

TABLA DE CONTENIDOS

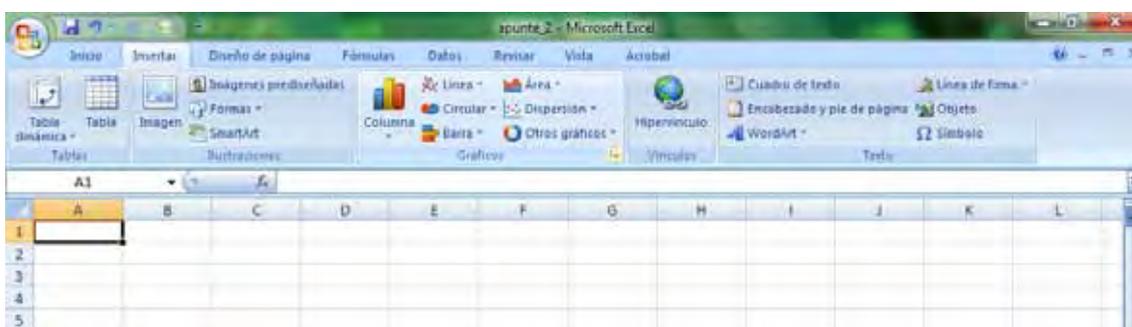
Generación de gráficos técnicos usando Ms. Excel (2007)	2
Gráficos de columnas (símil barras)	3
Gráficos de líneas	4
Gráficos de tipo XY (Dispersión)	5
Creación de gráficos de columnas	7
Creación de gráficos de dispersión	12
Formato de ejes. Opciones de escala y trama	18
Formato del área de trazado	23
Ejemplo 2.1	25
Ejemplo 2.2	30
Ejemplo 2.3	34
Ejemplo 2.4	37
Ejemplo 2.5	39
Ejemplo 2.6	42
Ejemplo 2.7	44
Ajuste de datos experimentales a funciones usando Ms. Excel	46
Introducción	46
El valor de R^2	47
Ejemplo 2.8	47
Agregar línea de tendencia con Ms. Excel	49
Ejemplo 2.9	51
Ejemplo 2.10	52
Ejemplo 2.11	59

Generación de gráficos técnicos usando Ms. Excel (2007)

Un gráfico se utiliza para representar datos de un modo visual y con este facilitar la interpretación y análisis de los mismos. El usuario puede “incrustar” un gráfico en una hoja de cálculo, o crear el gráfico en una hoja especial para gráficos. En cada caso, el gráfico queda vinculado a los datos a partir de los cuales fue creado, por lo que si en algún momento los datos cambian, el gráfico se actualizará de forma automática.

Excel permite la creación de distintos tipos de gráficos, cada uno con características propias. Por ello, es necesario distinguirlos y conocer sus diferencias para usar el tipo de gráfico adecuado en cada ocasión que deba realizarse una gráfica.

Figura 1: insertar gráfico



Para insertar un gráfico en Excel 2007, sobre la cinta de opciones, en la pestaña **Insertar** seleccione **Gráfico**.

En este punto tiene dos caminos posibles a seguir. Puede seleccionar directamente desde el ícono que representa el tipo de gráfico que usted desea (opción a) y continuar el proceso, o hacer clic sobre la flecha inferior derecha de la ficha de gráficos y seleccionar el tipo de gráfico visualizando la totalidad de las opciones (opción b).

Figura 2: seleccionar tipo de gráfico (opción a)

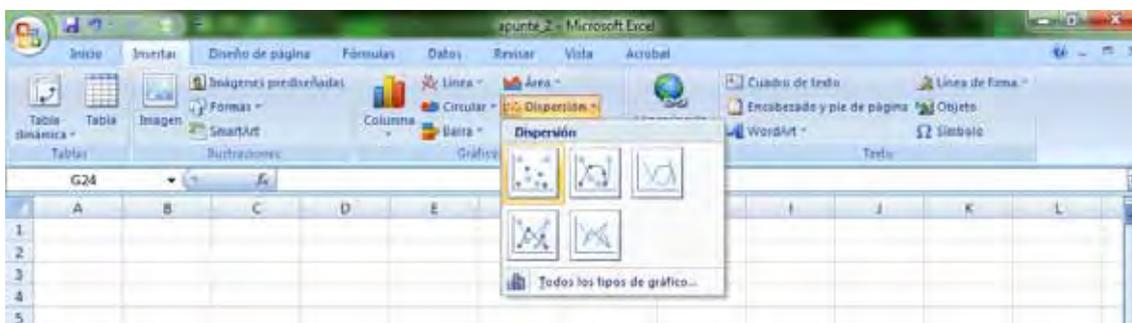


Figura 3: seleccionar tipo de gráfico (opción b)



Si al momento de abrir el asistente de generación de gráficos se tiene **seleccionado el rango de celdas** (datos a graficar) que se desea que participen en el gráfico, Excel generará un gráfico automáticamente. De todos modos, para utilizar esta opción es necesario tener muy claro cual es el resultado esperado, ya que el gráfico generado por Excel puede que no sea el que se desea generar.

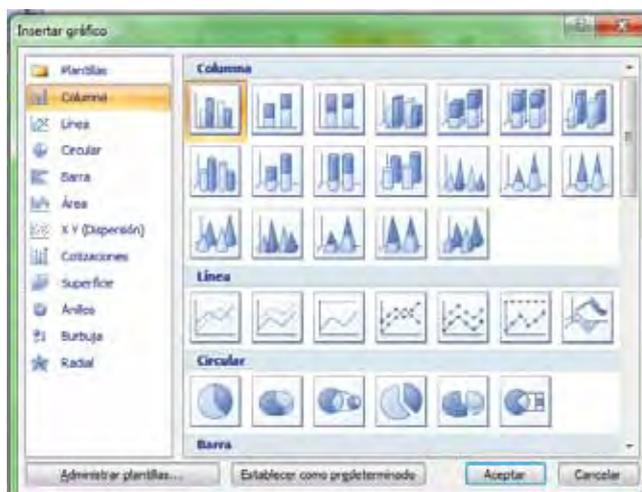
A continuación se brinda una breve descripción de los principales tipos de gráficos que se utilizarán durante este curso.

Gráficos de columnas (símil barras)

Si se tienen datos organizados en columnas o filas de una hoja de cálculo, estos se pueden representar en un gráfico de columnas. Este tipo de gráfico es útil para mostrar cambios de valores en un período de tiempo o para ilustrar comparaciones entre elementos.

En los gráficos de columnas, las **categorias** normalmente se organizan en el eje horizontal y los **valores** en el eje vertical.

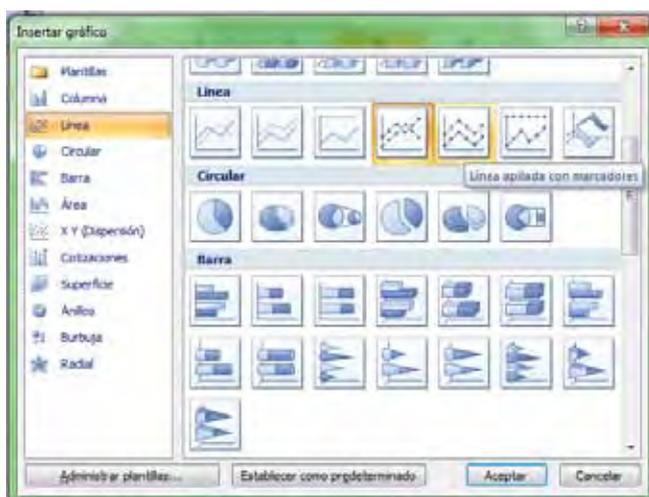
Un gráfico de columnas puede utilizarse correctamente para representar grupos de datos, ordenados estadísticamente en frecuencia y clases. Este gráfico es llamado **histograma**.



Los gráficos de columnas tienen los siguientes subtipos de gráfico:

- **Columnas agrupadas y columnas agrupadas en 3D.** Los gráficos de columnas agrupadas comparan valores entre categorías.
- **Columnas apiladas.** Compara entre categorías, el aporte de cada valor al total.
- **Columna 100% apilada.** Compara entre categorías, el porcentaje que cada valor aporta al total.

Gráficos de líneas



Los gráficos de línea pueden mostrar datos continuos en el tiempo, establecidos frente a una escala común y, por tanto, son ideales para mostrar tendencias en datos a intervalos iguales. En un gráfico de líneas, los datos de categoría se distribuyen uniformemente en el eje horizontal y todos los datos de valor se distribuyen uniformemente en el eje vertical.

Use un gráfico de líneas si las etiquetas de categorías son texto, y representan valores que están separados uniformemente entre sí, por ejemplo meses, trimestres o ejercicios fiscales. Este tipo de gráfico es válido especialmente si hay más de una serie. Utilice también un gráfico de líneas si tiene etiquetas numéricas con valores separados uniformemente entre sí, especialmente años. Si tiene más de diez etiquetas numéricas, utilice en su lugar un gráfico de dispersión.

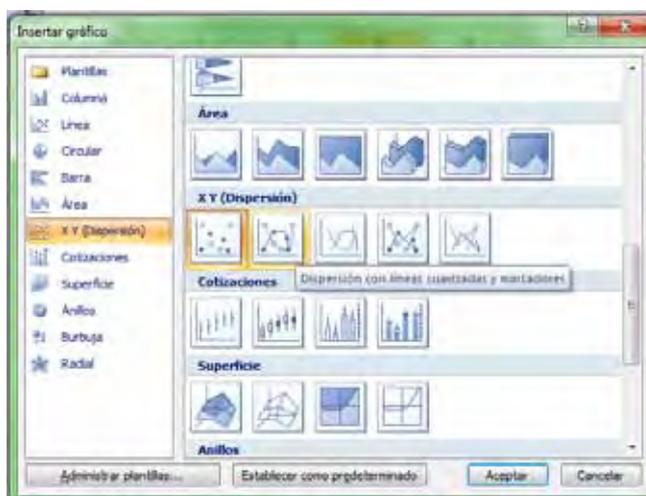
Los gráficos de líneas tienen los siguientes subtipos de gráfico:

- **Línea y línea con marcadores.** Los gráficos de líneas son útiles para mostrar tendencias en el tiempo o categorías ordenadas, especialmente cuando hay muchos puntos de datos y el orden en que se presentan es importante.
- **Línea apilada y línea apilada con marcadores.** Los gráficos de líneas apiladas permiten mostrar la tendencia de la contribución que hace cada valor a lo largo del tiempo o categorías ordenadas; pero como no es fácil ver que las líneas están apiladas, tal vez convenga usar otro tipo de gráfico de líneas o un gráfico de áreas apiladas.
- **Línea 100% apilada y línea 100% apilada con marcadores.** Los gráficos de líneas 100% apiladas son útiles para mostrar la tendencia del porcentaje con que cada valor contribuye en el tiempo o categorías ordenadas.

Gráficos de tipo XY (Dispersión)

Los gráficos de dispersión muestran la relación entre los valores numéricos de varias series de datos o trazan dos grupos de números como una serie de coordenadas XY.

Un gráfico de dispersión tiene dos ejes de valores y muestra un conjunto de datos numéricos en el eje horizontal (eje X) y otro en el eje vertical (eje Y). Combina estos valores en puntos de datos únicos y los muestra en intervalos irregulares o agrupaciones.



Los gráficos de dispersión se utilizan por lo general para mostrar y comparar valores numéricos, por ejemplo datos científicos, experimentales y pares de datos (XY).

- Desea mostrar eficazmente datos de hoja de cálculo que incluyen pares o conjuntos de valores agrupados y ajustar las escalas independientes de un gráfico de dispersión para revelar más información acerca de los valores agrupados.

Para organizar los datos de una hoja de cálculo para un gráfico de dispersión, debería colocar los valores de X en una fila o columna y, a continuación, escribir los valores Y correspondientes en las filas o columnas adyacentes.

Este tipo de gráfico es el único que permite representar funciones o datos que representan valores independientes y dependientes.

Los gráficos de dispersión tienen los siguientes subtipos:

- **Dispersión con sólo marcadores.** Este tipo de gráfico compara pares de valores. Use un gráfico de dispersión con marcadores de datos pero sin líneas cuando tenga muchos puntos de datos y las líneas de conexión dificulten la lectura de los datos. También puede usar este tipo de gráfico cuando no haya necesidad de mostrar la conexión entre los puntos de datos.
- **Dispersión con líneas suavizadas y dispersión con líneas suavizadas y marcadores.** Este tipo de gráfico muestra una curva suavizada que conecta los puntos de datos. Las líneas suavizadas se pueden mostrar con o sin marcadores. Use una línea suavizada sin marcadores si hay muchos puntos de datos.

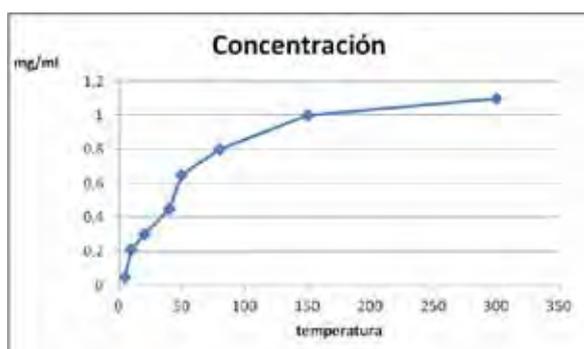
- **Dispersión con líneas rectas y dispersión con líneas rectas y marcadores.** Este tipo de gráfico muestra líneas de conexión rectas entre los puntos de datos. Las líneas rectas se pueden mostrar con o sin marcadores.

Observe atentamente el siguiente ejemplo:

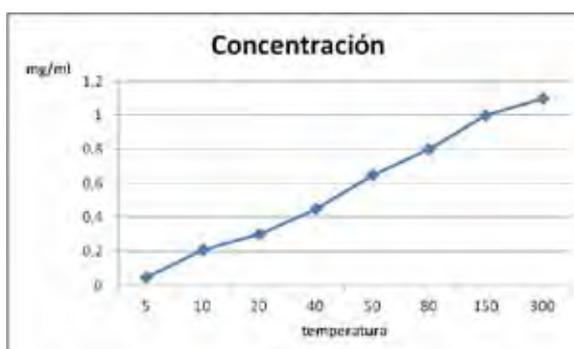
Supóngase que se ha realizado cierta experiencia en el laboratorio, en la cual, cada cierto intervalo de tiempo se toma la temperatura del baño de inmersión y se mide la concentración de reactivo en forma simultánea, de modo de hallar la vinculación entre la temperatura y la velocidad de reacción. Desean graficarse los siguientes datos de laboratorio.

Temperatura	Concentración
5	0,05
10	0,21
20	0,3
40	0,45
50	0,65
80	0,8
150	1
300	1,1

Resulta, que el ayudante inexperto realiza las siguientes gráficas. ¿Puede Usted notar las diferencias entre ambas? ¿Cuál es la correcta? Analícelo y luego, al momento de graficar, recuerde la utilidad de cada tipo de gráfico para no cometer un error similar al del ayudante de laboratorio. (En la gráfica de la izquierda se agregó la línea que une los datos para intensificar la diferencia entre ambos gráficos, pero, estrictamente no es correcto unir los datos experimentales con líneas).



Tipo de gráfico: *dispersión*



Tipo de gráfico: *líneas*

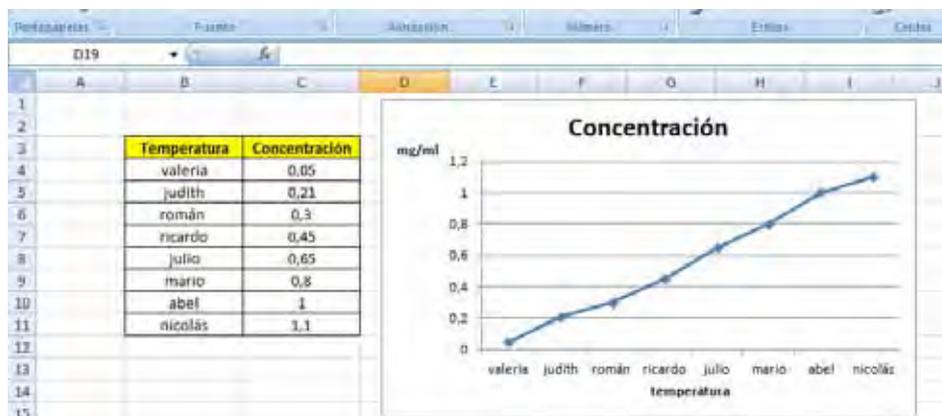
Repase los datos de temperatura. Note que los mismos no son regulares. Entre el primer y el segundo valor hay 5 grados de diferencia, y entre los últimos dos valores hay 150 grados de diferencia. Sin embargo, en el gráfico de la derecha, esto no se refleja.

Por lo tanto, el gráfico correcto es el realizado con el tipo de **dispersión** (recuerde que es el único tipo de gráfico que representa la dependencia entre los datos).

Una observación más en la que se ejemplifica la ausencia de relación entre la columna de temperatura y concentración en el gráfico de líneas.

Haga la prueba de generar la tabla de datos y realizar ambos gráficos.

Una vez finalizados, cambie los datos correspondientes a la temperatura y observe lo que sucede. Note que solo cambian los rótulos de los datos del eje x, sin embargo, la forma de la curva sigue siendo la misma. Esto evidencia la ausencia de relación numérica entre los datos.



Creación de gráficos de columnas

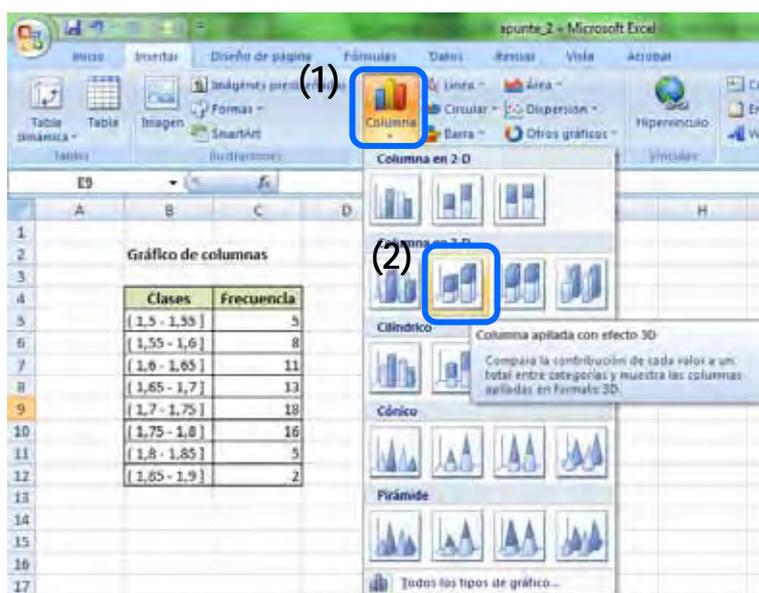
Clases	Frecuencia
(1,5 - 1,55)	5
(1,55 - 1,6)	8
(1,6 - 1,65)	11
(1,65 - 1,7)	13
(1,7 - 1,75)	18
(1,75 - 1,8)	16
(1,8 - 1,85)	5
(1,85 - 1,9)	2

A continuación se enumeran los pasos para generar un gráfico de columnas. Se recomienda ordenar los datos que se deseen graficar en una tabla compacta. Supóngase que se desea representar los datos que se muestran en la siguiente tabla.

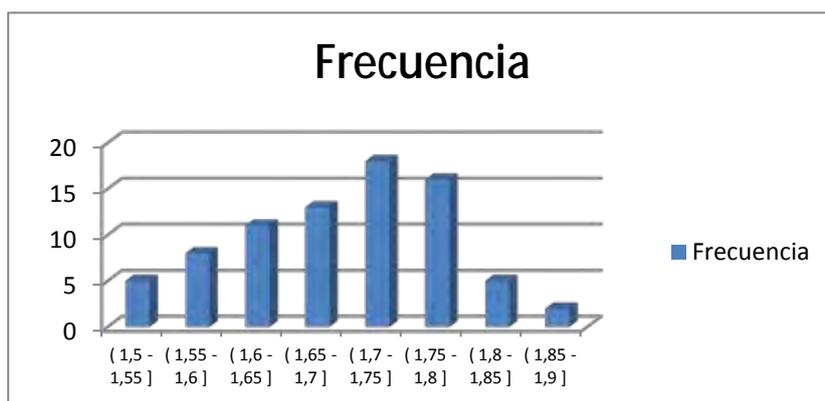
El primer paso, luego de ordenar los datos adecuadamente, consiste en seleccionar el tipo (1) y el subtipo (2) de gráfico. Este procedimiento se realiza posicionando el puntero del mouse, primero sobre el tipo (1) y luego sobre el subtipo, y finalmente haciendo clic en la opción deseada.

Al tener los datos seleccionados, se generará de forma automática una gráfica.

Es responsabilidad del usuario verificar que la gráfica realizada es la que representa los datos de forma correcta.

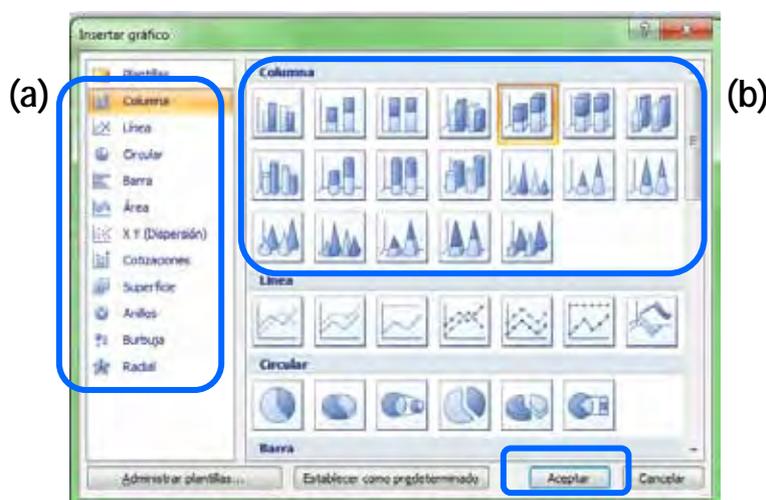


La gráfica que se genera de forma automática en este ejemplo es la siguiente.

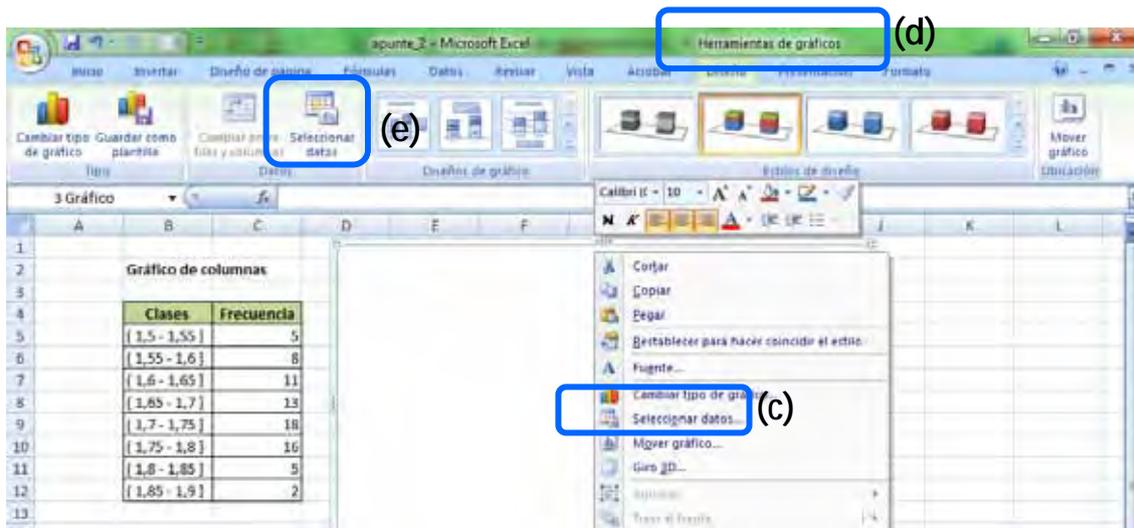


Sin embargo, como se ha mencionado previamente, es necesario conocer el modo de realizar el gráfico de modo no automático. Para ello, sin haber seleccionado previamente ningún rango de valores, se ejecutan los siguientes pasos:

- 1) Cinta de opciones: Ficha "Insertar".
- 2) Sobre la opción "Ilustraciones" seleccionar "Gráficos". Haciendo clic sobre las opciones de la izquierda (a) se elegirá el *Tipo de Gráfico* y sobre las opciones de la derecha se seleccionará el *Subtipo de Gráfico* (b).
- 3) Aceptar.

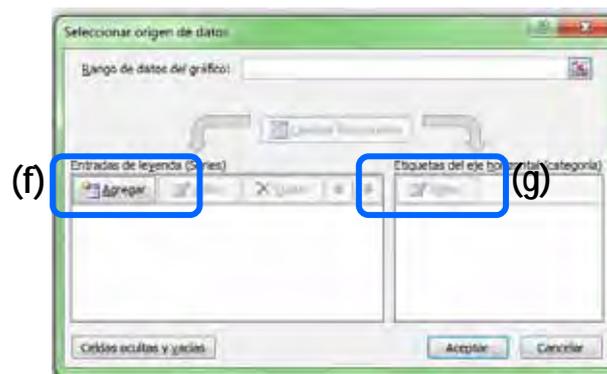


En este punto se visualizará un cuadro en blanco que es el área del gráfico. Para seleccionar los datos puede seleccionarse esta área y luego hacer clic sobre el botón derecho del mouse (c), desplegando un menú en el que se incluye "seleccionar datos" o bien, sobre la ficha de herramientas de gráfico (d) (se activa al seleccionar el área de gráfico), en la cinta de opciones, utilizar el icono "seleccionar datos" (e).



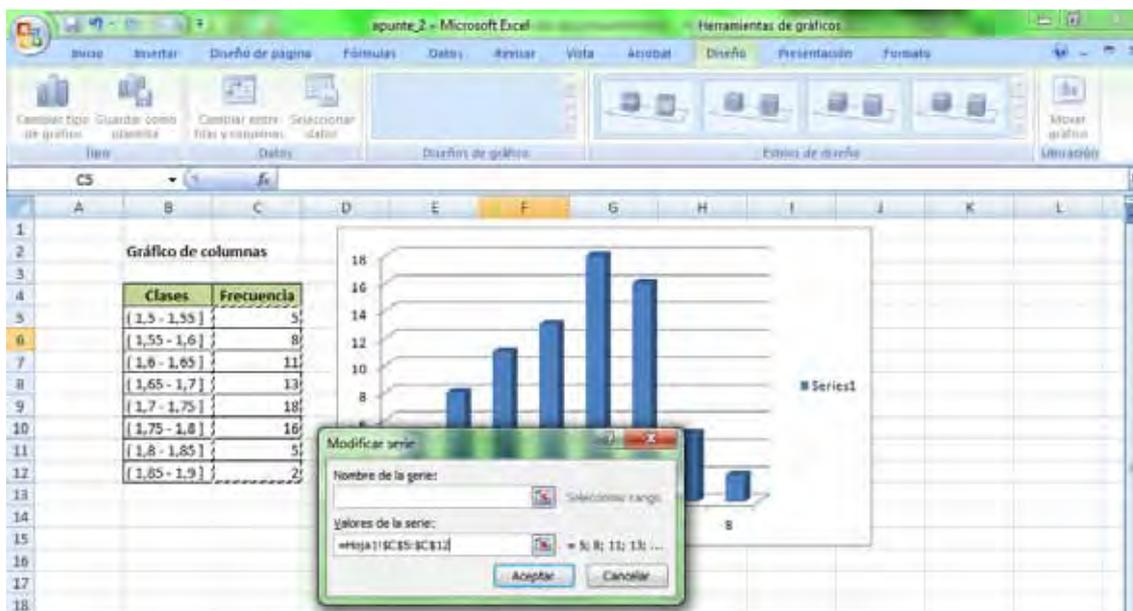
Ambas opciones conducen al mismo resultado. El siguiente cuadro es el sitio en el que pueden agregarse los datos que se graficarán y cambiar el nombre de las series.

Utilizando la opción "agregar" (f) se activará un cuadro en el cual deben seleccionarse los valores que corresponden al eje de las ordenadas (eje y, variable dependiente)



En la sección "nombre de la serie" debe indicarse el nombre con el cual deseamos identificar a la serie de datos.

En la sección "valores de la serie" debe indicarse el rango que contiene los datos a graficar.



Se recuerda que uno de los mayores atractivos de realizar gráficos en Excel es que los mismos quedan vinculados a los datos originales.

Una vez cargados los datos en el gráfico, se activa la opción para "editar" las etiquetas del eje horizontal (g). Al utilizar dicha opción, se abrirá un cuadro de diálogo similar al anterior, en el que debe seleccionarse el rango de celdas en las que se encuentran los rótulos del eje X. Esta opción solo estará activa en los siguientes tipos de gráficos, dada la naturaleza intrínseca de los mismos:

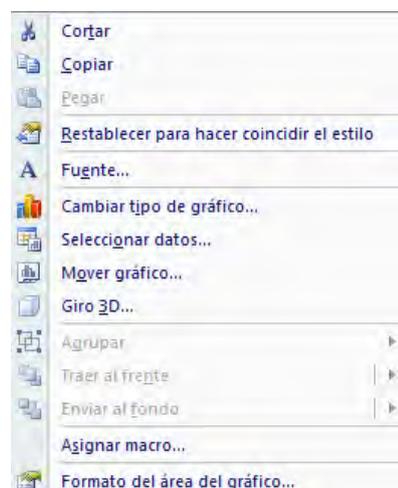
- Barras
- Columnas
- Líneas

Las etiquetas pueden ser valores numéricos, textos o dejar sin seleccionar datos y el gráfico no modifica su esencia.

Para editar el formato del gráfico, debe seleccionarse el mismo y tomar las opciones que brinda el menú que se despliega al hacer clic sobre el **botón derecho del mouse**. El mismo se muestra a la derecha:

Sobre la opción "Fuente" tendrá la posibilidad de modificar el tipo (Arial, Times New Roman, Trebuchet...), estilo (normal, *cursiva*, **negrita**) y tamaño. También puede modificarse el color, el estilo de subrayado y darle algún efecto entre los que se encuentran el superíndice y el subíndice.

Para modificar parte del texto incluido en el gráfico, por ejemplo, el título del gráfico, y se desea aumentar el tamaño de la fuente deberá seleccionarse solo el cuadro de texto en el que se encuentra el título del gráfico, y no el área completa.

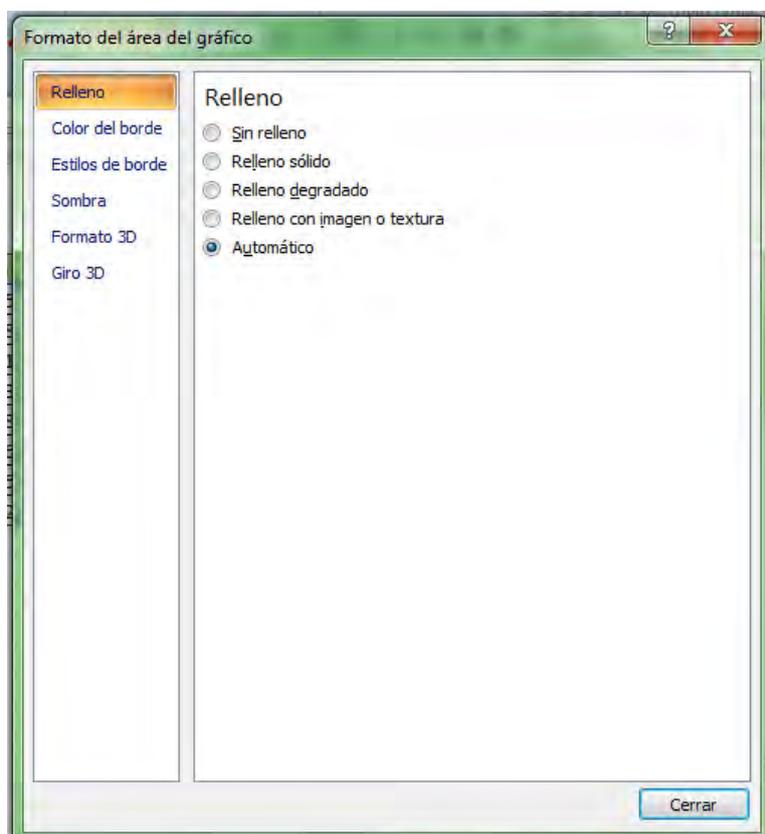


Para aplicar efecto de subíndice o superíndice solo a una parte de un cuadro de texto (ej: ml/cm³) se escribirá "ml/cm3" seleccionará solo el "3" y se procederá de igual forma a la d escripta recientemente (*botón derecho* → *fuentes* → *efecto* → *aceptar*).

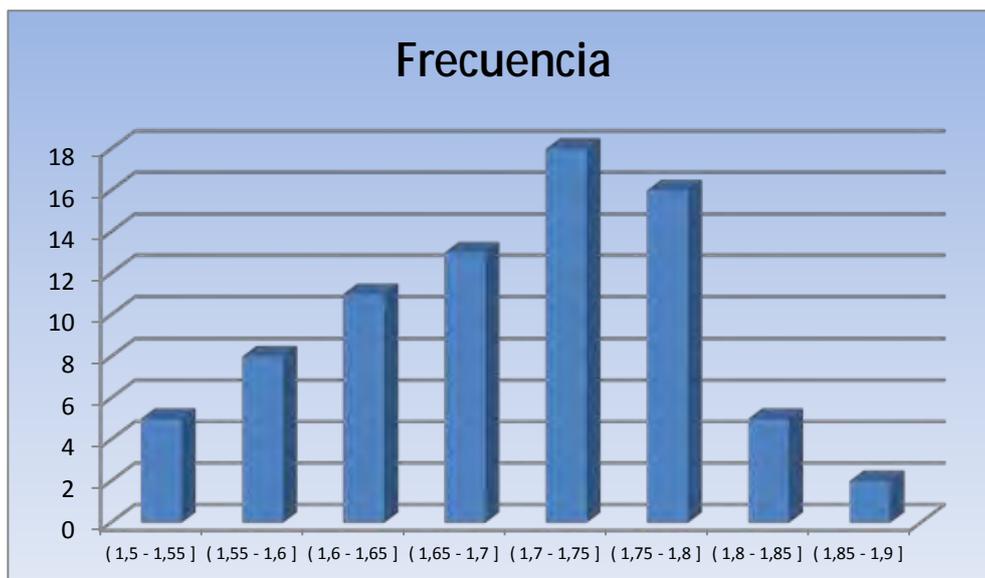
En la opción "**Cambiar tipo de gráfico**" se presenta una metodología para cambiar, por ejemplo de gráfico de barras a columnas sin la necesidad de realizar nuevamente el procedimiento descrito anteriormente para generar el gráfico. Se recomienda que si se utiliza esta opción, luego se dirija a la opción "**Seleccionar datos**" del mismo menú para verificar que los datos están correctamente seleccionados según la gráfica que se busca. Esta última opción mencionada permite tanto la modificación de los rangos que se encuentran seleccionados como también brinda la posibilidad de agregar nuevas series de datos a las existentes.

En la siguiente opción "**Mover gráfico**" puede cambiarse la ubicación del gráfico y generarle una hoja individual para el mismo.

La última opción que se mencionará es "**Formato del área del gráfico**". Al abrir esta opción Ud. encontrará las opciones de edición que atañen principalmente al formato visual de la presentación de la gráfica.



En lo que respecta a "**Relleno**" se encuentran las opciones referidas al fondo del área del gráfico. Si se escoge la opción "**Relleno degradado**" y no se modifica el color automático, el resultado es el siguiente. También puede escogerse la opción "**Relleno con imagen o textura**" en la cual el utilitario permite seleccionar una imagen que se encuentre en el disco rígido y así personalizar el gráfico. Se recomienda realizar una exploración de las distintas opciones que brinda Excel para personalizar las gráficas.



Si en cambio deseara modificarse solo el área de trazado (zona en la que propiamente se encuentra la gráfica) deberá seleccionarse solo esta área y luego, mediante el botón derecho, se accede a un menú desplegable similar al anterior y seleccionar "Formato de línea de trazado" o "Formato de planos laterales", según el tipo de gráfico que se esté editando.

Creación de gráficos de dispersión

Los pasos para la creación de un gráfico de dispersión son similares a los mencionados para el tipo de columna. Como ya se mencionó previamente, debe distinguirse la utilidad de cada tipo de gráfico, independientemente de las similitudes para su creación.

Se ejemplificará su creación mediante un ejemplo.

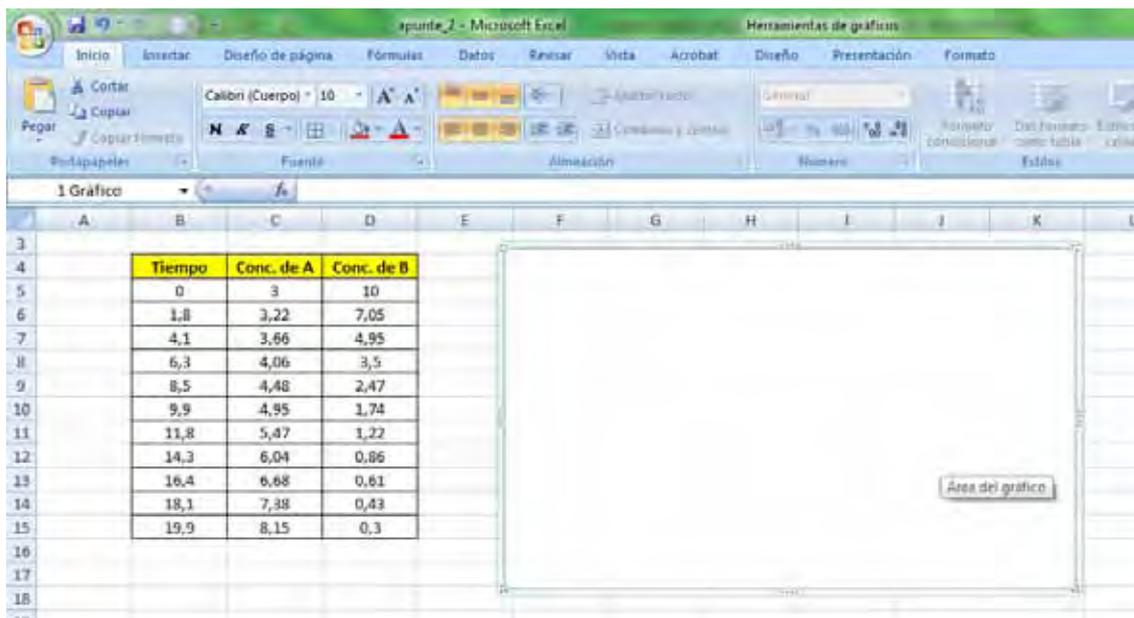
Debe estudiarse el mecanismo de la siguiente reacción



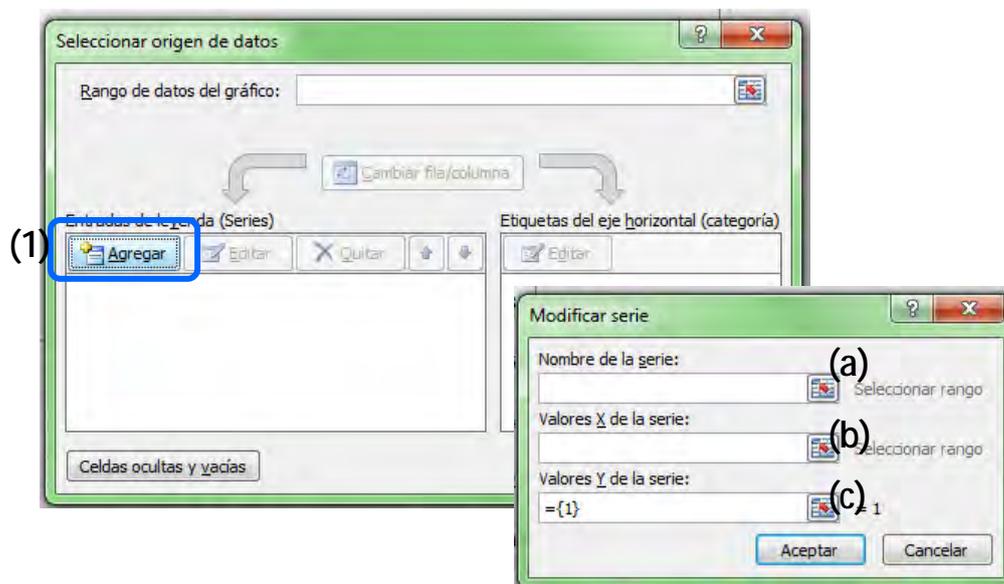
Para ello se prepara en el laboratorio soluciones de B y C de concentración conocida y se lleva a la temperatura que corresponde. Para evaluar la evolución de la reacción se tomarán muestras cada aproximadamente 2 minutos y se la titulará para conocer la concentración de A y de B a través del tiempo transcurrido. A continuación se muestran los datos obtenidos de las titulaciones. Obtenga la gráfica correspondiente.

Tiempo	Conc. de A	Conc. de B
0	3	10
1,8	3,22	7,05
4,1	3,66	4,95
6,3	4,06	3,5
8,5	4,48	2,47
9,9	4,95	1,74
11,8	5,47	1,22
14,3	6,04	0,86
16,4	6,68	0,61
18,1	7,38	0,43
19,9	8,15	0,3

Se recomienda no tener seleccionado ningún dato al momento de comenzar la gráfica, ya que como se mencionó previamente, con los datos seleccionados se generará una gráfica que no necesariamente responde a la gráfica que debe realizarse.



En este punto, al no haber seleccionado ningún dato, aparecerá el área del gráfico en blanco. Debe seleccionarse dicha área y luego la opción "seleccionar datos" (menú emergente relacionado al botón derecho del mouse). Luego deben comenzar a agregarse las series que deseen graficarse. Observe que cada serie es un conjunto independiente de datos (x,y). Haciendo clic en **agregar (1)** se activará una ventana en la que se indica que deben seleccionarse.



- a) **Nombre de la serie:** puede indicarse en forma de texto el nombre de la serie o función que hace referencia a los pares de datos (x,y) o también puede indicarse una referencia de celda, en la cual conste el nombre de la misma.

Cómo indicar el nombre de la serie en forma de texto

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
3									
4		Tiempo	Conc. de A	Conc. de B					
5		0	3	10					
6		1,8	3,22	7,05					
7		4,1	3,66	4,95					
8		6,3	4,06	3,5					
9		8,5	4,48	2,47					
10		9,9	4,95	1,74					
11		11,8	5,47	1,22					
12		14,3	6,04	0,86					
13		16,4	6,68	0,61					
14		18,1	7,38	0,43					

Cómo indicar el nombre de la serie haciendo referencia a una celda

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
3									
4		Tiempo	Conc. de A	Conc. de B					
5		0	3	10					
6		1,8	3,22	7,05					
7		4,1	3,66	4,95					
8		6,3	4,06	3,5					
9		8,5	4,48	2,47					
10		9,9	4,95	1,74					
11		11,8	5,47	1,22					
12		14,3	6,04	0,86					
13		16,4	6,68	0,61					
14		18,1	7,38	0,43					

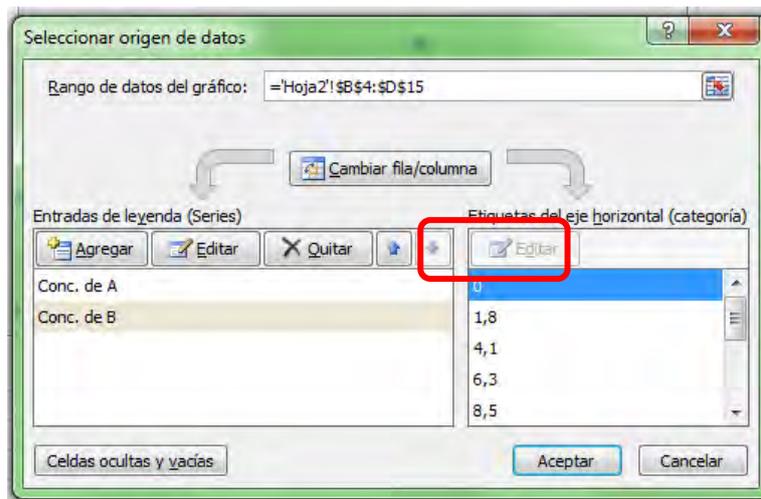
- b) **Valores X de la serie:** seleccionar el rango de celdas que contiene los valores de los puntos correspondientes a las abscisas.
- c) **Valores Y de la serie:** seleccionar el rango de celdas que contiene los valores de los puntos correspondientes a las ordenadas.

Cómo agregar una nueva serie de datos

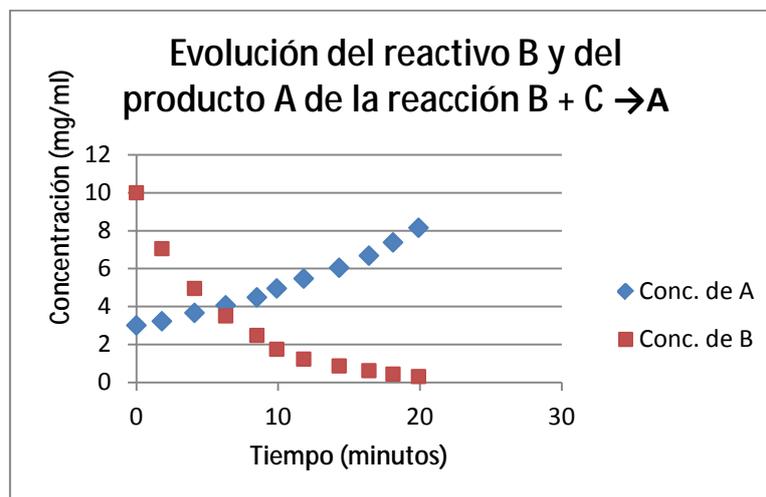
Para agregar una nueva serie de datos debe cliquearse nuevamente el botón "agregar". En este caso, nuevamente se activará la ventana que permite agregar tanto el nombre de la nueva serie como el conjunto de datos que identifican a los pares (x,y).

Observe que permanece inactiva la opción de modificar el rótulo de datos del eje X.

Las opciones **Editar** y **Quitar** permiten modificar las referencias de alguna serie ya ingresada y eliminarla de la gráfica respectivamente.



Gráfica ejemplo de gráfico de dispersión (1)

**El riesgo del gráfico AUTOMÁTICO**

Suponga ahora que los datos que desea representar son los de la siguiente tabla.

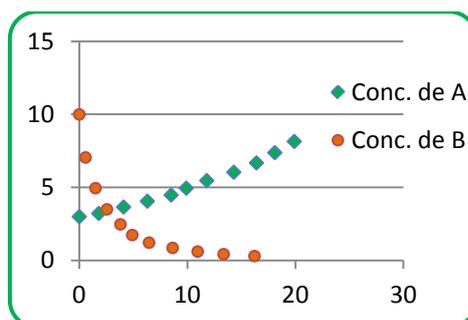
Tiempo 1	Conc. de A	Tiempo 2	Conc. de B
0	3	0,0	10
1,8	3,22	0,6	7,05
4,1	3,66	1,5	4,95
6,3	4,06	2,6	3,5
8,5	4,48	3,8	2,47
9,9	4,95	4,9	1,74
11,8	5,47	6,5	1,22
14,3	6,04	8,6	0,86
16,4	6,68	11,0	0,61

18,1	7,38	13,4	0,43
19,9	8,15	16,2	0,3

En este caso, deben generarse dos series, las cuales no comparten los valores de las abscisas. Los pares de datos a representar son:

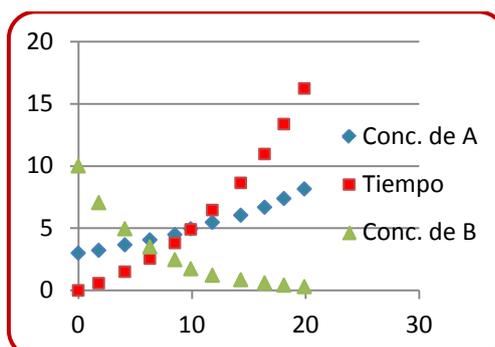
(Tiempo 1, Conc. de A)
(Tiempo 2, Conc. de B)

Por lo tanto, la gráfica final será la siguiente:



Si en lugar de realizar el procedimiento indicado para generar gráficas, se seleccionan todos los datos a graficar y se inserta la gráfica “automática”, el resultado será el siguiente. En esta gráfica se observa que los valores graficados corresponden a los pares de datos que figuran a continuación, en los que es claramente visible el error cometido.

(Tiempo 1, Conc. de A)
(Tiempo 1, Tiempo 2)
(Tiempo 1, Conc. de B)



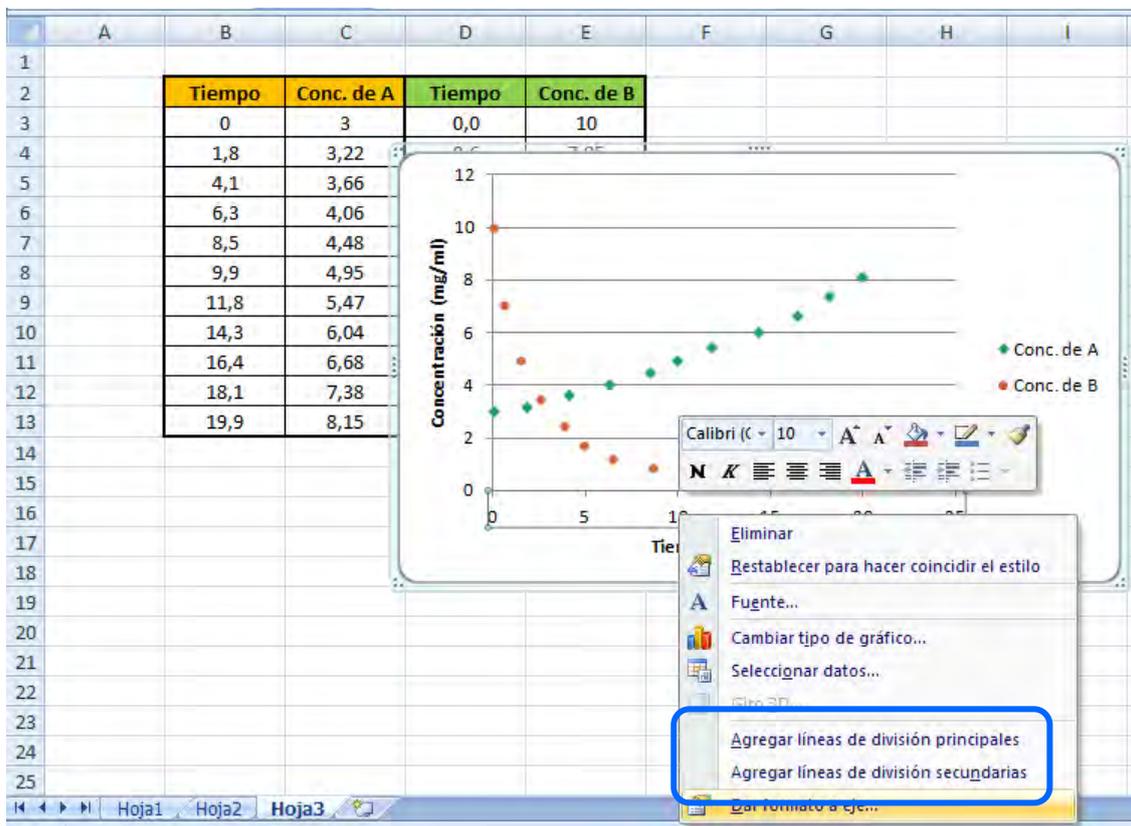
Si en lugar de realizar el procedimiento indicado para generar gráficas, se seleccionan todos los datos a graficar y se inserta la gráfica “automática”, el resultado será el siguiente. En esta gráfica se observa que los valores graficados corresponden a los pares de datos que figuran a continuación, en los que es claramente visible el error cometido.

Con el ejemplo anterior se ilustra el motivo por el cual se recomienda no seleccionar datos al momento de insertar una gráfica.

Formato de ejes. Opciones de escala y trama

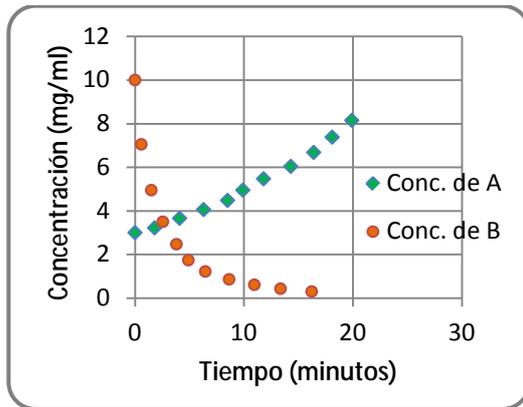
Líneas de división principales y secundarias

Al seleccionar un eje y luego hacer clic sobre un eje se pueden encontrar las opciones “agregar líneas de división principales” y “agregar líneas de división secundarias”. Una vez activadas estas opciones, si se ejecuta la misma acción se activa la opción “dar formato a líneas...” en las cuales puede modificarse el color, el grosor y el tipo de línea.

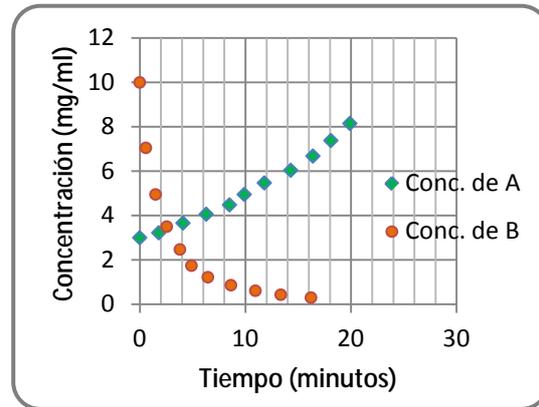


Estas dos opciones permiten la visualización del grillado del gráfico a través de las unidades mayores y menores (ver más adelante). Para eliminar estas líneas basta con seleccionarlas con un clic y oprimir la tecla “suprimir”.

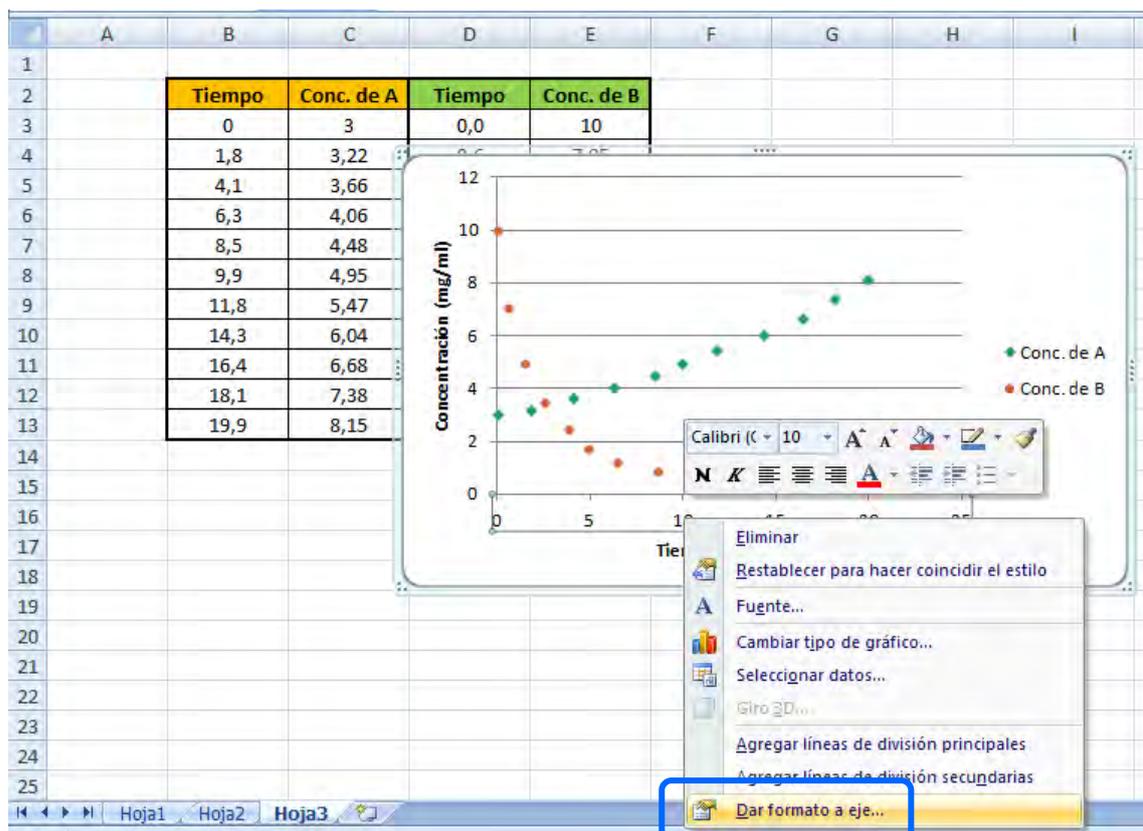
Líneas de división principales
activadas en ambos ejes



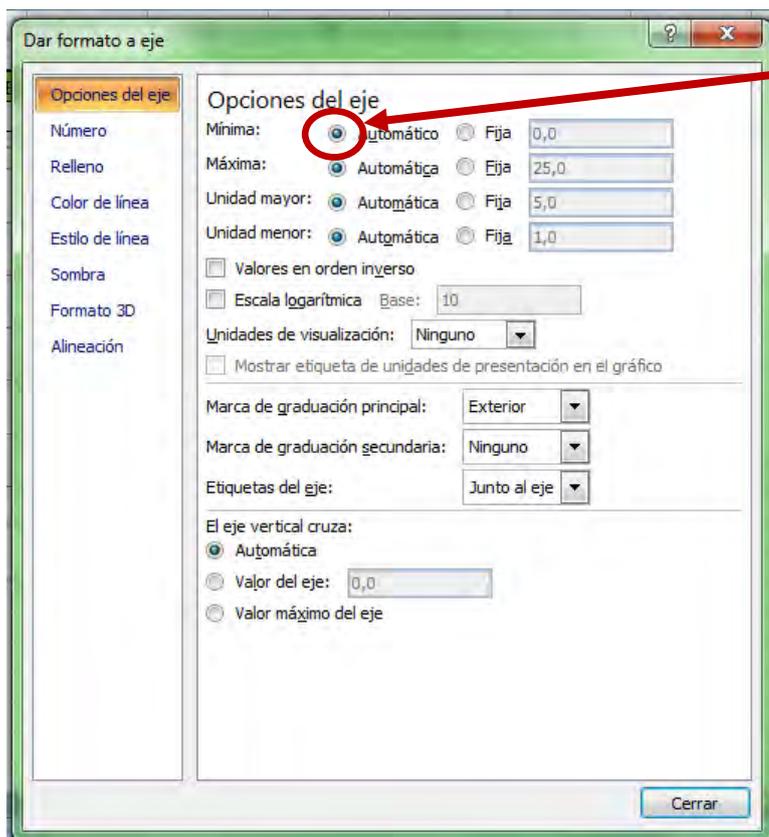
Líneas de división secundarias
activadas sobre el eje X solamente



Al igual que en otro tipo de gráficos, puede editarse también el formato de los ejes. Para ello debe hacerse clic con el botón derecho del mouse sobre el eje que se desea modificar y seleccionar la opción "dar formato a eje".



La pantalla a la que se accede al hacer clic derecho sobre el eje de abscisas es la que figura a continuación.



Tilde que indica que el valor dado al parámetro es automático

Etiqueta: Opciones de eje

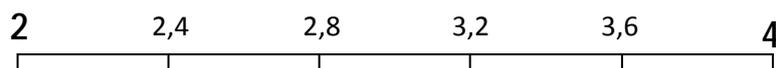
Los parámetros que pueden modificarse son:

Mínimo. Este es el mínimo valor del eje de abscisas que se considerará en la visualización de la gráfica.

Máximo. Este es el máximo valor del eje de abscisas que se considerará en la visualización de la gráfica.

Unidad mayor. Es la mayor separación que se mostrará entre punto y punto. Observe en la última gráfica que los valores del eje X varían de 2 en 2.

Unidad menor. Esta es la mínima división entre dos puntos. Si en la gráfica anterior se mostraran las líneas de división secundarias marcarían cuatro valores entre punto y punto. En el siguiente ejemplo se amplía el concepto con los mismos valores del gráfico.



Unidad mayor $4 - 2 = 2$ → 2

Unidad menor $3,2 - 2,8 = 0,4$ → 0,4

Eje de valores (Y) cruza en. Este ítem está referido a la coordenada de Y en la que el eje X intercepta a dicho eje.

Unidad de visualización. Cambia la escala actual del eje a cientos, millares, millones, etc de la unidad actual. Esto se utiliza cuando las unidades son muy pequeñas para los valores que se están representando. Vea como se transformarían los siguientes datos y deduzca en cada caso que unidad de visualización convendría utilizar.

Rótulo original	Rótulo transformado utilizando "unidad de visualización"		
	Cientos	Millares	Millones
2	0,02	0,002	0,000002
20.000	200	20	0,02
20.000.000	2.000.000	20.000	20

Escala logarítmica. Cambia la escala actual del eje a escala logarítmica.

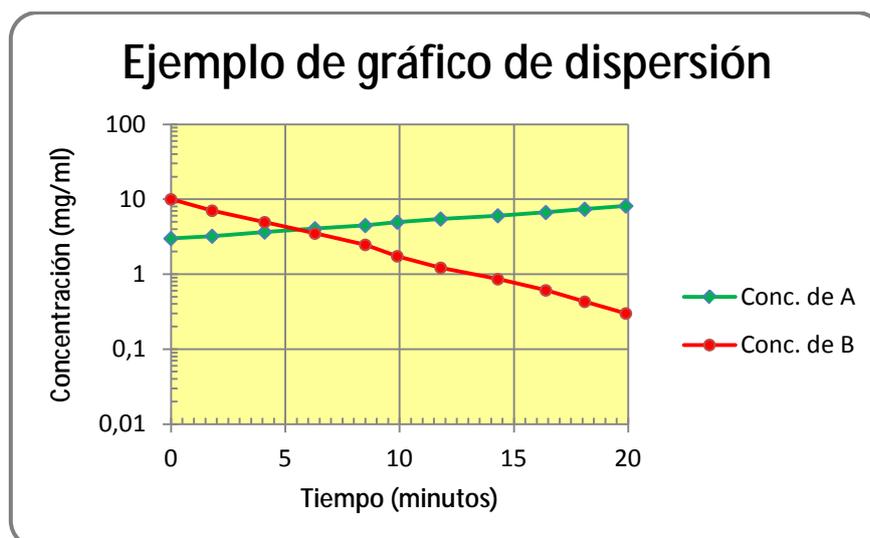
Valores en orden inverso. Esta opción invierte la ubicación de valores ordenándolos de mayor a menor o viceversa, de acuerdo a la opción actual.

Eje de valores cruza en valor mínimo. Esto permite que el otro eje intercepte al eje que se está editando en el menor valor.

Las pestaña "Fuente", "Número" y "Alineación" permiten modificar los parámetros mencionados al igual que en otras ocasiones con tamaño, tipo, color, tipo de dato (categoría General, Número, Científico, Monedas, etc) y la orientación de la rotulación del eje.

Cada eje se edita en forma individual y son completamente independientes entre sí.

Observe el siguiente gráfico y trate de deducir cuales fueron las modificaciones se han realizado sobre el formato de los ejes, respecto a la gráfica denominada "Gráfica ejemplo de gráfico de dispersión (1)"



Los cambios fueron los siguientes:

	Eje X	Eje Y
Mínimo	0	0,01
Máximo	5	100
Unidad menor	0,5	10
Unidad mayor	5	10
Eje (Y, X) cruza en	0	0,01
Unidad de visualización	NO	NO
Escala logarítmica	NO	SI
Valores en orden inverso	NO	NO
Eje de valores cruza en valor mínimo	NO	NO

Color y estilo de líneas. Está referido a las líneas que componen al eje solamente. Las opciones son utilizar el estilo que se aplica automáticamente, evitar mostrar las líneas o personalizarlas con distintos estilos, colores y grosores. En la parte inferior se observa la muestra.

Marca de graduación principal. Puede variar la posición y existencia de las líneas que determinan la ubicación de las unidades mayores de la escala.

Marca de graduación secundaria. Puede variar la posición y existencia de las líneas que determinan la ubicación de las unidades menores de la escala.

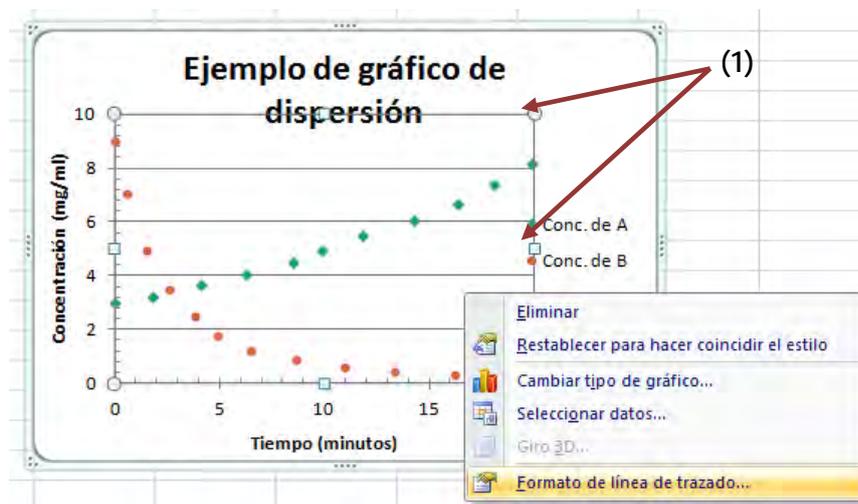
Rótulos de marca de graduación. Con esta opción puede variarse la posición y visualización de la rotulación, es decir, la numeración de los ejes.

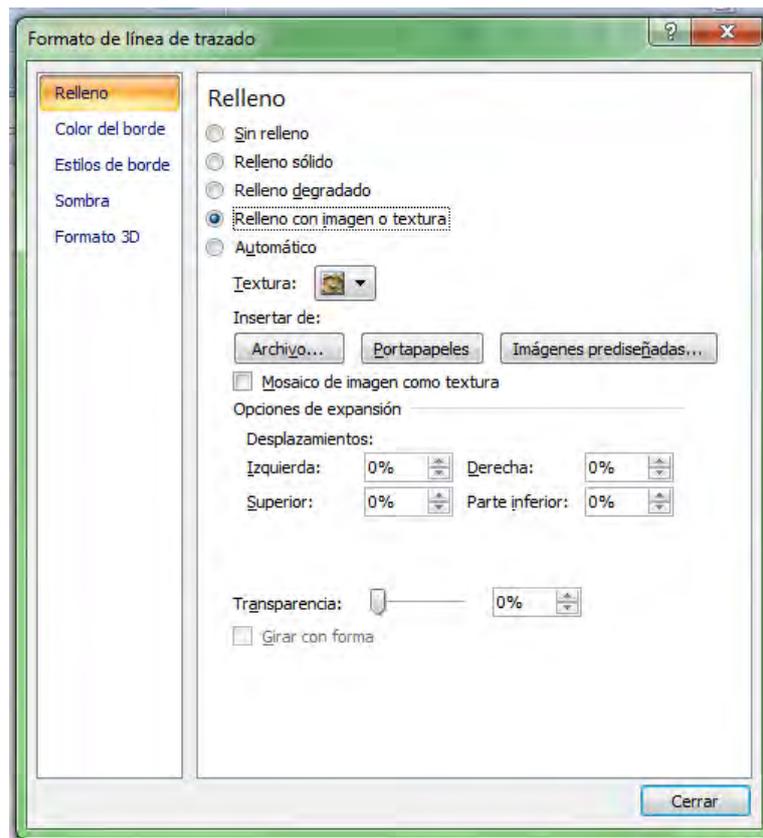
Formato del área de trazado

Debe diferenciarse la posición del cursor al momento de seleccionar el área de trazado y el área del gráfico.

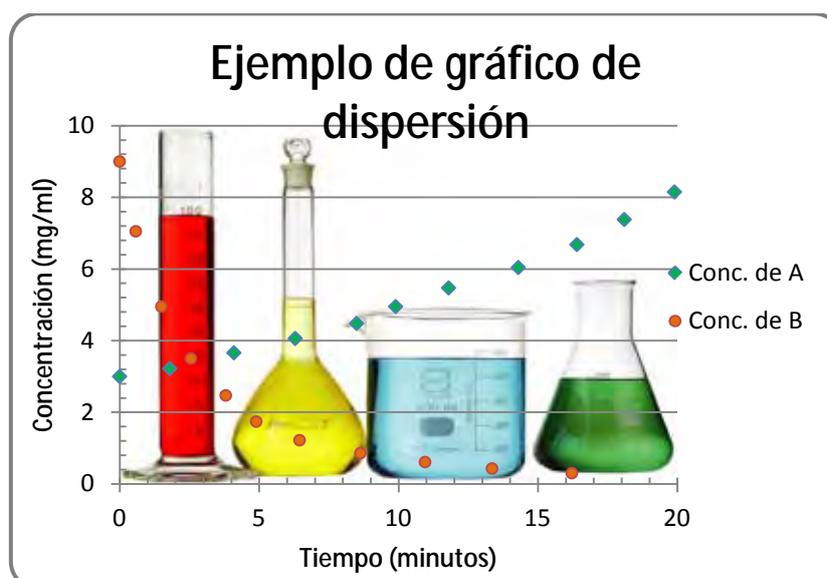
Para modificar el área de trazado, es decir el área propiamente dicha que ocupa el gráfico (habitualmente coloreada por defecto en color blanco) debe hacerse clic derecho sobre cualquier parte de la zona, evitando puntear alguno de los ejes, los marcadores, las líneas o las líneas de trazado. Observe que los marcadores de bordes negros y relleno blanco (1) que demarcan el objeto seleccionado se encuentran alrededor de la mencionada área.

Las modificaciones que pueden realizarse en esta pestaña están relacionadas con el color y textura de fondo del gráfico y las líneas de borde de dicha zona.





Si se ingresa la opción "Relleno" se dispone de varias opciones para el fondo del gráfico. Estas incluyen degradé de colores, texturas, tramados e inclusive la posibilidad de seleccionar una imagen desde el archivo para visualizar en el gráfico. Observe el ejemplo en el que el fondo incoloro se cambió por una imagen.



Este recurso puede resultar muy atractivo en presentaciones e informes si el fondo del gráfico es el adecuado en tema y colores.

Ejemplo 2.1

Gráficas de funciones:

- Construir la gráfica de la función $f(x) = x^3 - 3x - 1$ en el intervalo $[-2,2]$ (salto de 0.25)
- Construir la gráfica de la función $g(x) = 1 - 4x^2$ en el intervalo de $[-4,4]$ (salto de 0.5).
- Representar ambas funciones en la misma gráfica.
- Agregar nombres a los ejes y títulos a las gráficas.

Resolución

Para cumplimentar el ítem a, en primer lugar se prepara la tabla en la que se indicarán los primeros valores de x y $f(x)$. Luego, se utiliza la función de autorrelleno para completar los puntos solicitados en el enunciado y se edita el formato de la tabla $(x, f(x))$ que se generó.

- En primer lugar se inserta el primer valor de la serie (2) y se prepara la segunda celda que ya contiene la expresión que dará lugar a la serie.

	A	B	C	D
1				
2	x	$f(x) = x^3 - 3x - 1$		
3	-2			
4	=A3+0,25			
5				
6				

- Luego, al dar enter a la fórmula, se mostrará en pantalla el segundo valor que se ha ingresado en forma de fórmula. Se seleccionará solo esta celda. (A4 en el ejemplo) y se arrastrará la fórmula hasta llegar al valor 2, con el cual finaliza el rango solicitado.

	A	B	C	D
1				
2	x	$f(x) = x^3 - 3x - 1$		
3	-2,00			
4	-1,75			
5				
6				
7				

Note que si selecciona las dos celdas (A3 y A4) la serie que se generará no es la solicitada en el enunciado. Analice el resultado obtenido..

- 3) Luego, se sugiere insertar la fórmula que permitirá generar la función en la celda contigua al primer valor de los datos correspondientes a las abscisas.

	A	B	C	D
1				
2	x	$f(x) = x^3 - 3*x - 1$		
3	-2,00	$=A3^3-3*A3-1$		
4	-1,75			
5	-1,50			
6	-1,25			
7	-1,00			
8	-0,75			
9	-0,50			
10	-0,25			
11	0,00			
12	0,25			
13	0,50			
14	0,75			
15	1,00			
16	1,25			
17	1,50			
18	1,75			
19	2,00			

- 4) Una vez ingresada la función con la respectiva referencia a la celda de las variables independientes, se seleccionará la celda (B3 en este caso) y se arrastrará hasta formar todos los pares de datos. O, al tener celdas contiguas, puede simplemente posicionarse sobre la celda como para arrastrar y en lugar de realizar esa acción, aplicar doble clic..

	A	B	C	D
1				
2	x	$f(x) = x^3 - 3*x - 1$		
3	-2,00	-3,00		
4	-1,75	-1,11		
5	-1,50	0,13		
6	-1,25	0,80		
7	-1,00	1,00		
8	-0,75	0,83		
9	-0,50	0,38		
10	-0,25	-0,27		
11	0,00	-1,00		
12	0,25	-1,73		
13	0,50	-2,38		
14	0,75	-2,83		
15	1,00	-3,00		
16	1,25	-2,80		
17	1,50	-2,13		
18	1,75	-0,89		
19	2,00	1,00		

Luego, se genera la tabla equivalente a la anterior con las características solicitadas en el enunciado para la función $g(x)$.

x	$f(x) = x^3 - 3*x - 1$	x	$g(x) = 1 - 4*x^2$
-2,00	-3,00	-4,0	-63
-1,75	-1,11	-3,5	-48
-1,50	0,13	-3,0	-35
-1,25	0,80	-2,5	-24
-1,00	1,00	-2,0	-15
-0,75	0,83	-1,5	-8
-0,50	0,38	-1,0	-3
-0,25	-0,27	-0,5	0
0,00	-1,00	0,0	1
0,25	-1,73	0,5	0
0,50	-2,38	1,0	-3
0,75	-2,83	1,5	-8
1,00	-3,00	2,0	-15
1,25	-2,80	2,5	-24
1,50	-2,13	3,0	-35

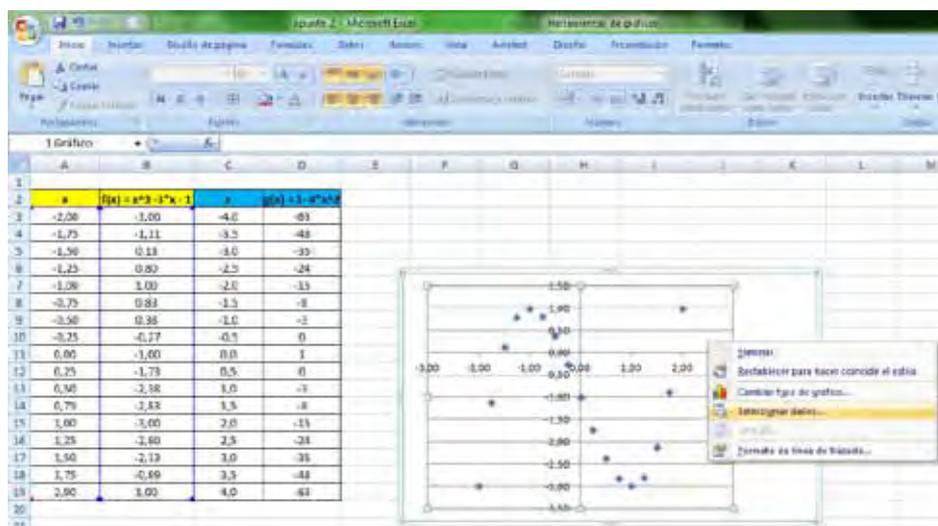
1,75	-0,89	3,5	-48
2,00	1,00	4,0	-63

Para realizar el gráfico, se sugiere seleccionar el rango de celdas A3:B19, es decir aquel en el que figuran los pares $(x, f(x))$. Luego, en la barra de menú seleccionar “Insertar/Gráfico”. Elegir “Gráfico de dispersión”.

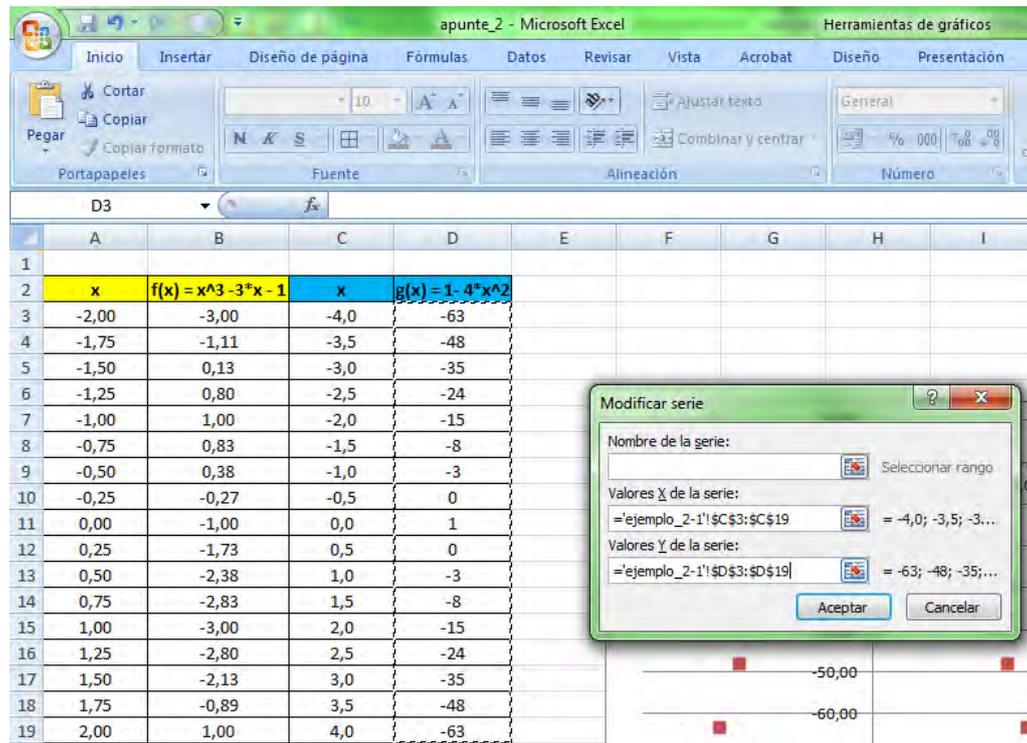
The screenshot shows the Excel interface with the 'Insertar' menu open and the 'Gráficos' group expanded to 'Dispersión'. A tooltip for 'Dispersión sólo con marcadores' is displayed, stating: 'Compara pares de valores. Utilízelo cuando los valores no están en el orden del eje X o cuando representan medidas separadas.'

x	$f(x) = x^3 - 3x - 1$	x	$g(x) = 1 - 4x^2$
-2,00	-3,00	-4,0	-63
-1,75	-1,11	-3,5	-48
-1,50	0,13	-3,0	-35
-1,25	0,80	-2,5	-24
-1,00	1,00	-2,0	-15
-0,75	0,83	-1,5	-8
-0,50	0,38	-1,0	-3
-0,25	-0,27	-0,5	0
0,00	-1,00	0,0	1
0,25	-1,73	0,5	0
0,50	-2,38	1,0	-3
0,75	-2,83	1,5	-8
1,00	-3,00	2,0	-15
1,25	-2,80	2,5	-24
1,50	-2,13	3,0	-35
1,75	-0,89	3,5	-48
2,00	1,00	4,0	-63

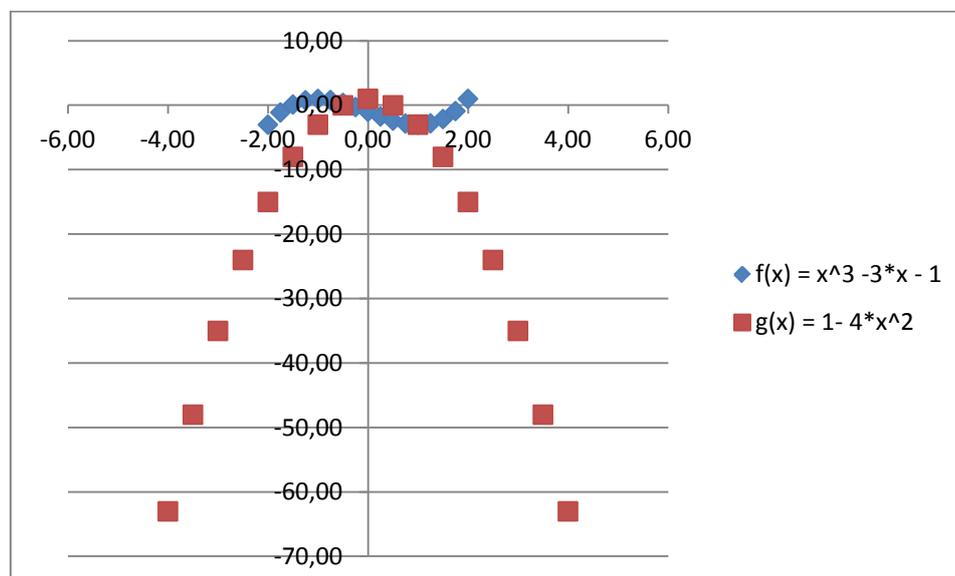
Luego, seleccionar el área de trazado, y a través del menú relacionado al botón derecho del mouse, y la opción “seleccionar datos”, agregar la serie que corresponde a $g(x)$.



En este momento también puede editar la serie anterior, cambiándole el nombre, al igual que a la serie que se está agregando.

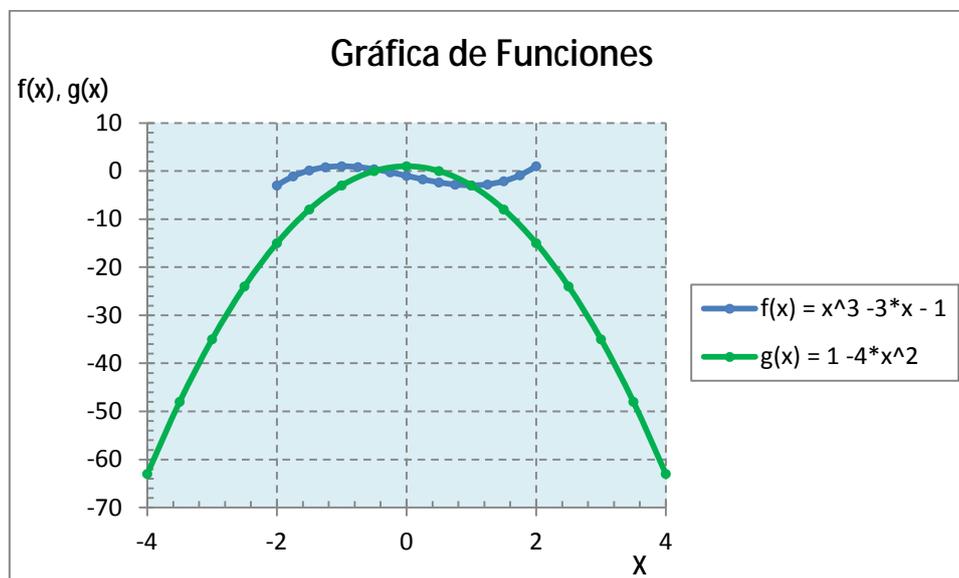


Gráfica obtenida con formato automático



Luego, el enunciado solicita ingresar un título para el gráfico y nombrar a los ejes. Al seleccionar el gráfico, en la cinta de opciones, en la opción Diseño puede hallar las distintas posibilidades para el gráfico.

El gráfico final solicitado es el siguiente. Note que el mismo ha sido editado de modo de lograr una presentación diferente a la brindada en el caso que solo se utilicen las opciones denominadas automáticas o por defecto.



Los principales cambios realizados son los siguientes:

- Se agregaron marcas internas de graduación en ambos ejes. (Botón derecho sobre el eje: Dar formato a eje/Opciones de eje)
- Se agregaron líneas principales en ambos ejes. (Botón derecho sobre eje: agregar líneas de división principales)
- Se cambió el color del área de trazado (Botón derecho sobre el fondo del gráfico: Formato del área de trazado)
- Se modificaron los marcadores y las líneas. (Seleccionar serie de datos, botón derecho del mouse: Dar formato a serie de datos).
- Sobre el eje Y se seleccionó: "el eje x cruza en: -70" (Botón derecho sobre el eje: Dar formato a eje /Opciones de eje)
- Sobre el eje X se seleccionó: "el eje y cruza en: -4" (Botón derecho sobre el eje: Dar formato a eje / Opciones de eje)
- Sobre el eje X se modificó el valor máximo y mínimo. (Botón derecho sobre el eje: Dar formato a eje / Opciones de eje)
- Los ejes no muestran ningún decimal. (Botón derecho sobre el eje: Dar formato a eje/Número)

Ejemplo 2.2

A partir de los datos estadísticos del ejemplo 1.3 de la primera parte de esta serie de apuntes, generar:

- a. Un diagrama de columnas que represente la producción mensual del año 2010.
 - i. Título de la serie: "2010"
 - ii. Rótulos en el eje x: los meses del año
 - iii. Título del eje y: (tn/mes)
 - iv. Título del gráfico: Producción (tn/mes) año 2010
- b. Preparar un único diagrama de líneas mostrando la producción mensual para los tres años en estudio.
 - i. Título de las series: 2009, 2010 y 2011.
 - ii. Rótulos en el eje x: los meses del año.
 - iii. Título del eje y: (tn/mes)
 - iv. Título del gráfico: Producción de nitrato de amonio.

Resolución

Desde el ejemplo 1.3 se cuenta con la tabla con los datos requeridos. Se la reproduce a continuación para mayor comodidad en la visualización de los datos:

L23		fx						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1		Producción nitrato de amonio (Tn)						
2			2009	2010	2011			
3		Enero	30000	29800	30000			
4		Febrero	32800	32000	31000			
5		Marzo	30000	31000	31500			
6		Abril	33500	32500	33000			
7		Mayo	28000	28500	28000			
8		Junio	32000	31000	32000			
9		Julio	35500	34000	25300			
10		Agosto	29600	32000	31500			
11		Septiembre	32000	31000	31600			
12		Octubre	32500	32000	31050			
13		Noviembre	31250	32000	32000			
14		Diciembre	32000	32500	32600			
15								

Para ejecutar el ítem "a" se selecciona desde la cinta de opciones: "Insertar / Gráfico de Columna

The image shows a sequence of steps in Microsoft Excel 2007 to create a chart from a data table. The data table is titled "Producción nitrato de amonio (Tn)" and contains monthly production data for the years 2009, 2010, and 2011.

	2009	2010	2011
Enero	30000	29800	30000
Febrero	32800	32000	31000
Marzo	30000	31000	31500
Abril	33500	32500	33000
Mayo	28000	28500	28000
Junio	32000	31000	32000
Julio	35500	34000	25300
Agosto	29600	32000	31500
Septiembre	32000	31000	31600
Octubre	32500	32000	31050
Noviembre	31250	32000	32000
Diciembre	32000	32500	

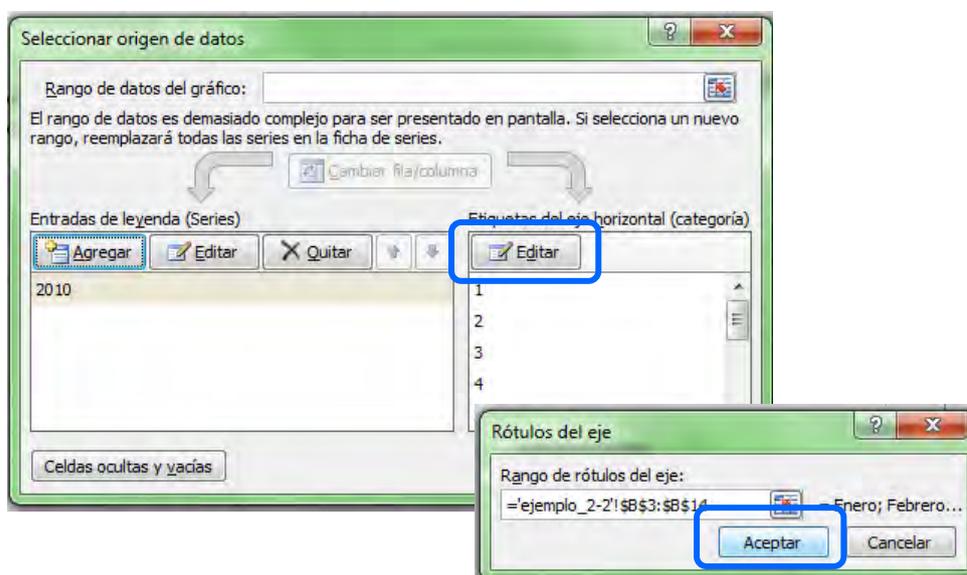
The 'Seleccionar datos' task pane shows the 'Columna' chart type selected. The 'Agregar' button in the 'Entradas de la leyenda (Series)' section is highlighted, indicating the next step in the process.

Una vez abierto el cuadro que permite ingresar los datos, se "agrega" la serie correspondiente a la producción mensual del año 2010. Observe que en este punto solo debe ingresarse en valor de la producción mensual y el nombre de la serie, y no solicita ningún valor para el eje de abscisas, dado que no estamos trabajando con un tipo de gráfico que vincule datos en forma de pares de

valores (x,y). Por ello, los datos para el eje correspondiente a las abscisas pueden ser números, o datos de serie como en el caso del presente ejemplo.

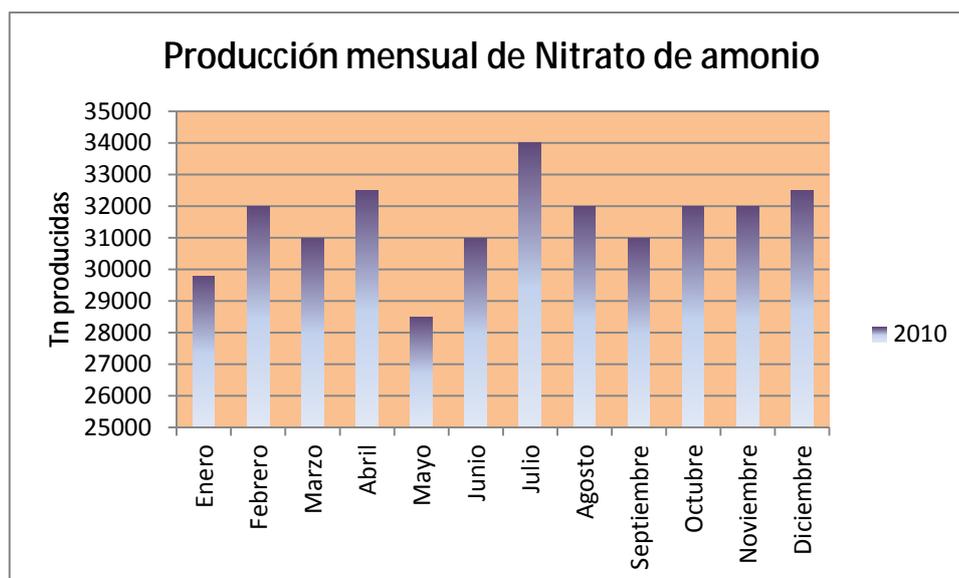


Luego se editará el rótulo correspondiente a cada valor del eje X. Para ello se selecciona la opción "Editar" en "Etiquetas del eje horizontal (categorías)" y se selecciona el rango de celdas que contiene el nombre de las categorías (en este caso, específicamente los meses sobre los cuales hay datos de producción).

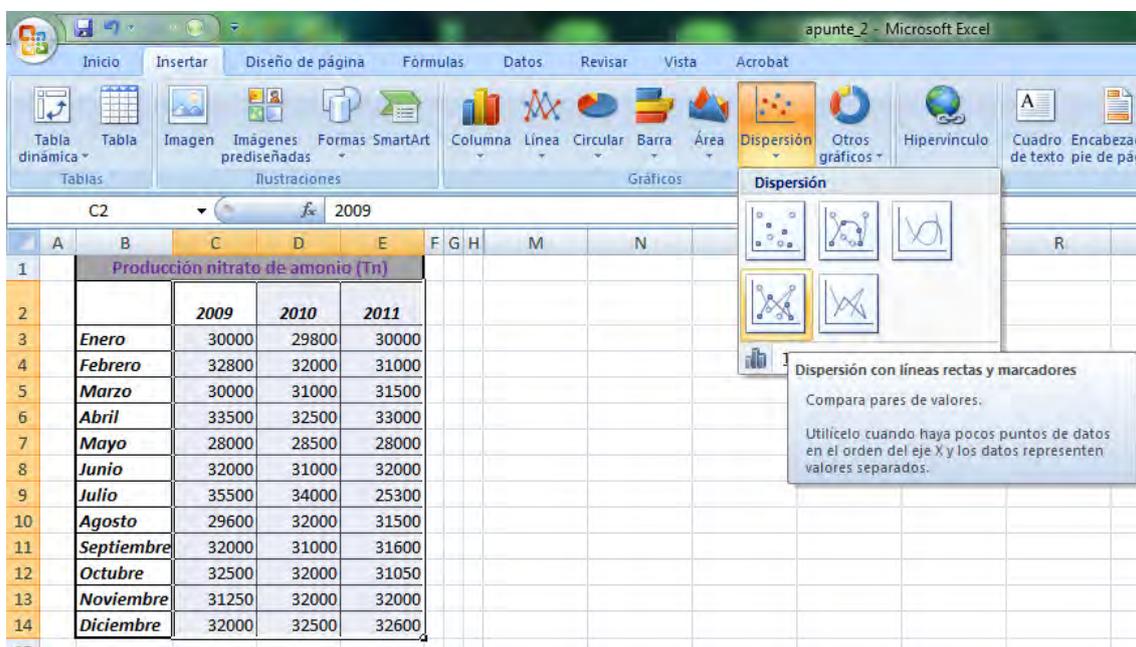


Al igual que en el ejemplo anterior, se modificó el gráfico final con las siguientes opciones:

- Se modificó el nombre del gráfico: *Cinta de opciones / Herramientas de Gráficos / Etiquetas / Título del Gráfico*
- Color del área de trazado (*Botón derecho sobre la línea de trazado/Formato de Línea de trazado / Relleno / Relleno sólido , selección del color*)
- Alineación del texto de los rótulos del eje x (*botón derecho sobre el eje x/Dar formato a eje/Alineación / Dirección del texto / Girar 270°*)
- Color de la serie (*Botón derecho sobre las barras / Dar formato a serie de datos/ Relleno / Relleno degradado, selección del color*)
- Línea de división principales sobre eje y (*Botón derecho sobre eje y /Agregar líneas de división principales*)



Para la resolución del ítem “b” se selecciona como tipo de gráfica a la opción “de líneas”. En este caso, dado que los datos de los años 2009, 2010 y 2011 tienen en común la categoría de cada mes, y tal como se encuentran los mismos dispuestos en la tabla (categorías en la primera columna de la izquierda) y las restantes columnas representan series individuales, pueden seleccionarse todos los datos, inclusive los anuales e insertar el gráfico en forma directa.

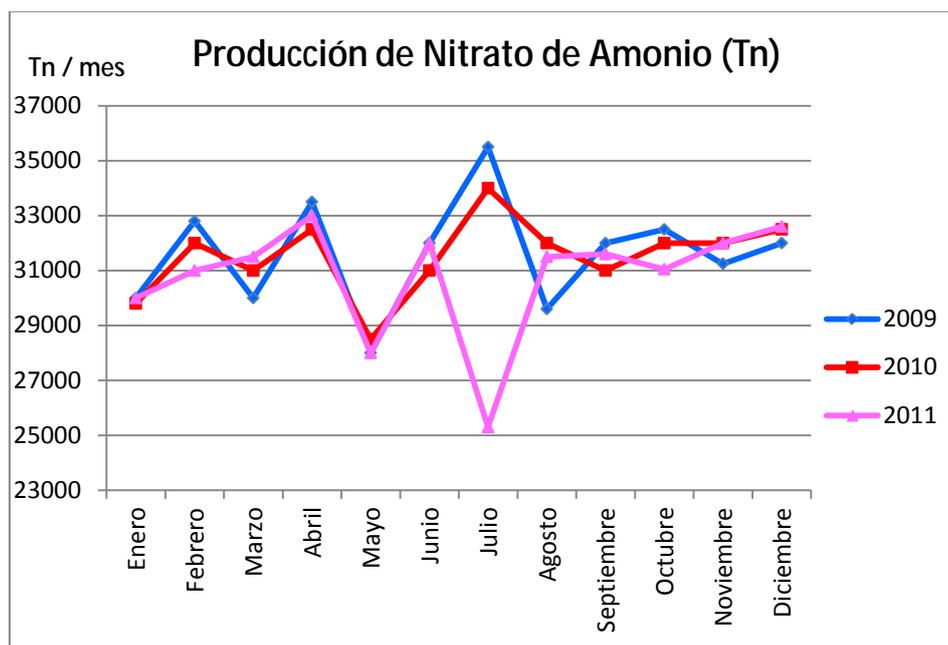


Luego se editará el gráfico según lo solicitado.

- i. **Título de las series: 2009, 2010 y 2011:** Cinta de opciones / Herramientas de Gráficos / Etiquetas / Leyendas.

- ii. **Rótulos en el eje x: los meses del año:** Cinta de opciones / Herramientas de Gráficos / Diseño / Seleccionar datos / Etiquetas del eje horizontal - Editar.
- iii. **Título del eje y: (tn/mes):** Cinta de opciones / Herramientas de Gráficos / Etiquetas / Rótulos de eje.
- iv. **Título del gráfico:** Cinta de opciones / Herramientas de Gráficos / Etiquetas / Título del gráfico.

Además de lo solicitado se modificó el valor máximo y mínimo del eje Y, así como también la alineación de los rótulos del eje X.



Ejemplo 2.3

La relación entre la presión, volumen y temperatura para muchos gases puede ser aproximada por la ley de gas ideal a través de la siguiente relación: $Pv = RT$, donde P es la presión absoluta (atmósfera), v es el volumen molar (litros/mol), R es la constante universal de los gases ideales ($R=0.082054$ litros.atmósfera/mol $^{\circ}$ K) y T es la temperatura absoluta ($^{\circ}$ K).

- a) Construir una planilla de cálculo que represente las presiones en función de la temperatura absoluta para un rango de 273 $^{\circ}$ K a 800 $^{\circ}$ K. La tabla deberá tener 4 columnas. Los valores de temperatura en la primera, la segunda, tercera y cuarta los valores de la presión para 5, 15 y 30 l/mol respectivamente.
 - a. Expresar los resultados con 4 decimales.
 - b. Aplicar referencias relativas y absolutas en las fórmulas.

	A	B	C	D
1				
2			R=	0,082054
3				
4		Volúmenes molares (L/mol)		
5		5	15	30
6	Temp. (K)	Presiones (atm)		
7	273	4,4801	1,4934	0,7467
8	325,7	5,3450	1,7817	0,8908
9	378,4	6,2098	2,0699	1,0350
10	431,1	7,0747	2,3582	1,1791
11	483,8	7,9395	2,6465	1,3233
12	536,5	8,8044	2,9348	1,4674
13	589,2	9,6692	3,2231	1,6115
14	641,9	10,5341	3,5114	1,7557
15	694,6	11,3989	3,7996	1,8998
16	747,3	12,2638	4,0879	2,0440
17	800	13,1286	4,3762	2,1881

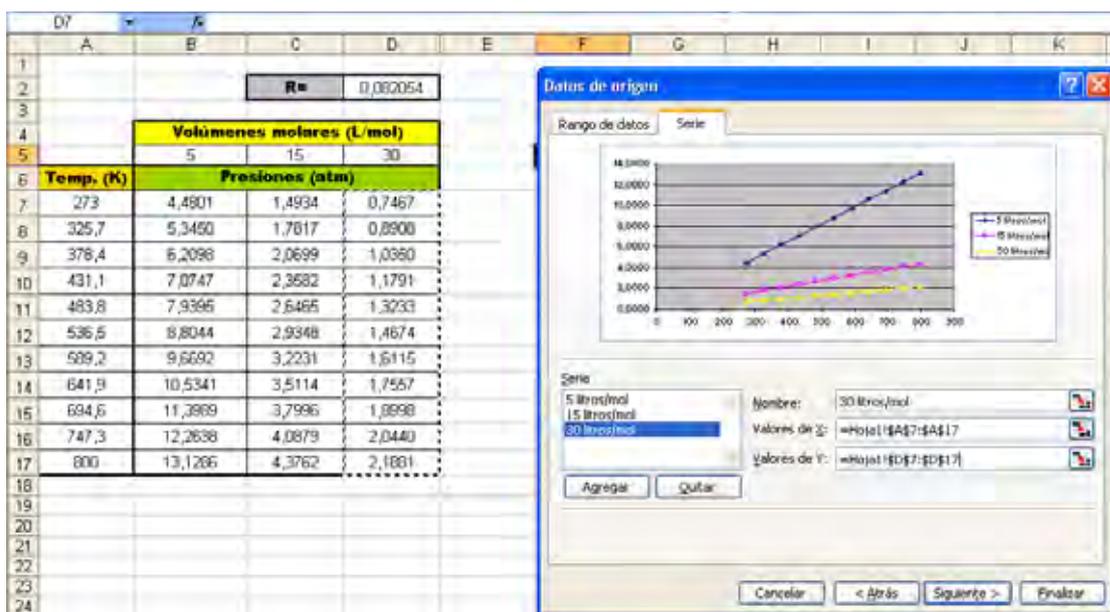
- b) Graficar todos los datos en un gráfico de dispersión. Editar el gráfico de manera que sea legible y atractivo. Incluir una leyenda incluyendo los volúmenes molares asociados a cada curva.

Resolución

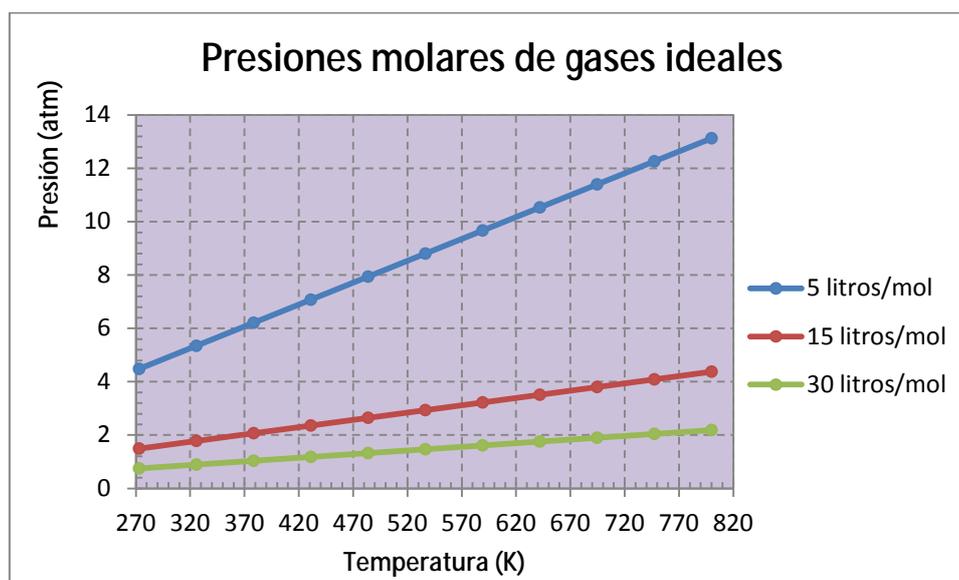
El ítem a) es similar al ejercicio resuelto en el Ejemplo 1.1. De todas formas se ilustran las referencias utilizadas para efectuar los cálculos.

	A	B	C	D
1				
2			R=	0,082054
3				
4		Volúmenes molares (L/mol)		
5		5	15	30
6	Temperatura (K)	Presiones (atm)		
7	273	=D\$2*\$A7/B\$5	=D\$2*\$A7/C\$5	=D\$2*\$A7/D\$5
8	=A7+52,7	=D\$2*\$A8/B\$5	=D\$2*\$A8/C\$5	=D\$2*\$A8/D\$5
9	=A8+52,7	=D\$2*\$A9/B\$5	=D\$2*\$A9/C\$5	=D\$2*\$A9/D\$5
10	=A9+52,7	=D\$2*\$A10/B\$5	=D\$2*\$A10/C\$5	=D\$2*\$A10/D\$5
11	=A10+52,7	=D\$2*\$A11/B\$5	=D\$2*\$A11/C\$5	=D\$2*\$A11/D\$5
12	=A11+52,7	=D\$2*\$A12/B\$5	=D\$2*\$A12/C\$5	=D\$2*\$A12/D\$5
13	=A12+52,7	=D\$2*\$A13/B\$5	=D\$2*\$A13/C\$5	=D\$2*\$A13/D\$5
14	=A13+52,7	=D\$2*\$A14/B\$5	=D\$2*\$A14/C\$5	=D\$2*\$A14/D\$5
15	=A14+52,7	=D\$2*\$A15/B\$5	=D\$2*\$A15/C\$5	=D\$2*\$A15/D\$5
16	=A15+52,7	=D\$2*\$A16/B\$5	=D\$2*\$A16/C\$5	=D\$2*\$A16/D\$5
17	=A16+52,7	=D\$2*\$A17/B\$5	=D\$2*\$A17/C\$5	=D\$2*\$A17/D\$5

Para realizar lo solicitado en el ítem b, utilizando el asistente para la creación de gráficos ubicado dentro la cinta de opciones "Insertar/Gráfico/Dispersión" se seleccionan las temperaturas como datos del eje x, y se generan tres series, una para cada volumen molar.



Luego, en las siguientes etapas se realizan los cambios que se consideran oportunos para resolver lo solicitado en la segunda parte del ítem b. Una de las muchas opciones es la siguiente:



- Se modificó el valor máximo, mínimo, unidad mayor y menor sobre el eje X). También se agregaron las marcas de graduación secundarias. (*Botón derecho sobre eje X / Dar formato a eje / Opciones de eje*).
- Se modificó el color del área de trazado (*Selección de línea de trazado -área / Formato de línea de trazado / Relleno*).
- Se insertó título al gráfico (*Cinta de opción /Herramientas de gráficos / Presentación / Etiquetas / Título del Gráfico*) y nombre a los ejes (*Cinta de opción /Herramientas de gráficos / Presentación / Etiquetas / Rótulos de ejes*).

- Se agregaron las líneas de división principales cuyo formato se llevó a línea punteada (*Botón derecho sobre eje / Agregar líneas de división principales*) (*Botón derecho sobre líneas / Dar formato a línea de división / Estilo de línea*).

Ejemplo 2.4

Una reacción química se lleva a cabo en un reactor mezcla completa continuo. La concentración de la sustancia producida puede ser calculada como una función del tiempo usando la fórmula $C = a(1 - e^{-bt})$, donde C es la concentración en moles/litro y t es el tiempo en minutos.

- Construir una tabla de concentración en función del tiempo para el caso en el que $a=6$ y $b=0.3$ (Incluir en celdas individuales los valores de a y b). Seleccionar un tiempo suficientemente grande para que la concentración final se aproxime al equilibrio.
- Crear un gráfico de dispersión para la concentración en función del tiempo. Conectar los puntos de datos individuales con segmentos de líneas. Agregar un título apropiado y etiquetas a los ejes.
- Crear un gráfico similar al del punto anterior y cambiar las coordenadas cartesianas a logarítmicas en el eje del tiempo.
- Cambiar los valores de a y b a 9 y 0.8 respectivamente. Analizar que sucede con los valores tabulados y el gráfico.

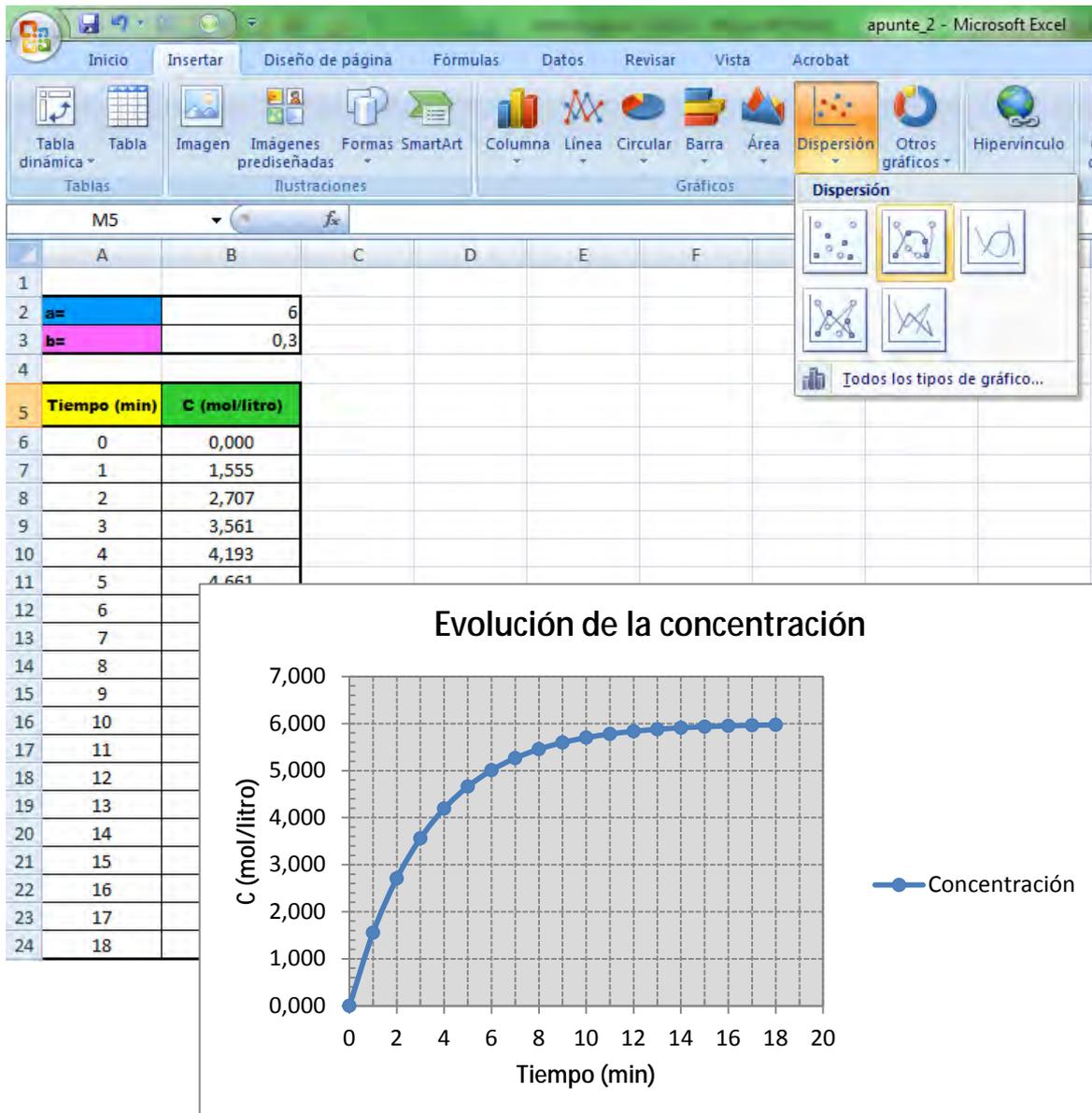
Resolución

H11		fx	
	A	B	C
1			
2	a=	6	
3	b=	0,3	
4			
Tiempo (min)	C (mol/litro)		
6	0	0,000	
7	1	1,555	
8	2	2,707	
9	3	3,561	
10	4	4,193	
11	5	4,661	
12	6	5,008	
13	7	5,265	
14	8	5,456	
15	9	5,597	
16	10	5,701	
17	11	5,779	
18	12	5,836	
19	13	5,879	
20	14	5,910	
21	15	5,933	
22	16	5,951	
23	17	5,963	
24	18	5,973	

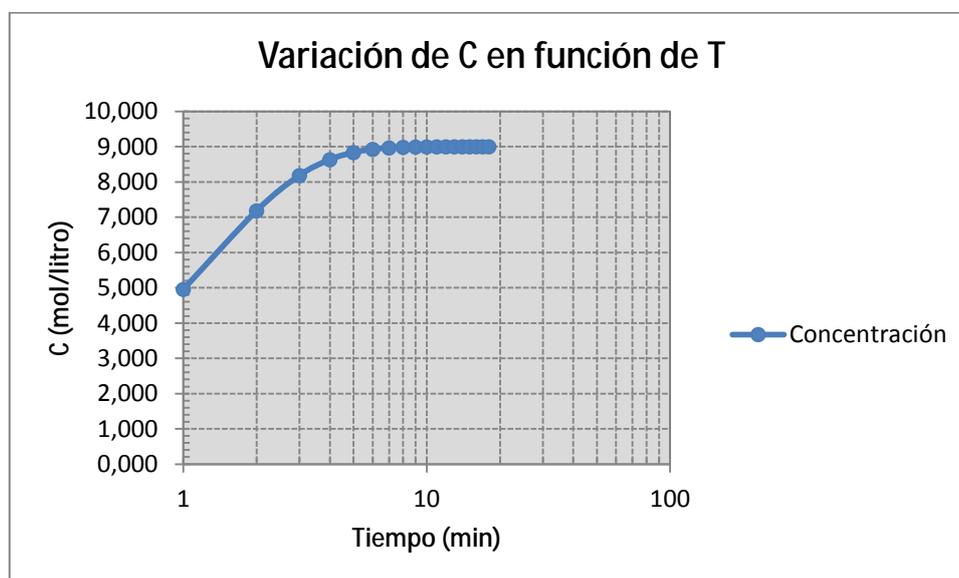
B1		fx	
	A	B	C
1			
2	a=	6	
3	b=	0,3	
4			
Tiempo (min)	C (mol/litro)		
6	0	=B\$2*(1-EXP(-B\$3*A6))	
7	1	=B\$2*(1-EXP(-B\$3*A7))	
8	2	=B\$2*(1-EXP(-B\$3*A8))	
9	3	=B\$2*(1-EXP(-B\$3*A9))	
10	4	=B\$2*(1-EXP(-B\$3*A10))	
11	5	=B\$2*(1-EXP(-B\$3*A11))	
12	6	=B\$2*(1-EXP(-B\$3*A12))	
13	7	=B\$2*(1-EXP(-B\$3*A13))	
14	8	=B\$2*(1-EXP(-B\$3*A14))	
15	9	=B\$2*(1-EXP(-B\$3*A15))	
16	10	=B\$2*(1-EXP(-B\$3*A16))	
17	11	=B\$2*(1-EXP(-B\$3*A17))	
18	12	=B\$2*(1-EXP(-B\$3*A18))	
19	13	=B\$2*(1-EXP(-B\$3*A19))	
20	14	=B\$2*(1-EXP(-B\$3*A20))	
21	15	=B\$2*(1-EXP(-B\$3*A21))	
22	16	=B\$2*(1-EXP(-B\$3*A22))	
23	17	=B\$2*(1-EXP(-B\$3*A23))	
24	18	=B\$2*(1-EXP(-B\$3*A24))	

Con respecto al ítem “a”, el tiempo en el cual se considera que la reacción ha llegado al equilibrio es aquel en el que no se observan cambios sustanciales en la concentración de producto obtenido. En este caso, la elección del criterio utilizado para determinar el tiempo mínimo requerido para alcanzar el equilibrio queda sujeta a las herramientas que disponga el alumno.

La metodología de resolución es la vista hasta el momento.



Para modificar las coordenadas cartesianas del eje de abscisas (tiempo) debe seleccionarse la opción correspondiente a “escala logarítmica” en el menú “Dar formato a eje”, “Opciones de eje” y tildar la opción “Escala logarítmica”. Observe los cambios que se efectúan en la escala del eje.



Sobre la misma tabla se modifican los datos de la reacción a los nuevos valores brindados en el enunciado. Dado que la ecuación de velocidad de reacción tiene dichos parámetros como referencia de celda y no como valor fijo solo basta con modificar las celdas B2 y B3 para observar los cambios tanto en la concentración de producto como en la gráfica que representa la concentración en función del tiempo.

Ejemplo 2.5

Utilizando la ecuación de Van Der Waals $\frac{a}{V^2} + \frac{RT}{V-b} = P$, graficar la dependencia de la presión en función del volumen molar, para el dióxido de carbono para las siguientes temperaturas: 290°K; 350°K y 425°K. ($a=3.592 \text{ l}^2 \text{ atm/mol}^2$ y $b=0.04267 \text{ l/mol}$).

Se pide:

- a. Crear la planilla de cálculo de la presión
- b. Graficar en el entorno correspondiente a $0.1 \leq V \leq 1$, ajustar la escala para que se muestren los valores entre los rangos $0 \leq V \leq 1$ y $-25 \leq P \leq 200$.
- c. Para $T=350^\circ\text{K}$, comparar la gráfica con la obtenida usando la ley de los gases ideales $P_V = RT$.
 - i. Graficar ambas curvas en la misma gráfica.
 - ii. Nombre de las series: Gas ideal, Gas real.
 - iii. Agregar el título "Desvío del comportamiento ideal (350°K)" y nombres a los ejes.

	A	B	C	D	E	F
1						
2			R=	0.082054		
3			a=	3.592		
4			b=	0.04267		
5						
6		Temperaturas (°K)				
7		290	350	700		
8	v(mol/l)	Presiones (at)				Gas ideal
9	0.1					
10	0.2					
11	0.3					
12	0.4					
13	0.5					
14	0.6					
15	0.7					
16	0.8					
17	0.9					
18	1					
19						

Resolución

SUMA						
	A	B	C	D	E	F
1						
2			R=	0,082054		
3			a=	3,592		
4			b=	0,04267		
5						
6		Temperaturas (K)				
7		290	350	700		
8	v (mol/l)	Presiones (atm)				
9	0,1	=(\$D\$2*\$B\$7)/(\$A9-\$D\$4)-(\$D\$3/(\$A9^2))				
10	0,2					
11	0,3					
12	0,4					
13	0,5					
14	0,6					
15	0,7					
16	0,8					
17	0,9					
18	1					
19						

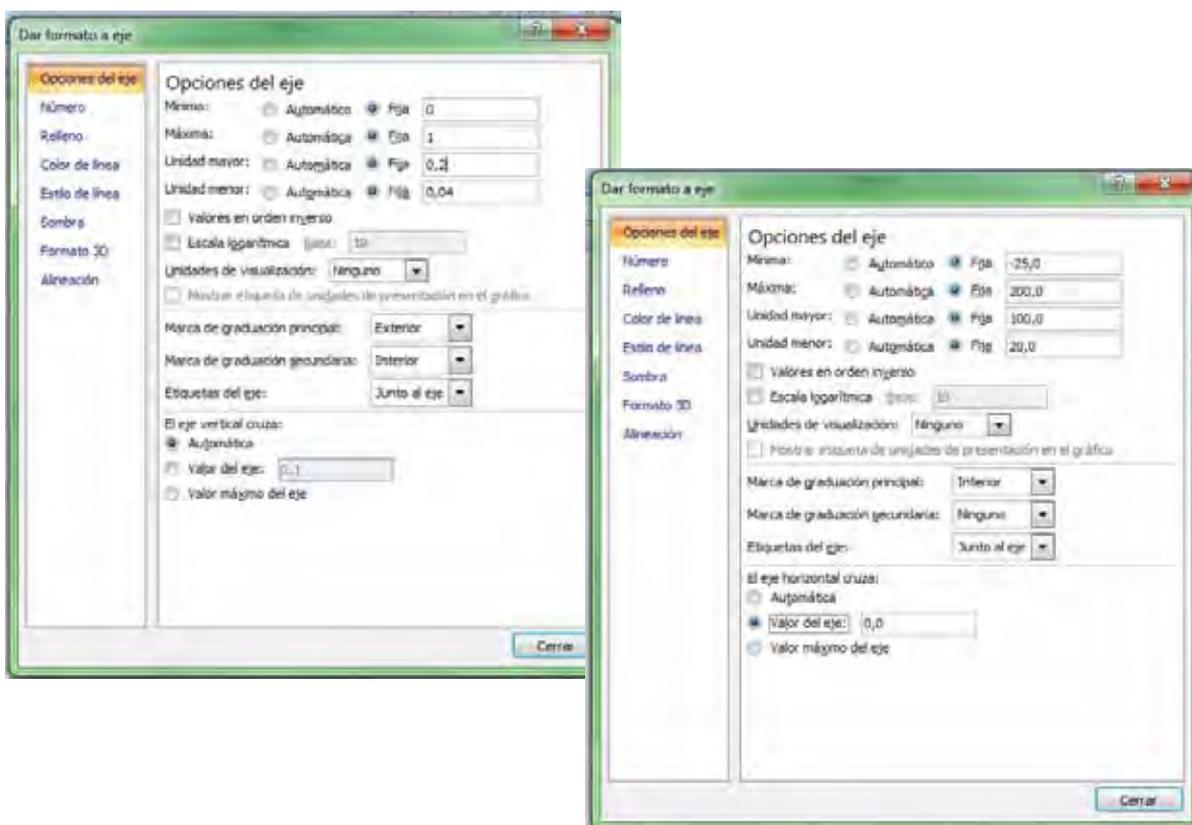
En primer lugar se genera la tabla base sobre la que se calculará la presión en función de la temperatura y del volumen molar. Observe que utilizando adecuadamente las referencias de celdas relativas y absolutas mostradas en la barra de fórmula, solo será necesario cargar la

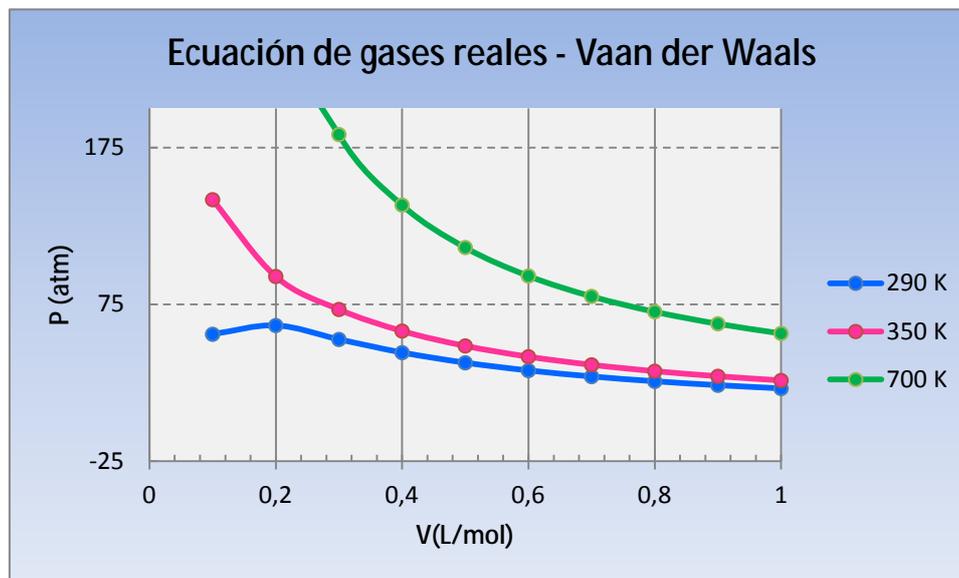
fórmula para una temperatura y volumen dado y luego se arrastrará hacia la derecha y abajo para completar la tabla de valores.

	A	B	C	D	E
1					
2			R=	0,082054	
3			a=	3,592	
4			b=	0,04267	
5					
6		Temperaturas (K)			
7		290	350	700	
8	v (mol/l)	Presiones (atm)			
9	0,1	55,86	141,74	642,68	
10	0,2	61,45	92,74	275,28	
11	0,3	52,56	71,69	183,30	
12	0,4	44,14	57,92	138,29	
13	0,5	37,66	48,43	111,23	
14	0,6	32,72	41,55	93,08	
15	0,7	28,87	36,36	80,05	
16	0,8	25,81	32,31	70,23	
17	0,9	23,32	29,06	62,56	
18	1	21,26	26,41	56,41	
19					

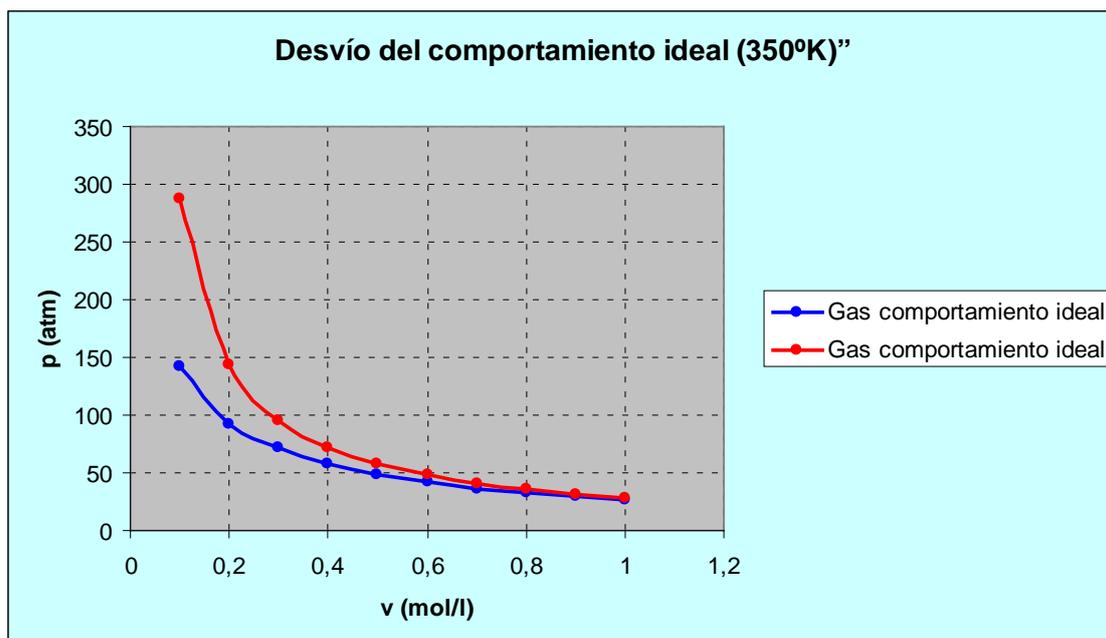
Una vez que se dispone de los datos ordenados adecuadamente, se procede a graficar los tres conjuntos utilizando Gráficos del tipo de Dispersión. Una alternativa es cargar una a una las tres series de datos. En este caso, cada serie se nombró con la temperatura absoluta de cada una de ellas.

La gráfica editada y con las características solicitadas en el ítem "b" es la siguiente:





El gráfico solicitado en el ítem "c" es el siguiente:



Ejemplo 2.6

Si el fluido que circula por una cañería de 1 pulg (0.0254 m) y 25 m de longitud es agua a 25° C ($\mu=1e-3$ Kg/m seg; $\rho=1000$ Kg/m³), grafique la pérdida de carga en función del número de Re para $5 \leq Re \leq 150$ (figura 1 con escala cartesiana en ambos ejes, figura 2 con escala logarítmica en el eje x).

La caída de presión se determina a partir de las siguientes ecuaciones:

$$DP = 4 \times f \times \frac{L}{D_i} \times \frac{G_t^2}{2 \times r \times 1000}$$

Donde:

- ΔP : pérdida de carga (kPa)
- f : factor de fricción de Fanning (adimensional)
- L : longitud de la cañería (m)
- D_i : diámetro interno de la cañería (m)
- G_t : velocidad másica de flujo por unidad de área (Kg/m² seg)
- ρ : densidad del fluido (Kg/m³)

A su vez, el factor de fricción “ f ” depende del Número de Reynolds, el cual se expresa de la siguiente manera:

$$Re = \frac{D_i \times G_t}{\mu}$$

donde μ es la viscosidad del fluido en (Kg/m seg) y el n° de Re es adimensional.

La expresión que calcula el factor de fricción para $Re \leq 2100$ es,

$$f = \frac{16}{Re}$$

y para $Re > 2100$ se utiliza,

$$f = 0,0014 + 0,125 \times Re^{-0,32}$$

Para resolver este problema deberá definir un sector con todos los datos, como el que se presenta en la siguiente figura:

	A	B	C	D	E
1	Datos				
2	Diámetro de la cañería	0.0254	m		
3	Densidad del fluido	1000	Kg/m ³		
4	Viscosidad del fluido	1.00E-03	cP		
5	Longitud de la cañería	25	m		
6					

Luego deberá calcular el número de Re (columna C) para cada valor de caudal (columna B). Calcule el factor de fricción de acuerdo a la fórmula que corresponda (columnas D y E). Calcule la caída de presión (columna F) y finalmente grafique las funciones para cada intervalo del N° de Re.

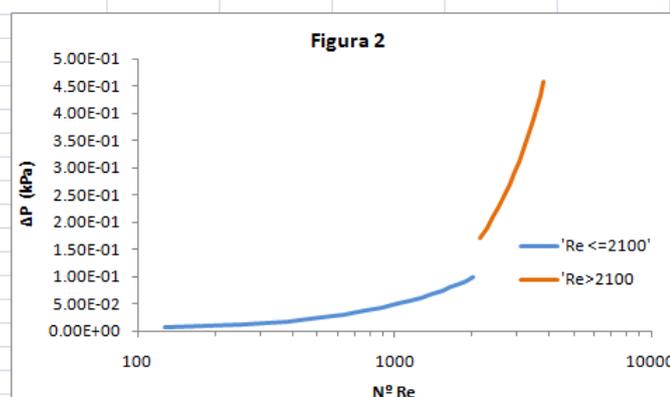
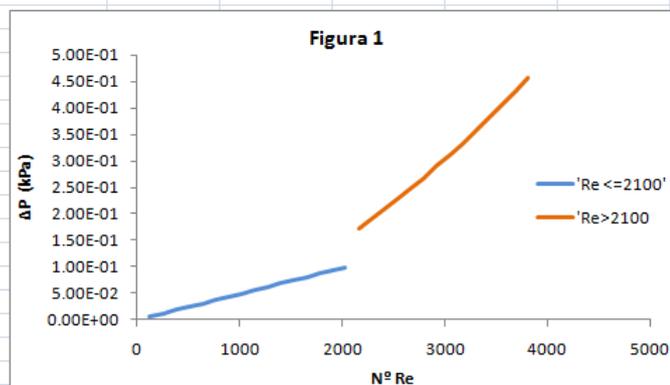
Resolución

En las fórmulas debe usar referencias absolutas y relativas según se indica a continuación:

B	C	D	E	F
Caudal (Gt)	Re	f1	f2	ΔP
80	=C\$2*B25/C\$4	=16/C25	-	=4*D25*(C\$5/C\$2)*(B25^2/(2*C\$3*1000))
85	=C\$2*B26/C\$4	-	=0.0014+0.125*C26^0.32	=4*E26*(C\$5/C\$2)*(B26^2/(2*C\$3*1000))
90	=C\$2*B27/C\$4	-	=0.0014+0.125*C27^0.32	=4*E27*(C\$5/C\$2)*(B27^2/(2*C\$3*1000))
95	=C\$2*B28/C\$4	-	=0.0014+0.125*C28^0.32	=4*E28*(C\$5/C\$2)*(B28^2/(2*C\$3*1000))

Los resultados serán:

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
6											
7											
8											
9	Caudal (Gt)	Re	f1	f2	ΔP						
10	5	127.00	1.26E-01	-	6.20E-03						
11	10	254.00	6.30E-02	-	1.24E-02						
12	15	381.00	4.20E-02	-	1.86E-02						
13	20	508.00	3.15E-02	-	2.48E-02						
14	25	635.00	2.52E-02	-	3.10E-02						
15	30	762.00	2.10E-02	-	3.72E-02						
16	35	889.00	1.80E-02	-	4.34E-02						
17	40	1016.00	1.57E-02	-	4.96E-02						
18	45	1143.00	1.40E-02	-	5.58E-02						
19	50	1270.00	1.26E-02	-	6.20E-02						
20	55	1397.00	1.15E-02	-	6.82E-02						
21	60	1524.00	1.05E-02	-	7.44E-02						
22	65	1651.00	9.69E-03	-	8.06E-02						
23	70	1778.00	9.00E-03	-	8.68E-02						
24	75	1905.00	8.40E-03	-	9.30E-02						
25	80	2032.00	7.87E-03	-	9.92E-02						
26	85	2159.00	-	1.21E-02	1.72E-01						
27	90	2286.00	-	1.19E-02	1.90E-01						
28	95	2413.00	-	1.17E-02	2.09E-01						
29	100	2540.00	-	1.16E-02	2.28E-01						
30	105	2667.00	-	1.14E-02	2.48E-01						
31	110	2794.00	-	1.13E-02	2.68E-01						
32	115	2921.00	-	1.11E-02	2.90E-01						
33	120	3048.00	-	1.10E-02	3.12E-01						
34	125	3175.00	-	1.09E-02	3.34E-01						
35	130	3302.00	-	1.08E-02	3.58E-01						
36	135	3429.00	-	1.06E-02	3.82E-01						
37	140	3556.00	-	1.05E-02	4.06E-01						
38	145	3683.00	-	1.04E-02	4.32E-01						
39	150	3810.00	-	1.03E-02	4.58E-01						
40											



Ejemplo 2.7

Se puede determinar el calor específico de las sustancias en función de la temperatura de acuerdo a la siguiente expresión:

$$C_{p_i} = a_i + b_i T + c_i T^2 \quad \text{donde } C_p \text{ está en [J/mol K] y la temperatura en [K]}$$

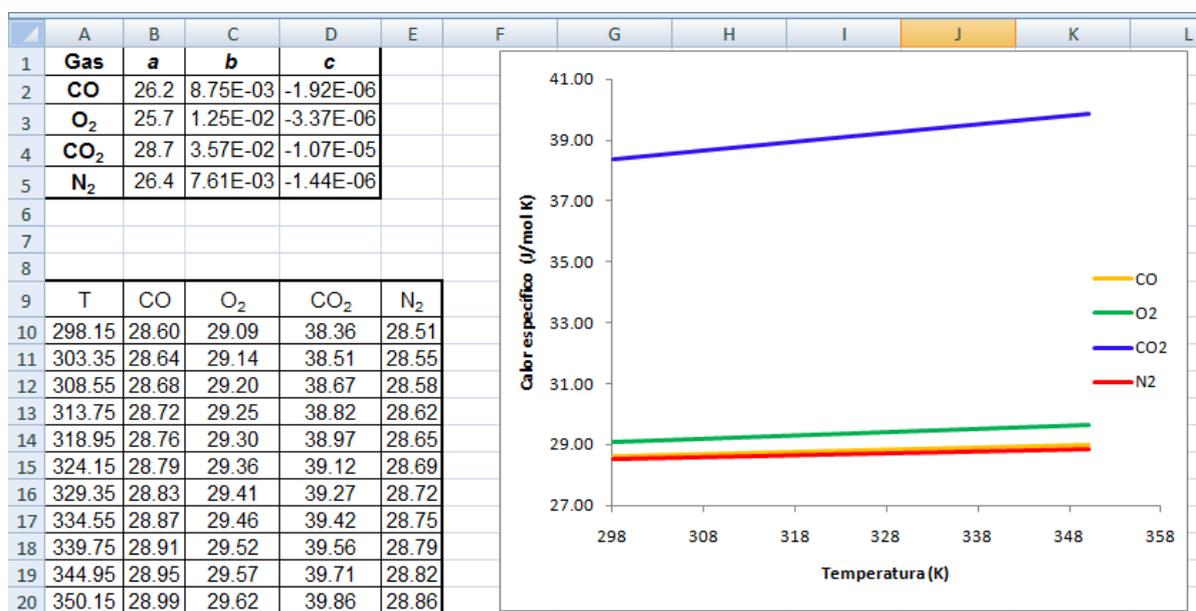
Grafique el calor específico del dióxido de carbono, oxígeno, monóxido de carbono y nitrógeno para un intervalo de temperaturas entre 298.15 y 350.15 K considerando que los valores de los coeficientes son:

Gas	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
CO	26.16	$8.75e^{-3}$	$-1.92e^{-6}$
O ₂	25.66	$1.25e^{-2}$	$-3.37e^{-6}$
CO ₂	28.67	$3.57e^{-2}$	$-1.07e^{-5}$
N ₂	26.37	$7.61e^{-3}$	$-1.44e^{-6}$

Resolución

Para resolver este problema deberá generar una tabla con los coeficientes y mediante el uso de referencias absolutas y mixtas deberá calcular el calor específico para cada sustancia y finalmente graficar.

	A	B	C	D	E
9	T	CO	O ₂	CO ₂	N ₂
10	298.15	=B\$2+\$C\$2*\$A10+\$D\$2*\$A10^2	=B\$3+\$C\$3*\$A10+\$D\$3*\$A10^2	=B\$4+\$C\$4*\$A10+\$D\$4*\$A10^2	=B\$5+\$C\$5*\$A10+\$D\$5*\$A10^2
11	=A10+5.2	=B\$2+\$C\$2*\$A11+\$D\$2*\$A11^2	=B\$3+\$C\$3*\$A11+\$D\$3*\$A11^2	=B\$4+\$C\$4*\$A11+\$D\$4*\$A11^2	=B\$5+\$C\$5*\$A11+\$D\$5*\$A11^2
12	=A11+5.2	=B\$2+\$C\$2*\$A12+\$D\$2*\$A12^2	=B\$3+\$C\$3*\$A12+\$D\$3*\$A12^2	=B\$4+\$C\$4*\$A12+\$D\$4*\$A12^2	=B\$5+\$C\$5*\$A12+\$D\$5*\$A12^2
13	=A12+5.2	=B\$2+\$C\$2*\$A13+\$D\$2*\$A13^2	=B\$3+\$C\$3*\$A13+\$D\$3*\$A13^2	=B\$4+\$C\$4*\$A13+\$D\$4*\$A13^2	=B\$5+\$C\$5*\$A13+\$D\$5*\$A13^2
14	=A13+5.2	=B\$2+\$C\$2*\$A14+\$D\$2*\$A14^2	=B\$3+\$C\$3*\$A14+\$D\$3*\$A14^2	=B\$4+\$C\$4*\$A14+\$D\$4*\$A14^2	=B\$5+\$C\$5*\$A14+\$D\$5*\$A14^2
15	=A14+5.2	=B\$2+\$C\$2*\$A15+\$D\$2*\$A15^2	=B\$3+\$C\$3*\$A15+\$D\$3*\$A15^2	=B\$4+\$C\$4*\$A15+\$D\$4*\$A15^2	=B\$5+\$C\$5*\$A15+\$D\$5*\$A15^2
16	=A15+5.2	=B\$2+\$C\$2*\$A16+\$D\$2*\$A16^2	=B\$3+\$C\$3*\$A16+\$D\$3*\$A16^2	=B\$4+\$C\$4*\$A16+\$D\$4*\$A16^2	=B\$5+\$C\$5*\$A16+\$D\$5*\$A16^2
17	=A16+5.2	=B\$2+\$C\$2*\$A17+\$D\$2*\$A17^2	=B\$3+\$C\$3*\$A17+\$D\$3*\$A17^2	=B\$4+\$C\$4*\$A17+\$D\$4*\$A17^2	=B\$5+\$C\$5*\$A17+\$D\$5*\$A17^2
18	=A17+5.2	=B\$2+\$C\$2*\$A18+\$D\$2*\$A18^2	=B\$3+\$C\$3*\$A18+\$D\$3*\$A18^2	=B\$4+\$C\$4*\$A18+\$D\$4*\$A18^2	=B\$5+\$C\$5*\$A18+\$D\$5*\$A18^2
19	=A18+5.2	=B\$2+\$C\$2*\$A19+\$D\$2*\$A19^2	=B\$3+\$C\$3*\$A19+\$D\$3*\$A19^2	=B\$4+\$C\$4*\$A19+\$D\$4*\$A19^2	=B\$5+\$C\$5*\$A19+\$D\$5*\$A19^2
20	=A19+5.2	=B\$2+\$C\$2*\$A20+\$D\$2*\$A20^2	=B\$3+\$C\$3*\$A20+\$D\$3*\$A20^2	=B\$4+\$C\$4*\$A20+\$D\$4*\$A20^2	=B\$5+\$C\$5*\$A20+\$D\$5*\$A20^2



Ajuste de datos experimentales a funciones usando Ms. Excel

Introducción

El trabajo de laboratorio tiene como resultado una serie de datos experimentales representados, normalmente, por un conjunto discreto de pares de datos (x_i, y_i) .

La manipulación de los datos tiende normalmente a uno de estos objetivos:

- Corroborar una ley existente
- Determinar (predecir) una ley a partir de los datos medidos

En cualquier caso esa ley se representa en forma de una función $y = f(x)$ que exprese la relación entre la variable dependiente y la independiente.

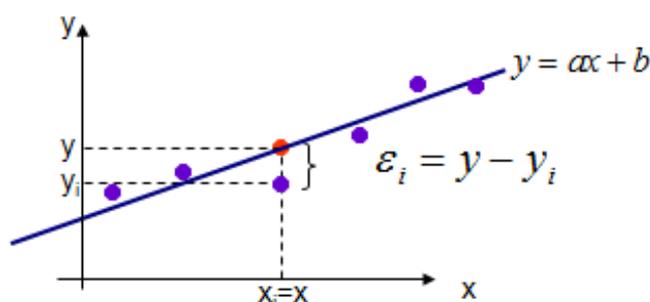
Los datos son experimentales y los resultados obtenidos al utilizar la función que mejor representa son datos teóricos.

Suponer que, luego de realizar variadas pruebas experimentales, cuenta con un conjunto de datos y el siguiente objetivo es encontrar la función que mejor se ajuste a los datos experimentales muestreados.

Hay varios métodos que se utilizan para realizar ajuste de datos. Una herramienta muy común, conocida como MÉTODO DE AJUSTE POR MÍNIMOS CUADRADOS.

Como ya se mencionó, el objetivo de la técnica es hallar una función que represente un conjunto de datos. La particularidad es el criterio que utiliza el método para determinar qué función cumple mejor el objetivo de aproximación a los datos experimentales (x_i, y_i) . Este es el criterio de mínimo error cuadrático.

Ejemplo conceptual: Se pretende ajustar los datos representados en la gráfica a una recta y determinar los coeficientes de la ecuación de la recta.



Datos experimentales

Dato teórico

Los valores de y_i experimentales no coinciden con los valores de “ y ” teóricos (o $f(x)$) debido a errores experimentales, de redondeo, etc. Las mejores estimaciones de los parámetros a y b para la recta, serán aquellas que hagan mínima la diferencia al cuadrado entre valores teóricos y experimentales. En la gráfica anterior se detalla el significado de ϵ .

En el caso anterior hay que minimizar

$$\sum_{i=1}^N e_i^2 = (y - y_i)^2 = (f(x_i) - y_i)^2 = (ax_i + b - y_i)^2$$

El valor de R^2

El valor R^2 es un número de 0 a 1 que indica en cuanto se corresponden los valores estimados con

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST}$$

$$SSE = \sum (Y - y)^2$$

$$SST = \sum (Y^2) - \frac{(\sum Y)^2}{n}$$

n = tamaño de la muestra
 Y = datos medidos
 y = dato de la función ajustada o teórica

los datos reales. Una línea de tendencia es más confiable cuando R^2 se acerca más a 1.

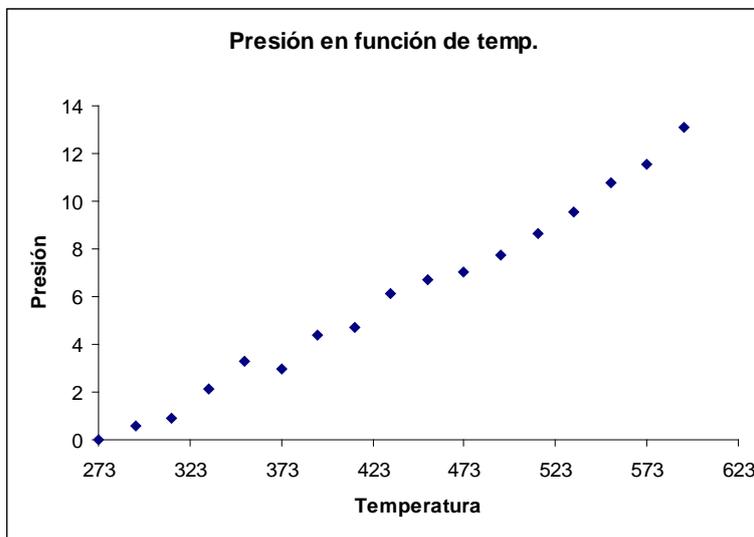
Véase el siguiente ejemplo en el que se aplica este concepto a un caso en particular.

Ejemplo 2.8

Se desea estudiar el comportamiento de un gas (supuesto ideal) por lo que se realiza un experimento en el cual se mide la variación de la presión para cada temperatura para un volumen específico determinado.

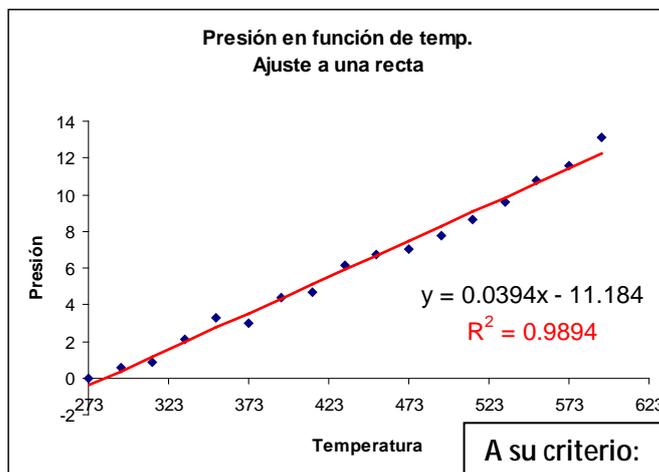
Resolución

La representación gráfica de los datos experimentales es la que figura a continuación. Se utilizó un gráfico tipo de dispersión, solo con marcadores y sin líneas que los unan. Analizar el motivo de esta última elección y porqué puede generar confusión la utilización del subtipo de gráfico que



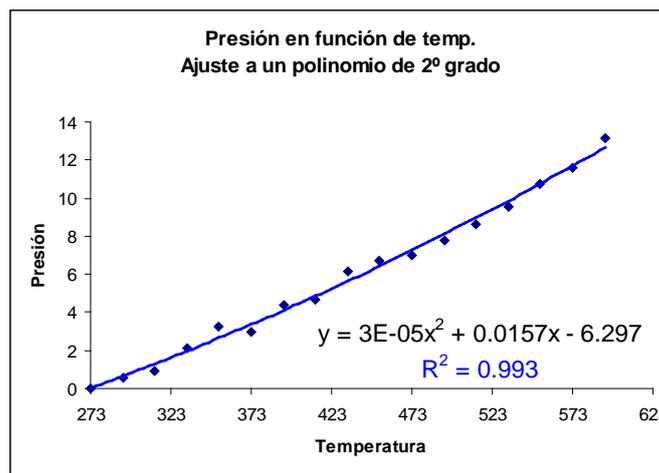
presenta los marcadores unidos por líneas.

Como resultado del ajuste se han obtenido dos gráficas. En una de ellas se han ajustado los datos experimentales con un polinomio de 2° grado y en la otra gráfica se utilizó como función de ajuste, un polinomio de 1° grado, es decir, una recta. En cada gráfica puede distinguirse la función ajustada o teórica, los datos experimentales, la ecuación de la función de ajuste y el valor de R^2 .



A su criterio:

¿Cuál es la función que mejor se ajusta a los datos experimentales?



La respuesta correcta es: **La recta.**

Si bien el valor de R^2 es más próximo a uno en el caso de la parábola que en la recta, la clave de la respuesta anterior se basa en que la **relación entre la presión, volumen y temperatura** para muchos gases puede ser aproximada por la **ley de gas ideal** a través de la siguiente ecuación:

$$p * v = R * T$$

Si se reordena la ecuación anterior de modo de expresar la presión en función de la temperatura se notará que esta ecuación es una recta.

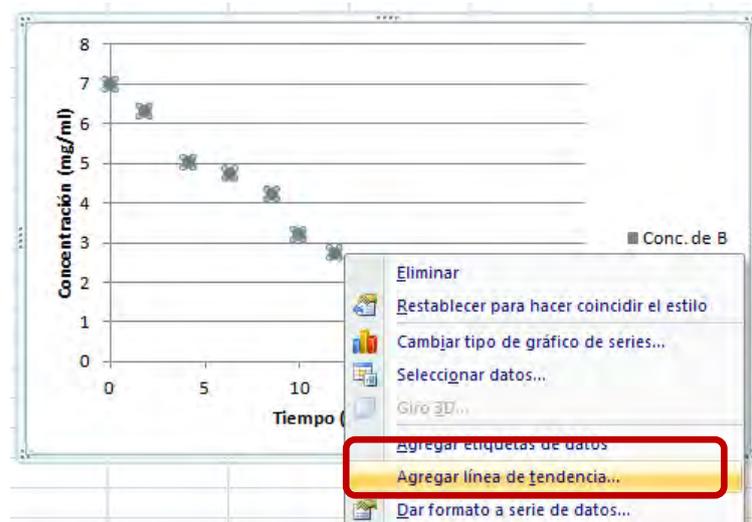
De este ejercicio se concluye que es necesario mantener el concepto fenomenológico para decidir cuál es la función que mejor ajusta a los resultados obtenidos experimentalmente. El valor de residuo (R^2) es un parámetro orientativo pero no definitivo.

Agregar línea de tendencia con Ms. Excel

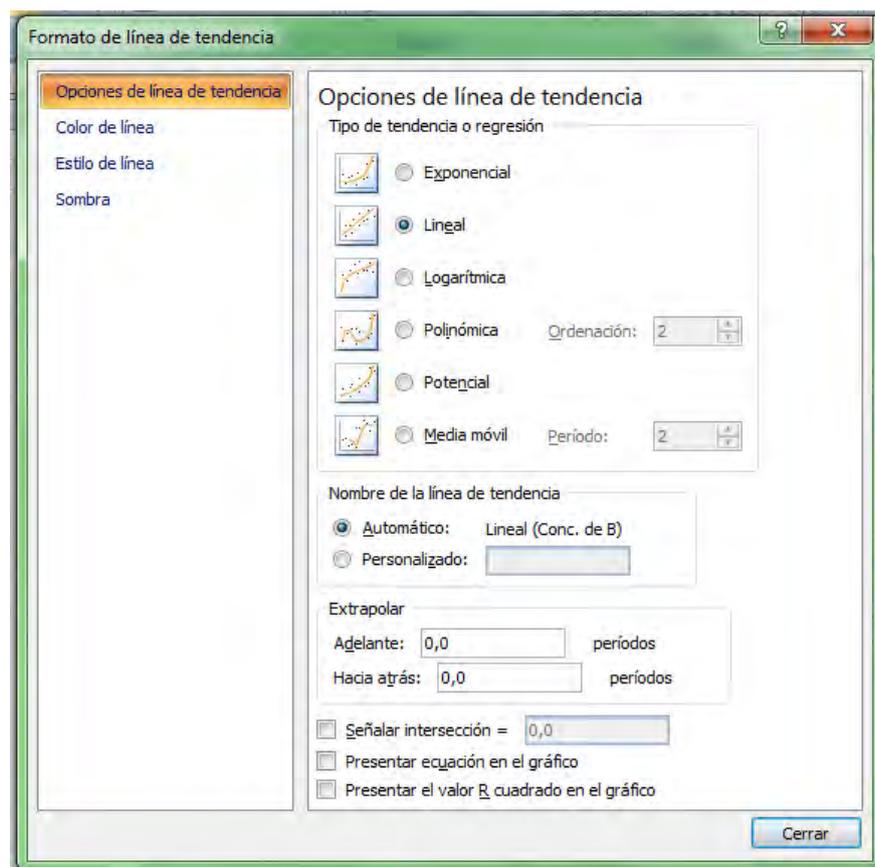
Hasta el momento se han desarrollado conceptos necesarios para asimilar el modo en que se resolverán el problema de ajuste de datos a una función utilizando la herramienta adecuada de Ms. Excel, sin embargo aún no se ha detallado el proceso para realizar tal tarea.

A continuación se continúa con la resolución del ejercicio propuesto anteriormente.

Para ello, una vez realizado el gráfico de dispersión correspondiente a los datos a analizar, debe posicionarse sobre los marcadores de los mismos y utilizando el botón derecho del mouse, seleccionar la opción **"Agregar línea de tendencia"** del menú emergente.

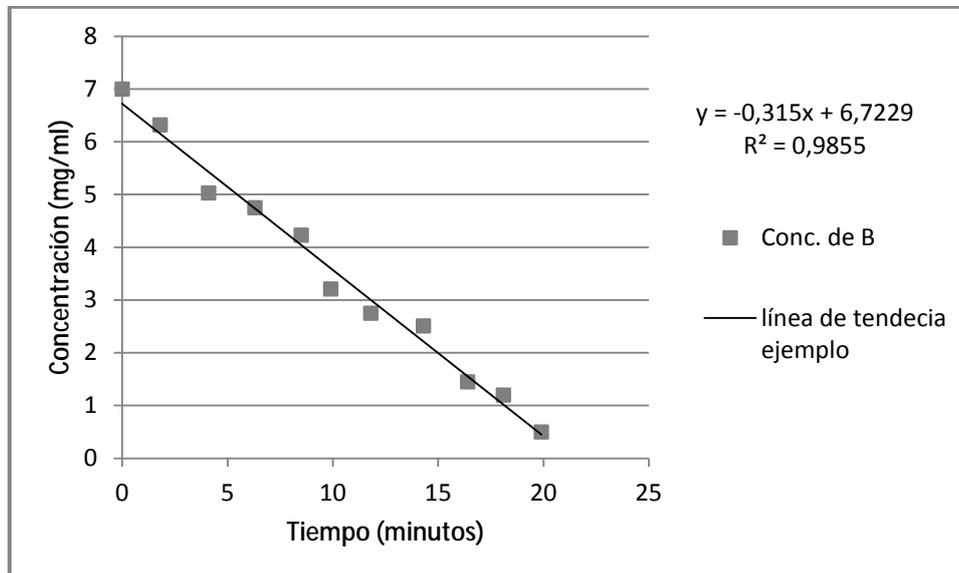


Seleccionar el tipo de línea de tendencia en la ficha "Tipo". Observe que al seleccionar la opción "Polinomial" se permite variar el grado del polinomio. Las opciones más utilizadas durante este curso son "Lineal", "Logarítmica", "Polinómica" y "Exponencial".



Esta pestaña también brinda la posibilidad de modificar el nombre que tiene por defecto la línea de tendencia. Además es posible extrapolarla hacia adelante y hacia atrás en la cantidad de

unidades que se le indique. Para visualizar la ecuación en el gráfico, así como el valor de R^2 debe tildarse la opción correspondiente, de lo contrario no serán mostradas.



Ejemplo 2.9

Los siguientes datos representan la temperatura como una función del largo de un reactor flujo pistón:

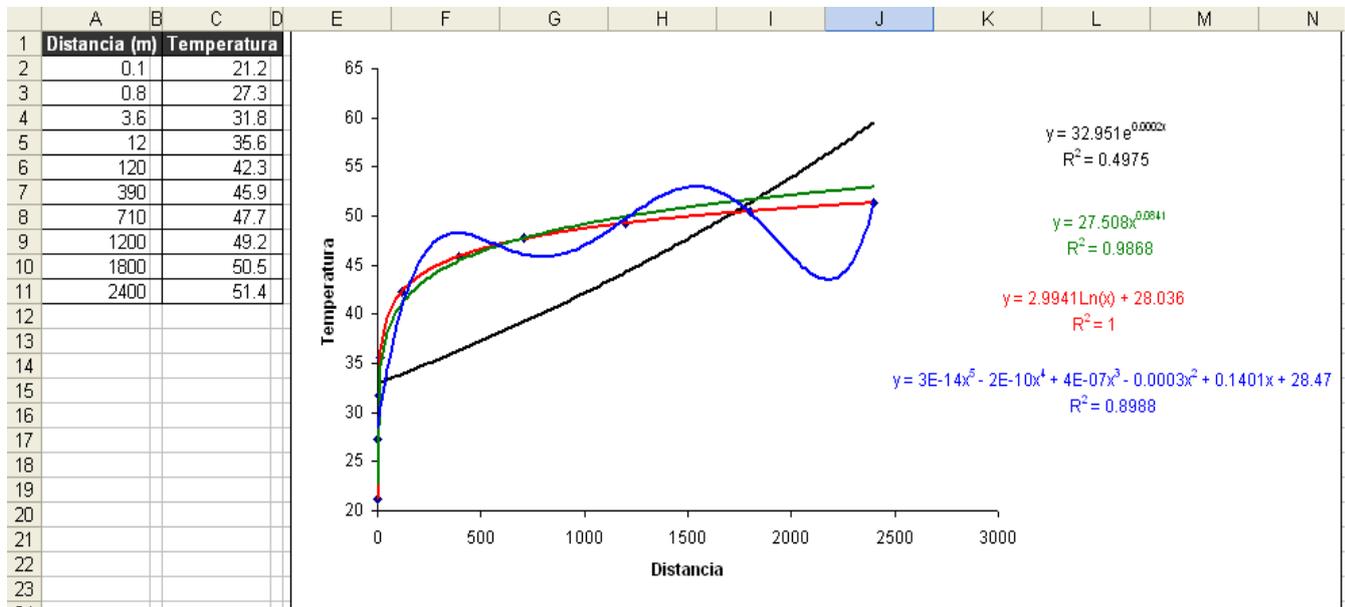
Distancia (pulg)	Temperatura (°C)
0,1	21,2
0,8	27,3
3,6	31,8
12	35,6
120	42,3
390	45,9
710	47,7
1200	49,2
1800	50,5
2400	51,4

Ingresar los datos en una planilla de cálculo y ajústelos a una apropiada línea de tendencia. Comparar los resultados obtenidos utilizando una función exponencial, una logarítmica, una potencial y una polinómica de quinto grado.

Resolución

- § Seleccionar el rango de datos a graficar
- § Ejecutar el asistente para gráficos

- § Seleccionar el gráfico de dispersión
- § Agregar título y etiquetas a los ejes
- § Seleccionar la opción agregar línea de tendencia
- § Agregar líneas de tendencia: Exponencial, logarítmica, polinómica y potencial.
- § Presentar las ecuaciones y los valores de R^2 en el gráfico.



Ejemplo 2.10

La siguiente tabla representa la velocidad de reacción de una oxigenación que ocurre dentro de una cámara de purificación de agua en función de la temperatura.

Temperatura (K)	Vel. de reacción (mol/seg)
253	0,12
258	0,17
263	0,24
268	0,34
273	0,48
278	0,66
283	0,91
288	1,22
293	1,64
298	2,17
303	2,84
308	3,7

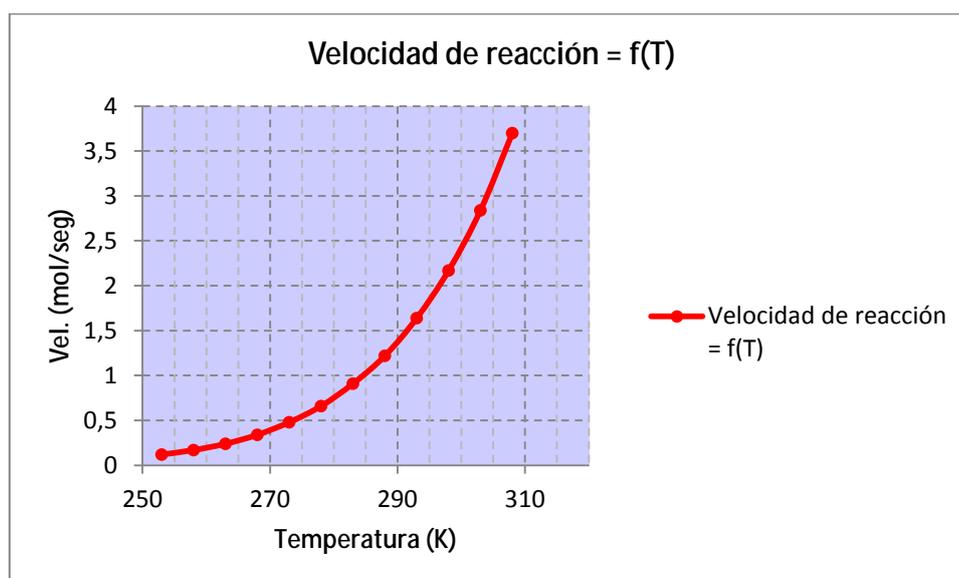
- a. Graficar y ajustar los datos a un polinomio de tercer grado, obtener la ecuación y el valor de residuo correspondiente.

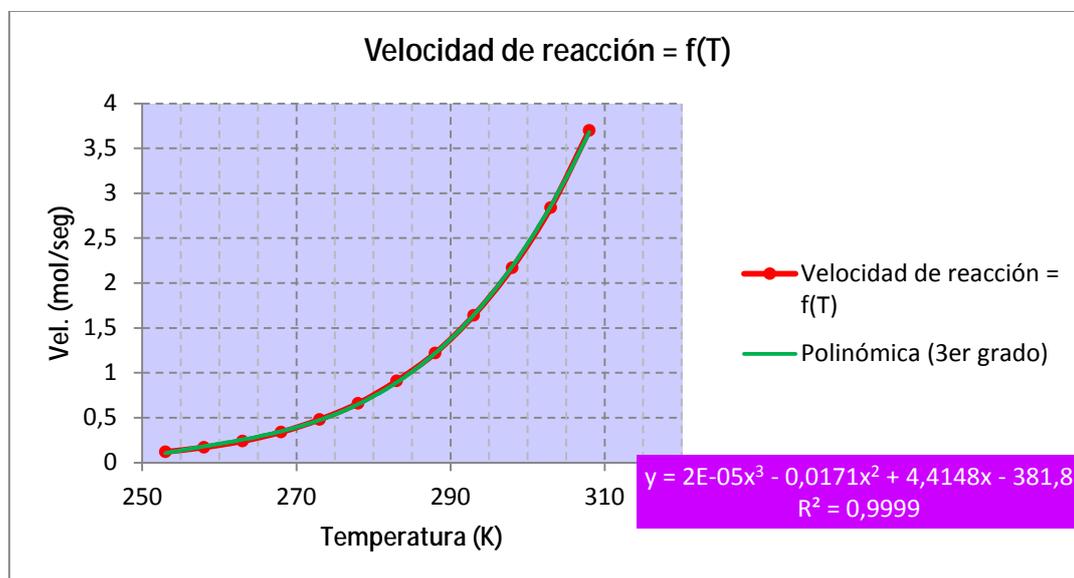
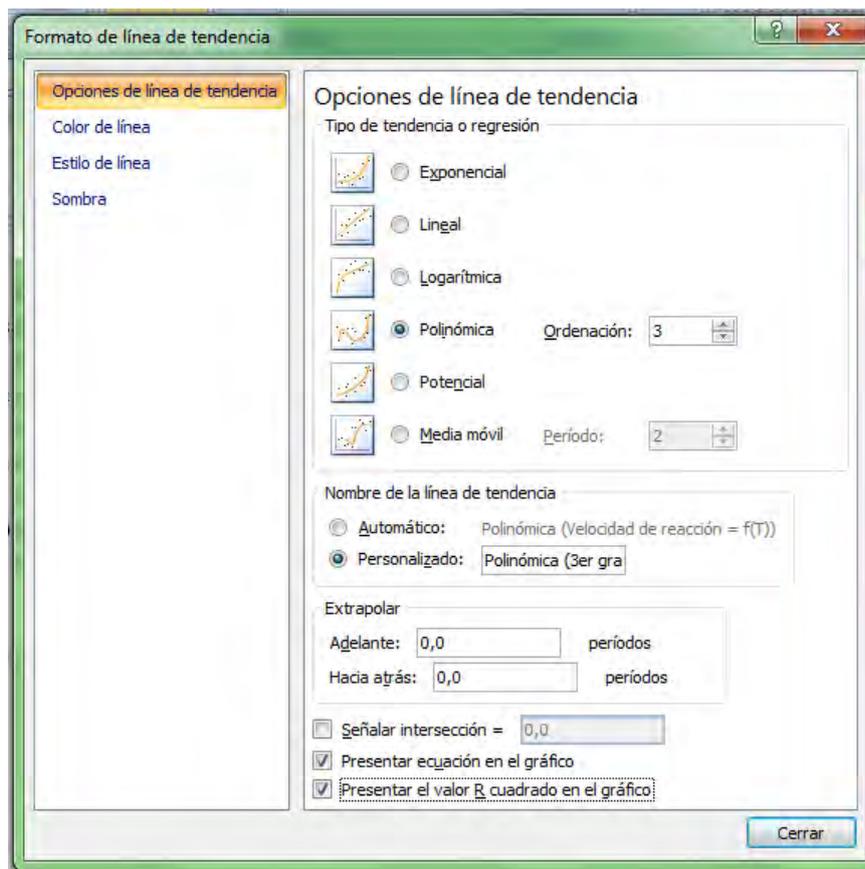
- b. Las velocidades de reacción, en general, varían con la temperatura absoluta según la Ley de Arrhenius $(-r_A) = k_o * e^{\frac{-E}{R*T}}$, donde E es la energía de activación y R (1,98 cal/mol K) es la constante de los gases ideales. Graficar la velocidad de reacción en función de la recíproca de la temperatura (1/T) en coordenadas semilogarítmicas en (-r_A). Ajustar los datos a una función exponencial para determinar el valor de la energía de activación y el factor de frecuencia k_o.
- c. Determinar los valores para $\ln(-r_A) = \ln k_o + \frac{-E}{R} \frac{1}{T}$ en una nueva tabla y graficar $\ln(-r_A) = f(1/T)$.

Resolución 3 a

- § Seleccionar el rango de datos a graficar
- § Ejecutar el asistente para gráficos
- § Seleccionar el gráfico de dispersión
- § Agregar título y etiquetas a los ejes
- § Seleccionar la opción agregar línea de tendencia
- § Agregar "línea de tendencia polinómica de tercer grado".
- § Presentar las ecuaciones y los valores de R² en el gráfico.

	A	B	C
1			
2			
3	Temperatura (K)	Vel. de reacción (mol/seg)	
4	253	0,12	
5	258	0,17	
6	263	0,24	
7	268	0,34	
8	273	0,48	
9	278	0,66	
10	283	0,91	
11	288	1,22	
12	293	1,64	
13	298	2,17	
14	303	2,84	
15	308	3,7	
16			

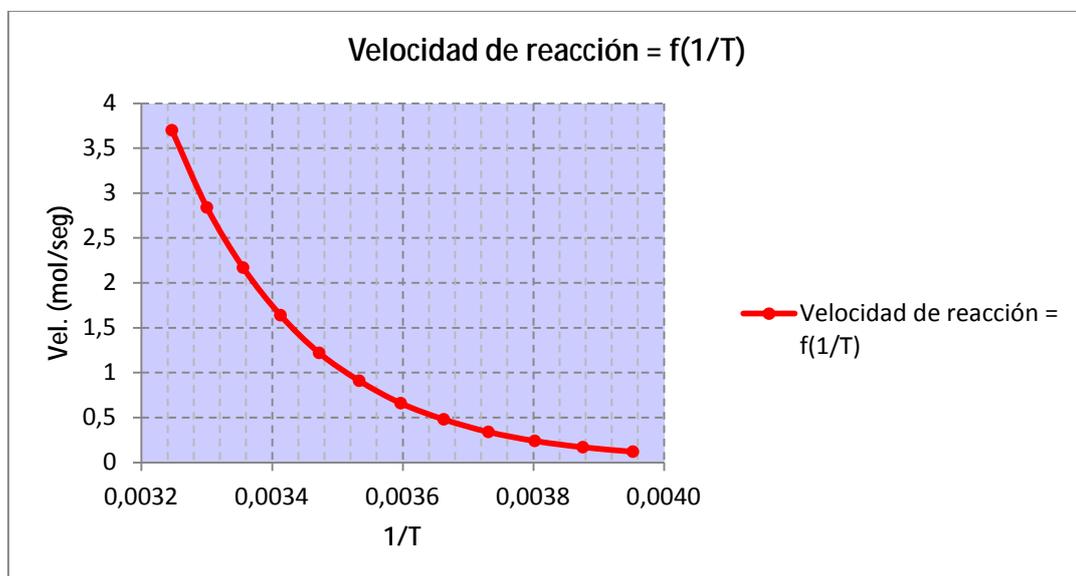




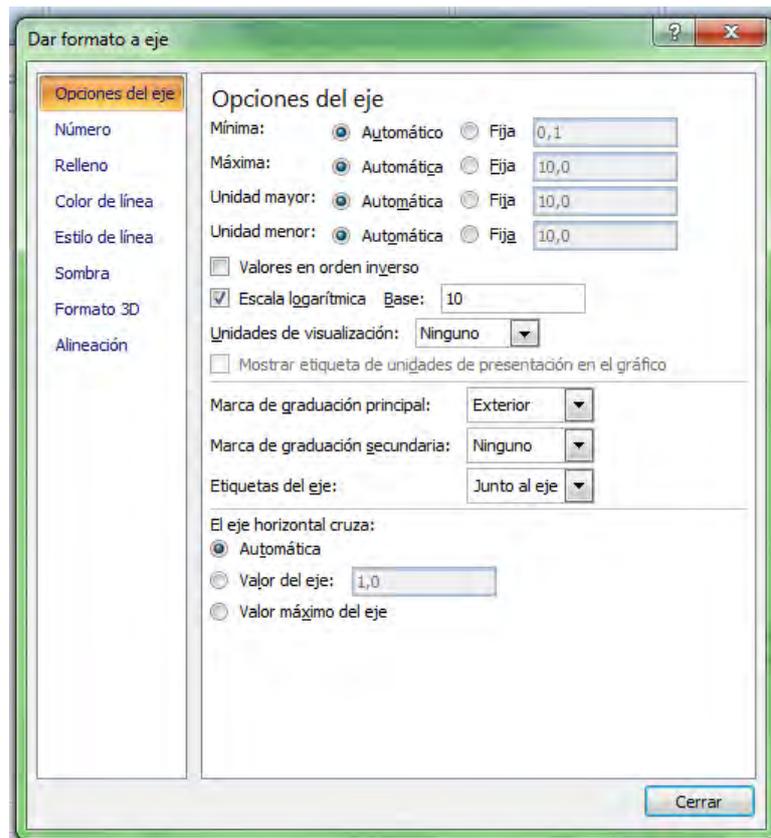
Resolución Ejercicio 3 b

- § En una nueva columna insertar la función $1/T$ (utilizar los datos de T ingresados anteriormente)
- § Graficar la velocidad de reacción en función de $1/T$.
- § Configurar en escala logarítmica el eje de la velocidad de reacción

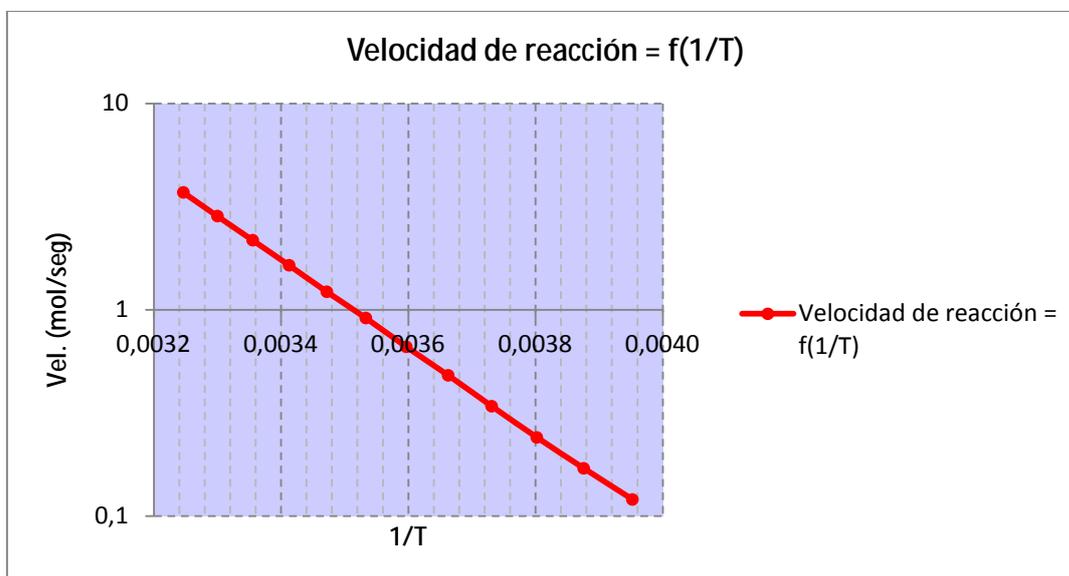
	A	B	C
1			
2			
3	Temperatura (K)	1/T	Vel. de reacción (mol/seg)
4	253	=1/A4	0,12
5	258	0,00388	0,17
6	263	0,00380	0,24
7	268	0,00373	0,34
8	273	0,00366	0,48
9	278	0,00360	0,66
10	283	0,00353	0,91
11	288	0,00347	1,22
12	293	0,00341	1,64
13	298	0,00336	2,17
14	303	0,00330	2,84
15	308	0,00325	3,7
16			



- § Hacer clic en el eje y (velocidad de reacción)
- § Con el botón derecho del mouse seleccionar "Formato de Ejes"
- § Tildar la opción "Escala logarítmica" de la ficha "Escala"



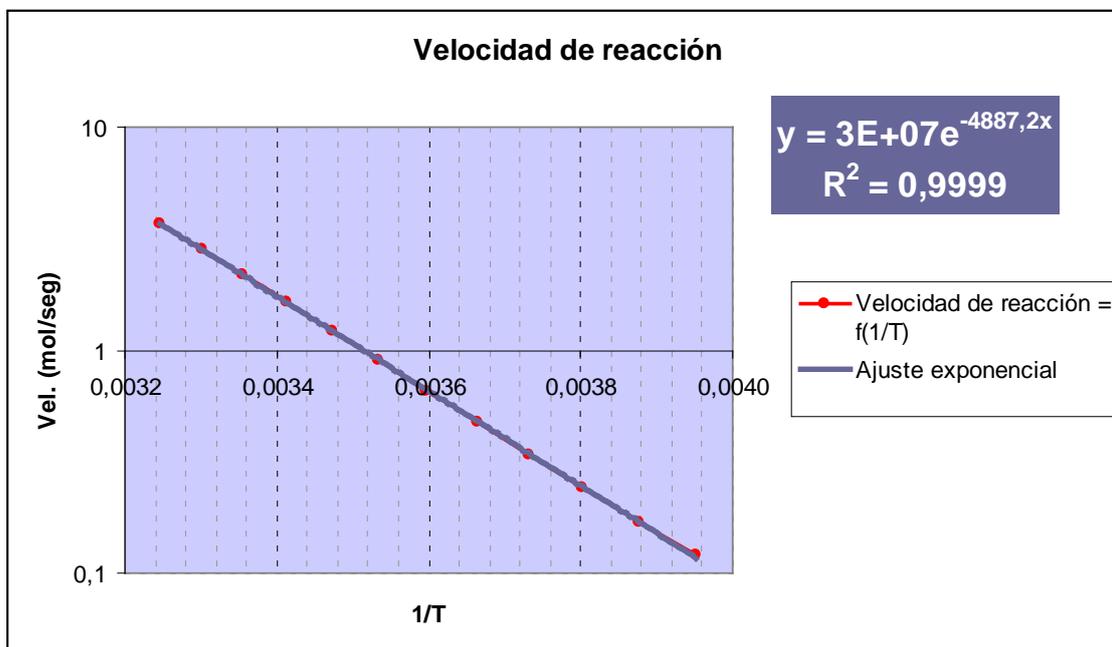
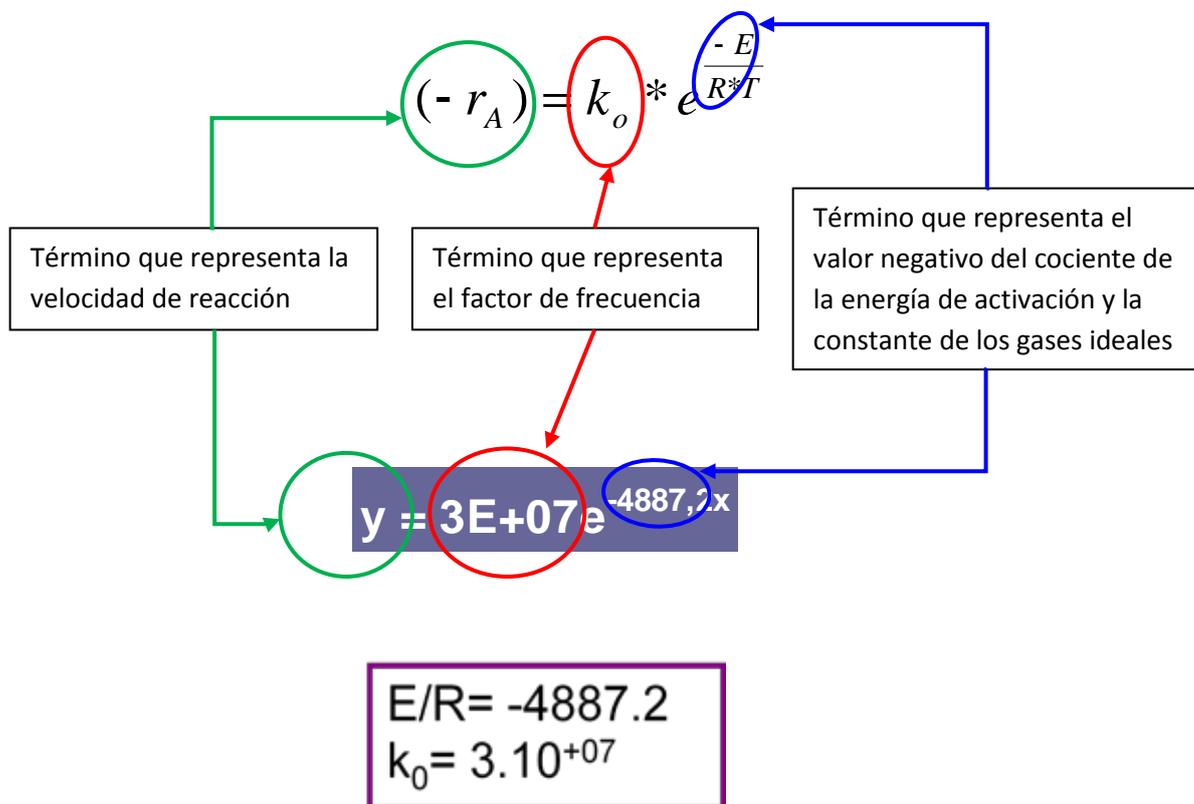
Observe los resultados obtenidos al modificar la escala del eje de ordenadas:



Resolución 3 b (cont)

- § Ajustar los datos a una función exponencial
- § Definir el valor del factor de frecuencia y de la energía de activación.

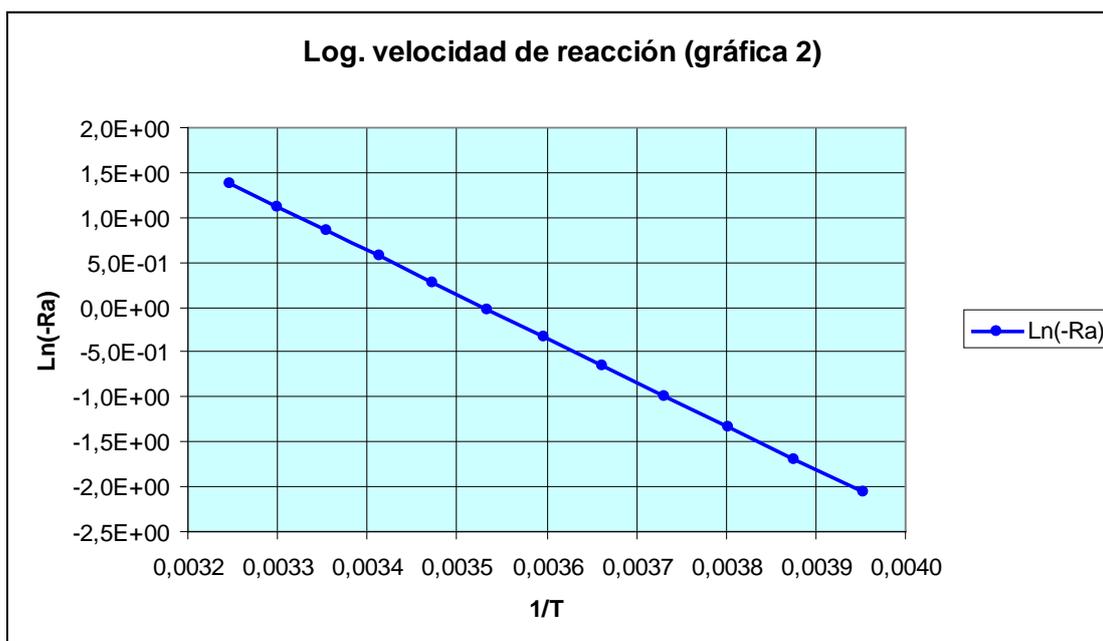
Observe que la ecuación obtenida responde al formato de la mencionada en el enunciado.



Resolución 3 c

§ Se genera la tabla necesaria para graficar la función.

SUMA		
A	B	C
30		
31		
32		
33	-E/R=	-4887,2
34	ko=	3,10E+07
35		
36		
37	1/T	$\ln(-r_A) = \ln k_0 + \left(\frac{-E}{R}\right)\left(\frac{1}{T}\right)$
38	0,00395	=LN(\$B\$34)+(\$B\$33)*A38
39	0,00388	-1,693137896
40	0,00380	-1,333011743
41	0,00373	-0,986323133
42	0,00366	-0,652333739
43	0,00360	-0,330358353
44	0,00353	-0,019760188
45	0,00347	0,280053318
46	0,00341	0,569634281
47	0,00336	0,849497762
48	0,00330	1,120124825
49	0,00325	1,381965295
50		



Observe que la gráfica obtenida es similar a la generada en el ítem b, en el cual se modificó la escala del eje de ordenadas a "Logarítmico".

Ejemplo 2.11

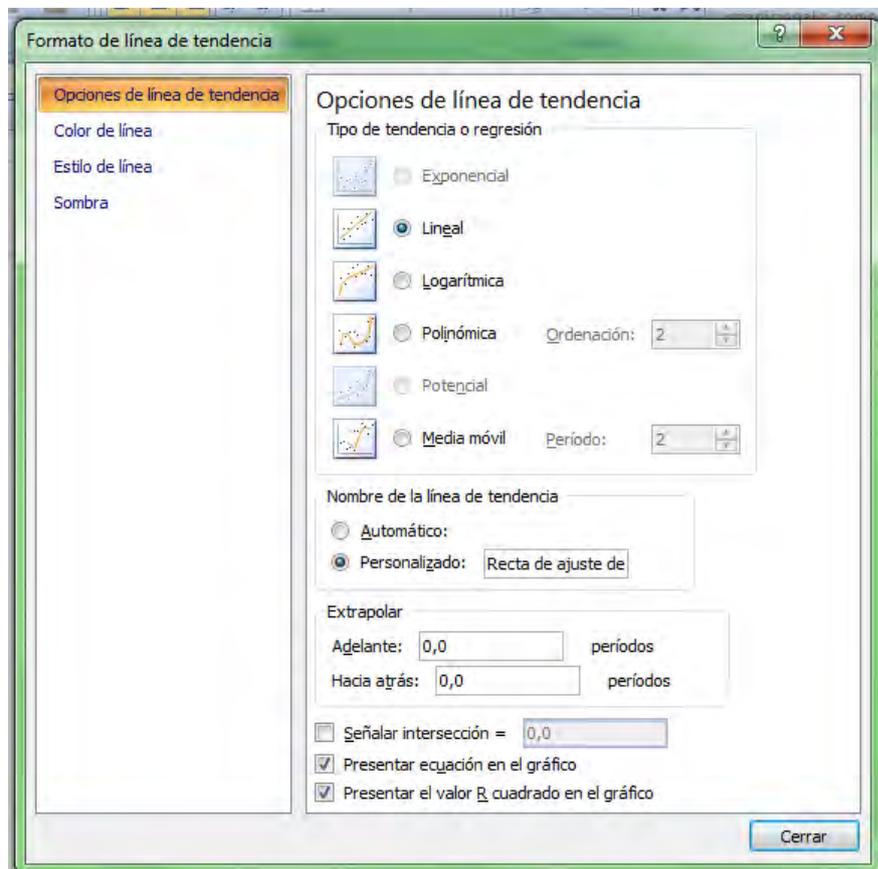
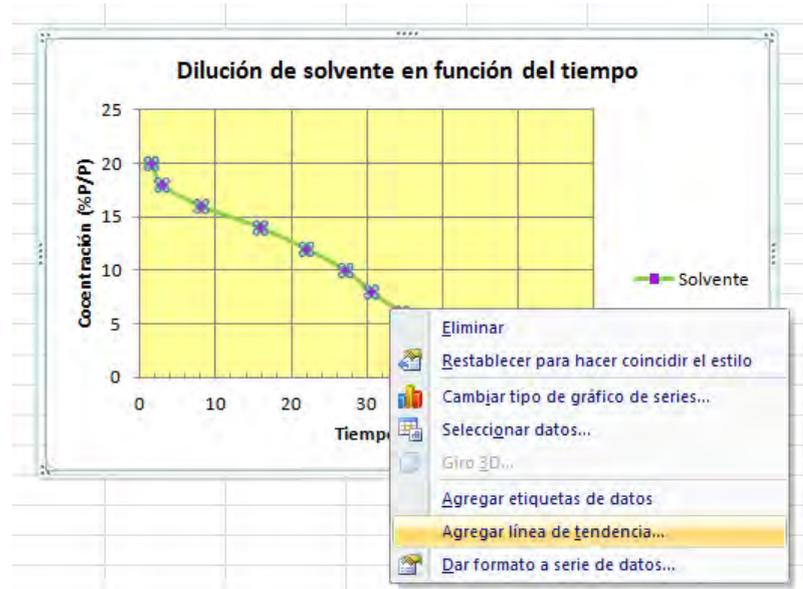
Un polímero contiene un solvente que se disuelve en función del tiempo. La concentración del solvente expresada como un porcentaje del peso total del polímero, se muestra en la siguiente tabla:

Concentración del solvente (%p/p)	Tiempo (seg)
55,50	0
44,70	2
38,00	4
34,70	6
30,60	8
27,20	10
22,00	12
15,90	14
8,10	16
2,90	18
1,50	20

- Ingresar los datos en una tabla
- Construir un gráfico de dispersión.
- Ajustar los datos a una recta, mostrando la ecuación correspondiente y el valor de residuo.

Resolución

En primer lugar se genera la tabla para graficar los datos experimentales acerca de la variación en la concentración de solvente a medida que transcurre el tiempo. Luego, con el asistente para la creación de gráficos se representan los datos adecuadamente a través del uso de gráficos de tipo de dispersión. Seleccionando los datos y haciendo clic con el botón derecho del mouse se abre el menú correspondiente para agregar una línea de tendencia.



La gráfica final obtenida, una vez realizados los ajustes considerados oportunos para la presentación, es la siguiente

