

# Taller de Probabilidad y Simulación

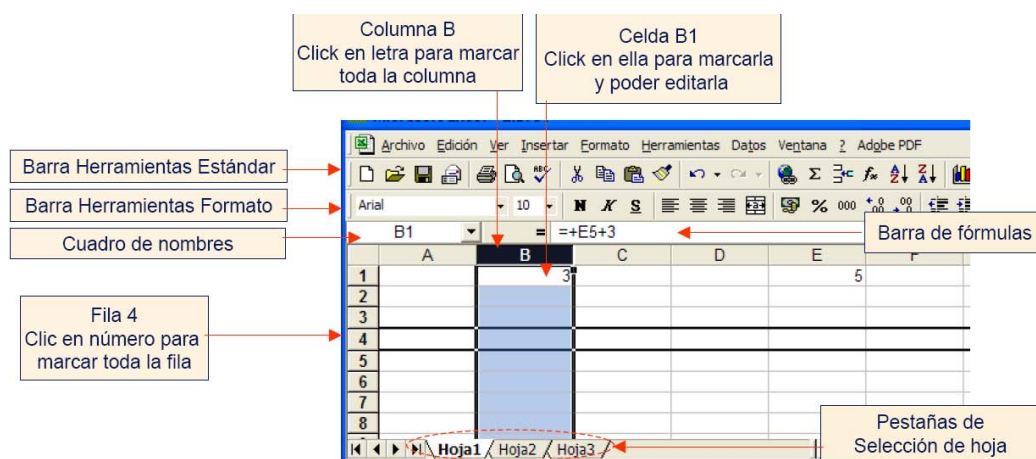
Probabilidad I, curso 2008-2009  
Departamento de Matemáticas, UAM

Pablo Fernández Gallardo (pablo.fernandez@uam.es)

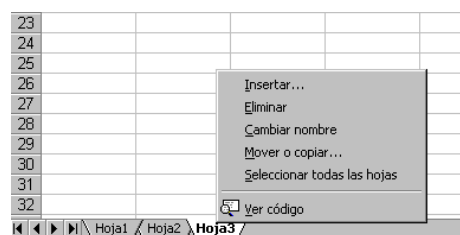
## 1. Una breve introducción a Excel

### 1.1. Introducción

Excel<sup>©</sup> es una aplicación<sup>1</sup> de **hojas de cálculo** electrónicas: filas y columnas cuyas intersecciones se denominan **celdas**. Una hoja de cálculo tiene 65536 filas (numeradas) y 256 columnas (de la A...Z, AA...AZ, hasta la IZ).



Cada **libro** contiene, en principio, tres hojas de cálculo, cuyos nombres son **Hoja 1**, **Hoja 2** y **Hoja 3**. Para pasar de una a otra basta presionar la pestaña correspondiente (abajo a la izquierda). Si nos situamos sobre una de ellas y presionamos el botón derecho del ratón aparece un menú desde el que se puede cambiar el nombre de la hoja, eliminar, mover, copiar hojas, etc. Los libros de Excel<sup>©</sup> se guardan con la extensión **.xls**.



#### 1.1.1. Celdas y rangos

Cada celda está identificada por sus coordenadas, la **referencia** de la celda: A1, B7, FG2345, etc. Un conjunto de celdas es un **rango**. Por ejemplo, A1:C1 es el conjunto de (la fila de) celdas entre la A1 y la C1. El rango A1:A5 sería un rango vertical. A1:B2 es un rango matricial.

	A	B	C
1			
2			
3			

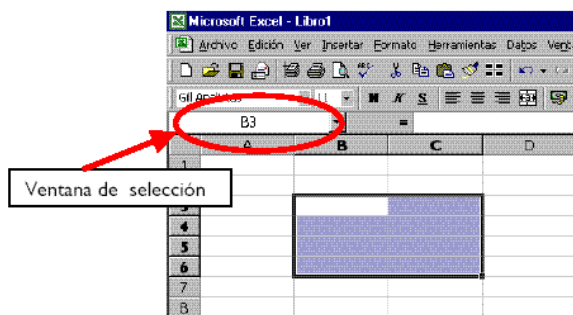
	A	B
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

	A	B
1		
2		
3		
4		

<sup>1</sup>Existe una versión para Linux (StarOffice), que es compatible con el Excel<sup>©</sup> de Windows (aunque quizás no tenga alguna de las funcionalidades que aquí se describen).

- Para **move** por un rango, además del ratón, disponemos de combinaciones de teclas extremadamente útiles. Por ejemplo, manteniendo apretada la tecla **Ctrl** y luego presionando uno de los cursores ( $\leftarrow \uparrow \downarrow \rightarrow$ ), podemos avanzar rápidamente por un rango.
- Para **seleccionar** un cierto rango, basta con mantener el botón izquierdo del ratón presionado mientras se recorren las celdas que queremos incluir en nuestro rango. Pero también podemos mantener presionada la tecla  $\uparrow$  al tiempo que nos movemos por la hoja con la ayuda de los cursores  $\leftarrow \uparrow \downarrow \rightarrow$ . La combinación de  $\uparrow$ , **Ctrl** y los cursores nos permite seleccionar rangos enteros que ya tengan cierto contenido.
- Para seleccionar rangos que no tengan forma rectangular: procedemos de la manera habitual (botón izquierdo del ratón presionado) para seleccionar una primera parte del rango, luego mantenemos presionada la tecla **Ctrl** para seleccionar una segunda parte, etc.

En muchas ocasiones es útil asignar “nombre” a celdas o a rangos, para lo que utilizamos la casilla correspondiente:

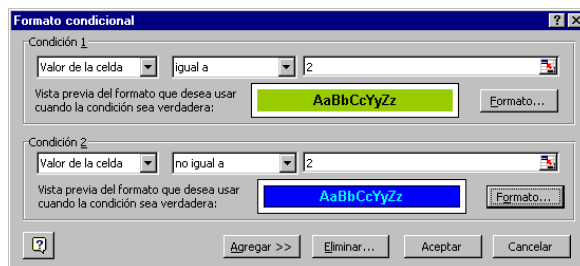


A través del menú **Insertar/Nombre** (o, directamente, con **Control+F3**) podemos manipular los nombres ya creados, introducir nuevos, etc.

Las celdas y los rangos pueden tener **formatos** (color del fondo, color del texto, bordes), que pueden ayudar en la presentación y en la gestión de la información contenida en la hoja de cálculo. Para asignar un formato determinado a un rango, debemos seleccionarlo primero para luego utilizar el menú **Formato** (o bien directamente presionar los iconos de la barra de herramientas).

A	B	C	D	E	F	G
	caso A	caso B				
1	7					
1	89		5		caso 1	caso 2
1	34		4		3	5
2	12		3		3	2
4	5		4		6	2
			3		6	78
			5			123
			2			

También podemos usar **formatos condicionales** (tras señalar el rango de interés, utilizamos el menú **Formato/Formato condicional**). Podemos establecer formatos distintos (hasta un máximo de tres) para el rango dependiendo de condiciones distintas. En el ejemplo de la figura, se ha establecido un cierto formato (color de la trama, texto en negrita) para las celdas del rango cuyo valor sea igual a 2 y otro distinto para las que tengan valor distinto de 2.



### 1.1.2. Contenido de las celdas y referencias

En cada celda pueden ir **valores** (numéricos, texto) o **fórmulas** (éstas siempre empiezan con el símbolo + o con =). Obsérvese la diferencia entre lo que se muestra en la celda y lo que aparece en la barra de fórmulas. Utilizando la tecla F2 (o pinchando directamente en la barra de fórmulas) se puede editar el contenido de una celda.

	A	B	C	D	E	F
1						
2		10				
3			21,0905365			
4						

Los contenidos de una celda o rango se pueden eliminar a mano o, tras marcar el rango con el ratón, mediante el menú que se abre al pulsar el botón derecho del ratón: **Borrar contenido** (también presionando la tecla **Supr**).

Las fórmulas son de muy diversos tipos: operaciones entre números ( $=2+3$ ,  $=2-3$ ,  $=2*3$ ,  $=2/3$ ,  $=2^3$ ) u operaciones entre celdas: ( $=A1+B1$ ,  $=A1-B1$ ,  $=A1*B1$ ,  $=A1^B1$ ). Estas referencias a celdas se pueden escribir a mano o bien con ayuda del ratón. Ésta es una lista de algunos de los operadores que se pueden utilizar en estas fórmulas:

Aritméticos	Función	Ejemplo
+	Suma	2 + 3
-	Resta	7 - 3
*	Multiplicación	4 * 6
/	División	9 / 5
%	Porcentaje	85%
^	exponente	5^3
Comparación	Función	Ejemplo
=	Igual a	A1=B1
>	Mayor que	A1>B1
<	Menor que	A1<B1
>=	Mayor o igual que	A1>=B1
<=	Menor o igual que	A1<=B1
<>	Distinto de	A1<>B1

Hay varios tipos de referencias: las **relativas** (como por ejemplo A1), las **absolutas** (\$A\$1, fila y columna fijas –o ancladas–), y combinaciones de ellas (A\$1, fila fija; o \$A1, columna fija). Podemos escribir los símbolos \$ a mano, aunque es más cómodo utilizar sucesivamente la tecla F4, que irá cambiando el tipo de referencia cíclicamente. También podemos hacerlo tras completar la fórmula: utilizamos F2 para editar, nos situamos (con el ratón o con el cursor) sobre la referencia de la celda y pulsamos la tecla F4. El uso de unas u otras es importante a la hora de copiar fórmulas.

	A	B	C
1	20	7	=A1+B1
2	15	4	
3			
4			

	A	B	C
1	20	7	=\$A\$1+B1
2	15	4	
3			
4			

Comprueba el diferente resultado obtenido al copiar (véase la descripción de la tarea de copiar más abajo) la fórmula de C1 en la celda C2 en los dos casos. A la izquierda, la fórmula significa “suma el contenido de la celda que está dos columnas a la izquierda con el de la que está una columna a la izquierda”. La fórmula de la derecha significa “suma el contenido de la celda A1 con el de la celda que está una columna a la izquierda”.

Para saber a qué celdas hace referencia una cierta fórmula es de gran ayuda el código de colores que aparece al editar con F2 e incluso **Herramientas/Auditoría**.

### 1.1.3. Copiar en Excel®

Señala con el ratón el rango que desees copiar y luego **Edición/Copiar**. Señala entonces la celda donde quieras copiar y utiliza **Edición/Pegar**. Las combinaciones de teclas **Control+c** y **Control+v**, habituales de Windows, hacen la misma función.

Excel® permite también pegados especiales **Edición/Pegado especial**, donde puedes elegir si quieres copiar las fórmulas, los valores, los formatos... entre otras muchas opciones.

Conviene entrenarse en cómo copia Excel® fórmulas que contengan referencias absolutas o ancladas. En el siguiente ejemplo, se ha copiado la fórmula de la celda D5 al resto de su columna. Las referencias de la fórmula no están ancladas, y por tanto Excel® las interpreta de manera relativa:

	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5		1	1	=B5+C5	
6		2	2		
7		3	3		
8		4	4		
9		5	5		
10		6	6		
11		7	7		
12		8	8		
13		9	9		
14		10	10		
15					
16					

	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5		1	1	2	
6		2	2	4	
7		3	3	6	
8		4	4	8	
9		5	5	10	
10		6	6	12	
11		7	7	14	
12		8	8	16	
13		9	9	18	
14		10	10	20	
15					
16					

En el siguiente ejemplo, la referencia a B5 está anclada:

	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5		1	1	=B\$5+C5	
6		2	2		
7		3	3		
8		4	4		
9		5	5		
10		6	6		
11		7	7		
12		8	8		
13		9	9		
14		10	10		
15					
16					

	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5		1	1	2	
6		2	2	3	
7		3	3	4	
8		4	4	5	
9		5	5	6	
10		6	6	7	
11		7	7	8	
12		8	8	9	
13		9	9	10	
14		10	10	11	
15					
16					

Es muy útil, a la hora de copiar, “arrastrar” con el ratón. Por ejemplo, pinchando la esquina inferior derecha de una celda. Excel® está programado para detectar “patrones”. Compara, por ejemplo, lo que ocurre al arrastrar hacia la derecha los rangos B5:C5, B6:C6 y B7:C7 del siguiente ejemplo:

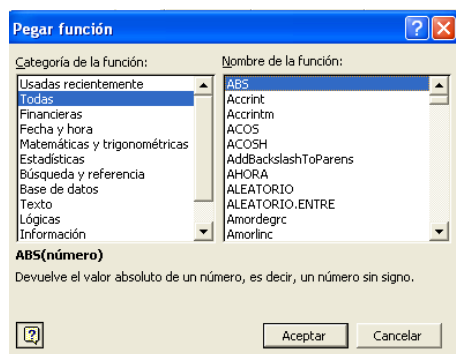
	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5		1	1		
6		1	2		
7		simulación 1	simulación 2		
8					
9					

Es especialmente útil el “doble click” del ratón. En el ejemplo de la derecha queremos copiar la fórmula de la celda D5 hacia abajo (hasta la D14). La presencia de un rango lleno de datos a la izquierda hace que Excel® “sepa” hasta donde queremos copiar (y basta hacer doble click sobre la esquina inferior derecha de la celda D5).

	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5		1	2	=B5+C5	
6		2	3		
7		3	4		
8		4	5		
9		5	6		
10		6	7		
11		7	8		
12		8	9		
13		9	10		
14		10	11		
15					
16					

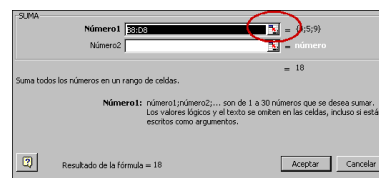
## 1.2. Funciones de Excel®

Además de las funciones aritméticas habituales, Excel® tiene almacenada una larga lista de funciones. Se accede a esa lista con **Insertar/Función** o directamente en el icono de la barra de herramientas.



Para cada una de ellas aparece un cuadro de diálogo en el que se han de introducir los parámetros necesarios. La propia ventana suele llevar una pequeña explicación del significado de la función y de cada uno de sus parámetros. Además, desde ella se puede acceder (con el icono que aparece a la izquierda abajo) a la ayuda de Excel<sup>®</sup>. Por supuesto, si conocemos el nombre y la sintaxis de la función, podemos teclearla directamente sobre la celda (pero recuerda que habrá que empezar con un =).

Prueba, por ejemplo, con las funciones **suma**, **producto**, **max**, **contar**, **int**, **promedio**, etc. Los argumentos de estas funciones serán, dependiendo del caso, números, valores lógicos o incluso rangos. Para señalar estos rangos, podemos escribir directamente sobre las casillas correspondientes o bien usar el ratón para marcarlos. Al presionar la marca que aparece a la derecha de estas casillas, la ventana se minimiza y permite seleccionar sobre la hoja de cálculo.



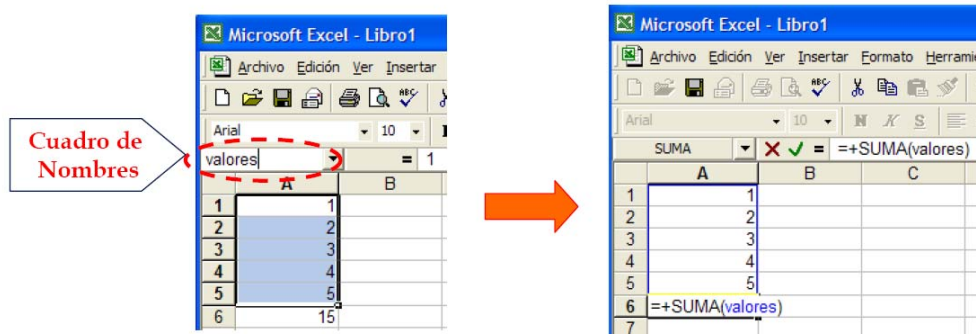
Una función muy útil es el operador lógico **si**, cuya sintaxis es

**=si(prueba lógica ; valor si cierto ; valor si falso)**

Dos funciones que utilizaremos continuamente son **contar** (cuenta el número de celdas con contenido en un cierto rango) y **contar.si** (cuenta las celdas de un cierto rango que se ajustan a una determinada condición). En el apartado dedicado a la confección de histogramas veremos posibles sintaxis

La función fundamental en las cuestiones de simulación es **=aleatorio()**, que devuelve un número entre 0 y 1 (técnicamente, un número extraído de una distribución uniforme en el intervalo [0, 1]). Cuando se presiona F9 se recalcula toda la hoja, y en particular el valor aleatorio generado cambiará.

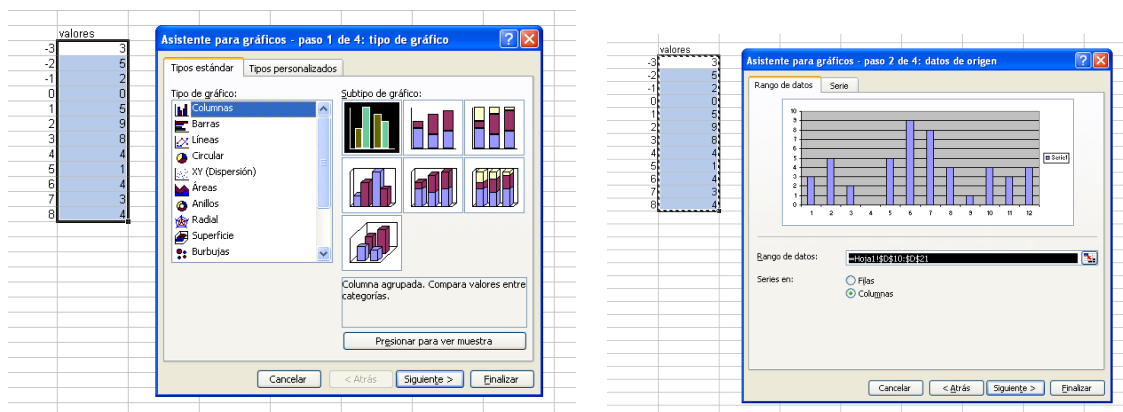
Si tenemos ciertos datos en una hoja que serán muy utilizados, o si queremos que las fórmulas que escribamos sean inteligibles, es muy útil renombrar las celdas o los rangos. Por ejemplo, una expresión **A1:A5** es más difícil de memorizar que el nombre **valores**. Y una fórmula del tipo **suma(A1:A5)** tiene mucho menos sentido que **suma(valores)**. Recordamos que, para realizar esto, tras haber seleccionado la celda o rango de interés, hacemos click con el ratón en la ventana de Cuadro de Nombres, introducimos el nombre deseado y pulsamos la tecla Enter (alternativas: Insertar/Nombre/Definir, o directamente **Ctrl+F3**).



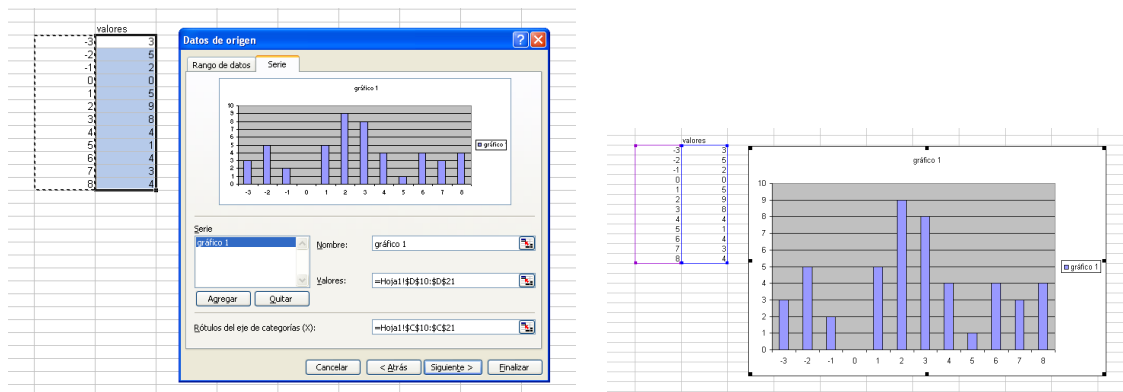
### 1.3. Gráficos en Excel®

La herramienta de generación de gráficos de Excel®, a la que se accede a través del menú **Insertar/Gráfico** (o bien directamente con el icono correspondiente) permite insertar gráficos de muy diverso tipo. Para los usos que nos interesan (visualización de histogramas), los más apropiados son los gráficos de barras. Aunque también los hay de dispersión (para los habituales gráficos de funciones), para representar gráficos tridimensionales, etc.

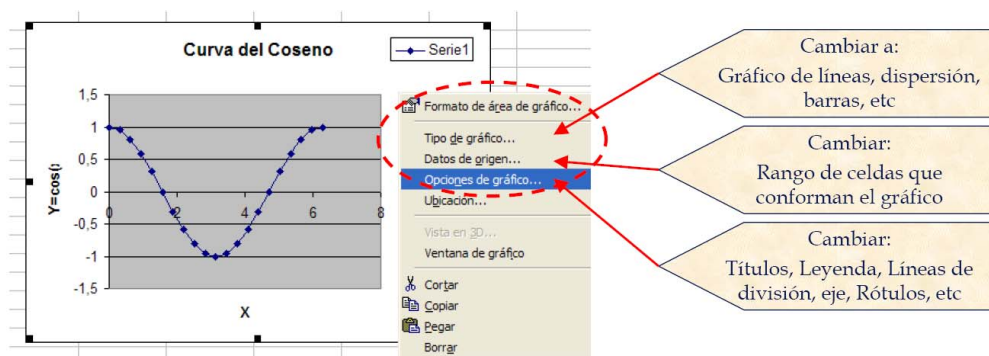
Sin entrar en todos los detalles y funcionalidades de esta herramienta, el siguiente ejemplo permite hacerse una idea general de la misma (además de mostrar un par de trucos útiles). Tenemos una serie de valores en un rango vertical (segunda columna, en la ilustración), de los que queremos hacer un gráfico de barras (la primera columna contiene las etiquetas de cada una de las barras). Seleccionamos el rango de interés y accedemos a la herramienta de gráficos, en la que decidimos qué tipo de gráfico nos interesa (no está de más pulsar el botón “presionar para ver una muestra”, para ver el aspecto provisional del gráfico):



Presionando la pestaña (arriba) de **serie** accedemos a un nuevo menú que nos permite editar las distintas series incluidas en el gráfico (en nuestro caso, una sola), darles nombre y decidir qué debe aparecer como rótulos en el eje horizontal. Finalmente, y tras pasar un par de ventanas más (en las que se pueden establecer títulos, leyendas, etc., así como decidir dónde se ubica el gráfico), obtenemos el resultado deseado:

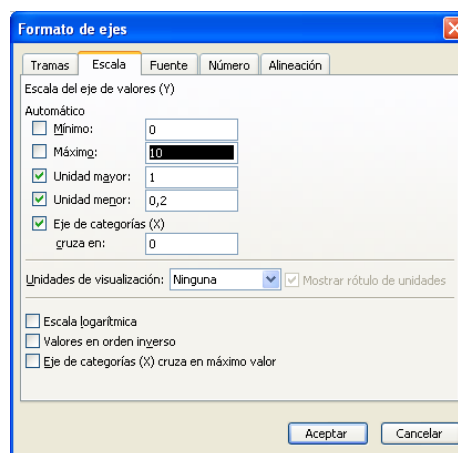


Aunque el gráfico ya esté finalizado, podremos editarlo y modificarlo en cualquier momento posterior, situando el ratón dentro del área del gráfico y pulsando el botón derecho.



De entre las múltiples posibilidades de formato (cambiar colores de las barras, del fondo, de los textos, variar anchura y distancia entre las barras, etc.), señalemos una característica que es especialmente útil en los usos que nos interesan.

Si el gráfico es, por ejemplo, el histograma de una simulación, irá cambiando cada vez que presionemos F9 y la hoja se recalcule. Esto hace que las dimensiones del eje vertical en el gráfico puedan variar mucho (pues Excel<sup>®</sup> estima automáticamente el rango de valores que aparecen en este eje vertical) y dificulten la comparación visual entre unas simulaciones y otras. Para evitarlo, conviene dejar la escala vertical fija. Para ello, nos situamos sobre el eje vertical y pulsamos el botón derecho del ratón hasta que aparezca un menú de **Formato de ejes**. Ya en él, buscamos la pestaña **Escala** y quitamos las marcas de verificación en las casillas de máximo y mínimo, introduciendo los valores que nos parezcan oportunos.

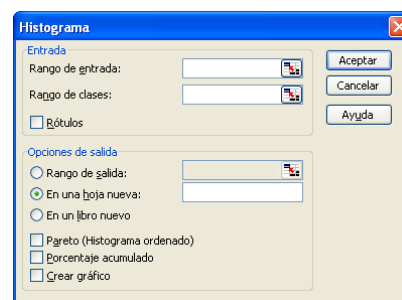


## 1.4. Algunas herramientas útiles de Excel<sup>®</sup>

### 1.4.1. Histogramas

Supongamos que disponemos de un cierto rango de datos. Una manera muy útil de entender la distribución de estos datos es mediante un histograma, un gráfico en el que se pueden apreciar las proporciones de datos que caen en unos determinados rangos (que han de ser decididos por el usuario).

Excel<sup>®</sup> dispone de una herramienta<sup>2</sup> para realizar histogramas de manera automática, a la que se accede a través del menú **Herramientas/Análisis de datos/Histograma**. En la ventana que se abre a continuación señalamos el rango que contiene los datos y el rango que contiene las clases, y también podemos indicar dónde debe copiarse la tabla con los datos agrupados por clases (en un cierto rango, en una hoja o libro nuevos), si queremos que se cree un gráfico (recomendado), etc.



En las aplicaciones que nos interesan, los datos que queremos visualizar proceden de simulaciones; por lo que, al presionar la tecla F9 y recalcular la hoja entera, los datos cambiarán. Pero la herramienta de Excel<sup>®</sup> no rehace la tabla y el gráfico, por lo que es más adecuado (aunque al principio algo más laborioso) hacer el histograma “a mano”.

El ejemplo de las ilustraciones da idea del procedimiento. Supongamos que los datos pertenecen a un cierto rango discreto de valores; por ejemplo, los números del 1 al 7. En el ejemplo, hay 125

<sup>2</sup>Si no se encuentra en el menú, quizás sea necesario habilitar el complemento correspondiente. Véase la subsección 1.4.3.



datos, recogidos en el rango C8:C132. Para este histograma, las clases se corresponden con cada uno de los posibles valores. Para calcular, por ejemplo, qué proporción de unos hay en el rango de datos, utilizamos la fórmula de la figura (nótese que dividimos por el número total de datos para obtener frecuencias relativas):

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3								
4								
5								
6			número de simulaciones	125				
7								
8		simul1	6					
9		simul2	4					
10		simul3	4					
11		simul4	3					
12		simul5	4					
13		simul6	1					
14		simul7	4					
15		simul8	1					
16		simul9	4					
17		simul10	6					
18		simul11	7					
19		simul12	3					
20		simul13	3					
21		simul14	4					

Histograma			
clases	frecuencias (relativas)	frecuencias (acumuladas)	
1	=CONTAR.SI(\$C\$8:\$C\$132;F8)/CONTAR(\$C\$8:\$C\$132)	0,00%	
2			
3			
4			
5			
6			
7			

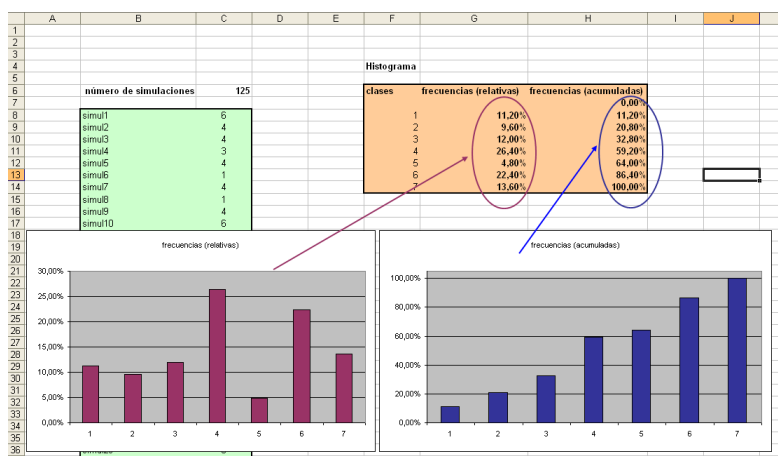
Tras copiar esta fórmula hacia abajo (podemos ponerle un formato de porcentajes), si nos interesara tener frecuencias (relativas) acumuladas, bastaría con ir sumando sucesivamente las frecuencias en clases consecutivas:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3								
4								
5								
6			número de simulaciones	125				
7								
8		simul1	6					
9		simul2	4					
10		simul3	4					
11		simul4	3					
12		simul5	4					
13		simul6	1					
14		simul7	4					
15		simul8	1					
16		simul9	4					
17		simul10	6					
18		simul11	7					
19		simul12	3					
20		simul13	3					
21		simul14	4					

Histograma			
clases	frecuencias (relativas)	frecuencias (acumuladas)	
1	11,20%	=H7+G8	0,00%
2	9,60%		
3	12,00%		
4	26,40%		
5	4,80%		
6	22,40%		
7	13,60%		

Finalmente, creamos los gráficos correspondientes:



Si los datos del rango verde provinieran de una cierta simulación, y al presionar F9 se recalcularan, las gráficas variarían con ellos.

El procedimiento es ligeramente distinto si los datos que queremos visualizar pueden tomar valores en un rango continuo. Por ejemplo, datos simulados a partir de una variable normal. En este caso, debemos definir los extremos de cada una de las clases y contar cuántos datos caen en cada una de ellas. En el ejemplo de las ilustraciones hay 2100 datos extraídos de una normal estándar. Las clases se han puesto a mano, desde  $-4$  hasta  $4$  en paso de  $0.5$ . Obsérvese el código utilizado<sup>3</sup>: `CONTAR.SI($C$8:$C$2107;"<="&F8)/CONTAR($C$8:$C$2107)`

<sup>3</sup>Tanto `contar` como `contar.si` tienen la particularidad de que no "cuentan" celdas sin contenido. Así que podríamos, por ejemplo, pedir a Excel<sup>®</sup> que contara desde C8 hasta, por ejemplo, C10000, y el resultado no cambiaría (suponiendo, claro, que las celdas extra estuvieran vacías). Esto es útil si queremos "alargar" el rango de datos sin tener que cambiar el código del histograma.

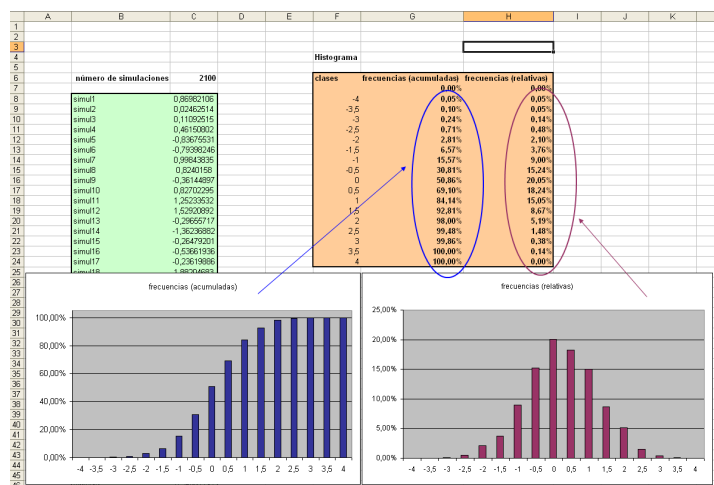


	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3									
4									
5									
6			número de simulaciones	2100					
7									
8		simul1	-0,1028434						
9		simul2	-0,8509118						
10		simul3	1,37326526						
11		simul4	-1,3120512						
12		simul5	0,61168691						
13		simul6	-1,2744219						
14		simul7	0,37293216						
15		simul8	1,06611792						
16		simul9	-0,4269649						
17		simul10	0,34973945						
18		simul11	0,7681694						
19		simul12	-0,7501921						
20		simul13	1,45186507						
21		simul14	0,43332465						
22		simul15	-0,5940322						
23		simul16	0,79524878						
24		simul17	0,8548777						
25		simul18	1,40746267						
26		simul19	-0,253465						

Pero con esta fórmula estamos contando la proporción de datos que están por debajo del valor  $-4$ . Al copiar hacia abajo, obtenemos las frecuencias acumuladas. Para obtener las frecuencias relativas, basta con ir restando sucesivamente:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3								
4								
5								
6			número de simulaciones	2100				
7								
8		simul1	0,22162948					
9		simul2	1,54209998					
10		simul3	-1,3359906					
11		simul4	0,75714578					
12		simul5	-0,7511893					
13		simul6	1,0104587					
14		simul7	-1,387512					
15		simul8	0,8408728					
16		simul9	0,07341493					
17		simul10	-0,7214835					
18		simul11	0,58715986					
19		simul12	0,31489132					
20		simul13	-0,7430294					
21		simul14	-0,389630					
22		simul15	0,7942445					
23		simul16	-0,176386					
24		simul17	-0,1297082					
25		simul18	-0,71478					

para luego obtener los gráficos:



Algunos comentarios:

- Sería más adecuado calcular los “centros” de las clases y, en el gráfico, tomar esos valores como las etiquetas de cada clase.
- Podemos “automatizar” el histograma dejando que Excel® calcule las clases, a partir de la siguiente información: el valor máximo y el mínimo de entre los que aparecen en el rango de datos (utilizando las funciones **max** y **min**) y el número de clases de que queremos conste el histograma (por ejemplo, 20). Con esto, una fórmula sencilla permite calcular el paso del histograma. Dejamos al lector que se entretenga diseñando el resto del código.
- Finalmente, y siendo más precisos, para poder hablar propiamente de un histograma (y poder comparar, en el último ejemplo, con la función de densidad de la normal estándar), deberíamos conseguir que el área que encierran los rectángulos del mismo fuera 1. Para ello, habría que dividir cada frecuencia relativa por la anchura de cada clase.

### 1.4.2. Tablas para la repetición de experimentos

En simulación, para que los resultados sean fiables y podamos extraer conclusiones de ellos, debemos repetir “muchas” veces los experimentos. En ocasiones, el código necesario para realizar una simulación requiere únicamente una casilla o dos, y para repetir el experimento bastará con arrastrar las celdas que contengan el código relevante. En el ejemplo, la simulación consiste, únicamente, en el sorteo (uniforme) de un número entre 0 y 1. Así que, para conseguir repetir el experimento muchas veces, basta con arrastrar el código (por ejemplo, para abajo), como en la figura.

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4		simulación 1	=ALEATORIO()	
5				
6				
7				

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4		simulación 1	0.89268477	
5		simulación 2	0.67225485	
6		simulación 3	0.54390569	
7		simulación 4	0.20193017	
8		simulación 5	0.90413782	
9		simulación 6	0.23685261	
10		simulación 7	0.06097037	
11		simulación 8	0.26028941	
12		simulación 9	0.6018791	
13		simulación 10	0.6527697	
14		simulación 11	=ALEATORIO()	
15		simulación 12	0.23323813	
16		simulación 13	0.46537132	
17		simulación 14	0.41925473	
18		simulación 15	0.42795226	
19		simulación 16	0.45809296	
20		simulación 17	0.06219455	
21		simulación 18	0.57698775	
22		simulación 19	0.7581654	
23		simulación 20	0.31814619	
24		simulación 21	0.15378069	
25		simulación 22	0.16268949	
26		simulación 23	0.90708029	
27		simulación 24	0.84599865	
28		simulación 25	0.93568999	
29		simulación 26	0.31801205	
30		simulación 27	0.36040395	
31		simulación 28	0.27048931	
32		simulación 29	0.56252708	
33				

Pero muchas veces, el código necesario para producir una simulación ocupará un rango, quizás grande, de la hoja de cálculo, y copiar todo ese rango no es muy razonable (puedes ser difícil arrastrarlo, puede no haber espacio en la hoja de cálculo, y en todo caso el libro podría acabar “pesando” muchos megas). En estos casos, conviene disponer de un procedimiento para instruir a Excel® para que haga los cálculos de una simulación, guarde el resultado final de la misma, y luego repita este proceso muchas veces, guardando únicamente los resultados finales de cada simulación.

Esto se puede conseguir construyendo, por ejemplo, una macro en Visual Basic. Pero es más sencillo, y no requiere escribir código alguno, usar **tablas**. En realidad, las tablas de Excel® pueden utilizarse para muchas más cosas de las que explicaremos aquí. Permiten, por ejemplo, recalcular la hoja moviendo los valores de hasta dos celdas (que actúan como parámetros). Pero, para nuestro objetivo (repetir muchas veces un cálculo y guardar únicamente el resultado final), bastará utilizarlas de la manera que se explica en el siguiente ejemplo.

Digamos que lanzamos 20 veces una moneda (equilibrada). El experimento consiste en registrar el número total de caras que se obtienen. Para ello, reservamos 20 celdas, en cada una de las cuales escribimos el código para sortear un cara/cruz (1 y 0, en nuestro caso). Finalmente, el resultado final se registra en la celda F9, por medio de la función **suma**. Ahora queremos repetir el experimento muchas veces. Para obtener muestras del resultado de interés (el número de caras), es necesario lanzar las 20 monedas otra vez. Pero en realidad no nos interesa saber en qué orden han salido las caras y cruces, sólo el número total de caras.

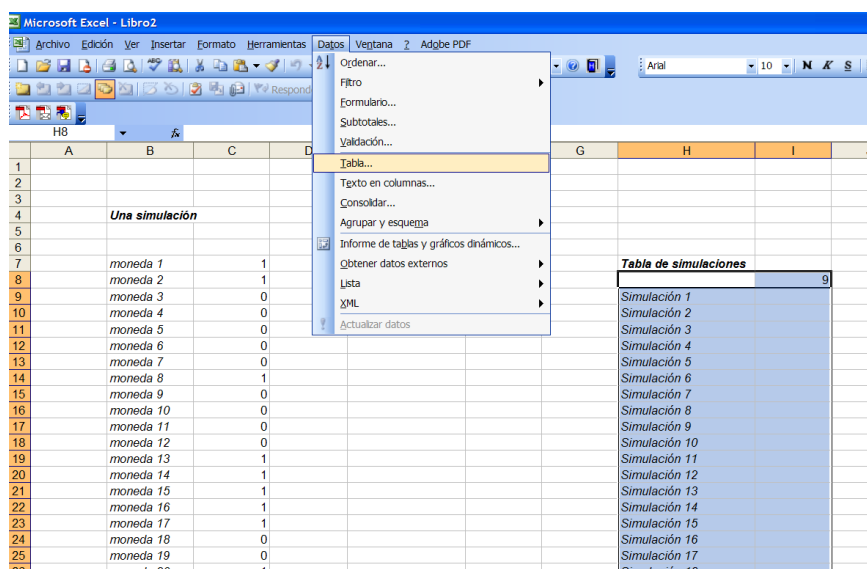
	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3						
4		Una simulación				
5						
6						
7		moneda 1	0			
8		moneda 2	0			
9		moneda 3	1			
10		moneda 4	0			
11		moneda 5	0			
12		moneda 6	1			
13		moneda 7	1			
14		moneda 8	0			
15		moneda 9	1			
16		moneda 10	=SI(ALEATORIO()<0.5,1,0)			
17		moneda 11	1			
18		moneda 12	1			
19		moneda 13	1			
20		moneda 14	1			
21		moneda 15	1			
22		moneda 16	1			
23		moneda 17	0			
24		moneda 18	0			
25		moneda 19	0			
26		moneda 20	1			
27						
28						

número de caras en la simulación	12
----------------------------------	----

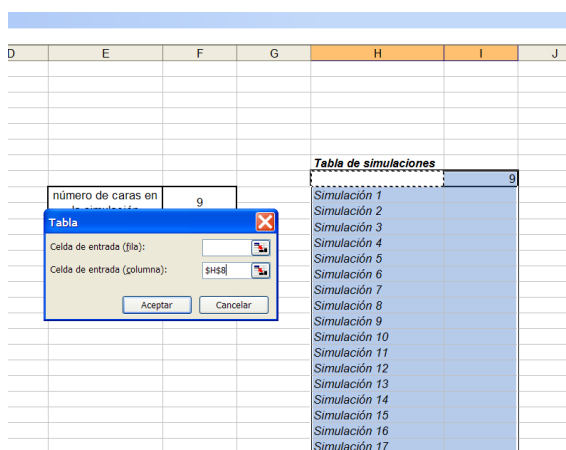
Para conseguir esto, vamos a construir una tabla de simulaciones. Reservamos un espacio grande en la hoja de cálculo, que va a contener los resultados (número de caras) de cada experimento. Arriba, hacemos referencia a la celda que contiene el resultado que queremos obtener muchas veces (la celda F9, en nuestro caso).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2										
3										
4		<b>Una simulación</b>								
5										
6										
7		moneda 1		0				<b>Tabla de simulaciones</b>		
8		moneda 2		0				=F9		
9		moneda 3		0	número de caras en la simulación	11		Simulación 1		
10		moneda 4		1				Simulación 2		
11		moneda 5		1				Simulación 3		
12		moneda 6		1				Simulación 4		
13		moneda 7		0				Simulación 5		
14		moneda 8		0				Simulación 6		
15		moneda 9		1				Simulación 7		
16		moneda 10		0				Simulación 8		
17		moneda 11		1				Simulación 9		
18		moneda 12		1				Simulación 10		
19		moneda 13		0				Simulación 11		
20		moneda 14		0				Simulación 12		
21		moneda 15		1				Simulación 13		
22		moneda 16		1				Simulación 14		
23		moneda 17		1				Simulación 15		
24		moneda 18		1				Simulación 16		
25		moneda 19		1				Simulación 17		
26		moneda 20		0				Simulación 18		
27								Simulación 19		
28								Simulación 20		
29								Simulación 21		
30								Simulación 22		
31								Simulación 23		
32								Simulación 24		
33								Simulación 25		
34								Simulación 26		

Seleccionamos el rango de la tabla de simulaciones y lo declaramos como tabla, a través del menú:



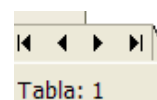
Aparecerá una ventana en la que dejaremos libre la casilla de celda de entrada (fila) y marcaremos, en la casilla de celda de entrada (columna) una celda de la hoja que sepamos que no se va a utilizar; por ejemplo, la superior izquierda de la propia tabla. Al dar al **Enter**, la tabla se llenará con los valores correspondientes a cada simulación. Con cada golpe de F9, tendremos tantos sorteos como filas tenga la tabla definida.



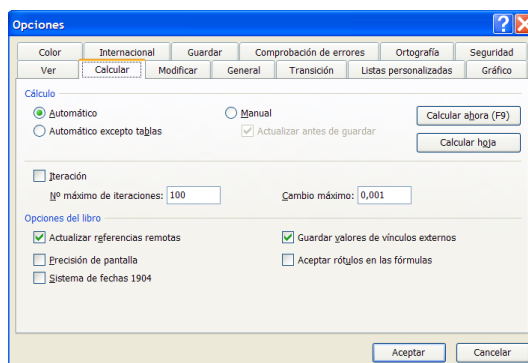
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2										
3										
4		Una simulación								
5										
6										
7		moneda 1	1					Tabla de simulaciones		
8		moneda 2	0						7	
9		moneda 3	0					Simulación 1	10	
10		moneda 4	0		número de caras en la simulación	7		Simulación 2	14	
11		moneda 5	1					Simulación 3	14	
12		moneda 6	0					Simulación 4	7	
13		moneda 7	1					Simulación 5	10	
14		moneda 8	1					Simulación 6	10	
15		moneda 9	0					Simulación 7	11	
16		moneda 10	0					Simulación 8	13	
17		moneda 11	0					Simulación 9	8	
18		moneda 12	0					Simulación 10	12	
19		moneda 13	0					Simulación 11	12	
20		moneda 14	1					Simulación 12	13	
21		moneda 15	1					Simulación 13	8	
22		moneda 16	0					Simulación 14	11	
23		moneda 17	0					Simulación 15	5	
24		moneda 18	1					Simulación 16	11	
25		moneda 19	0					Simulación 17	10	
26		moneda 20	0					Simulación 18	9	
27								Simulación 19	9	
28								Simulación 20	6	
29								Simulación 21	15	

**Nota.** Si cada simulación exige la realización de muchos sorteos, Excel<sup>®</sup> puede tardar bastante en calcular una tabla.

→ Primero, hay que esperar a que acabe de calcular la tabla. Si tocamos cualquier tecla, se interrumpirá el cálculo. Se puede comprobar si se ha acabado de calcular cuando desaparece el mensaje **Tabla 1** (esquina inferior izquierda de la hoja de cálculo) y es sustituido por **Listo**.



→ Si tenemos una tabla en la hoja, cada vez que escribamos código en alguna celda, Excel<sup>®</sup> recalculará la tabla, lo que puede ralentizar mucho la escritura. En ocasiones es conveniente decidir que Excel<sup>®</sup> no calcule automáticamente. Para ello, en el menú **Herramientas/Opciones**, y luego en la pestaña de **Calcular**, tenemos libertad para elegir entre “Cálculo automático”, “Automático excepto tablas” (se recalcula todo menos las tablas) o “Manual” (sólo se recalcula al pulsar F9).



### 1.4.3. Complementos

Excel<sup>®</sup> proporciona una serie de funciones y utilidades en su configuración básica. Además, proporciona paquetes de utilidades que pueden ser incluidos a voluntad mediante la habilitación de complementos.

