```
ES-
TU-
DIO
DEL
MÉTODO
MONTE
CARLO
EN
SIM-
U-
LA-
CIONES
PARA
LA
ES-
TI-
MACIÓN
DEL
VALOR
DE
PIJUAN
Pablo
CRE-
SPO
Vargas*
Sen-
sei
Dojo
Co-
bra
https://github.com/CobraPython
CAR-
LOS
CCC
Sen-
sei
Dojo
Co-
bra
Py,
https://github.com/CobraPython
```

## RESUMEN

En este artículo se presenta los resultados de tres metodologías diferentes en las que se aplicó una simulación Monte Carlo para estimar el valor de Pi: el método de comparación de áreas, el método propuesto por Buffon y la extensión de Laplace. Los tres casos se desarrollaron en un lenguaje de alto nivel, Python y la librería Numpy que le otorgan un performance optimizado. Se estudió con detalle el resultado no determinista de las simulaciones y se demostró que cumplen con los teoremas fundamentales de la probabilidad.

Descriptores: Simulación, Monte Carlo, Pi, Buffon, Buffon-Laplace, Python, Numpy

## ABSTRACT

This article represents the result of three different metodologies for estimate the pi value with Monte Carlo's simulation: the comparition area's method, the method proposed by Bufffo and the Laplace's extention. The three cases had been developed in Python ( high level language) and Numpy library which give it an optimized performance. The non-deterministic result of the simulations was studied in detail and it was shown that they comply with the fundamental theorems of probability.

Subject headings: Biographies, tributes, personal notes Control of chaos, applications of chaos

## 1. INTRODUCCIÓN

Elmétodo de Monte Carlo tiene un génesis moderno en el trabajo pi-0nero de Stan Ulam John Von Neumann. Luego

segunda Guerra Mundial aplicaron distintos métodos de Monte Carlo en simulaciones para el desarrollo de armas termonucleares. Desde

la

de

<sup>\*</sup>jp.crespo.vargas@gmail.com \*\*ccc@gmail.com

en-	gre
tonces	ironía
У	que
por	ningún
más	pro-
de	ducto
50	que
años	haya
que	apli-
se	cado
apli-	la
caron	metodología
es-	Monte
tos	Carlo
de-	en
sar-	su
rol-	de-
los	sar-
en	rollo,
la	se
in-	haya
ves-	em-
ti-	pleado
gación	en
y	con-
per-	flicto
fec-	al-
cionamiento	guno.
de	Más
dis-	aún
tin-	los
tos	científicos
métodos	han
que	ex-
mod-	plotado
e-	el
lan	uso
el	de
trans-	sim-
porte	u-
de	la-
neu-	ciones
trones	Monte
y	Carlo
ra-	para
diación	obtener
gamma	un
con	ben-
bas-	efi-
tante	cio
éxito	público
ex-	pos-
per-	i-
i-	tivo
men-	aplicándola
talį.	en salud.
11	Por
Hoy	
re-	ejem-
sulta	plo,
una	los
ale-	planeamien-

tos

tosobde jedotos sis y en suraendiotertorno, apia mededipenante den la acgentualeración mente aleatoria en algún de grado esde tas cálculos inobtenidos termeacdiciones. ante Miensimtras umayor lasea ciones la repetición que de emplean prue-Monte bas Carlo.  $\mathbf{se}$ ob- $\mathbf{El}$ tiene método un de re-Monte sultado Carlo que es va un conmétodo vergiendo de resolución un numérica valor donde con mayor se premodcisión. elan  $\operatorname{Es}$ las por el relareciones curso e de inla teraleatoacciones riedad de que obdistiene tin-

el

nomvesbre ti-Monte gadas Carlo, mepues dise ante la inspira simen ulación la región de del números Prinaleatocirios. pado Esde tosMónaco métodos, donde dese jando ena cuenun lado tran el el casino ori-Monte gen Carlo. de Un los método datos, Monte son Carlo sim- $\mathbf{se}$ ipuede lares definir a de los métodos la siguesiente tadísticos forma: ha-¡¡Los bitmétodos uales Monte en Carlo los son cuales aquéllos las en mueslos tras aleatoque las rias propiedades  $\mathbf{se}$ de utilas lizan dispara tribureciones alizar de inlas fervarienables cias aleatoacrias erca de son

in-

las

pobla-	suce-
ciones	SOS
ori-	aleato-
gen.	rios
Gen-	0
eral-	pseu-
mente,	doaleato-
en	rios
su	para
apli-	es-
cación	tu-
es-	di-
tadística	arlo.¿¿¡
se	4110.661
uti-	El
liza	método
un	co-
mod-	bra
elo	una
para	es-
sim-	pe-
u-	cial
lar	rel-
un	e-
fenómeno	van-
que	cia
con-	las
tiene	últimas
algún	décadas
com-	de-
po-	bido
nente	a
aleato-	que
rio.	se
En	pro-
los	du-
métodos	jeron
Monte	sus-
Carlo,	tan-
por	ciales
otro	у
lado,	sig-
el	ni-
ob-	fica-
jeto	tivos
de	avances
la	re-
in-	specto
ves-	a
ti-	la
gación	po-
es	ten-
un	cia
mod-	de
elo	los
en	proce-
sí	sadores
mismo,	y
y	las
se	dis-
uti-	tin-
lizan	tas

ar-	
qui-	2. MODELO
ec-	DE
curas	SIM- U-
n-	LACIÓN.
Cormáticas.	
Es	_
am- -1:	2.1. Entorno
oli-	de
a- mente	de-
18-	sar-
ado	rollo
en	Como
prob-	quedo
e-	man-
nas	i-
londe	fiesto
btener	en
ın	el
<b>·e-</b>	an-
sul-	te-
ado	rior
analítico	punto
10	el
es .	método
oosi-	Monte
ple,	Carlo
)	tiene
en l	una
orob-	pre- cisión
e-	pro-
nas	por-
que con-	cional
zienen	a
de-	$\frac{1}{\sqrt{N}}$ .
nasi-	$\overset{\checkmark}{\mathbf{E}}\overset{N}{\mathbf{n}}$
ada	com-
com-	paración
ole-	con
i-	otros
lad	métodos
como	numéricos
es	de-
el	ter-
caso caso	minísticos
le	(como
a	por
ecuación	ejem-
le	plo
crans-	el
porte	método
de	de
Boltz-	trapecios
mann	0
oara	Simp-
partículas	son
sin	para
carga).;	en-
	con-
	trar

la	sar.
in-	Sumado
te-	este
gral	he-
de	cho
una	a
función	la
definida)	com-
que	ple-
tienen	ji- dad
un er-	
ror	que puede
de	in-
aprox-	volu-
i-	crar
mación	el
pro-	mod-
por-	e-
cional	lamiento
a	de
$\frac{1}{N^2}$	las
en	in-
el .	ter-
mejor de	ac-
los	ciones aleato-
ca-	rias,
sos,	es
los	que
métodos	gen-
que	eral-
apli-	mente
can	se
Monte	pre-
Carlo	fiere
(como	usar
por	lengua-
ejem- plo	jes de
la	pro-
in-	gra-
te-	mación
gración	de
por	bajo
Monte	nivel
Carlo)	que
re-	per-
quieren	mi-
una	tan
can-	op-
ti- dad	ti- mizor
con-	mizar el
sid-	tiempo
er-	de
able	cómputo
mayor	to-
de	tal.
datos	
a	Por
proce-	ejem-

plo,	cado
es	У
común	ex-
en-	tenso. Es-
con- trar	tos
de-	dos
sar-	cri-
rol-	te-
los	rios
en	iden-
c,	ti-
C++	fi-
y	ca-
For-	dos
tran	se
en-	con-
tre	sid-
otros.	er-
Ex-	aron
istiendo	para
hoy	la
li-	se-
brerías	lección
que fa-	del
cil-	en- torno
i-	de
tan	de-
la	sar-
gen-	rollo:
eración	
de	1.
números	El
pseu-	tiempo
	de
doaleato-	
rios	proce-
rios	procesamiento.
	procesamiento. 2.
rios y el manejo	procesamiento. 2. La
rios y el manejo matemático.	procesamiento. 2. La leg-
rios y el manejo matemático. Aún	procesamiento. 2. La leg- i-
rios y el manejo matemático. Aún con	procesamiento. 2. La leg- i- bil-
rios y el manejo matemático. Aún con esta	procesamiento. 2. La leg- i- bil- i-
rios y el manejo matemático. Aún con esta ven-	procesamiento. 2. La leg- i- bil- i- dad
rios y el manejo matemático. Aún con esta ven- taja	procesamiento. 2. La leg- i- bil- i-
rios y el manejo matemático. Aún con esta ven- taja el	procesamiento. 2. La leg- i- bil- i- dad y
rios y el manejo matemático. Aún con esta ven- taja el código	procesamiento. 2. La leg- i- bil- i- dad y sim- pli- fi-
rios y el manejo matemático. Aún con esta ven- taja el código nece-	procesamiento. 2. La leg- i- bil- i- dad y sim- pli-
rios y el manejo matemático. Aún con esta ven- taja el código nece- sario	procesamiento.  2. La leg- i- bil- i- dad y sim- pli- fi- cación en
rios y el manejo matemático. Aún con esta ven- taja el código nece- sario para	procesamiento.  2. La leg- i- bil- i- dad y sim- pli- fi- cación en el
rios y el manejo matemático. Aún con esta ven- taja el código nece- sario para una	procesamiento.  2. La leg- i- bil- i- dad y sim- pli- fi- cación en
rios y el manejo matemático. Aún con esta ven- taja el código nece- sario para	procesamiento. 2. La leg- i- bil- i- dad y sim- pli- fi- cación en el código.
rios y el manejo matemático. Aún con esta ven- taja el código nece- sario para una apli-	procesamiento. 2. La leg- i- bil- i- dad y sim- pli- fi- cación en el código. Siendo
rios y el manejo matemático. Aún con esta ven- taja el código nece- sario para una apli- cación	procesamiento. 2. La leg- i- bil- i- dad y sim- pli- fi- cación en el código.
rios y el manejo matemático. Aún con esta ven- taja el código nece- sario para una apli- cación fi-	procesamiento.  2. La leg- i- bil- i- dad y sim- pli- fi- cación en el código. Siendo Python un
rios y el manejo matemático. Aún con esta ven- taja el código nece- sario para una apli- cación fi- nal suele ser	procesamiento.  2. La leg- i- bil- i- dad y sim- pli- fi- cación en el código. Siendo Python
rios y el manejo matemático. Aún con esta ven- taja el código nece- sario para una apli- cación fi- nal suele	procesamiento.  2. La leg- i- bil- i- dad y sim- pli- fi- cación en el código. Siendo Python un lenguaje de alto
rios y el manejo matemático. Aún con esta ven- taja el código nece- sario para una apli- cación fi- nal suele ser	procesamiento.  2. La leg- i- bil- i- dad y sim- pli- fi- cación en el código. Siendo Python un lenguaje de
rios y el manejo matemático. Aún con esta ven- taja el código nece- sario para una apli- cación fi- nal suele ser bas-	procesamiento.  2. La leg- i- bil- i- dad y sim- pli- fi- cación en el código. Siendo Python un lenguaje de alto

aon	**
con el	y las
se-	de-
gundo	pen-
cri-	den-
te-	cias
rio,	en
al	el
in-	repos-
cluir	i-
la	to-
li-	rio
brería	del
Numpy	proyecto:
(li-	https://github.com/CobraPython/montecarlopi
brería	interpolit Ground Coolean y thore intollecturing
de	
proce-	2.2. Generación
samiento	
numérico	de
para	números Postados planta
Python)	Pseudeoaleato-
obten-	rios
emos	Existen
una	dis-
ve-	tin-
loci-	tos
dad	métodos
de	
	para la
proce-	la
samiento	gen-
com-	eración
pa-	de
ra-	números
ble	aleato-
a	rios,
C.	sin
Adi-	em-
cional-	bargo,
mente	la
se	gen-
uti-	eración
lizó	de
una	es-
li-	tos
brería	en
para	or-
la	de-
rep-	nador
re-	parte
sentación	nece-
de	sari-
los	a-
datos,	mente
Mat-	desde
plotlib.	una
Se	semilla
de-	(seed)
talla	que
todo	es
el	es un
código	
courgu	valor

con-	la
ce-	gen-
dido	eración
por	de
el	números
usuario.	pseu-
Con	doaleato-
esta	rios.
semilla	Este
se	método
gen-	par-
era	tic-
una	u-
única	lar
se-	tiene
rie	la
de	cual-
números	i-
aleato-	dad
rios,	de
pu-	tener
di-	una
endo	pe-
ser	ri-
repli-	od-
ca-	i-
dos	ci-
a	dad
par-	bas-
tir	tante
de	
	grande
esta.	en
Por	la
esta	gen-
razón	011001010
	eración
es	de
	de números:
es que se	de
es que	de números:
es que se	de números:
es que se de-	de números: 2 <sup>19937</sup> 1;.
es que se de- nom- i-	de números: 2 <sup>19937</sup> 1;. 2.3. <i>Métodos</i>
es que se de- nom- i- nan	de números: 2 <sup>19937</sup> 1;. 2.3. <i>Métodos</i> de
es que se de- nom- i- nan números	de números: 2 <sup>19937</sup> 1;. 2.3. Métodos de es-
es que se de- nom- i- nan números pseudo	de números: 2 <sup>19937</sup> 1¡.  2.3. Métodos de es-ti-
es que se de- nom- i- nan números pseudo aleato-	de números: 2 <sup>19937</sup> 1;.  2.3. Métodos de es- ti- mación
es que se de- nom- i- nan números pseudo aleato- rios.	de números: 2 <sup>19937</sup> 1;.  2.3. Métodos de es- ti- mación de
es que se de- nom- i- nan números pseudo aleato- rios. La	de números: 2 <sup>19937</sup> 1;.  2.3. Métodos de es- ti- mación
es que se de- nom- i- nan números pseudo aleato- rios. La li-	de números: 2 <sup>19937</sup> 1;.  2.3. Métodos de es- ti- mación de
es que se de- nom- i- nan números pseudo aleato- rios. La li- brería	de números: 2 <sup>19937</sup> 1;.  2.3. Métodos de es-ti-mación de Pi
es que se de- nom- i- nan números pseudo aleato- rios. La li- brería Numpy	de números: 2 <sup>19937</sup> 1;.  2.3. Métodos de es-ti-mación de Pi  2.3.1. Método
es que se de- nom- i- nan números pseudo aleato- rios. La li- brería Numpy uti-	de números: 2 <sup>19937</sup> 1;.  2.3. Métodos de es-ti-mación de Pi  2.3.1. Método Sim-
es que se de- nom- i- nan números pseudo aleato- rios. La li- brería Numpy uti- liza	de números: 2 <sup>19937</sup> 1;.  2.3. Métodos de es-ti-mación de Pi  2.3.1. Método Simple
es que se de- nom- i- nan números pseudo aleato- rios. La li- brería Numpy uti- liza el	de números: 2 <sup>19937</sup> 1;.  2.3. Métodos de es-ti-mación de Pi  2.3.1. Método Simple para
es que se de- nom- i- nan números pseudo aleato- rios. La li- brería Numpy uti- liza el al-	de números: 2 <sup>19937</sup> 1;.  2.3. Métodos de es-ti-mación de Pi  2.3.1. Método Simple para la
es que se de- nom- i- nan números pseudo aleato- rios. La li- brería Numpy uti- liza el al- go-	de números: 2 <sup>19937</sup> 1;.  2.3. Métodos de es- ti- mación de Pi  2.3.1. Método Sim- ple para la es-
es que se de- nom- i- nan números pseudo aleato- rios. La li- brería Numpy uti- liza el al- go- ritmo	de números: 2 <sup>19937</sup> 1;.  2.3. Métodos de es- ti- mación de Pi  2.3.1. Método Sim- ple para la es- ti-
es que se de- nom- i- nan números pseudo aleato- rios. La li- brería Numpy uti- liza el al- go- ritmo Mersenne	de números: 2 <sup>19937</sup> 1;.  2.3. Métodos de es- ti- mación de Pi  2.3.1. Método Sim- ple para la es- ti- mación
es que se de- nom- i- nan números pseudo aleato- rios. La li- brería Numpy uti- liza el al- go- ritmo	de números: 2 <sup>19937</sup> 1;.  2.3. Métodos de es- ti- mación de Pi  2.3.1. Método Sim- ple para la es- ti- mación de es- ti- mación
es que se de- nom- i- nan números pseudo aleato- rios. La li- brería Numpy uti- liza el al- go- ritmo Mersenne	de números: 2 <sup>19937</sup> 1;.  2.3. Métodos de es- ti- mación de Pi  2.3.1. Método Sim- ple para la es- ti- mación
es que se de- nom- i- nan números pseudo aleato- rios. La li- brería Numpy uti- liza el al- go- ritmo Mersenne Twist- ter	de números: 2 <sup>19937</sup> 1;.  2.3. Métodos de es- ti- mación de Pi  2.3.1. Método Sim- ple para la es- ti- mación de Pi
es que se de- nom- i- nan números pseudo aleato- rios. La li- brería Numpy uti- liza el al- go- ritmo Mersenne Twist- ter (MT19937)	de números: 2 <sup>19937</sup> 1;.  2.3. Métodos de es- ti- mación de Pi  2.3.1. Método Sim- ple para la es- ti- mación de Pi  Se
es que se de- nom- i- nan números pseudo aleato- rios. La li- brería Numpy uti- liza el al- go- ritmo Mersenne Twist- ter	de números: 2 <sup>19937</sup> 1;.  2.3. Métodos de es- ti- mación de Pi  2.3.1. Método Sim- ple para la es- ti- mación de Pi

	1
es- ::	relación
ti-	de
mar el	áreas
número	es lan-
de	zar
Pi	al
con	azar
el	pun-
sigu-	tos
iente	den-
mod-	tro
elo:	del
Con-	cuadrado.
sid-	$\mathbf{E}\mathbf{s}$ -
er-	$\cos$
amos	pun-
un	tos
cuadrado	pueden
de	quedar
lado	también
L,	den-
con	tro
una cir-	de la
cun-	cir-
fer-	cun-
en-	fer-
cia	en-
en	cia,
su	la <sup>´</sup>
in-	relación
te-	de
rior	áreas
de	quedara
ra-	ex-
dio	pre-
L.	sada
La	por
relación	aque-
de áreas	l- los
se	pun-
da	tos
en	que
la	estén
ecua-	den-
cion	tro
1:	del
	cir-
A 2	culo
$\frac{A_{circunferencia}}{A_{cuadrado}} = \frac{\pi L^2}{L^2}$	so-
$A_{cuadrado}$ $L^2$	bre
	el
	to-
Una	tal.
forma	En
de	la ~~´~
cal-	gráfica 1
cu-	1
lar	se mues-

mues-

(1)

esta

tra un ejemplo del experimento propuesto, mostrando un solocuadrante ya que las áreas son simétricas en cada eje.

## Representacion Gráfica de Lanzamientos

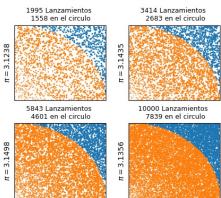


FIG. 1.— Representación gráfica de la estimación de Pi mediante el lanzamiento aleatorio de puntos. Mientras mayor sea el número de lanzamientos las áreas son más definidas

Queda bastante ejemplificado que mientras mayor sea el número de

puntos, las áreas quedan mejor definidas. Para obtener esta aproximación necesitan generar los puntos aleatoriamente con una distribución uniforme, es decir, con igual probabilidad de caer dentro fuera del área del cuarto de circunferen-

cia.

	con
2.4. Método	un
de	cen-
Buf-	$\operatorname{tro}$
fon	en
para	(,,)
la	tiene
es- ti-	rela-
mación	cionada
de	otra vari-
Pi	able
	aleato-
En	ria
el	que
caso	cor-
de	re-
la	sponde
es-	al
ti-	ángulo
mación	$\mathbf{d}\mathbf{e}$
de	in-
Pi	cli-
us-	nación
ando	$\theta$
la prop	de la
prop- uesta	aguja.
ex-	La
per-	figura
i-	2.4
men-	nos
tal	mues-
de	tra
Buf-	un
fon	ejem-
у	plo.
su	Para
ex- tensión	esta
de	prop-
Laplace	uesta
ten-	del
emos	lan-
más	za-
vari-	miento
ables	$\mathbf{d}\mathbf{e}$
aleato-	agu-
rias	jas
a	para
con-	la
sid-	es- ti-
erar. Puesto	mación
que	de
cada	Pi,
aguja	se
cae	com-
aleato-	paran
ri-	dos
a-	ca-
mente	sos:

jas   Problema   que   Buf-   cruzan   fon,   la   cuando   línea, las   el   agu- jas   de- cruzan   líneas   este el   este el   este este   ti- cal   este este eti- cruzan   la   cuando   líneas   el   el   el   el   el   el   el   e	que cruzan la línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
Buf- fon, la cuando línea, las el agu- jas de- cruzan nador líneas usa en re- un cur- solo eje. va mente Problema el Buffon- Laplace, cuando Pi las para agu- jas cal- jas cur- cruzan lar líneas la en re- tineas en re- un cur- solo eje. va mente Problema la Buffon- Laplace, de cuando la la en cal- jas cur- cruzan lar líneas la en función sen- tido ver- tido ver- ti- cal en er-	cruzan la línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
fon,         la           cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         er-	la línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         un	línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
las       el         agu-       or-         jas       de-         cruzan       nador         líneas       usa         en       re-         un       cur-         solo       si-         eje.       va-         -       mente         Problema       el         Buffon-       valor         Laplace,       de         cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         er-	or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         un	de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         er-	nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
líneas       usa         en       re-         un       cur-         solo       si-         eje.       va-         -       mente         Problema       el         Buffon-       valor         Laplace,       de         cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         er-	re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         la           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         er-	cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         er-	si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
eje.       va-         -       mente         Problema       el         Buffon-       valor         Laplace,       de         cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
-         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         er-	mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
Problema       el         Buffon-       valor         Laplace,       de         cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
Buffon-       valor         Laplace,       de         cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
Laplace,       de         cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	para cal- cu- lar la función coseno, siendo
agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	cal- cu- lar la función coseno, siendo
jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         er-	cu- lar la función coseno, siendo
cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	lar la función coseno, siendo
cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	la función coseno, siendo
en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	función coseno, siendo
sen- tido siendo ver- ti- cal coseno, tido siendo un este un er-	coseno, siendo
sen- tido siendo ver- ti- cal coseno, tido siendo un este un er-	coseno, siendo
tido siendo ver- este ti- un cal er-	siendo
ver- este ti- un cal er-	
ti- cal un er-	
cal er-	
y ror	ror
	"histórico"
	"histórico" ya
	"histórico" ya que
	"histórico" ya que re-
	"histórico" ya que re- curre
	"histórico" ya que re- curre al
	"histórico" ya que re- curre al valor
	"histórico" ya que re- curre al valor de
caso para	"histórico" ya que re- curre al valor de pi
1	"histórico" ya que re- curre al valor de pi para
se cal-	"histórico" ya que re- curre al valor de pi para cal-
se cal- re- cu-	"histórico" ya que re- curre al valor de pi para cal- cu-
se cal- re- curre lar	"histórico" ya que re- curre al valor de pi para cal- cu- lar
se cal- re- curre lar a	"histórico" ya que re- curre al valor de pi para cal- cu- lar
se cal- re- curre lar a al una mismo.	"histórico" ya que re- curre al valor de pi para cal- cu- lar al mismo.
se         cal-           re-         cu-           curre         lar           a         al           una         mismo.           función         Por	"histórico" ya que re- curre al valor de pi para cal- cu- lar al mismo. Por
se         cal-           re-         cu-           curre         lar           a         al           una         mismo.           función         Por           trigonométrica         esta	"histórico" ya que re- curre al valor de pi para cal- cu- lar al mismo. Por esta
se         cal-           re-         cu-           curre         lar           a         al           una         mismo.           función         Por           trigonométrica         esta           para         razón	"histórico" ya que re- curre al valor de pi para cal- cu- lar al mismo. Por esta razón
se         cal-           re-         cu-           curre         lar           a         al           una         mismo.           función         Por           trigonométrica         esta           para         razón           eval-         se	"histórico" ya que re- curre al valor de pi para cal- cu- lar al mismo. Por esta razón se
se         cal-           re-         cu-           curre         lar           a         al           una         mismo.           función         Por           trigonométrica         esta           para         razón           eval-         se           uar         usó	"histórico" ya que re- curre al valor de pi para cal- cu- lar al mismo. Por esta razón se usó
se         cal-           re-         cu-           curre         lar           a         al           una         mismo.           función         Por           trigonométrica         esta           para         razón           eval-         se           uar         usó           la         una	"histórico" ya que re- curre al valor de pi para cal- cu- lar al mismo. Por esta razón se usó una
se         cal-           re-         cu-           curre         lar           a         al           una         mismo.           función         Por           trigonométrica         esta           para         razón           eval-         se           uar         usó           la         una           in-         cor-	"histórico" ya que re- curre al valor de pi para cal- cu- lar al mismo. Por esta razón se usó una cor-
se         cal-           re-         cu-           curre         lar           a         al           una         mismo.           función         Por           trigonométrica         esta           para         razón           eval-         se           uar         usó           la         una           in-         cor-           cli-         rección	"histórico" ya que re- curre al valor de pi para cal- cu- lar al mismo. Por esta razón se usó una cor- rección
se         cal-           re-         cu-           curre         lar           a         al           una         mismo.           función         Por           trigonométrica         esta           para         razón           eval-         se           uar         usó           la         una           in-         cor-           cli-         rección           nación         geométrica	"histórico" ya que re- curre al valor de pi para cal- cu- lar al mismo. Por esta razón se usó una cor- rección geométrica
se         cal-           re-         cu-           curre         lar           a         al           una         mismo.           función         Por           trigonométrica         esta           para         razón           eval-         se           uar         usó           la         una           in-         cor-           cli-         rección           nación         geométrica           y         que	"histórico" ya que re- curre al valor de pi para cal- cu- lar al mismo. Por esta razón se usó una cor- rección geométrica que
se         cal-           re-         cu-           curre         lar           a         al           una         mismo.           función         Por           trigonométrica         esta           para         razón           eval-         se           uar         usó           la         una           in-         cor-           cli-         rección           nación         geométrica           y         que           con-         evita	"histórico" ya que re- curre al valor de pi para cal- cu- lar al mismo. Por esta razón se usó una cor- rección geométrica que evita
se         cal-           re-         cu-           curre         lar           a         al           una         mismo.           función         Por           trigonométrica         esta           para         razón           eval-         se           uar         usó           la         una           in-         cor-           cli-         rección           nación         geométrica           y         que           con-         evita           sid-         el	"histórico" ya que re- curre al valor de pi para cal- cu- lar al mismo. Por esta razón se usó una cor- rección geométrica que evita el
se         cal-           re-         cu-           curre         lar           a         al           una         mismo.           función         Por           trigonométrica         esta           para         razón           eval-         se           uar         usó           la         una           in-         cor-           cli-         rección           nación         geométrica           y         que           con-         evita           sid-         el           erar         uso	"histórico" ya que re- curre al valor de pi para cal- cu- lar al mismo. Por esta razón se usó una cor- rección geométrica que evita el uso
se         cal-           re-         cu-           curre         lar           a         al           una         mismo.           función         Por           trigonométrica         esta           para         razón           eval-         se           uar         usó           la         una           in-         cor-           cli-         rección           nación         geométrica           y         que           con-         evita           sid-         el           erar         uso           a         de	"histórico" ya que re- curre al valor de pi para cal- cu- lar al mismo. Por esta razón se usó una cor- rección geométrica que evita el uso de
se         cal-           re-         cu-           curre         lar           a         al           una         mismo.           función         Por           trigonométrica         esta           para         razón           eval-         se           uar         usó           la         una           in-         cor-           cli-         rección           nación         geométrica           y         que           con-         evita           sid-         el           erar         uso	"histórico" ya que re- curre al valor de pi para cal- cu- lar al mismo. Por esta razón se usó una cor- rección geométrica que evita el uso de fun-
cal er-	CBUC
cal er-	
cal er-	
cal er-	
ti- cal un er-	
ti- cal un er-	este
ti- cal un er-	este
ver- este ti- un cal er-	
ver- este ti- un cal er-	
ver- este ti- un cal er-	
ver- este ti- un cal er-	
tido siendo ver- este ti- un cal er-	siendo
tido siendo ver- este ti- un cal er-	siendo
tido siendo ver- este ti- un cal er-	siendo
tido siendo ver- este ti- un cal er-	siendo
sen- tido siendo ver- ti- cal coseno, tido siendo un este un er-	coseno, siendo
sen- tido siendo ver- ti- cal coseno, tido siendo un este un er-	coseno, siendo
en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	coseno, siendo
en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	función coseno, siendo
líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	la función coseno, siendo
líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	la función coseno, siendo
cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	lar la función coseno, siendo
cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	lar la función coseno, siendo
jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         er-	cu- lar la función coseno, siendo
agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	cal- cu- lar la función coseno, siendo
agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	cal- cu- lar la función coseno, siendo
las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	para cal- cu- lar la función coseno, siendo
cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
Laplace,       de         cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
Laplace,       de         cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
Laplace,       de         cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
Buffon-       valor         Laplace,       de         cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
Buffon-       valor         Laplace,       de         cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
Buffon-       valor         Laplace,       de         cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
Problema       el         Buffon-       valor         Laplace,       de         cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
Problema       el         Buffon-       valor         Laplace,       de         cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
-         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         er-	mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
eje.       va-         -       mente         Problema       el         Buffon-       valor         Laplace,       de         cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
eje.       va-         -       mente         Problema       el         Buffon-       valor         Laplace,       de         cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         er-	si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         er-	si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         la           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         er-	cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         la           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         er-	cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         er-	cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         er-	re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
líneas       usa         en       re-         un       cur-         solo       si-         eje.       va-         -       mente         Problema       el         Buffon-       valor         Laplace,       de         cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
líneas       usa         en       re-         un       cur-         solo       si-         eje.       va-         -       mente         Problema       el         Buffon-       valor         Laplace,       de         cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         er-	nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         un	nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         un	de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         er-	or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         er-	or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
las       el         agu-       or-         jas       de-         cruzan       nador         líneas       usa         en       re-         un       cur-         solo       si-         eje.       va-         -       mente         Problema       el         Buffon-       valor         Laplace,       de         cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
las       el         agu-       or-         jas       de-         cruzan       nador         líneas       usa         en       re-         un       cur-         solo       si-         eje.       va-         -       mente         Problema       el         Buffon-       valor         Laplace,       de         cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         un	línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         un	línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         un	línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         un	línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         un	línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         un	línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         un	línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
las       el         agu-       or-         jas       de-         cruzan       nador         líneas       usa         en       re-         un       cur-         solo       si-         eje.       va-         -       mente         Problema       el         Buffon-       valor         Laplace,       de         cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
las       el         agu-       or-         jas       de-         cruzan       nador         líneas       usa         en       re-         un       cur-         solo       si-         eje.       va-         -       mente         Problema       el         Buffon-       valor         Laplace,       de         cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
las       el         agu-       or-         jas       de-         cruzan       nador         líneas       usa         en       re-         un       cur-         solo       si-         eje.       va-         -       mente         Problema       el         Buffon-       valor         Laplace,       de         cuando       Pi         las       para         agu-       cal-         jas       cu-         cruzan       lar         líneas       la         en       función         sen-       coseno,         tido       siendo         ver-       este         ti-       un         cal       er-	el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         un	línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         un	línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         un	línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         un	línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         un	línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         un	línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
fon,         la           cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         un	la línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
fon,         la           cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         er-	la línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
fon,         la           cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         er-	la línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
fon,         la           cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         er-	la línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
Buf- fon, la cuando línea, las el agu- jas de- cruzan nador líneas usa en re- un cur- solo eje. va mente Problema el Buffon- Laplace, de cuando Pi las agu- jas cal- jas cu- cruzan lar líneas la en re- tineas en cur- solo eje. va mente Problema la la Buffon- Laplace, de cuando las para agu- jas cu- cruzan lar líneas la en sen- tineas este ti- cal un er-	cruzan la línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
fon,         la           cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         er-	la línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
fon,         la           cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         un	la línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         un	línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         un	línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo
cuando         línea,           las         el           agu-         or-           jas         de-           cruzan         nador           líneas         usa           en         re-           un         cur-           solo         si-           eje.         va-           -         mente           Problema         el           Buffon-         valor           Laplace,         de           cuando         Pi           las         para           agu-         cal-           jas         cu-           cruzan         lar           líneas         la           en         función           sen-         coseno,           tido         siendo           ver-         este           ti-         un           cal         un	línea, el or- de- nador usa re- cur- si- va- mente el valor de Pi para cal- cu- lar la función coseno, siendo

trigonométricas.	uni- forme.
Pasando	i
de	_
re-	Para
querir	esta
generar aleato-	prop- uesta
ri-	del
a-	lan-
mente	za-
un	miento
ángulo	de
$\theta$ ,	agu-
a	jas
generar aleato-	para la
ri-	es-
a-	ti-
mente	mación
de-	de
splaza-	Pi,
mien-	se
tos	com-
$\delta x, \delta y.$ En	paran dos
la	ca-
sigu-	sos:
iente	-
figura	Problema
se	Buf-
mues-	fon,
tra	cuando
una	las
rep- re-	agu- jas
sentación	cruzan
gráfica	líneas
de	en
cómo	un
se	solo
re- al-	eje.
iza	- Problema
la	Buffon-
sim-	Laplace,
u-	cuando
lación	las
con	agu-
un	jas
número grande	cruzan líneas
de	en
lan-	sen-
za-	tido
mien-	ver-
tos	ti-
aleato-	cal
rios	y hor
con dis-	hor- i-
tribución	zon-

que

a =

tal. b. La b[width=0.4]figures/buffon.jpg prob-Representación agráfica bildel iexdad perse icalmentocula de en Bufrelación fon a lancuanzando tas 2000 aguagujas jas.; cruzan una En línea la sobre figura 2.4 el se topuede tal ver de aguel jas. resultado del 3. EPÍLOGO lanza-Comomiento el de lec-2000 tor aguhabrá jas percibido de dulargo rante la ade lecla tura misma de lonesta gientud trevista, que la la teoría sepadel ración caos de conlas tinúa linsiendo eas una b, de las es depacir siones

de

JY

i, y entre los

lo que también que le  $\mathbf{se}$ percuenmite tan transa mi-Edtir ward de Ott, Celso man-Greera didáctica bogi, los Raconjarshi cep-Roy entos ligtre aotros dos a también la a misma. colab- $\mathbf{E}\mathbf{s}$ uno radores de los denartífices tro de de los suconpropia cepintos stidetución como sarrol-Eulagedos nia Kalnay por el así prescomo tiexgioso tergrupo nos, de encaos tre de los la que unimencionamos versia dad Jade son Mary-Galland  $las^1$ . descrito en

 $^{\rm 1}$ Tanto Kalnay como Gallas están ligados a la RBF por ser o haber sido parte del Comité Editorial.

	00
	ce- lente
AGRADEC-	tra-
IMIEN-	bajo
TOS	de
105	edición
Agradezco	del
al	vídeo
MPIPKS	de
por	la
haber	en-
posi-	tre-
bil-	vista
i-	y
tado	por
mi	su
par-	per-
tic-	ma-
i-	nente
pación	en-
en	tu-
el	si-
taller	asmo
"Mul-	en
ti-	las
sta-	ac-
bil-	tivi-
ity	dades
and	científicas.
Tip-	A
ping:	Fer-
From	nando
Math-	Poma
e-	Ajoruro
mat-	por
ics	haber
and	re- al-
Physics	izado
to CI:	parte
Cli-	-,
mate and	de la
Brain".	tran-
A	scripción
Ser-	y
gio	por
Yañez	la
Pa-	per-
gans	ma-
(hoy	nente
en	co-
la	lab-
Uni-	0-
ver-	ración
si-	que
dad	brinda
de	al
Ari-	Grupo
zona)	de
por	Sis-
el	temas
ex-	Com-

plejos de la UMSA.

REFERENCIAS