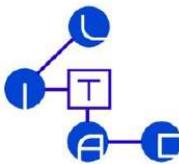




UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO



Facultad
de Psicología



Laboratorio de Investigación Transaccional
en Análisis de la Conducta

```
each: function(e, t, n) {
  var r, i = 0,
      o = e.length,
      a = M(e);
  if (n) {
    if (n) {
      for (; o > i; i++)
        if (r = t.apply(e[i], n), r === !1) break;
    } else
      for (i in e)
        if (r = t.call(e[i], i, e[i]), r === !1) break;
  }
  return e;
},
trim: b && !b.call("\uffeff\u00a0") ? function(e) {
  return null == e ? "" : b.call(e)
} : function(e) {
  return null == e ? "" : (e + "").replace(C, "")
},
makeArray: function(e, t) {
  var n = t || [];
  return null != e && (M(Object(e)) ? x.merge(n, "string" == typeof e ? [e] : e) : h.call(n, e)), n
},
isArray: function(e, t, n) {
  var r;
  if (t) {
    if (n) return a.call(t, e, n);
    for (r = t.length, n = n ? 0 > n ? Math.max(0, r + n) : n : 0; r > n; n++)
      if (n in t && t[n] === e) return n;
  }
}
```

Manual de Análisis de Datos de Descuento Temporal en RStudio® (MADDTeR)



DIRECTORIO

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Psicología
Laboratorio de Investigación Traslacional en Análisis de la Conducta

RESPONSABLE DEL PROYECTO

Dra. Silvia Morales Chainé

COLABORADORAS Y SUPERVISORAS

Mtra. Gisel Gómez Escobar & Lic. Alma Luisa López Fuentes

CREACIÓN Y ADAPTACIÓN DEL “Manual de análisis de datos de Descuento Temporal en RStudio® (MADDTeR)”, 2019

Mtra. Gisel Gómez Escobar & Psic. Indira Paz García Vera

ASESORÍA PARA LA EJECUCIÓN DEL CÓDIGO RSTUDIO®

Mtro. Jaime Emmanuel Alcalá Temores / Universidad de Guadalajara

ESTUDIANTES BECARIOS Y COLABORADORES

Fernanda De la Cruz • Indira García • Jennyfer Barcenás • José Ortega • Laura De la Rosa • Leslie Mendoza • Mariela Salomón • Ruth García • Sandra Ferrer • Sandra Moreno • Sofía Moreno • Ángel Peña

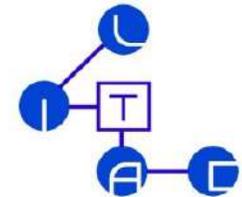
Investigación realizada gracias al programa UNAM-PAPITT IN304418



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO



® Facultad
de Psicología



Laboratorio de Investigación Traslacional
en Análisis de la Conducta

Derechos de Uso de RStudio®

El presente recurso "MADDTeR", los paquetes de R y los códigos disponibles para realizar los análisis de datos, se basan en la versión *Open Source Edition* disponible en la página web oficial de RStudio®.

Licencia: AGPL v3

Precio: Gratis

Como comunidad académica y científica, nosotros estamos de acuerdo con la *Acceptable Use Policy* ("AUP") de RStudio® y guardamos en integridad el uso correcto del Servicio de RStudio®, incluidos los códigos y el software gratuito.

No nos hacemos responsables por cualquier uso indebido que se le dé a los recursos que el MADDTeR brinda. No nos hacemos responsables si un tercero infringe la AUP de RStudio®, utilizando algunos de los recursos del MADDTeR.

URL de consulta:

<https://rstudio.com/products/rstudio/#rstudio-desktop>

<https://rstudio.com/products/rpackages/>

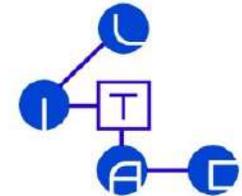
<https://rstudio.com/about/acceptable-use-policy/>



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

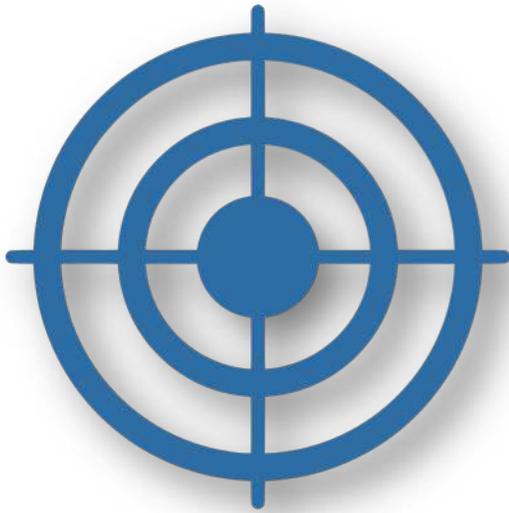


Facultad
de Psicología



Laboratorio de Investigación Traslacional
en Análisis de la Conducta

OBJETIVO



Brindar los códigos en RStudio® para obtener dos gráficos con las métricas más relevantes en descuento temporal: el ajuste de los datos empíricos a dos modelos matemáticos (hipérbola e hiperboloide), así como el Área Bajo la Curva.

AVISO



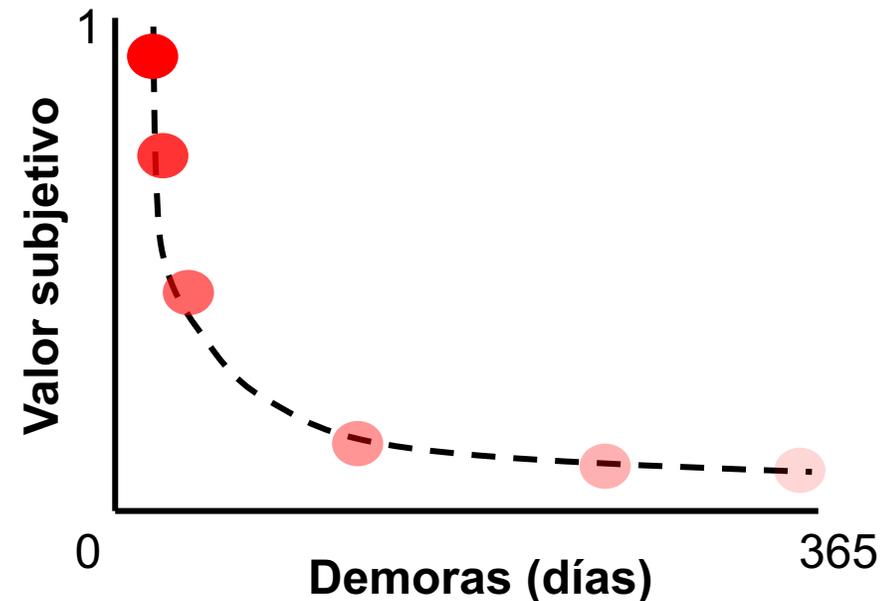
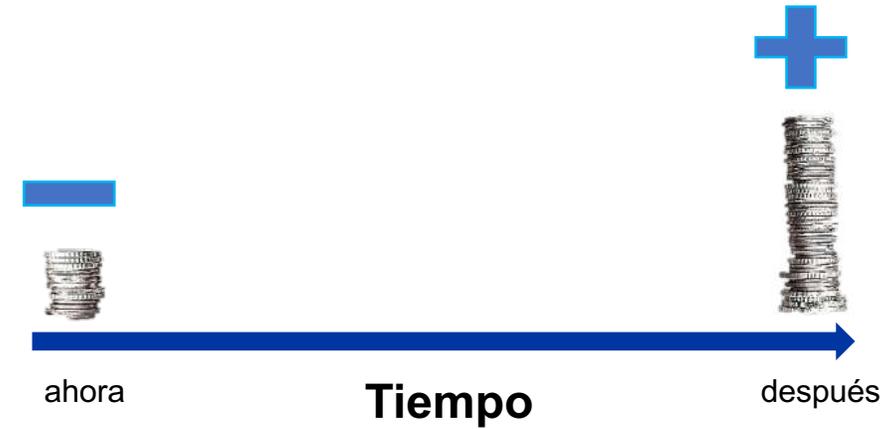
Con la finalidad de comprender la lógica detrás del código RStudio®, se mencionan algunos conceptos básicos del área de descuento temporal, pero para profundizar, se sugiere consultar las referencias disponibles en el MADDTeR.

INTRODUCCIÓN



El término **impulsividad** se define como la elección por una recompensa pequeña inmediata en lugar de una grande demorada (Ainslie, 1974), redefinida después como **impaciencia** (Green & Myerson, 2013).

Una de las maneras de estudiar este tipo de elección es mediante el **descuento temporal**, el cual se define como la disminución del valor de una recompensa como función del aumento de la demora para su obtención (Rachlin, Raineri, & Cross, 1991).



Se han propuesto dos tipos de análisis para los datos obtenidos en el área de descuento temporal:

1. Análisis teórico



V = valor subjetivo de la recompensa.

A = magnitud de la recompensa.

k = tasa de descuento.

D = valores de las demoras.

1 = evita que la ecuación se indefina (cuando hay demoras = 0 o cercanas a 0).

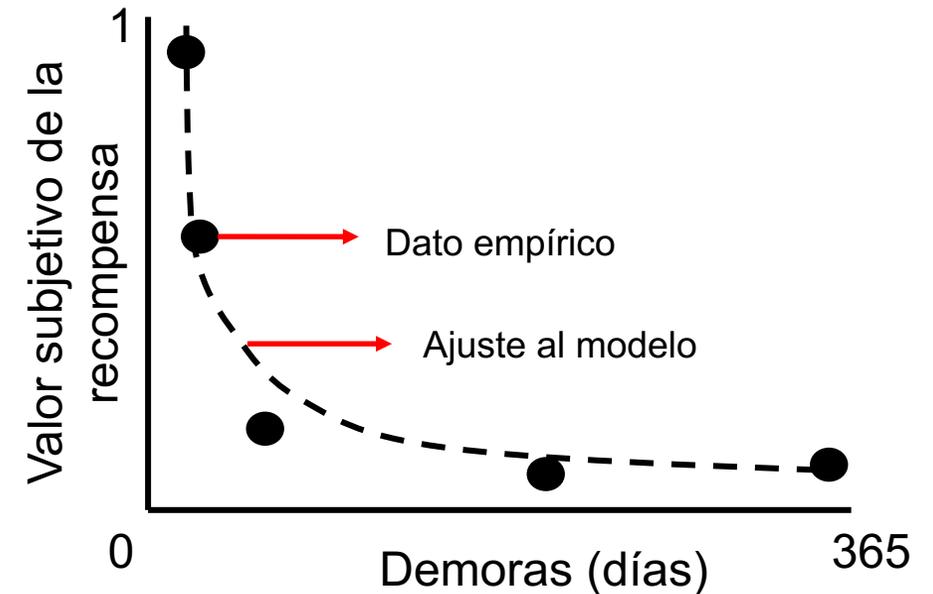
s = efecto de la distancia entre los valores de demoras (sólo para el modelo hiperboloide).

$$V = A / (1 + k D)$$

(Hipérbola: Mazur, 1987)

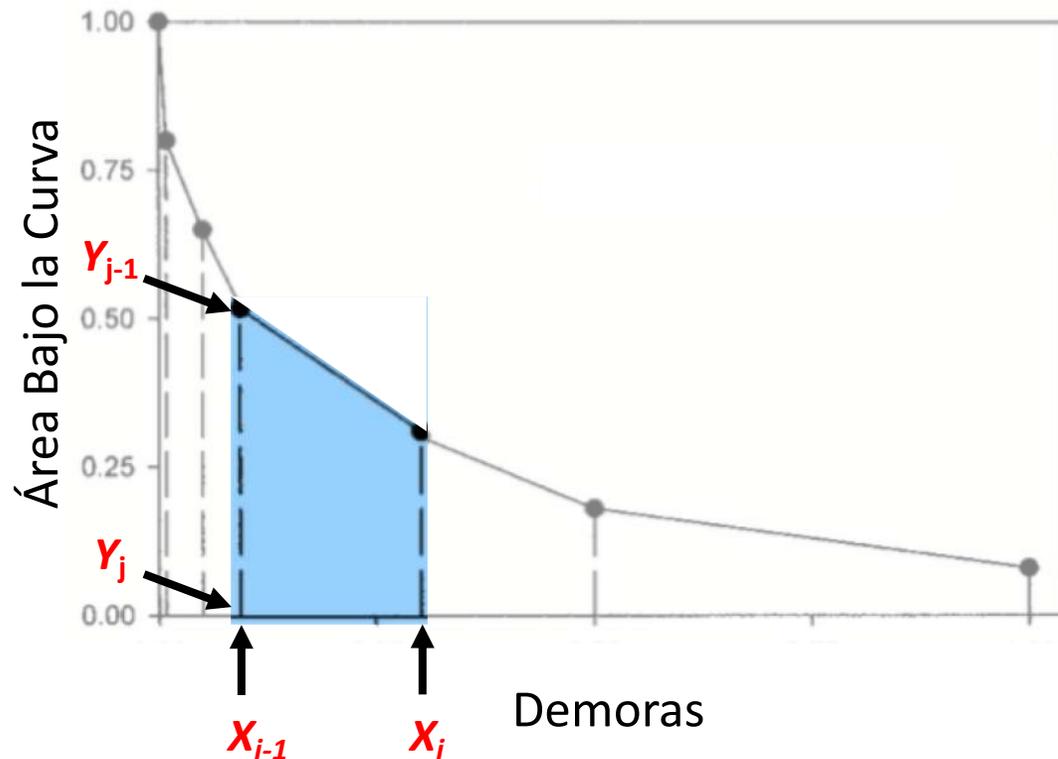
$$V = A / (1 + k D)^s$$

(Hiperboloide: Myerson & Green, 1995)



2. Análisis neutralmente teórico

Área Bajo la Curva (AUC, por sus siglas en inglés; Myerson, Green, & Warusawitharana, 2001)



Los puntos de indiferencia o *indifference points* (definiéndose como el momento en que una recompensa pequeña-inmediata y una grande-demorada son igualmente elegidas) son transformados a valores de AUC, mediante el método de los trapecoides:

$$(X_i - X_{i-1}) [(Y_j + Y_{j-1}) / 2]$$

donde se suman los trapecoides trazados por la distancia entre X_{i-1} y X_i , como base, y Y_j y Y_{j-1} , como altura, en donde i y j se refieren a un valor específico de la duración de demora y el valor subjetivo de la recompensa para ese valor de demora, respectivamente, mientras que $i-1$ y $j-1$, se refieren al valor de la demora anterior y el respectivo valor subjetivo de la recompensa. **Observa el trapecoide azul. Este procedimiento se hace con cada trapecoide debajo de la curva y después se hace la sumatoria que dará un valor de AUC entre 0 y 1.**



2. Análisis neutralmente teórico

1. Para convertir los puntos de indiferencia a valores de AUC, sigue los siguientes pasos.
2. En un Excel nuevo desarrolla la siguiente base de datos.

Control						AuC	Indifference Points Normalized	Delays
FOLIO	5	10	20	30	60			
600	13.5	8.5	7.5	7.5	8.5	0.530	0.000	5
601	10.5	11.5	10.5	13.5	2.5	0.618	0.063	10
602	11.5	15.5	10.5	15.5	6.5	0.755	0.125	20
603	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.062	0.250	40
604	14.5	4.5	1.5	8.5	1.5	0.354	0.500	80
605	13.5	7.5	8.5	8.5	12.5	0.622	1.000	
606	4.5	4.5	0.5	8.5	0.5	0.288		
607	5.5	0.5	10.5	5.5	5.5	0.394		
608	7.5	5.5	4.5	1.5	2.5	0.220		
609	8.5	2.5	0.5	0.5	0.5	0.104		
610	11.5	8.5	0.5	0.5	8.5	0.276		
611	9.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.097		

Indifference Points Normalized	Amount
0.000	16
0.063	
0.125	
0.250	
0.500	
1.000	

Niveles de demoras (segundos)

Puntos de indiferencia normalizados

Niveles de demoras (segundos)

Cantidad estándar

Puntos de indiferencia por participante en cada nivel de demora

Valores de AUC por participante



2. Análisis neutralmente teórico

3. Computa la fórmula para normalizar los puntos de indiferencia:

fx | =K5/K\$9|

	I	J	K
Indifference Points Normalized			
1		0.000	
		=K5/K\$9	Delays
		0.125	5
		0.250	10
		0.500	20
		1.000	40
			80

- Divide el valor de la primera demora (5 segundos) entre el valor de la última demora (80 segundos). Observa que se debe poner el símbolo \$ entre la letra de la columna y el número de la fila en la casilla para la última demora.
- Da Enter y arrastra la fórmula que acabas de computar hasta abarcar cinco casillas (número total de los parámetros de demoras).

Indifference Points Normalized		
0.000		
0.063		Delays
=K6/K\$9		5
0.250		10
0.500		20
1.000		40
		80

Indifference Points Normalized		
0.000		
0.063		Delays
0.125		5
=K7/K\$9		10
0.500		20
1.000		40
		80

Indifference Points Normalized		
0.000		
0.063		Delays
0.125		5
0.250		10
=K8/K\$9		20
1.000		40
		80

Indifference Points Normalized		
0.000		
0.063		Delays
0.125		5
0.250		10
0.500		20
=K9/K\$9		40
		80



2. Análisis neutralmente teórico

4. Computa la fórmula para convertir los puntos de indiferencia en AUC:



Observa que los valores están ordenados de acuerdo a la fórmula de los trapezoides para cada punto de indiferencia. El valor de AUC que aparece en la **columna H** es la sumatoria de las áreas de los trapezoides.

PROMEDIK ✕ ✓ fx
$$=((\$J\$4-\$J\$3)*((\$I\$3+(\$C4/\$K\$14))/2))+((\$J\$5-\$J\$4)*(((\$C4/\$K\$14)+(\$D4/\$K\$14))/2))+((\$J\$6-\$J\$5)*(((\$D4/\$K\$14)+(\$E4/\$K\$14))/2))+((\$J\$7-\$J\$6)*(((\$E4/\$K\$14)+(\$F4/\$K\$14))/2))+((\$J\$8-\$J\$7)*(((\$F4/\$K\$14)+(\$G4/\$K\$14))/2))$$

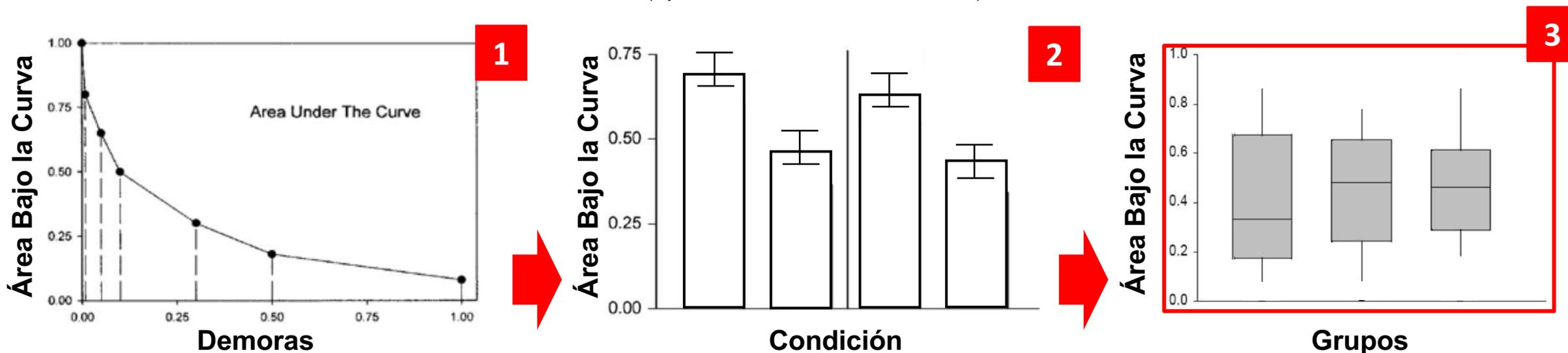
	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Control								
2						AuC	Indifference Points Normalized		
3	5	10	20	30	60		1	0.000	Delays
4	13.5	8.5	7.5	7.5	8.5	(((F4/\$K\$14)+		0.063	5
5	10.5	11.5	10.5	13.5	2.5	0.618		0.125	10
6	11.5	15.5	10.5	15.5	6.5	0.755		0.250	20
7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.062		0.500	40
8	14.5	4.5	1.5	8.5	1.5	0.354		1.000	80
9	13.5	7.5	8.5	8.5	12.5	0.622			
10	4.5	4.5	0.5	8.5	0.5	0.288			
11	5.5	0.5	10.5	5.5	5.5	0.394			
12	7.5	5.5	4.5	1.5	2.5	0.220			
13	8.5	2.5	0.5	0.5	0.5	0.104			Amount
14	11.5	8.5	0.5	0.5	8.5	0.276			16
15	9.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.097			

5. Arrastra la fórmula hasta la última fila de tu último dato.

2. Análisis neutralmente teórico

Evolución de gráfico de Área Bajo la Curva

(Myerson, Green, & Warusawitharana, 2001)



Estas maneras de representar el AUC, brinda información particular en función del gráfico:

1. El gráfico de dispersión permite ver el grado de descuento y el patrón de elección.
2. El gráfico de barras permite ver el grado de descuento, error estándar y el resumen del AUC.
3. El gráfico de caja y bigotes permite ver el grado de descuento, mediana, rangos intercuartiles, bigotes, datos extremos y el resumen del AUC. **Nota:** Este es el gráfico que se va a desarrollar en el manual.

RStudio® para modelar funciones matemáticas de descuento temporal



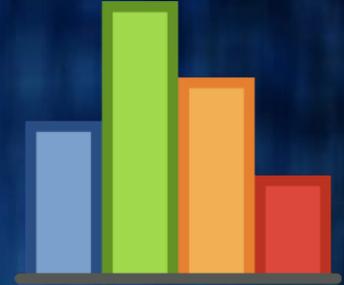
Descarga



Instala



Programa



Grafica

¿Por qué usar RStudio® en el análisis de datos?

1. Es un software de dominio público.
2. Se puede ejecutar en entorno Windows, Linux y MacOS.
3. Es ideal por sus inferencias en modelos no lineales.
4. Permite tener replicabilidad de los hallazgos independientemente de quien lo ejecute (mientras el código sea correcto).
5. Es flexible para hacer variaciones en función de lo que el investigador requiera.
6. Los resultados provenientes de RStudio® se han publicado en algunas de las revistas científicas del análisis de la conducta (*Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *Behavioural Processes*, entre otros).

(Gilroy, Franck, & Hantula, 2017; Franck, Koffarnus, House, & Bickel, 2015; Young, 2017)

Sistemas operativos a usar en MADDTeR:



WINDOWS®



MAC OS®



Chrome®



Firefox®



Safari®

Puedes usar cualquiera de estos navegadores para descargar R:



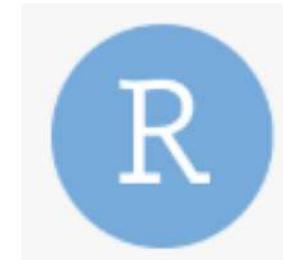
Dependiendo del sistema operativo, es que se observarán pequeñas diferencias en el formato de RStudio®. MADDTeR está diseñado para mostrarte cómo se visualiza la interfaz en ambos entornos. Primero se revisará la instalación en Windows® y después en MacOS®.



1 Código base de RStudio®



2 Aplicación de RStudio®
(la que abrirás para correr el código)



Para utilizar RStudio®, primero se debe descargar e instalar el código base de R. Después se descarga la aplicación de RStudio®. Si no lo haces de esta manera, no podrás ejecutar el programa adecuadamente.



Para descargar R sigue las siguientes indicaciones:

1. Descargar e instalar **R 3.0.1+** (es el código base de R): <https://cran.rstudio.com/>
 - 1.1 Da clic en [“install R for the first time”](#).
 - 1.2 Da clic en [“Download R 3.6.1 for Windows”](#). El archivo se empezará a descargar automáticamente.

1 Download and Install R

Precompiled binary distributions of the base system and contributed packages, **Windows and Mac** users most likely want one of these versions of R:

- [Download R for Linux](#)
- [Download R for \(Mac\) OS X](#)
- [Download R for Windows](#)

R is part of many Linux distributions, you should check with your Linux package management system in addition to the link above.

1.1

R for Windows

Binaries for base distribution. This is what you want to [install R for the first time.](#)

1.2

R-3.6.1 for Windows

[Download R 3.6.1 for Windows](#) (81 megabytes, 32/64 bit)

[Installation and other instructions](#)

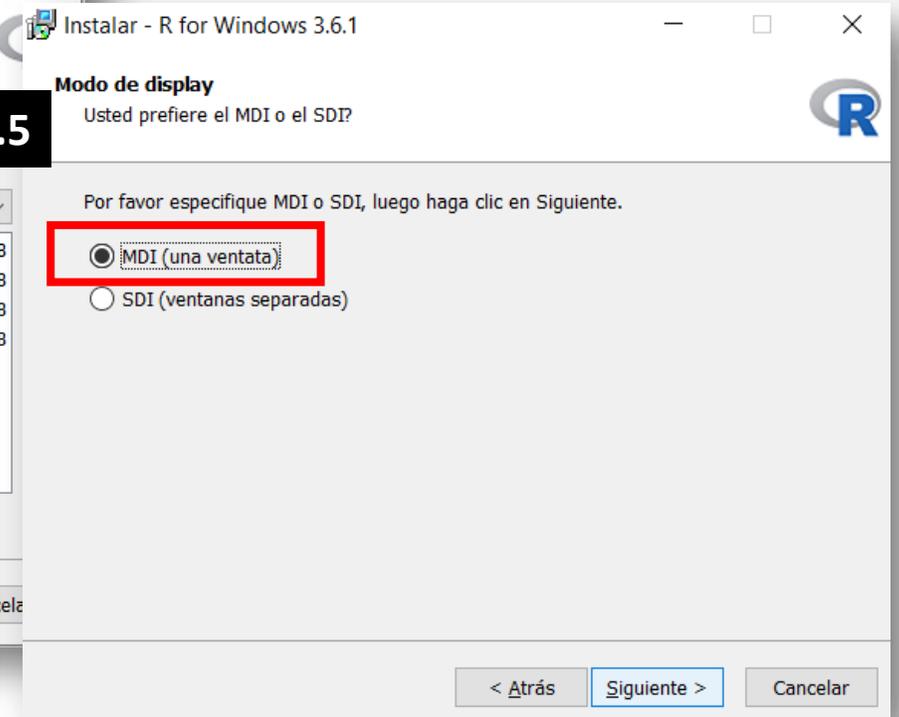
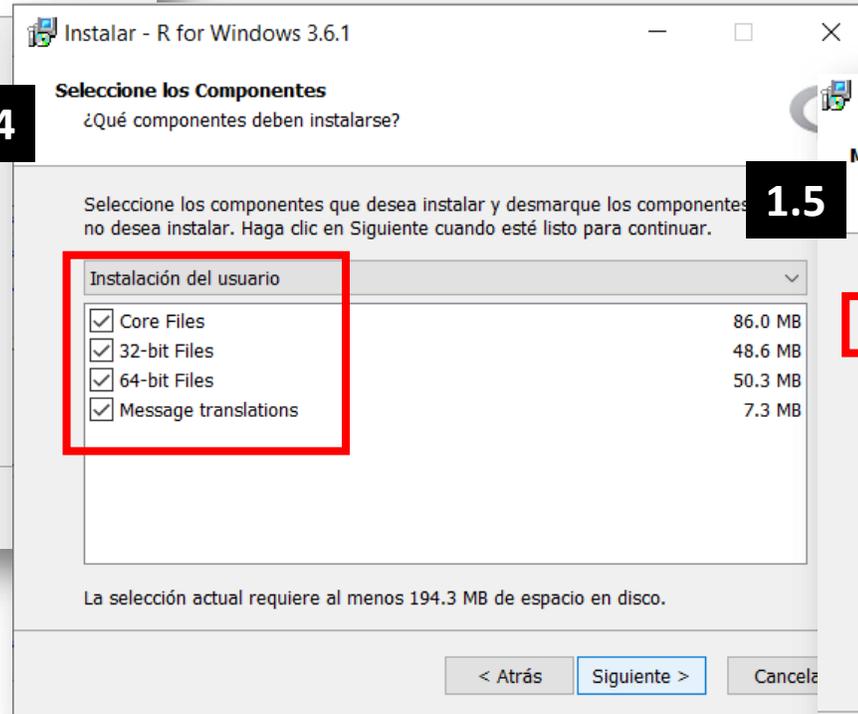
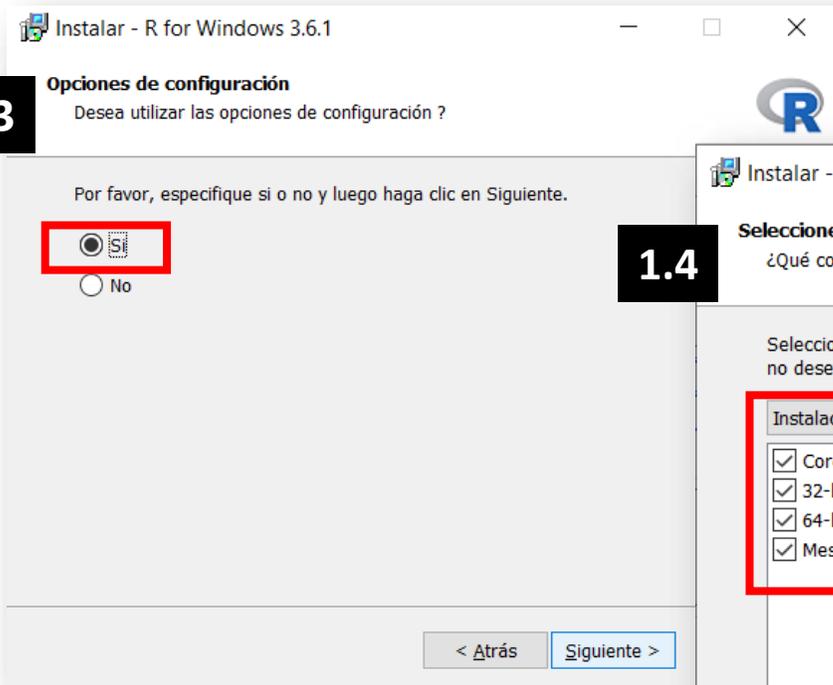
[New features in this version](#)



Considera tu sistema operativo para la instalación.

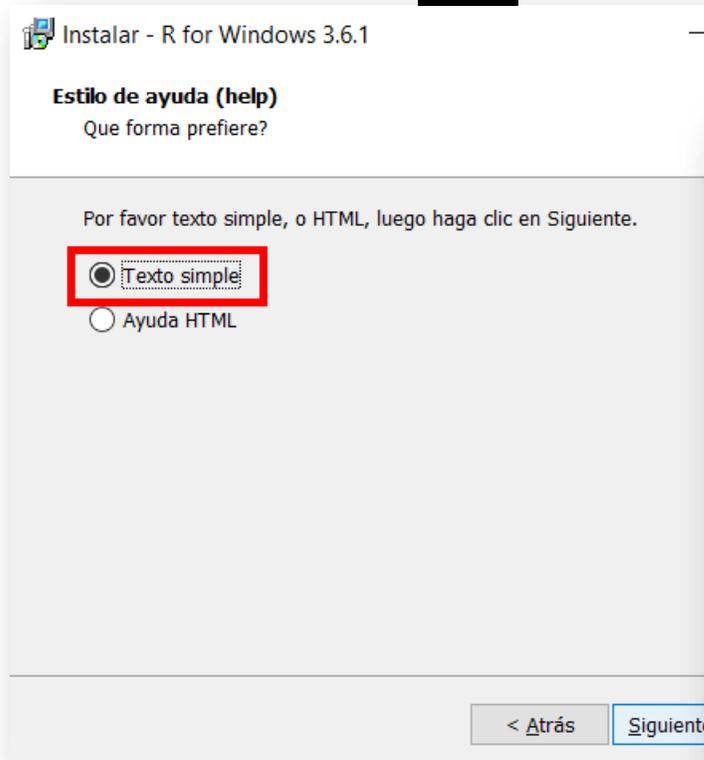


Una vez descargado te pedirá ciertas configuraciones, a continuación se te indica cuales seleccionar:



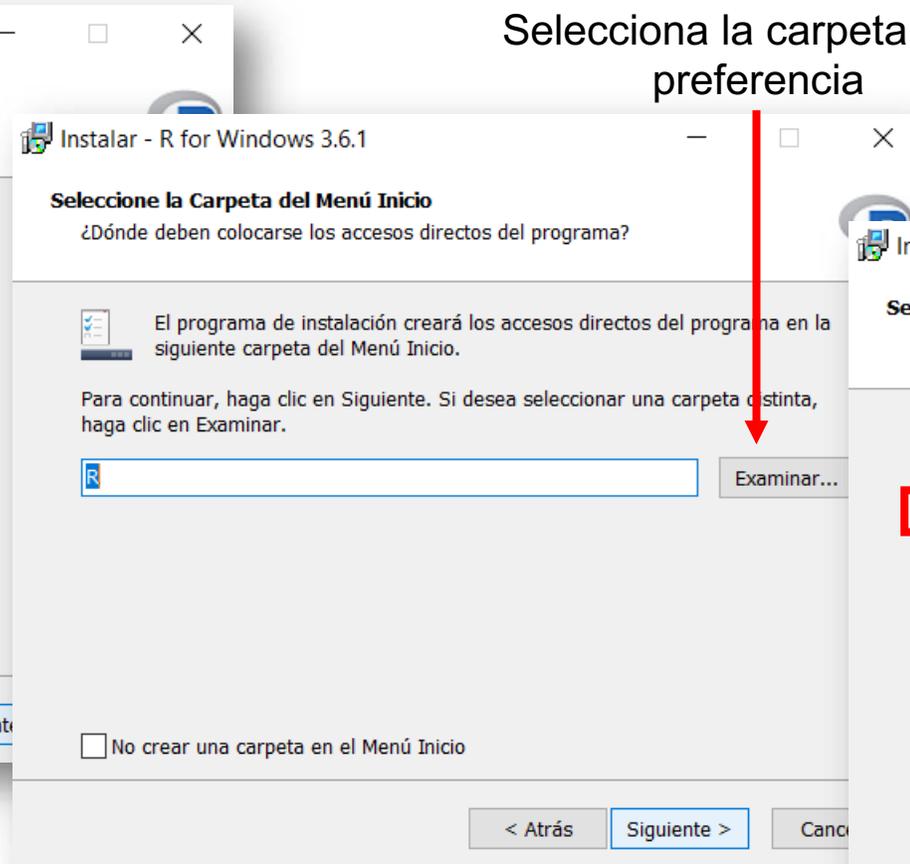


1.6



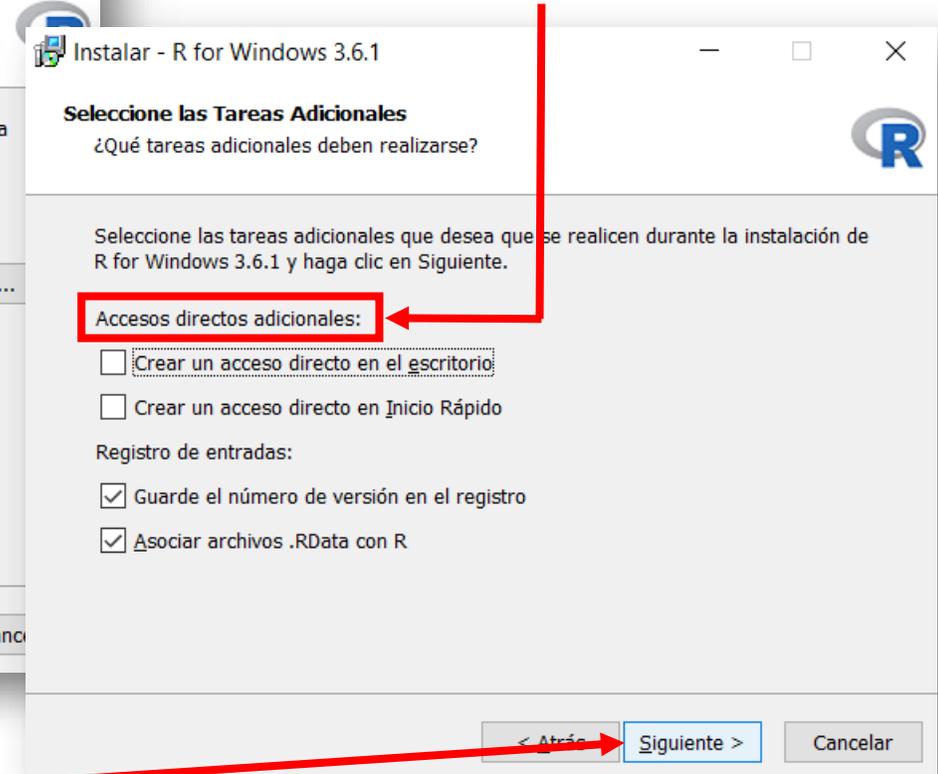
1.7

Selecciona la carpeta de tu preferencia



1.8

Si deseas tener accesos directos, selecciona estas opciones



Al seleccionar "Siguiente", R se descargará automáticamente



Ahora descarga RStudio® (aplicación), sigue las siguientes indicaciones:

1. Descargar e instalar **RStudio®**. En esta aplicación es en dónde se harán los análisis:

<https://www.rstudio.com/products/rstudio/download/#download>

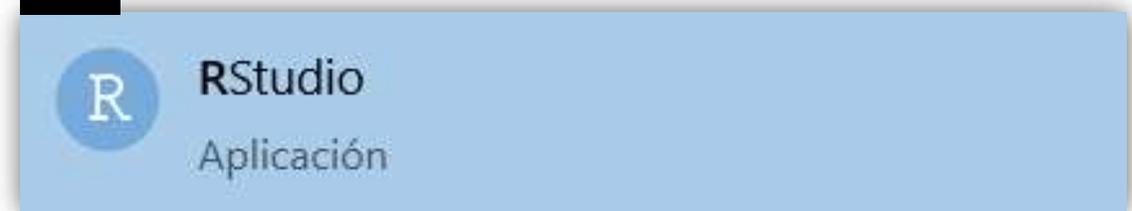
Selecciona del listado aquella opción que corresponda al sistema operativo que manejas.

2. Para ejecutar RStudio®, cerciérate de que sea la **Aplicación RStudio®**.

1

Installers	Size	Date	MD5
RStudio 1.2.1335 - Windows 7+ (64-bit)	126.9 MB	2019-04-08	d0e2470f1f8ef4cd35a669aa323a2136
RStudio 1.2.1335 - Mac OS X 10.12+ (64-bit)	121.1 MB	2019-04-08	6c570b0e2144583f7c48c284ce299eef

2



Interfaz Básica de RStudio®



Herramienta “Run”, sirve para correr las líneas de código.

Menú superior



Cuartil 1

“Script” donde se escribe el código

Cuartil 2

Entorno de variables



Cuartil 3

“Consola” donde se puede confirmar que el código corre de forma adecuada

Cuartil 4

Área donde se observan los gráficos realizados. También se encuentran utilidades adicionales



```
R version 3.6.0 (2019-04-26) -- "Planting of a Tree"
Copyright (C) 2019 The R Foundation for Statistical Computing
Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit)

R is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.
You are welcome to redistribute it under certain conditions.
Type 'license()' or 'licence()' for distribution details.

R is a collaborative project with many contributors.
Type 'contributors()' for more information and
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.

Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or
'help.start()' for an HTML browser interface to help.
Type 'q()' to quit R.
```



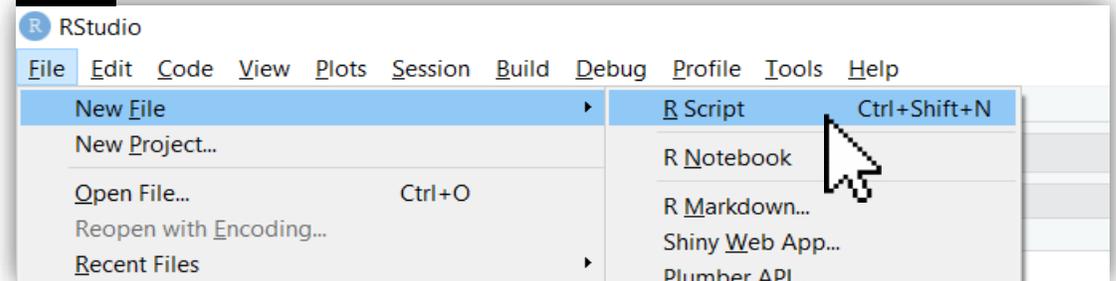
1. Una vez que se han descargado los programas anteriores, la apariencia predeterminada de RStudio® es en color gris y blanco. No obstante, el usuario puede cambiar el Tema de R. Automáticamente, se abren los cuartiles 2, 3 y 4. Sin embargo, para trabajar el código de R de este manual, es necesario abrir un nuevo Script (cuartil 1).

– procedimiento para Windows–

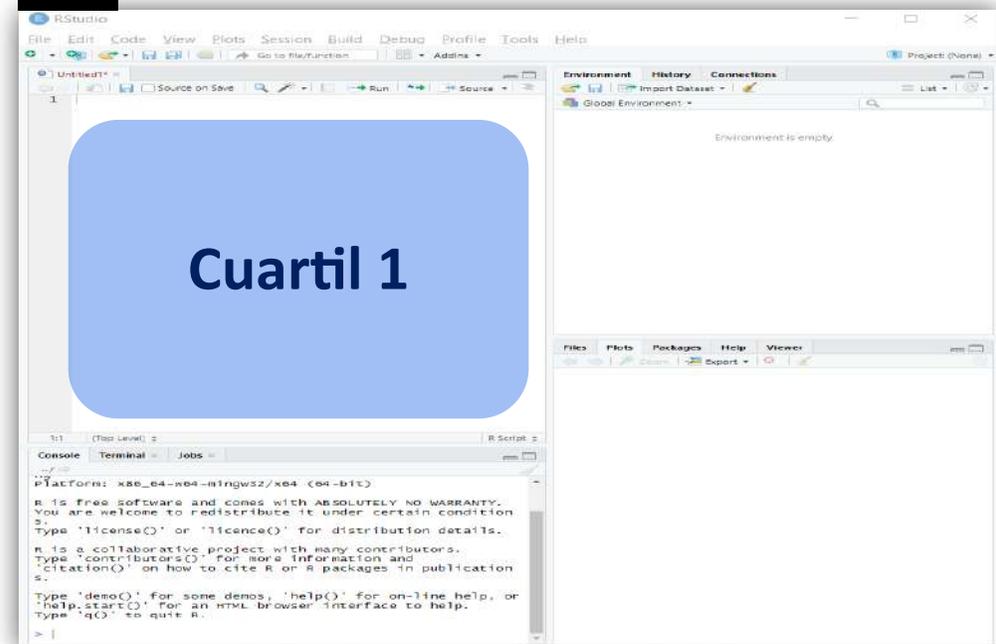
2. Ve al menú “File/Archivo”, selecciona “New File/Nuevo Archivo”, se desplegará un submenú. Selecciona “R Script”.

3. En el **Script** es en dónde debes colocar el código del análisis que desees hacer. Todas las indicaciones para correr el código se encuentran en el código mismo de este manual (ver más adelante para revisar la información).

2



3



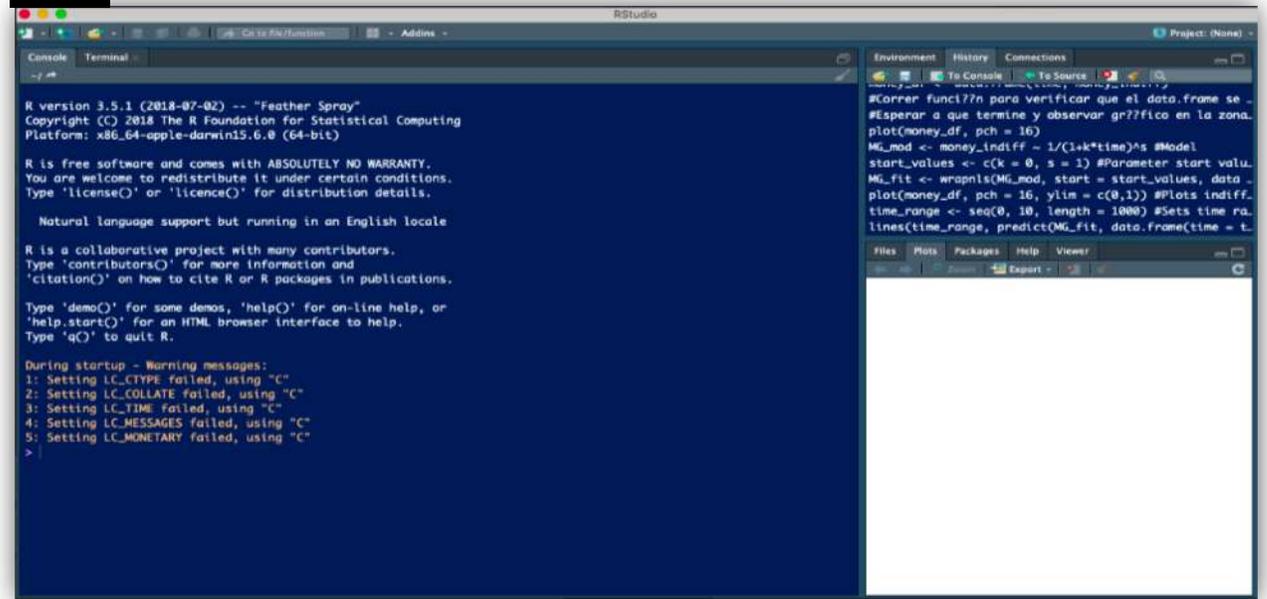
Interfaz de RStudio®



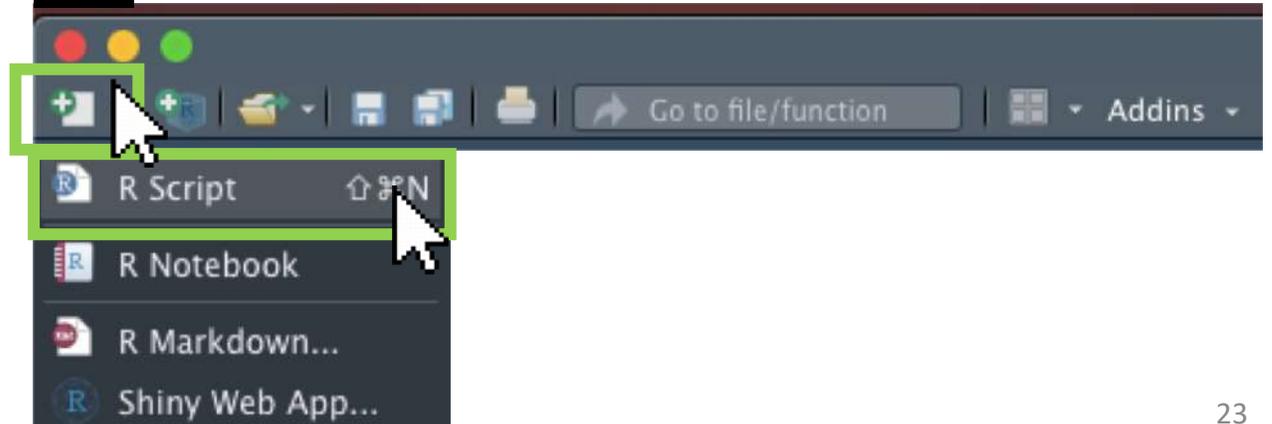
1. Una vez que se han descargado los programas anteriores, la apariencia predeterminada de RStudio® es en color gris y blanco. No obstante, el usuario puede cambiar el Tema de R. Automáticamente, se abren los cuartiles 2, 3 y 4. Sin embargo, para trabajar el código de R de este manual, es necesario abrir un nuevo *Script* (cuartil 1).

– procedimiento para MacOS –

1



2

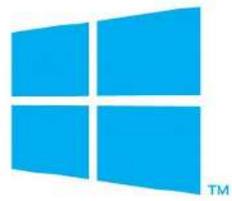


2. En la barra de herramientas de R (parte superior izquierda de la ventana), se encuentra el ícono para generar *scripts*, da clic en él y selecciona la primera opción de la lista desplegable. Ahora tendrás el cuartil 1 donde podrás pegar el código de R.

Organiza tus datos



Para que RStudio® pueda leer correctamente tus datos, considera las siguientes especificaciones.



Organización de datos



INSTRUCCIONES: Para desarrollar los gráficos de los modelos matemáticos, sigue el ejemplo:

	A	B	C	D	E
1	Demora 1	Demora 2	Demora 3	Demora 4	Demora 5
2	5	10	20	40	80
3	0.906	0.656	0.528	0.343	0.25

1. Los valores marcados en amarillo corresponden a los cinco valores de las demoras (segundos) que han de representarse en el eje x. **Nota:** Los valores pueden modificarse si deseas hacer otra prueba, ya sea con demoras más largas como días, semanas, meses o años.
2. Los valores marcados en azul representan los puntos de indiferencia correspondientes a cada nivel de demora.

Análisis de Datos



Considera que: Para escribir texto en el Script de RStudio®, debes colocar el símbolo “#” antes del texto. No uses acentos en el texto, o te los marcará como “?”.

1

Abre la aplicación de RStudio®. Abre un nuevo *Script*.



R

2

Copia el código en el orden en que está en el **Apéndice 1** de este manual (las tres secciones). Puedes copiar cada parte por separado (pp. 56–58).

3

Pega cada sección del código del Apéndice 1 en el nuevo *Script*. Pega en el orden indicado.

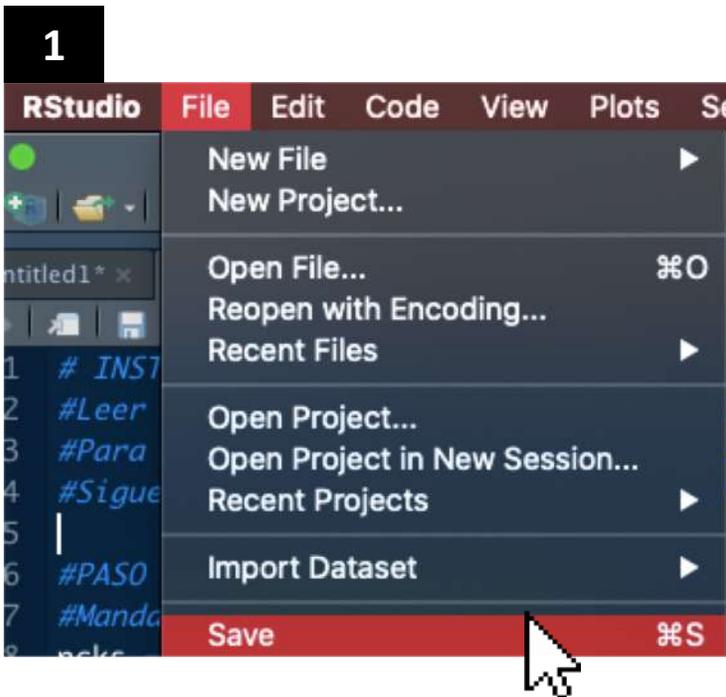
ANÁLISIS DE DATOS: Modelos



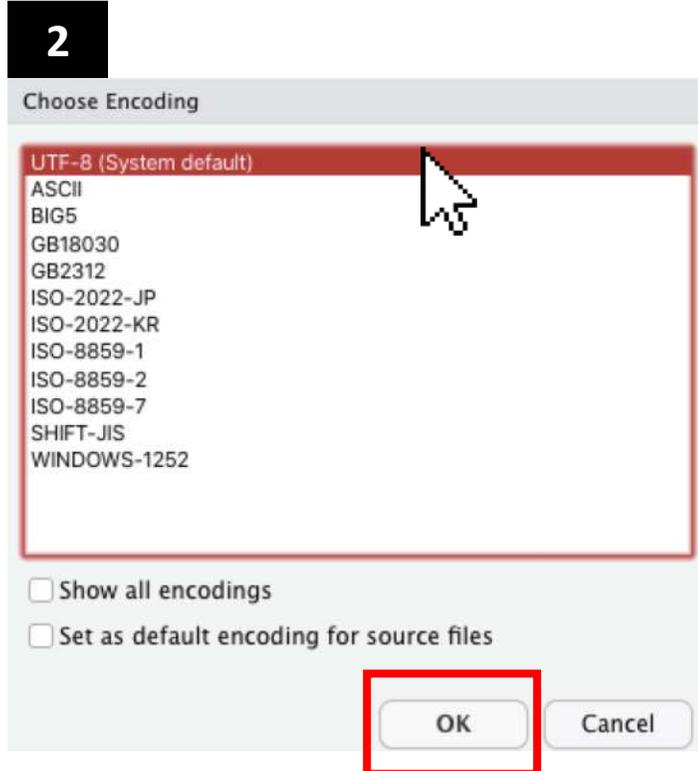
Guarda tu archivo



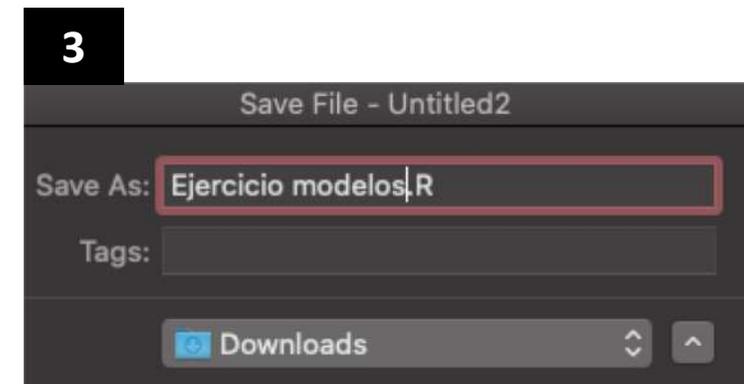
Una vez que haz copiado/pegado el código completo del Apéndice 1 en un nuevo *Script* en R, guarda el archivo como se muestra:



Ve a “File” y selecciona la opción “Save” para guardar el nuevo *Script*.



Selecciona la opción *UTF-8 (System default)* y da clic en OK.



Escribe el nombre del nuevo *Script* (puede ser otro si lo deseas) y guárdalo en la carpeta de tu preferencia. Observa que la terminación del archivo es “.R”, de esta manera RStudio® podrá leer tu archivo u otros cuando lo requieras.

ANÁLISIS DE DATOS: Modelos



Cuando el código completo se haya pegado y lo hayas guardado, el **Cuartil 1** se verá como en la imagen.



```
RStudio
Ejercicio modelos.R x
Source on Save
Run Source
1 # INSTRUCCIONES:
2 #Leer con detalle el Manual para conocer el formato en el que debe de estar tu base de datos.
3 #Para hacer el analisis de los puntos de indiferencia a los modelos matematicos
4 #Sigue los pasos que se muestran a continuacion.
5
6 #PASO 1:
7 #Mandar llamar paquetes para analisis de datos
8 pcks = c("psych","nlmrt","plyr")
9 #PASO 2:
10 #Instalar paquetes. Observaras que en la consola salen lineas de texto; no corras codigo
11 #hasta que aparezca la leyenda "The downloaded binary packages are in..."
12 install.packages(pcks)
13 #PASO 3:
14 #Correr sapply SIEMPRE al abrir una sesion de R
15 sapply(pcks, library, character.only=T)
16 #PASO 4:
17 #Crear variable del eje X, para este caso seria *time*
18 #Si decides cambiar el nombre de la variable con base a su base de datos, es todo el código que
```



Para continuar con el análisis, sigue las **instrucciones dentro** del código de R que acabas de pegar y, a la par, continúa revisando este Manual de la página 30–37.

ANÁLISIS DE DATOS: Modelos



Cuartil 1. Al llegar al Paso 4 del código, observarás la variable “time” con cinco valores, los cuales corresponden a los niveles de demora revisados (pp. 25). Después, en el Paso 5 observarás otra variable “money_indiff”, en la cual debes poner los valores de los puntos de indiferencia (pp. 25). Cada valor del punto de indiferencia se separa con una “,”.



```
Ejercicio modelos.R x
Source on Save
Run Source
16 #PASO 4:
17 #Crear variable del eje X, para este caso seria *time*
18 #Si decides cambiar el nombre de la variable aqui, tendras que hacerlo en todo el codigo que
19 #diga time, de lo contrario marcara error
20 time <- c(5, 10, 20, 40, 80)
21 #PASO 5:
22 #Poner los puntos de indiferencia (IP) en la nueva variable, que seria para el eje Y
23 money_indiff <- c(0.906, 0.656, 0.528, 0.343, 0.35) #Copiar los IP de Excel y ponerlos en esta linea
24 #PASO 6:
25 #Correr el data.frame
26 money_df <- data.frame(time, money_indiff)
27 #PASO 7:
28 #Correr funcion para verificar que el data.frame se esta graficando bien (funcion de descuento).
29 #Esperar a que termine y observar grafico en la zona derecha inferior.
30 plot(money_df, xlab = "Demoras (días)", ylab = "Valor Subjetivo", pch = 16, col = 'black', ylim = c(0,1),
```

ANÁLISIS DE DATOS: Modelo Hiperbólico $V = A / (1 + k D)$



1. Selecciona las líneas de código del #8 al # 30 (ejemplo).
2. Da clic en "Run".
3. Observa el gráfico.

The screenshot shows the R Studio interface. The script editor on the left contains R code with comments in Spanish. A red box highlights the 'Run' button, and a red circle with the number '2' is placed over it. The console on the bottom left shows the execution of the code. The Environment pane on the right shows the creation of a data frame. The Plots pane on the right shows a scatter plot titled 'Descuento Temporal' with a red circle and the number '3' next to it. The plot has 'Demoras (días)' on the x-axis and 'Valor Subjetivo' on the y-axis. A red arrow points from the plot area to a text box on the right.

```
18 #Si decides cambiar el nombre de la variable aqui, tendras que hacerlo en toda
19 #diga time, de lo contrario marcara error
20 time <- c(5, 10, 20, 40, 80)
21 #PASO 5:
22 #Poner los puntos de indiferencia (IP) en la nueva variable, que seria para el eje Y
23 money_indiff <- c(0.906, 0.656, 0.528, 0.343, 0.35) #Copiar los IP de Excel y ponerlos en esta linea
24 #PASO 6:
25 #Correr el data.frame
26 money_df <- data.frame(time, money_indiff)
27 #PASO 7:
28 #Correr funcion para verificar que el data.frame se esta graficando bien (funcion de descuento).
29 #Esperar a que termine y observar grafico en la zona derecha inferior.
30 plot(money_df, xlab = "Demoras (días)", ylab = "Valor Subjetivo", pch = 16, col = 'black', ylim = c(0,1), xlim = c(0,80), main = 'Descuento Temporal', las = 1)
```

Environment: money_df (data.frame)

Plots: Descuento Temporal

Demoras (días)	Valor Subjetivo
5	0.906
10	0.656
20	0.528
40	0.343
80	0.35

El gráfico sólo incluye los puntos empíricos.

Nota: este ejemplo se hizo con un dato sistemático, acorde a los criterios de Johnson & Bickel (2008).

ANÁLISIS DE DATOS: Modelo Hiperbólico $V = A / (1 + k D)$



Cuartil 1
1. Selecciona y corre las líneas de código del #33 al # 41

Cuartil 3
2. En la consola puedes observar los resultados del análisis (el valor de k)

```
Ejercicio modelos.R [Run]
30 plot(money_df, xlab = "Demoras (días)", ylab = "Valor Subjetivo",
31
32
33 ##### MAZUR - hiperbola (1987) #####
34
35 #PASO 8:
36 #Seleccionar las siguientes dos líneas y correr juntas
37 Mazur_mod <- money_indiff ~ 1/(1+(k*time))
38 Mazur_fit <- wrapnl(Mazur_mod, start=list(k=0), data = money_df)
39 #PASO 9:
40 #Imprimir los datos de k y la suma residual de cuadrados
41 print(Mazur_fit)
42 #PASO 10:
```

```
41:17 MAZUR - hiperbola (1987)
Console Terminal Jobs
~/
> #Seleccionar las siguientes dos líneas y correr juntas
> Mazur_mod <- money_indiff ~ 1/(1+(k*time))
> Mazur_fit <- wrapnl(Mazur_mod, start=list(k=0), data = money_df)
> #PASO 9:
> #Imprimir los datos de k y la suma residual de cuadrados
> print(Mazur_fit)
Nonlinear regression model
model: money_indiff ~ 1/(1 + (k * time))
data: data
k
0.03964
residual sum-of-squares: 0.02367

Number of iterations to convergence: 0
Achieved convergence tolerance: 2.461e-08
```

Cuartil 3
3. Si corres las líneas de código del #42 al #46, saldrá en la Consola el valor de R^2 para ese modelo (hiperbólico).

```
Ejercicio modelos.R [Run]
42 #PASO 10:
43 #Calculo de la R^2
44 RSS <- sum(residuals(Mazur_fit)^2) #Suma residual de los cuadrados
45 TSS <- sum((money_indiff - mean(money_indiff))^2) #Total de la suma de cuadr
46 1 - (RSS/TSS) #R-cuadrada
47
48 #PASO 11:
49 #Imprimir los valores predichos por el modelo
50 predict(Mazur_fit) #Gives model predicted values

#PASO 12:
#Graficar la línea de mejor ajuste a los puntos de indiferencia
#Correr las siguientes tres líneas al mismo tiempo
MAZUR - hiperbola (1987)
Terminal Jobs
near regression model
l: money_indiff ~ 1/(1 + (k * time))
a: data
k
4
ual sum-of-squares: 0.02367
of iterations to convergence: 0
ed convergence tolerance: 2.461e-08
0 10:
> #Calculo de la R^2
> RSS <- sum(residuals(Mazur_fit)^2) #Suma residual de los cuadrados
> TSS <- sum((money_indiff - mean(money_indiff))^2) #Total de la suma de cuadrados
> 1 - (RSS/TSS) #R-cuadrada
[1] 0.8929166
```

ANÁLISIS DE DATOS: Modelo Hiperbólico $V = A / (1 + k D)$



Cuartil 1
Selecciona y corre las líneas de código del #48 al #57

The screenshot shows the R Studio interface. The script editor on the left contains R code for fitting a hyperbolic model and plotting the results. A red box highlights the 'Run' button. A red circle with the number '1' is placed over the code lines. The console on the right shows the output of the code execution. A red arrow points from the console to the plot. The plot, titled 'Descuento Temporal', shows 'Valor Subjetivo' on the y-axis (ranging from 0.0 to 1.0) and 'Demoras (días)' on the x-axis (ranging from 0 to 80). The plot displays several data points (black circles) and a solid black line representing the hyperbolic fit. A red circle with the number '2' is placed over the plot title. A red arrow points from the plot to the right-hand text box.

Cuartil 3
Si hubiera un error al correr el código, se mostrará en la Consola.

Cuartil 4
Se ha creado el gráfico del ajuste de los datos (puntos) al modelo hiperbólico (línea sólida).

Realiza el procedimiento para el modelo hiperboloide: líneas de código del #60 al #84 (ejemplo)

ANÁLISIS DE DATOS: Modelos

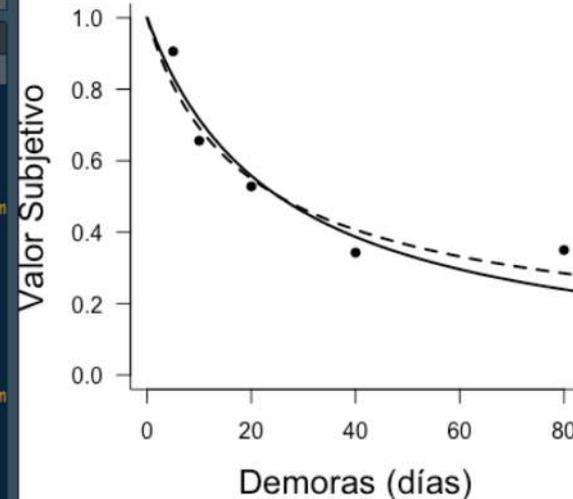


Cuartil 1
Selecciona y corre las líneas de código del #86 al #90

```
Ejercicio modelos.R
76 predict(MG_fit)
79
80 ##PASO 17:
81 #Graficar los puntos de indiferencia y el ajuste al modelo hiperbolide
82 plot(money_df, xlab = "Demoras (días)", ylab = "Valor Subjetivo", pch = 16, col = 'black', ylim = c(0,1),
83 time_range <- seq(0, 1000, length = 1100) #Sets time range for best fit line.
84 lines(time_range, predict(MG_fit, data.frame(time = time_range)), col = 'black', lty=2, lwd=1) #Adds best
85
86 #PASO 18:
87 ##### GRAFICAR LOS MODELOS JUNTOS #####
88 plot(money_df, xlab = "Demoras (días)", ylab = "Valor Subjetivo", pch = 16, col = 'black', ylim = c(0,1),
89 lines(time_range, predict(Mazur_fit, data.frame(time = time_range)), col = "Black", lty=1, lwd=2)
90 lines(time_range, predict(MG_fit, data.frame(time = time_range)), col = "Black", lty=2, lwd=2)
91
95:1 GRAFICAR LOS MODELOS JUNTOS - R Script -
Console Terminal Jobs
~/
> #Imprimir valores predichos por el modelo
> predict(MG_fit)
[1] 0.8102444 0.6922169 0.5496220 0.4066767 0.2848385
> #Graficar los puntos de indiferencia y el ajuste al modelo hiperbolide
> plot(money_df, xlab = "Demoras (días)", ylab = "Valor Subjetivo", pch = 16, col = 'black', ylim = c(0,1), xlim
= c(0,80), main = 'Descuento Temporal', cex.main=2, font.main=1, cex.lab = 1.50, bty = ("o"), las = 1)
> time_range <- seq(0, 1000, length = 1100) #Sets time range for best fit line.
> lines(time_range, predict(MG_fit, data.frame(time = time_range)), col = 'black', lty=2, lwd=1) #Adds best fit
line
> #PASO 18:
> ##### GRAFICAR LOS MODELOS JUNTOS #####
> plot(money_df, xlab = "Demoras (días)", ylab = "Valor Subjetivo", pch = 16, col = 'black', ylim = c(0,1), xlim
= c(0,80), main = 'Descuento Temporal', cex.main=2, font.main=1, cex.lab = 1.50, bty = ("l"), las = 1)
> lines(time_range, predict(Mazur_fit, data.frame(time = time_range)), col = "Black", lty=1, lwd=2)
> lines(time_range, predict(MG_fit, data.frame(time = time_range)), col = "Black", lty=2, lwd=2)
>
```

```
Environment History Connections
To Console To Source
time_range <- seq(0, 1000, length = 1100) #Sets time
lines(time_range, predict(MG_fit, data.frame(time =
#PASO 18:
##### GRAFICAR LOS MODELOS JUNTOS #####
plot(money_df, xlab = "Demoras (días)", ylab = "Valo
lines(time_range, predict(Mazur_fit, data.frame(time
lines(time_range, predict(MG_fit, data.frame(time =
```

Descuento Temporal



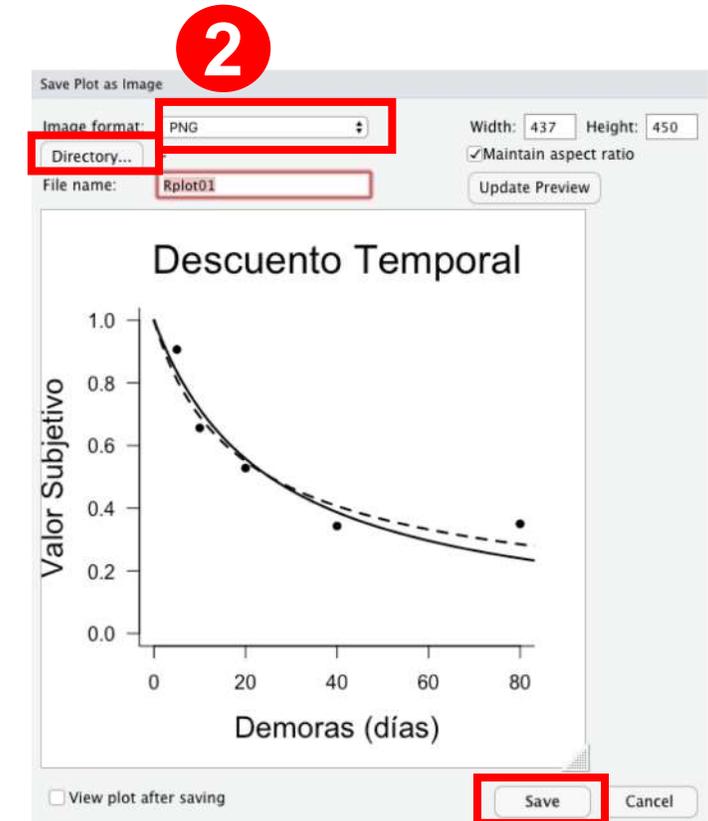
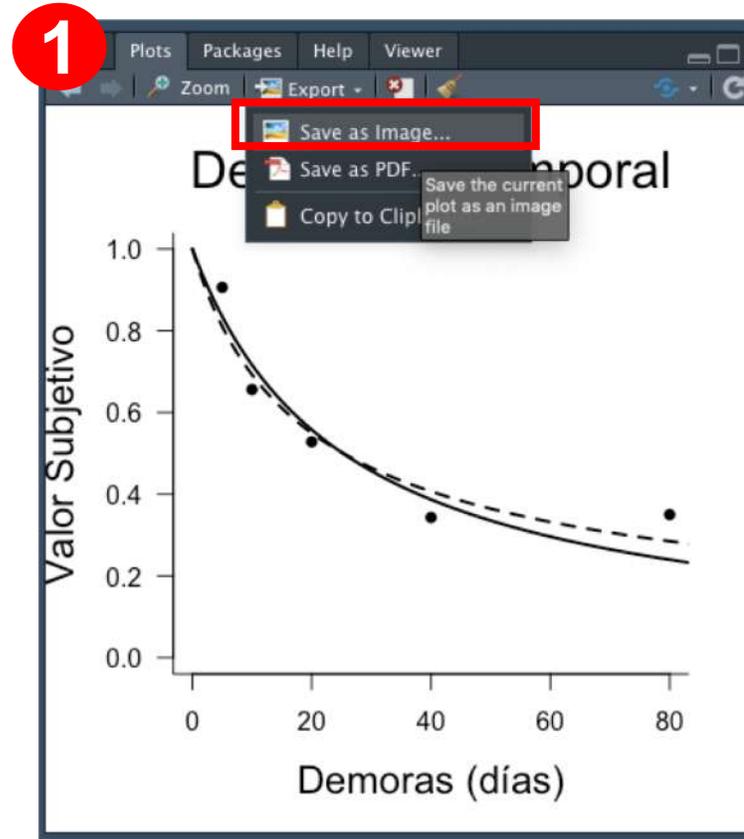
Cuartil 4
Se ha creado el gráfico del ajuste de los datos (puntos) a los dos modelos: hipérbola (línea sólida) e hiperboloid e (línea punteada).

ANÁLISIS DE DATOS: AUC



Guarda tu gráfico

1. **Cuartil 4:** Da clic en “Export”, selecciona la opción “Save as Image...”
2. En la ventana emergente selecciona el formato de tu imagen, cambia el nombre y elige el directorio donde deseas que se descargue. Da clic en “Save”.





RStudio® no cuenta con funciones prediseñadas en sus paqueterías para arrojar valores de R^2 (coeficiente de determinación, o nivel de la bondad de ajuste de los modelos a los datos empíricos), debido a que los puntajes para la regresión no lineal deben interpretarse con precaución (y posiblemente evitados) porque la suma de cuadrados del modelo y la suma de cuadrados de error no son iguales a 1. Sin embargo, generalmente incluimos los puntajes R^2 por convención y para que los valores de nuestros estudios pueden compararse con estudios anteriores (Frye, Galizio, Friedel, DeHart, & Odum; Young, 2017).

Por lo tanto, es necesario codificar la fórmula directamente:

```
114 RSS <- sum(residuals(MG_fit)^2)
115 TSS <- sum((money_indiff - mean(money_indiff))^2)
116 1 - (RSS/TSS) #R-cuadrada
```

→ Residual sum of squares

→ Total sum of squares

→ R-squared



SIN EMBARGO, si se planea comparar el nivel de ajuste de dos o más modelos, lo recomendable es utilizar el Akaike Information Criterion (AIC) o el Bayesian Information Criterion (BIC), en lugar del valor de R^2 . Ambos son criterios para la selección de un modelo matemático. El código del MADDTeR muestra cómo obtener ambos criterios **al final del código**:

AIC hace una estimación de la probabilidad promedio para la identificación del modelo estadístico (Akaike, 1974).

BIC hace una penalización de parámetros libres más fuerte que el AIC; es más estricto en su estimación (Schwarz, 1978).

```
#PASO 20:  
#Calculo del Akaike Information Criterion para cada modelo  
# Hyperbolic  
AIC(Mazur_fit, k = 2)  
# Hyperboloid  
AIC(MG_fit, k=2)  
  
#Calculo del Bayesian Information Criterion para cada modelo  
# Hyperbolic  
BIC (Mazur_fit)  
# Hyperboloid  
BIC (MG_fit)
```

Nota: Tal vez lo ideal sería reportar tanto valores de R^2 y de AIC y/o BIC.

RStudio® para graficar el Área Bajo la Curva



Programa



Grafica

ANÁLISIS DE DATOS: AUC



Para obtener el **Área Bajo la Curva (AUC)**, es necesario que tu base de datos tenga ciertas características, de lo contrario el código de R marcará error.

1. En un documento nuevo de Excel, nombra dos columnas para organizar tus datos: “**yvar**” y “**xfact**”. Observa el ejemplo.
2. En la columna “**yvar**” coloca los valores correspondientes a las AUC de tus condiciones. En este ejemplo se trabajaron dos condiciones: control y experimental. Se parte del hecho de que el estudiante convirtió los puntos de indiferencia a valores de AUC como se enseñó previamente. Asegúrate de que los valores estén clasificados correctamente como **número** (ve a la herramienta “Formato de número”).
3. En la columna “**xfact**” escribe la condición que corresponda.

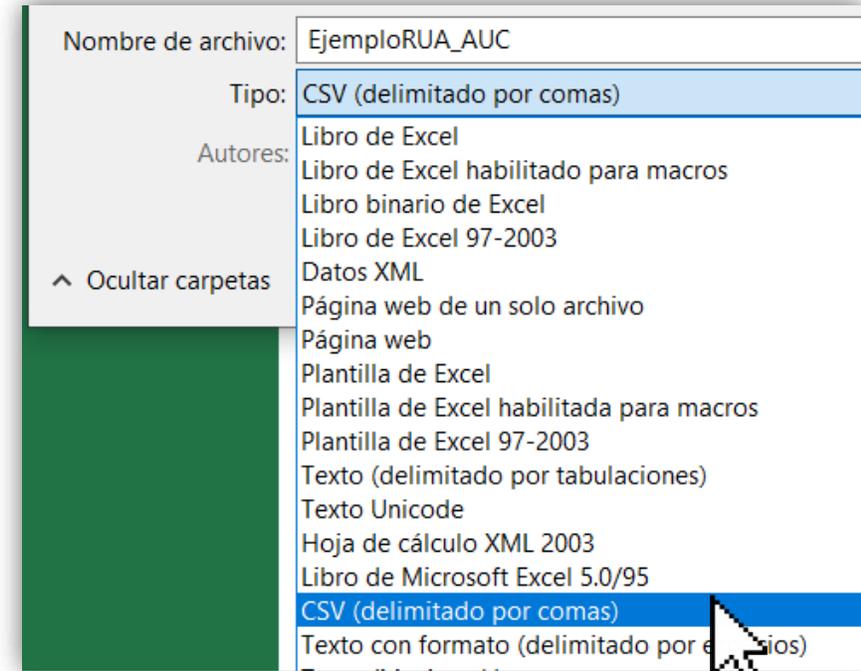
	A	B	
1	yvar	xvar	
2	0.760	Control	
3	0.450	Control	
4	0.230	Control	
5	0.230	Control	
6	0.140	Control	
7	0.980	Experimental	
8	0.840	Experimental	
9	0.780	Experimental	
10	0.670	Experimental	
11	0.880	Experimental	
12			



Guarda tu archivo



Guarda tu base de datos como **.CSV** (texto delimitado por comas). Esto es muy importante, ya que si está en otro tipo de archivo, el código marcará error.



1

Abre la aplicación de RStudio®. Abre un nuevo *Script*.



2

Copia el código en el orden en que está en el **Apéndice 2** de este manual (las dos secciones). Puedes copiar cada parte por separado (pp. 59).

3

Pega cada sección del código del Apéndice 2 en el nuevo *Script*. Pega en el orden indicado.



Una vez que haz copiado/pegado el código completo del Apéndice 2 en un nuevo *Script* en R, guarda el archivo como se mostró anteriormente.

ANÁLISIS DE DATOS: AUC



Así se verá el código del Apéndice 2 en el Cuartil 1



```
RStudio
Project: (None)

# INSTRUCCIONES:
#Leer con detalle el Manual para conocer el formato en el que debe de estar tu base de datos
#para hacer el analisis de AUC.
#Sigue los pasos que se muestran a continuacion.
#PASO 1:
#Declarar la variable temporal *path* con la ubicacion del archivo entre comillas.
#Copia la ubicacion de tu base de datos de Excel y pega-reemplaza el texto dentro de las comillas
#verifica que la ubicacion de tu archivo este entre comillas
#verifica que la diagonal sea / y que no esté al revés.
#Da click en las siguientes dos líneas del código y luego da click en RUN
path = "C:/Users/usuario/Documents/EjemploRUA_AUC.csv"
read.csv(path)
#PASO 2:
#Declarar variable principal group
group <- read.csv (path)

Mazur_mod <- money_indiff ~ 1/(1+(k*time))
Mazur_fit <- wrapnlm(Mazur_mod, start=list(k=0), data=...
#PASO 9:
#Imprimir los datos de k y la suma residual de cuadra...
print(Mazur_fit)
#PASO 11:
#Imprimir los valores predichos por el modelo
predict(Mazur_fit) #Gives model predicted values
#PASO 20:
#Calculo del Akaike Information Criterion para cada m...
# Hyperbolic
AIC(Mazur_fit, k = 2)
BIC(Mazur_fit)
```

3:31 (Top Level) R Script

Console Terminal Jobs

```
~/
R is a collaborative project with many contributors.
Type 'contributors()' for more information and
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.

Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or
'help.start()' for an HTML browser interface to help.
Type 'q()' to quit R.

[Workspace loaded from ~/.RData]
>
```

ANÁLISIS DE DATOS: AUC



CUARTIL 1

```
Untitled1* x
Source on Save
Run
1 # INSTRUCCIONES:
2 #Leer con detalle el Manual para conocer el formato en el que debe de estar tu base de datos
3 #para hacer el analisis de AUC.
4 #Sigue los pasos que se muestran a continuacion.
5
6 #PASO 1:
7 #Declarar la variable temporal *path* con la ubicacion del archivo entre comillas.
8 #Copia la ubicacion de tu base de datos de Excel y pega-reemplaza el texto dentro de las comillas
9 #verifica que la ubicacion de tu archivo este entre comillas
10 #verifica que la diagonal sea / y que no esté al revés.
11 #Da click en las siguientes dos líneas del código y luego da click en RUN
12 path = "C:/Users/usuario/Documents/EjemploRUA_AUC.csv"
13 read.csv(path)
14
```



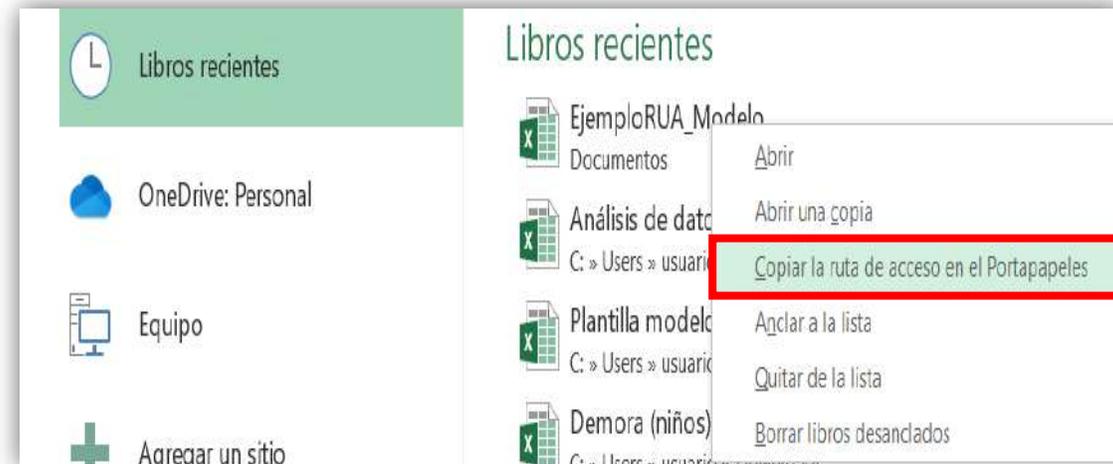
Aquí debes poner la ubicación del archivo (.CSV) en donde están tus datos de AUC. Sigue la instrucción a continuación. Las comillas deben encerrar la ubicación.



Buscar ubicación de archivo.



1. Ve a la pestaña “Archivo” de Excel (Versión en Windows®).
2. Selecciona la opción “Abrir”. Ubica el nombre de tu archivo en la lista que se despliega.
3. Da clic derecho sobre tu archivo, se desplegará un submenú. Selecciona la opción “Copiar la ruta de acceso en el Portapapeles”.
4. La ubicación ha quedado pegada en el porta papeles, ve a R y pégala en donde corresponde (pp. 43).



ANÁLISIS DE DATOS: AUC



Buscar ubicación de archivo.

1. Ruta: “Archivo”, “Abrir recientes”, “Más...”.
2. Clic derecho en el archivo: ”Copiar ruta de acceso”.
3. La ubicación ha quedado pegada en el porta papeles, ve a R y pégala en donde corresponde (pp. 43).



ANÁLISIS DE DATOS: AUC



1. De acuerdo al ejemplo del Manual, selecciona las líneas de código del #12 al # 23, en el Cuartil 1.

2. Da clic en "Run".

3. Observa cómo se ha creado el gráfico con los datos del ejemplo (Cuartil 4).

The screenshot shows the RStudio interface with the following elements:

- Code Editor:** Contains R code for reading a CSV file and plotting. A red circle '1' highlights lines 12-23. A red circle '2' highlights the 'Run' button.
- Console:** Shows the execution of the code, including the creation of the 'yvar' object and the execution of the plotting functions.
- Environment:** Shows the 'group' object attached to the environment.
- Plots:** Displays a boxplot titled 'Descuento Temporal' comparing 'Control' and 'Experimental' groups. The y-axis is labeled 'Area Bajo la Curva'.

```
ejercicio RUA_AUC.R* x
Source on Save
5
6 #PASO 1:
7 #Declarar la variable temporal *path* con la ubicacion del archivo entre comillas.
8 #Copia la ubicacion de tu base de datos de Excel y pega-reemplaza el texto dentro de las comillas
9 #verifica que la ubicacion de tu archivo este entre comillas
10 #verifica que la diagonal sea / y que no esté al revés.
11 #Da click en las siguientes dos líneas del código y luego da click en RUN
12 path = "/Users/Dropbox/PAPIIT/RUA/ejercicio RUA.csv"
13 read.csv(path)
14
15 #PASO 2:
16 #Declarar variable principal group
17 group <- read.csv (path)
18
19 #PASO 3:
20 ## **** color solido
21 attach(group)
22 boxplot(yvar~xfact, data = group, ylab= "Área Bajo la Curva", xlab="Grupos", ylim = c(0,1), boxwex = .4, frame.
23 stripchart(yvar~xfact, data = group, vertical = TRUE, method = "jitter", pch = 16, col = "black", bg = "blac
24
24:1 (Top Level) : R Script
Console Terminal Jobs
~/
The following object is masked from group (pos = 6):
yvar
> boxplot(yvar~xfact, data = group, ylab= "Área Bajo la Curva", xlab="Grupos", ylim = c(0,1), boxwex = .4, frame.
plot = TRUE, border=1, col = c("white", "azure3"), las = 1, main = 'Descuento Temporal', cex.lab = 1.30, cex.ma
n=1.5)
> stripchart(yvar~xfact, data = group, vertical = TRUE, method = "jitter", pch = 16, col = "black", bg = "blac
k", add= TRUE)
> |
```

Descuento Temporal

The boxplot displays the distribution of 'Area Bajo la Curva' for two groups: Control and Experimental. The y-axis ranges from 0.0 to 1.0. The Control group has a median around 0.25, while the Experimental group has a median around 0.85.

Grupo	Min	Q1	Median	Q3	Max
Control	0.15	0.23	0.25	0.45	0.78
Experimental	0.68	0.78	0.85	0.90	1.00

ANÁLISIS DE DATOS: AUC



```
ejercicio_RUA_AUC.R* x
#PASO 1:
#Declarar la variable temporal *path* con la ubicacion del archivo entre comillas.
#Copia la ubicacion de tu base de datos de Excel y pega-reemplaza el texto dentro de las comillas
#verifica que la ubicacion de tu archivo este entre comillas
#verifica que la diagonal sea / y que no esté al revés.
#Da click en las siguientes dos lineas del codigo y luego da click en RUN
path = "/Users/Dropbox/PAPIIT/RUA/ejercicio_RUA.csv"
read.csv(path)
#PASO 2:
#Declarar variable principal group
group <- read.csv (path)
#PASO 3:
## **** color solido
attach(group)
boxplot(yvar~xfact, data = group, ylab= "Área Bajo la Curva", xlab="Grupos", ylim = c(0,1), boxwex = .4, frame.
stripchart(yvar~xfact, data = group, vertical = TRUE, method = "jitter", pch = 16, col = "black", bg = "blac
The following object is masked from group (pos = 6):
yvar
> boxplot(yvar~xfact, data = group, ylab= "Área Bajo la Curva", xlab="Grupos", ylim = c(0,1), boxwex = .4, frame.
plot = TRUE, border=1, col = c("white", "azure3"), las = 1, main = 'Descuento Temporal', cex.lab = 1.30, cex.mai
n=1.5)
> stripchart(yvar~xfact, data = group, vertical = TRUE, method = "jitter", pch = 16, col = "black", bg = "blac
k", add= TRUE)
>
```

Environment History Connections
To Console To Source
Files Plots Packages Help Viewer
Zoom Export

1 Descuento Temporal

Area Bajo la Curva

Grupos

Control Experimental



2. Esto se debe a que en el código se encuentran los caracteres para que los puntos se vean así.

2

1

1. Observa que los puntos dentro del gráfico son de color sólido y rellenos.

ANÁLISIS DE DATOS: AUC



Corre las líneas de código del # 25 al #30 (ejemplo)

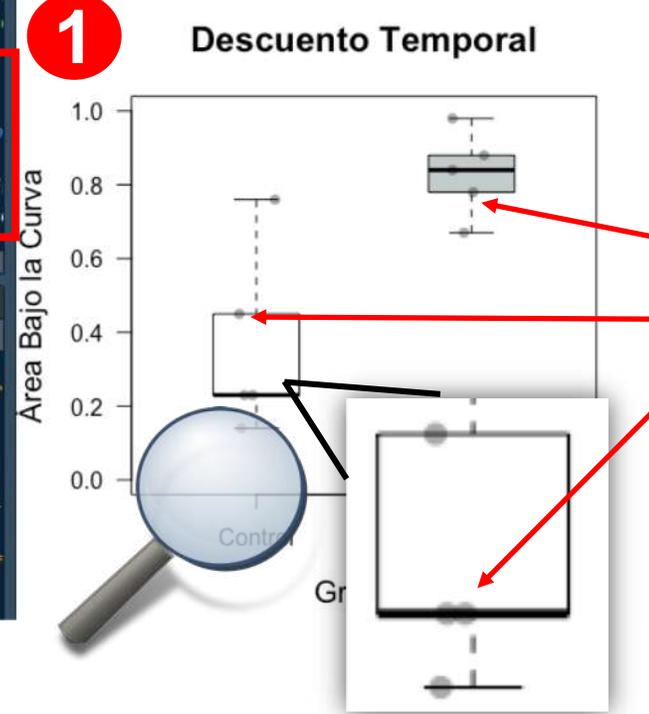
```
ejercicio RUA_AUC.R *
Source on Save
Run Source
12 path = "/Users/zairavega/Dropbox/PAPIIT/RUA/ejercicio RUA.csv"
13 read.csv(path)
14
15 #PASO 2:
16 #Declarar variable principal group
17 group <- read.csv (path)
18
19 #PASO 3:
20 ## **** color solido
21 attach(group)
22 boxplot(yvar~xfact, data = group, ylab= "Área Bajo la Curva", xlab="Grupos", ylim = c(0,1), boxwex = .4, fram
23 stripchart(yvar~xfact, data = group, vertical = TRUE, method = "jitter", pch = 16, col = "black", bg = "bl
24
25 ## **** color transparente
26 attach(group)
27 ## transparencia alpha (entre 0 y 1, por defecto 1), para cambiar color, buscar codigo rgb y reemplazar lo
28 azul <- rgb(0.02,0.02,0.02, 0.4) # (0.02,0.02,0.02, 0.7)
29 boxplot(yvar~xfact, data = group, ylab= "Área Bajo la Curva", xlab="Grupos", ylim = c(0,1), boxwex = .4, f
30 stripchart(yvar~xfact, data = group, vertical = TRUE, method = "jitter", pch = 16, col = azul, bg = azul,
31
31.1 (Top Level) - R Script -
```

2



2. Esto se debe a que en el código se encuentran los caracteres para que los puntos se vean de manera transparente. Si deseas disminuir o aumentar la transparencia, cambia los valores (0-1) del recuadro amarillo. Entre más cercano a 1, menos transparente.

1



1. Observa que ahora los puntos dentro del gráfico son de color con relleno transparente.

ANÁLISIS DE DATOS: AUC



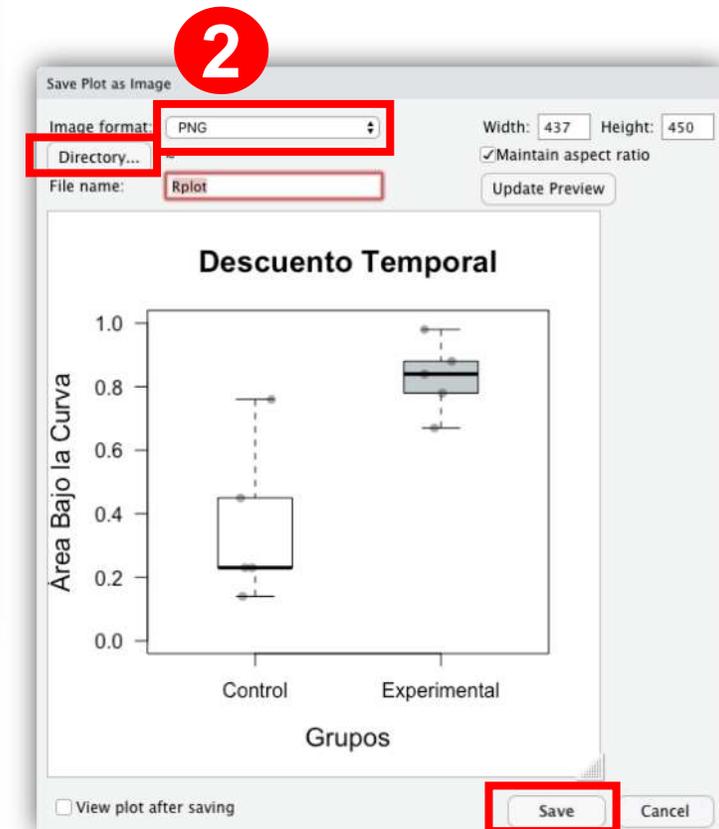
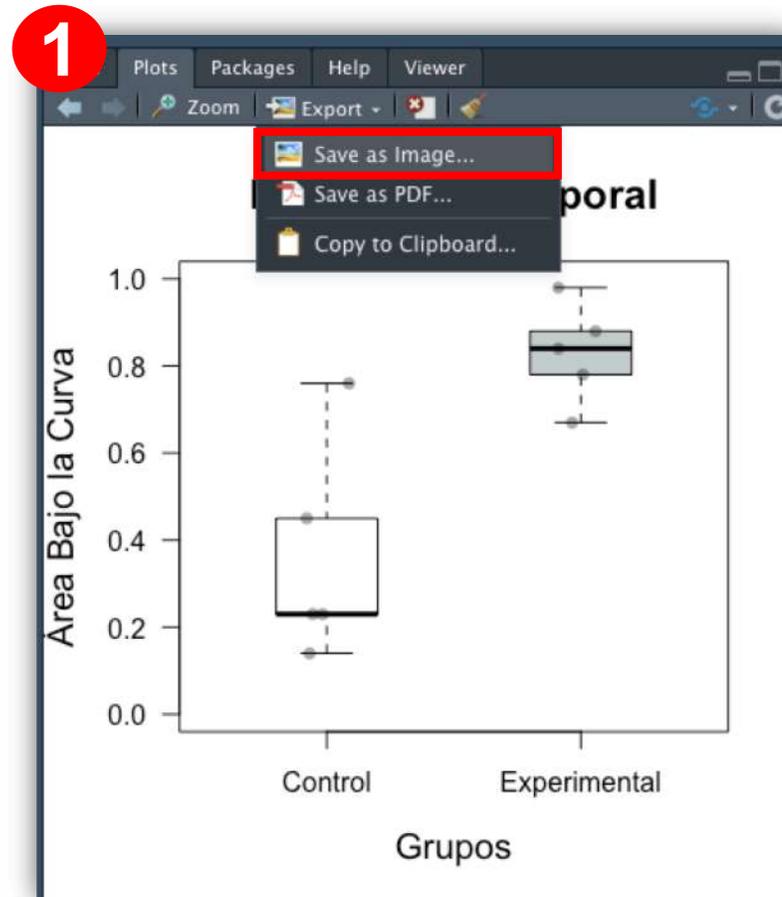
1. En el ejemplo, selecciona las líneas de código del #32 al #38 y da clic en "Run".
2. Observa que en la Consola (Cuartil 3) se han generado los valores solicitados de los datos.

```
ejercicio RUA_AUC.R* x
Source on Save Run
26 attach(group)
27 ## transparencia alpha (entre 0 y 1, por defecto 1), para ca
28 azul <- rgb(0.02,0.02,0.02, 0.4)#(0.02,0.02,0.02, 0.7)
29 plot(yvar~xfact, data = group, ylab= "Área Bajo la Curva"
30 chart(yvar~xfact, data = group, vertical = TRUE, method
31
32 #PASO 4:
33 # Medias, desviacion estandar y numero de sujetos por grupo
34 tapply(yvar,xfact, mean) #Media
35 tapply(yvar,xfact, sd) #Desviacion estandar
36 tapply(yvar,xfact, median) #Mediana
37 tapply(yvar,xfact, length) #Participantes por grupo
38 sem = tapply(yvar,xfact,sd)/ sqrt(tapply(yvar,xfact, length)
39
29:56 (Top Level) -
Console Jobs x
~/
> #PASO 4:
> # Medias, desviacion estandar y numero de sujetos por grupo
> tapply(yvar,xfact, mean) #Media
Control Experimental
0.362 0.830
> tapply(yvar,xfact, sd) #Desviacion estandar
Control Experimental
0.2501400 0.1153256
> tapply(yvar,xfact, median) #Mediana
Control Experimental
0.23 0.84
> tapply(yvar,xfact, length) #Participantes por grupo
Control Experimental
5 5
> sem = tapply(yvar,xfact,sd)/ sqrt(tapply(yvar,xfact, length) )
> |
```



Guarda tu gráfico

1. **Cuartil 4:** Da clic en “Export”, selecciona la opción “Save as Image...”
2. En la ventana emergente selecciona el formato de tu imagen, cambia el nombre y elige el directorio donde deseas que se descargue. Da clic en “Save”.



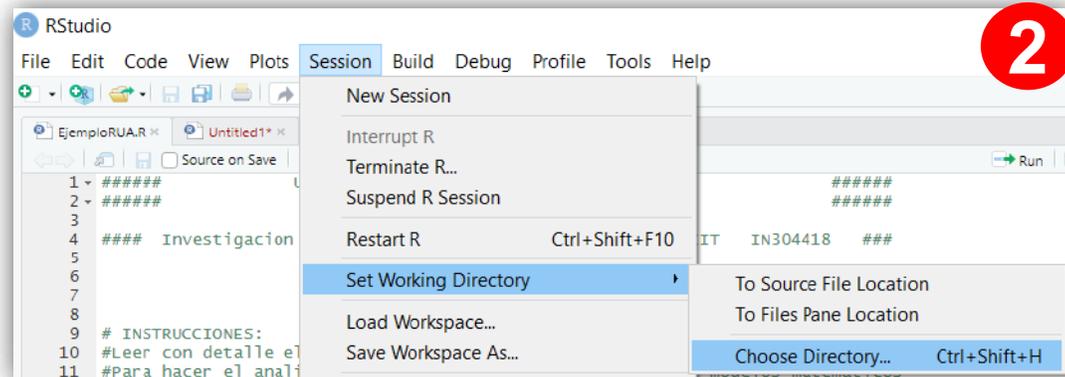


ADVERTENCIAS



1. Toma en cuenta que la versión de RStudio® que aquí usamos requiere un sistema operativo de 64-bit, si tu manejas un sistema operativo de 32-bit, puedes descargar otra versión de RStudio® en: <https://www.rstudio.com/products/rstudio/download/#download>. Da clic en “older versión of RStudio®”.

2. Unas de las maneras de asegurar que la ubicación de tu archivo está siendo la correcta, es indicarlo de manera manual. Para ello, deberás seguir la siguiente ruta e indicar en qué carpeta se encuentra tu documento:



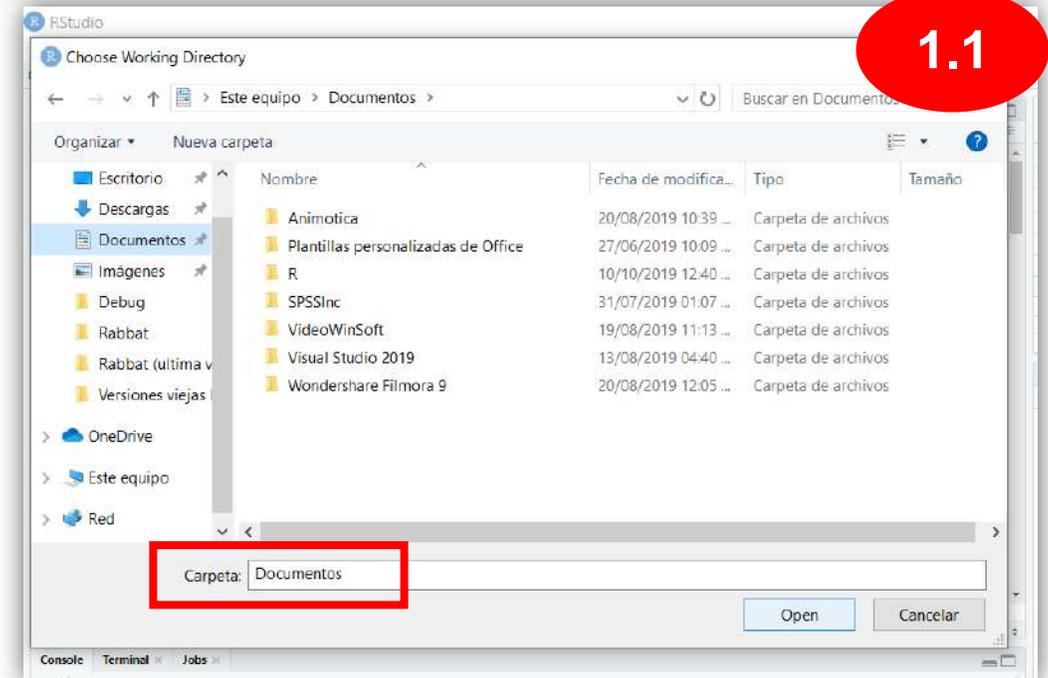
1

RStudio Desktop 1.2.5019 - Release Notes

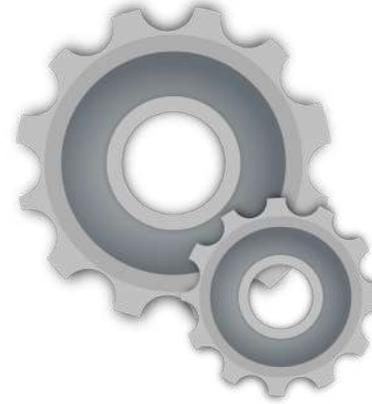
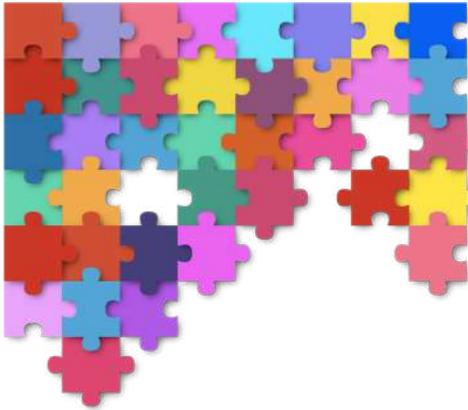
RStudio requires R 3.0.1+. If you don't already have R, download it [here](#).

Linux users may need to [import RStudio's public code-signing key](#) prior to installation, depending on the operating system's security policy.

RStudio 1.2 requires a 64-bit operating system, and works exclusively with the 64 bit version of R. If you are on a 32 bit system or need the 32 bit version of R, you can use an older version of RStudio.



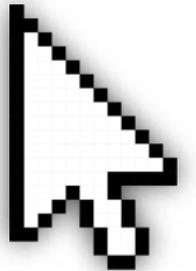
Herramientas de Apoyo Adicionales



Códigos: <https://cran.r-project.org/manuals.html>

Lenguaje: <https://cran.r-project.org/doc/manuals/r-release/R-lang.html>

Colores rgb: https://www.w3schools.com/colors/colors_picker.asp



Adaptación del código original de RStudio® para el nivel de ajuste de los modelos a los datos empíricos



jove Journal of Visualized Experiments

www.jove.com

Video Article

Measuring Delay Discounting in Humans Using an Adjusting Amount Task

Charles C.J. Frye¹, Ann Galizio¹, Jonathan E. Friedel¹, W. Brady DeHart¹, Amy L. Odum¹

¹Department of Psychology, Utah State University

Correspondence to: Amy L. Odum at amy.odum@usu.edu

URL: <https://www.jove.com/video/53584>

DOI: [doi:10.3791/53584](https://doi.org/10.3791/53584)

Keywords: Behavior, Issue 107, Delay discounting, impulsivity, commodity, trait, reward devaluation, adjusting amount, impulsive choice

Date Published: 1/9/2016

Citation: Frye, C.C., Galizio, A., Friedel, J.E., DeHart, W.B., Odum, A.L. Measuring Delay Discounting in Humans Using an Adjusting Amount Task. *J. Vis. Exp.* (107), e53584, doi:10.3791/53584 (2016).

Referencias



- Ainslie, G. W. (1974), Impulse Control In Pigeons1. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 21: 485-489. [10.1901/jeab.1974.21-485](https://doi.org/10.1901/jeab.1974.21-485)
- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. En *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19(6), 716-723. [10.1109/TAC.1974.1100705](https://doi.org/10.1109/TAC.1974.1100705)
- Franck, C. T., Koffarnus, M. N., House, L. L., & Bickel, W. K. (2015), Accurate characterization of delay discounting: A multiple model approach using approximate bayesian model selection and a unified discounting measure. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 103(1), 218-233. [10.1002/jeab.128](https://doi.org/10.1002/jeab.128)
- Frye, C.C., Galizio, A., Friedel, J.E., DeHart, W.B., Odum, A.L. Measuring Delay Discounting in Humans Using an Adjusting Amount Task. *J. Vis. Exp.* (107), e53584. [10.3791/53584](https://doi.org/10.3791/53584) (2016).
- Gilroy, S. P., Franck, C. T., & Hantula, D. A. (2017), The discounting model selector: Statistical software for delay discounting applications. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 107, 388-401. [10.1002/jeab.257](https://doi.org/10.1002/jeab.257)
- Gómez-Escobar, G., López, A. L., Morales, S., & García, R. E. (2019). Descuento temporal de recompensas y demoras reales e hipotéticas mediante un videojuego. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 45(1), 66–89. <http://dx.doi.org/10.5514/rmac.v45.i1.70867>
- Green, L., & Myerson, J. (2013). How many impulsivities? A discounting perspective. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 99(1), 3–13. <https://doi.org/10.1002/jeab.1>
- Mazur, J.E. (1987). An adjusting procedure for studying delayed reinforcement. In: Commons M.L., Mazur, J.E., Nevin, J.A., Rachlin, H., editors. *Quantitative Analyses of Behavior: The Effect of Delay and of Intervening Events on Reinforcement Value*. Vol. 5. Erlbaum; Hillsdale, NJ: 1987. pp. 55–73.
- Myerson, J., & Green, L. (1995). Discounting of delayed rewards: Models of individual choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 64(3), 263–276. <https://doi.org/10.1901/jeab.1995.64-263>
- Myerson, J., Green, L., & Warusawitharana, M. (2001). Area under the curve as a measure of discounting. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 76(2), 235–243. [10.1901/jeab.2001.76-235](https://doi.org/10.1901/jeab.2001.76-235)
- Rachlin, H., Raineri, A., & Cross, D. (1991). Subjective probability and delay. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 55(2), 233–244. <https://doi.org/10.1901/jeab.1991.55-233>
- Schwarz, G. (1978). Estimating the dimension of a model. *The Annals of Statistics*, 6(2), 461–464. [10.1214/aos/1176344136](https://doi.org/10.1214/aos/1176344136)
- Young, M. (2017). Discounting: a practical guide to multilevel analysis of indifference data. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 108(1), 97-112. <https://doi.org/10.1002/jeab.265>

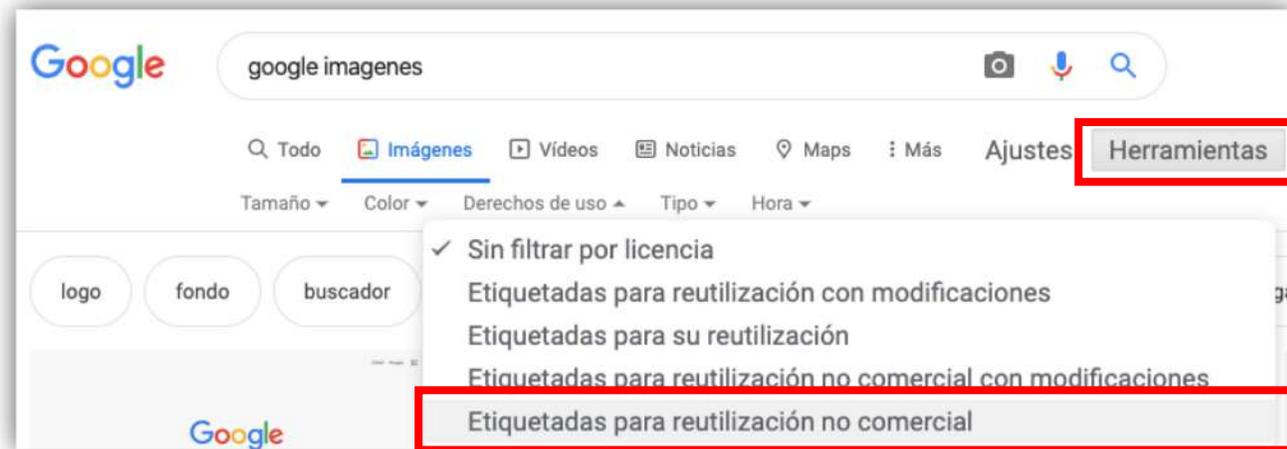
Imágenes



Las imágenes utilizadas en el MADDTeR no tienen *copy right*, se obtuvieron de:



&



Apéndice 1: Código de modelos matemáticos



Parte 1/3

```
# INSTRUCCIONES:
#Leer con detalle el Manual para conocer el formato en el que debe de estar tu base de datos.
#Para hacer el analisis de los puntos de indiferencia a los modelos matematicos
#Sigue los pasos que se muestran a continuacion.

#PASO 1:
#Mandar llamar paquetes para analisis de datos
pcks = c("psych", "nlmrt", "plyr")
#PASO 2:
#Instalar paquetes. Observaras que en la consola salen lineas de texto; no corras codigo
#hasta que aparezca la leyenda "The downloaded binary packages are in..."
install.packages(pcks)
#PASO 3:
#Correr sapply SIEMPRE al abrir una sesion de R
sapply(pcks, library, character.only=T)
#PASO 4:
#Crear variable del eje X, para este caso seria *time*
#Si decides cambiar el nombre de la variable aqui, tendras que hacerlo en todo el codigo que
#diga time, de lo contrario marcara error
time <- c(5, 10, 20, 40, 80)
#PASO 5:
#Poner los puntos de indiferencia (IP) en la nueva variable, que seria para el eje Y
money_indiff <- c(0.906, 0.656, 0.528, 0.343, 0.35) #Copiar los IP de Excel y ponerlos en esta linea
#PASO 6:
#Correr el data.frame
money_df <- data.frame(time, money_indiff)
#PASO 7:
#Correr funcion para verificar que el data.frame se esta graficando bien (funcion de descuento).
#Esperar a que termine y observar grafico en la zona derecha inferior.
plot(money_df, xlab = "Demoras (días)", ylab = "Valor Subjetivo", pch = 16, col = 'black', ylim = c(0,1), xlim = c(0,80), main = 'Descuento Temporal', las = 1)

##### MAZUR - hiperbola (1987) #####

#PASO 8:
#Seleccionar las siguientes dos lineas y correr juntas
Mazur_mod <- money_indiff ~ 1/(1+(k*time))
Mazur_fit <- wrapnlm(Mazur_mod, start=list(k=0), data = money_df)
#PASO 9:
#Imprimir los datos de k y la suma residual de cuadrados
print(Mazur_fit)
#PASO 10:
#Calculo de la R^2
RSS <- sum(residuals(Mazur_fit)^2) #Suma residual de los cuadrados
TSS <- sum((money_indiff - mean(money_indiff))^2) #Total de la suma de cuadrados
1 - (RSS/TSS) #R-cuadrada
```

Apéndice 1: Código de modelos matemáticos



Parte 2/3

```
#PASO 11:
#Imprimir los valores predichos por el modelo
predict(Mazur_fit) #Gives model predicted values

#PASO 12:
#Graficar la linea de mejor ajuste a los puntos de indiferencia
#Correr las siguientes tres lineas al mismo tiempo
plot(money_df, xlab = "Demoras (días)", ylab = "Valor Subjetivo", pch = 16, col = 'black', ylim = c(0,1), xlim = c(0,80), main = 'Descuento Temporal', cex.main=2, font.main=1, cex.lab = 1.50, bty = ("o"), las =
1)#Plots indifference points
time_range <- seq(0, 600, length = 1100)
lines(time_range, predict(Mazur_fit, data.frame(time = time_range)), col = 'black', lty=1, lwd=2)

##### MYERSON & GREEN - hiperboloide (1995) #####
#PASO 13:
#A continuacion veras la ecuacion del modelo hiperboloide
#Corre las tres lineas siguientes
MG_mod <- money_indiff ~ 1/(1+k*time)^s #Modelo
start_values <- c(k = 0, s = 1) #Valores iniciales de los parametros
MG_fit <- wrapnl(MG_mod, start = start_values, data = money_df, lower = c(k=0, s=0))
#PASO 14:
#Imprimir los valores de k, s, suma residual de los cuadrados
print(MG_fit)
#PASO 15:
#Calcular R-cuadrada
#Correr las tres lineas siguientes juntas
RSS <- sum(residuals(MG_fit)^2)
TSS <- sum((money_indiff - mean(money_indiff))^2)
1 - (RSS/TSS) #R-cuadrada
#PASO 16:
#Imprimir valores predichos por el modelo
predict(MG_fit)

##PASO 17:
#Graficar los puntos de indiferencia y el ajuste al modelo hiperbolide
plot(money_df, xlab = "Demoras (días)", ylab = "Valor Subjetivo", pch = 16, col = 'black', ylim = c(0,1), xlim = c(0,80), main = 'Descuento Temporal', cex.main=2, font.main=1, cex.lab = 1.50, bty = ("o"), las =
1)
time_range <- seq(0, 1000, length = 1100) #Sets time range for best fit line.
lines(time_range, predict(MG_fit, data.frame(time = time_range)), col = 'black', lty=2, lwd=1) #Adds best fit line
```

Apéndice 1: Código de modelos matemáticos



Parte 3/3

```
#PASO 18:
#### GRAFICAR LOS MODELOS JUNTOS #####
plot(money_df, xlab = "Demoras (días)", ylab = "Valor Subjetivo", pch = 16, col = 'black', ylim = c(0,1), xlim = c(0,80), main = 'Descuento Temporal', cex.main=2, font.main=1, cex.lab = 1.50, bty = ("l"), las =
1)
lines(time_range, predict(Mazur_fit, data.frame(time = time_range)), col = "Black", lty=1, lwd=2)
lines(time_range, predict(MG_fit, data.frame(time = time_range)), col = "Black", lty=2, lwd=2)
```

```
#PASO 19:
## Leyenda del grafico
legend(x=45, y=1, legend=c("Hiperbólico", "Hiperboloide"), lty = c(1, 2), lwd = c(2, 2), col = c("black", "black"))
```

```
#PASO 20:
#Calculo del Akaike Information Criterion para cada modelo
# Hyperbolic
AIC(Mazur_fit, k = 2)
# Hyperboloid
AIC(MG_fit, k=2)
```

```
#Calculo del Bayesian Information Criterion para cada modelo
# Hyperbolic
BIC (Mazur_fit)
# Hyperboloid
BIC (MG_fit)
```

Apéndice 2: Área Bajo la Curva (AUC)



Parte 1/1

INSTRUCCIONES:

#Leer con detalle el Manual para conocer el formato en el que debe de estar tu base de datos
#para hacer el analisis de los puntos de indiferencia a los modelos matematicos.
#Sigue los pasos que se muestran a continuacion.

#PASO 1:

#Declarar la variable temporal *path* con la ubicacion del archivo entre comillas.
#Copia la ubicacion de tu base de datos de Excel y pega-reemplaza el texto dentro de las comillas
#verifica que la ubicacion de tu archivo este entre comillas
#verifica que la diagonal sea / y que no esté al revés.
#Da clic en las siguientes dos líneas del codigo y luego da clic en RUN
path = "C:/Users/usuario/Documents/EjemploRUA_AUC.csv"
read.csv(path)

#PASO 2:

#Declarar variable principal group
group <- read.csv (path)

#PASO 3:

**** color solido
attach(group)
boxplot(yvar~xfact, data = group, ylab= "Área Bajo la Curva", xlab="Grupos", ylim = c(0,1), boxwex = .4, frame.plot = TRUE, border=1, col = c("white", "azure3"), las = 1, main = 'Descuento Temporal', cex.lab = 1.30, cex.main=1.5)
stripchart(yvar~xfact, data = group, vertical = TRUE, method = "jitter", pch = 16, col = "black", bg = "black", add= TRUE)

**** color transparente

attach(group)
transparencia alpha (entre 0 y 1, por defecto 1), para cambiar color, buscar codigo rgb y reemplazar los primeros tres valores
azul <- rgb(0.02,0.02,0.02, 0.4)#(0.02,0.02,0.02, 0.7)
boxplot(yvar~xfact, data = group, ylab= "Área Bajo la Curva", xlab="Grupos", ylim = c(0,1), boxwex = .4, frame.plot = TRUE, border=1, col = c("white", "azure3"), las=1, main = 'Descuento Temporal', cex.lab = 1.30, cex.main=1.5)
stripchart(yvar~xfact, data = group, vertical = TRUE, method = "jitter", pch = 16, col = azul, bg = azul, add= TRUE)

#PASO 4:

Medias, desviacion estandar y numero de sujetos por grupo
tapply(yvar,xfact, mean) #Media
tapply(yvar,xfact, sd) #Desviacion estandar
tapply(yvar,xfact, median) #Mediana
tapply(yvar,xfact, length) #Participantes por grupo
sem = tapply(yvar,xfact,sd)/ sqrt(tapply(yvar,xfact, length))

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Psicología
Laboratorio de Investigación Traslacional en Análisis de la Conducta

**Manual de Análisis de Datos de Descuento Temporal en RStudio® (MADDTeR)
2019**

CONTACTO



litacunam@gmail.com



Circuito Ciudad Universitaria Avenida, C.U., Código Postal 04510, Alcaldía Coyoacán, Ciudad de México. Edificio B, cubículo 212, planta alta.

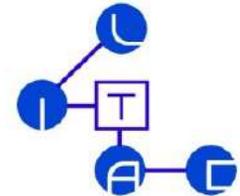
Investigación realizada gracias al programa UNAM-PAPITT IN304418



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO



® Facultad
de Psicología



Laboratorio de Investigación Traslacional
en Análisis de la Conducta