	1000.00	NA NA	0.01	100.0
MBGD	NA NA	1000.00	NA	0.01	25.0
MBGD	NA NA	1000.00	NA.	0.01	50.0
MBGD	NA NA	1000.00	NA NA	0.01	100.0

3. SECCIÓN DOCUMENTAL DE CONCLUSION

1) ¿Por qué en la práctica no se utiliza el método de solución cerrada?

La solución cerrada, aunque teóricamente perfecta porque da la respuesta exacta en una operación, tiene limitaciones significativas en la práctica, especialmente en contextos de datos grandes:

- 1) Complejidad Computacional
- 2) Requerimientos de Memoria
- 3) Sensibilidad a Ruido y Outliers

Comente cómo el step size afecta la convergencia del algoritmo GD y con cuál step size constante obtuvo el "mejor" resultado.

El tamaño del paso de 0.0005 pareció proporcionar un buen equilibrio entre velocidad de convergencia y estabilidad, alcanzando valores bajos de la función objetivo sin mostrar signos de divergencia incontrolable.

Comente cómo el step size afecta la convergencia del algoritmo SGD y con cuál step size constante obtuvo el "mejor" resultado.

El step size de 0.005, aunque variable, parece ofrecer el mejor equilibrio entre velocidad y estabilidad, pero con una recomendación de ser ligeramente reducido para disminuir la variabilidad y las oscilaciones observadas. Es vital realizar más pruebas con tasas ligeramente menores para optimizar la convergencia.

Implementar técnicas adicionales como decaimiento adaptativo del step size o métodos de optimización avanzados (como Adam o RMSprop) que ajustan el step size de manera adaptativa podría ser beneficioso para controlar las oscilaciones y mejorar la estabilidad y velocidad de convergencia del SGD.

Comente cómo el step size afecta la convergencia del algoritmo MBGD, puede experimentar con otro step sizes para justificar su respuesta. ¿Con cuál step size constante obtuvo el "mejor" resultado?

Basado en los datos proporcionados, el step size de 0.0005 parece ofrecer el mejor equilibrio entre estabilidad y progreso hacia la convergencia, aunque para aplicaciones donde el tiempo de convergencia es crítico, un ajuste fino del step size en torno a 0.005 podría explorarse con precaución para mejorar la eficiencia sin comprometer demasiado la estabilidad.

Sería beneficioso implementar técnicas como **decaimiento del step size** o **ajustes adaptativos del step size** para manejar mejor la variabilidad y la convergencia, especialmente en el caso de step sizes mayores como 0.005.

Compare el desempeño de cada uno de los métodos implementados.

Solución Cerrada: Tiene un valor de función objetivo comparativamente bajo y un error en xxx de 0.16, pero no requiere iteraciones, lo que la hace ideal desde el punto de vista de la convergencia inmediata. Sin embargo, como discutido previamente, puede ser inviable para grandes dimensiones o datos correlacionados debido a problemas de escalabilidad y precisión.

GD: Varias entradas con diferentes tasas de aprendizaje. En general, parece que mientras más baja es la tasa de aprendizaje, más estables son los resultados, pero a costa de requerir más iteraciones para converger.

MBGD: Muestra una amplia gama de resultados, dependiendo del tamaño del lote y la tasa de aprendizaje. En general, los tamaños de lote más pequeños y las tasas de aprendizaje más **bajas**

parecen ofrecer un equilibrio entre estabilidad y eficiencia, aunque algunas configuraciones muestran una alta variabilidad en la función objetivo.

SGD: Presenta una variabilidad considerable en el valor de f(x), lo que es típico para este método debido a su naturaleza estocástica. Las tasas de aprendizaje más altas parecen causar una mayor variabilidad e incluso divergencia en algunos casos.



