

CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS DE GRÁFICOS ESTADÍSTICOS

Sumario

- 6.1. Utilidad y características deseables de los gráficos estadísticos
- 6.2. Los gráficos de barras
- 6.3. Gráfico circular y barra 100%
- 6.4. Gráficos lineales
- 6.5. Gráficos lineales aritméticos
- 6.6. Gráfico semilogarítmico
- 6.7. Pictogramas
- 6.8. Mapas estadísticos

Objetivos específicos

Al finalizar el estudio del capítulo, el estudiante será capaz de:

1. Señalar la importancia y utilidad de los gráficos como medio de presentación de datos, evidenciando sus ventajas y limitaciones.
2. Indicar las características que debe poseer todo gráfico bien construido y las reglas básicas para hacerlo.
3. Distinguir los distintos tipos de gráficos e identificar las series estadísticas para las que resultan más apropiados.
4. Capacitar al lector para elaborar correctamente los diferentes tipos de gráficos de acuerdo con las series estadísticas a las que corresponden.
5. Orientar acerca de la función que cumplen los gráficos en el análisis de los datos.

Resumen

En este capítulo, se señala la utilidad de los gráficos y se expone el procedimiento de presentación de datos estadísticos a través de gráficos, proporcionándose los elementos suficientes para construirlos, así como los criterios necesarios para la selección del gráfico apropiado para una determinada presentación.

6.1. UTILIDAD Y CARACTERÍSTICAS DESEABLES DE LOS GRÁFICOS ESTADÍSTICOS

Los **gráficos** constituyen uno de los medios más difundidos para la presentación y el análisis de la información estadística. Esto se debe al hecho comprobado de que las ideas presentadas gráficamente son entendidas con mayor rapidez y comodidad que las explicaciones numéricas y verbales. También descansa en la observación, pues es más común que un lector se salte un **cuadro** o una explicación detallada, que un gráfico atractivo y bien construido; más bien, al verlo se motiva para estudiarlo, hacer comparaciones y sacar conclusiones.

Es importante señalar que el gráfico no da una expresión exacta de las cifras, pero permite una visión más clara y rápida acerca de lo que presentan los datos, ahorrando al lector el esfuerzo y el tiempo requerido para analizar en detalle un **cuadro**. Presenta mejor una idea general, a expensas de los detalles. Además, los **gráficos** resultan más atractivos que los cuadros –y más adecuados– cuando las cifras deben ser interpretadas por personas no especializadas en el tema. Adicionalmente, poseen la cualidad de que muchas relaciones entre variables o rasgos particulares de los datos se evidencian mejor en un gráfico que en una presentación tabular. Sin embargo, tienen dos limitaciones básicas:

- a) En ellos no puede incluirse tanta información como en los cuadros, solo es posible presentar una cantidad limitada de datos a la vez, ya que mucha o gran variedad de información menoscaban la utilidad del gráfico.
- b) Dan valores aproximados, mientras que los cuadros permiten incluir la información con toda la exactitud y el detalle.

Por las razones anteriores, los gráficos y los cuadros no pueden verse como competidores sino como herramientas complementarias para satisfacer, de manera cabal y atractiva, las diferentes necesidades de presentación que se dan en la práctica.

Si el informe o análisis requiere mostrar datos exactos y detallados o si la información es muy variada o incluye cruces por diversas variables, la solución apropiada es usar un cuadro general o de referencia. En estos casos, el uso de un gráfico solo se justifica como elemento de apoyo para destacar una relación general de mucho interés o un resultado específico muy llamativo presente en la información por menorizada.

Por otra parte, si el informe tiene cierta vocación analítica y, en especial, es dirigido a una población amplia, y es de interés llamar la atención o destacar ciertas relaciones o resultados, puede ser de mucha utilidad emplear tanto gráficos como cuadros de resumen, en el entendido de que, en este caso, el gráfico sustituye al cuadro, no lo complementa; en consecuencia, si se presenta el gráfico, debe omitirse el cuadro. Obviamente, debe actuarse de forma razonable y estar atento a las situaciones en las cuales un cuadro resumen puede ser preferible a un gráfico.

Este manejo más amplio y flexible de los gráficos, en sustitución de los cuadros, se ha visto favorecido por el gran avance tecnológico para la preparación de gráficos incluidos en los "paquetes estadísticos" para el análisis de datos y las hojas de cálculo.

Esta práctica supone, por otra parte, que el gráfico incluye una fuente que permite al lector acceder a la publicación o sitio donde aparecen los datos primarios de los cuales se derivaron las cifras presentadas en el gráfico.

6.1.1. Características deseables en los gráficos

Un gráfico es un instrumento cuyo objeto es presentar datos numéricos por medio de magnitudes geométricas, es decir, con longitudes, pendientes, ángulos, áreas, volúmenes, etc. Como su propósito es que las ideas o comparaciones sean fundamentalmente visuales, en su construcción debe procurarse que no existan factores que exageren o reduzcan las tendencias presentes en los datos, pues esto haría que el observador llegue a interpretaciones o conclusiones incorrectas o distorsionadas.

Aunque la construcción de gráficos se relaciona con el gusto y preferencias de quien los hace, no es un asunto en el que cada uno haga cuanto le parezca. Hay ciertos principios de aceptación general que pueden servir de guía para construir un gráfico atractivo y adecuado y, a la vez, reduzcan la posibilidad de una interpretación incorrecta por parte del lector. Algunos de esos principios son, esencialmente, los mismos a los cuales se hizo referencia cuando se discutió la construcción de cuadros. Seguidamente, se exponen las reglas básicas.

- a) El **gráfico** tendrá proporciones adecuadas, es decir, no debe ser ni muy ancho ni excesivamente alto; cualquiera de estas dos circunstancias influiría negativamente en la percepción del lector. Como guía general, puede adoptarse que la relación entre la base y la altura sea 1,5 a 1, o sea, si la base (o eje horizontal) es de 15 cm, su altura será de alrededor de 10 cm. También es importante destacar la conveniencia de que el gráfico se centre en la página o espacio donde aparece. En la figura 6.1 se esquematizan dos formas incorrectas de tamaño del gráfico y una correcta.

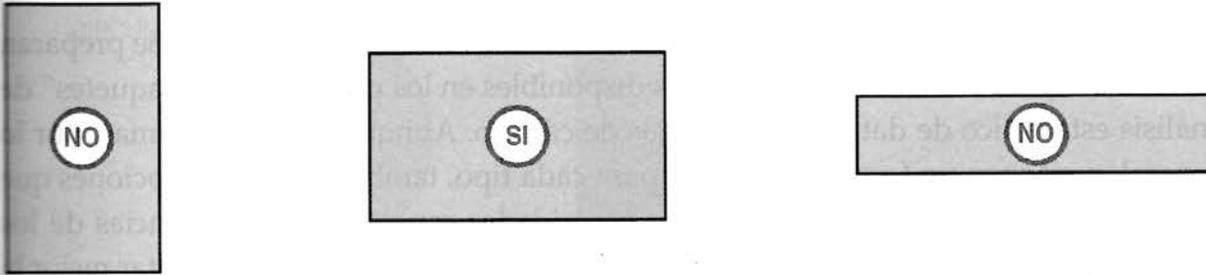


Figura 6.1. Dimensiones correctas e incorrectas de los gráficos

- b) Debe explicarse por sí mismo; para esto, tiene que contar con título, leyendas, símbolos, escalas y fuente. Además, si incluye información correspondiente a dos o más series de datos, estas aparecerán claramente diferenciadas. Es necesario que el título cumpla requisitos usuales; se acostumbró colocarlo en la parte inferior del gráfico, a diferencia de los cuadros, bajo la idea de que la figura o trazado, en sí, debía llamar en un inicio la atención del lector, para luego pasar al título. Sin embargo, en la actualidad, aunque algunas publicaciones mantienen esta práctica, lo más común es que el título se coloque en la parte superior, lo cual es favorecido, además, por el *default* de muchos programas de computadora y de hojas de cálculo que colocan el título en la parte superior. Algunos de esos programas, empero, permiten mover el título y colocarlo en la parte inferior. En este libro, en general, se usará en la parte inferior, pero no se considera incorrecto ubicarlo en la superior.
- c) No se deben incluir muchas series de datos, puede hacer el gráfico confuso o incomprensible.
- d) Las escalas no deben desfigurar los hechos o relaciones que se quieren mostrar. Se tiene especial cuidado en indicar, cuando sea pertinente, **la base 0 en la escala vertical** para que sirva como punto de referencia.¹ Además, se señala claramente si la escala ha sido cortada (*gráficos de las figuras 6.22 y 6.23*).
1. El 0 en la escala vertical no siempre debe aparecer; una excepción la constituyen los gráficos logarítmicos y semilogarítmicos, lo cuales usan una base diferente de 0, así como los casos en las que se representan números índices; en esta situación, la base es el número 100.

- e) El gráfico debe ser sencillo y cómodo de interpretar; asimismo se relaciona cuidadosamente el tipo más adecuado según los datos que se quieren representar y el fin perseguido. La selección ha de ser siempre el gráfico lo más sencillo y fácil de interpretar; en otras palabras, el que imponga menos exigencia al lector, sin vulnerar los propósitos buscados de comunicación e información.

6.1.2. Una observación importante

Actualmente, nadie elabora los gráficos a mano como sucedía en el pasado. Se preparan con el auxilio de **asistentes para gráficos** disponibles en los programas o "paquetes" de análisis estadístico de datos y en las hojas de cálculo. Aunque estos programas, por lo general, proponen un formato estándar para cada tipo, también incluyen opciones que permiten ajustar los gráficos para llenar necesidades específicas o preferencias de los usuarios, y para cumplir ciertas reglas o principios que contribuyen a presentar mejor la información y las relaciones.

Uno de los asistentes de gráficos más popular es el que aparece en la hoja de cálculo Excel, pero otros programas estadísticos (SPSS, SAS, STAT, MINITAB, etc.) también permiten elaborar gráficos.

En la siguiente exposición, se supone que el lector tiene acceso a Excel, a alguna otra hoja de cálculo o a un programa estadístico el cual permita elaborar gráficos, y que tiene la capacidad o dispone de la ayuda requerida para prepararlos con ese instrumento.

6.1.3. Tipos de gráficos

Todas las personas que han construido, visto o analizado gráficos, se dan cuenta de que existe una gran variedad: de líneas, barras verticales, barras horizontales, circulares, de áreas, mapas punteados, pictogramas, etc. No obstante esa diversidad, en todo gráfico hay una clasificación de interés (o dos) y una frecuencia o valor que corresponde a cada categoría de la clasificación, la cual indica su importancia cuantitativa. Cuando se elabora el gráfico, la frecuencia o valor correspondiente a cada categoría se representa con una longitud, con un área o volumen. En la gran mayoría de los gráficos de una dimensión, la característica o clasificación de interés se coloca en el eje horizontal (abscisa) y en el eje vertical (ordenada), la frecuencia o valor perteneciente a cada categoría de la clasificación. La singularidad más notable a esta práctica la constituyen las barras horizontales. Los gráficos de áreas –como de circular– y los de volumen siguen otros procedimientos para mostrar las magnitudes.

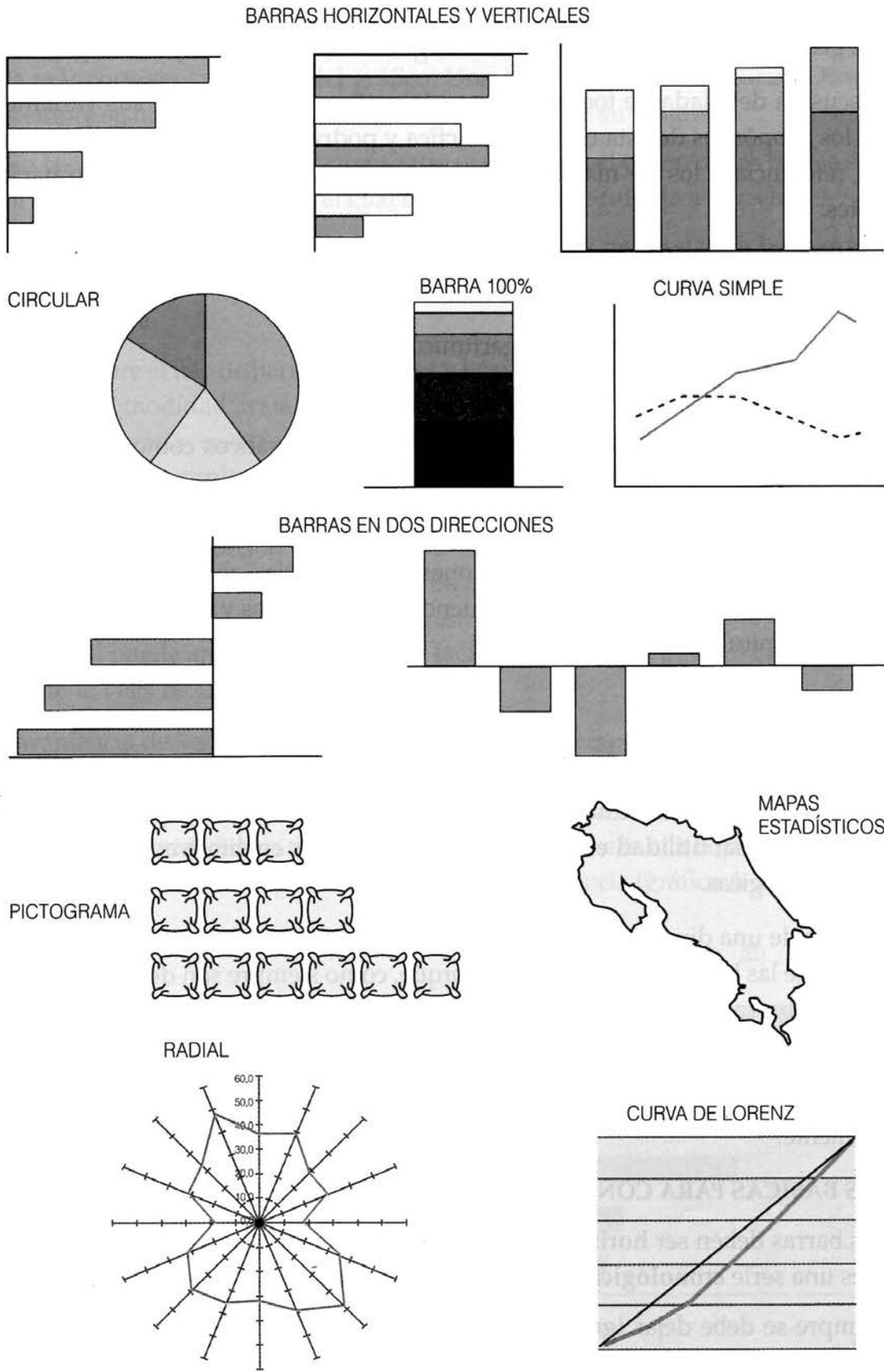


Figura 6.2. Ejemplo de gráficos estadísticos

La escala más usada es la aritmética, pero en ciertos casos se recurre también a otras como la geométrica, empleada para elaborar gráficos logarítmicos y semilogarítmicos.

Una discusión detallada de todos los tipos de gráficos posibles y de sus variantes superaría los propósitos de esta unidad didáctica y podría resultar excesiva, por ello solo se hará referencia a los de mayor uso e importancia. Concretamente, se tratarán los siguientes:

- a) Gráficos de barras (horizontales y verticales)
- b) Gráfico circular y barras 100%
- c) Gráficos lineales aritméticos y logarítmicos
- d) Pictogramas y mapas estadísticos

Además, se ilustrarán algunos otros tipos especiales de gráficos como el denominado Radial (o de araña) y la Curva de Lorenz.

En la figura 6.2, se ilustran los principales gráficos que serán presentados en el capítulo. La representación gráfica de las distribuciones de frecuencias, continuas y discretas, que se realiza por medio de polígonos de frecuencias, histogramas y gráficos de bastones, se tratará en el capítulo 7.

6.2. LOS GRÁFICOS DE BARRAS

Los gráficos de barras constituyen uno de los tipos más simples y quizás más usados; resultan de especial utilidad en la presentación de series cualitativas, geográficas, discretas y cronológicas.

Son gráficos de una dimensión, es decir, las comparaciones se basan exclusivamente en la longitud de las barras y no en su área, porque, como siempre son de igual anchura, el área de cada barra es proporcional a su longitud.

Se emplean tipos muy variados de gráficos de barras; sin embargo, todos reúnen ciertas características y deben cumplir algunos requisitos esenciales, los cuales se comentan seguidamente:

REGLAS BÁSICAS PARA CONSTRUIR GRÁFICOS DE BARRAS

- a) Las barras deben ser **horizontales**, si la serie es **cualitativa o geográfica**; **verticales** si es una serie **cronológica o cuantitativa discreta**.
- b) Siempre se debe dejar **igual espacio** entre barras. Se recomienda que sea de **una barra** si hay pocas y de **media barra** si son muchas.

- c) En las series **cualitativas y geográficas**, las barras se ordenan de acuerdo con su longitud, de mayor a menor; la barra más larga se coloca en la parte superior y la más corta en la inferior del gráfico. Una excepción es la categoría "**Otros**", que siempre se ubica de última, independientemente de su longitud.
- d) En las series **cronológicas y cuantitativas discretas**, el orden de las barras se ajusta al orden natural de la serie, el cual es creciente de izquierda a derecha.
- e) Todos los gráficos de barras deben tener **una escala** para esta. En las **barras verticales**, la escala a la **izquierda** de la primer barra y en las horizontales, arriba de la primer barra.

La regla a), sobre el uso de barras verticales y horizontales, obedece, fundamentalmente, a razones de comodidad: tratándose de series geográficas o cualitativas, el uso de barras verticales implicaría, casi siempre, la escritura de las identificaciones de las barras en forma vertical o el empleo de símbolos o abreviaturas, lo cual es incómodo e inclusive poco elegante. Este problema no se presenta en las series cronológicas o cuantitativas, en las cuales la identificación de la barra es una fecha o un número que, por lo general, ocupa poco lugar y, por lo tanto, puede escribirse horizontalmente. Además, en este caso (series cronológicas y discretas), interesa destacar la tendencia del fenómeno estudiado, el cual puede apreciarse con mayor facilidad cuando se utilizan barras verticales, moviendo la vista de izquierda a derecha.

La conveniencia de seguir la práctica comentada se aprecia en los gráficos A y B de la figura 6.3, y la A y B de la figura 6.4, los cuales ilustran las maneras correcta e incorrecta de colocar las barras de acuerdo con el tipo de serie que se considera. Tanto en la figura 6.3 A como en la 6.4 A, la tendencia natural del lector es darle vuelta a la hoja para leer las identificaciones (gráfico A de la figura 6.3) y apreciar la tendencia (gráfico A de la figura 6.4).

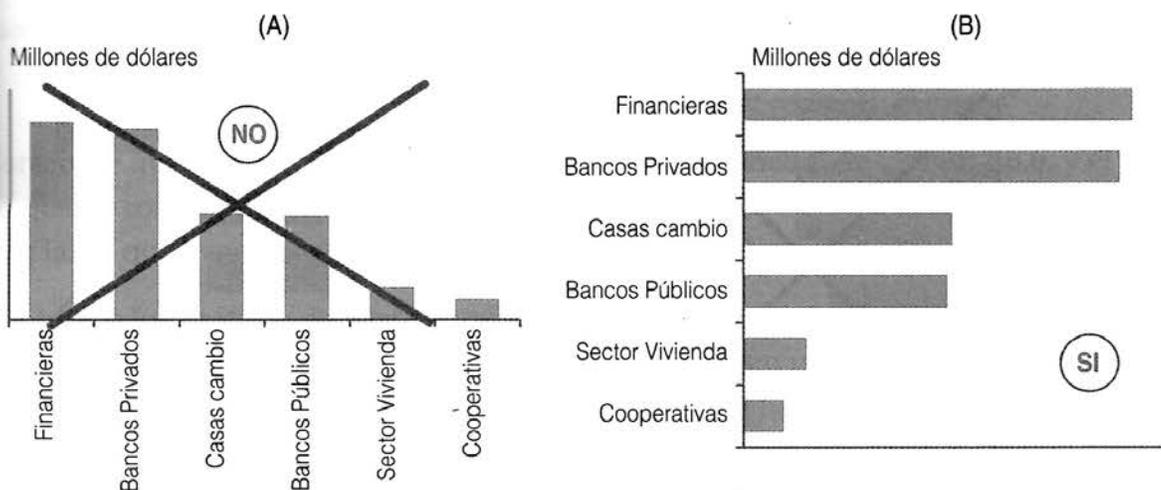


Figura 6.3. Gráficos con el grado de dolarización de los pasivos de los componentes del sector financiero nacional (% pasivos en dólares) diciembre 2009

Fuente: SUGEF: Memoria Anual del 2009

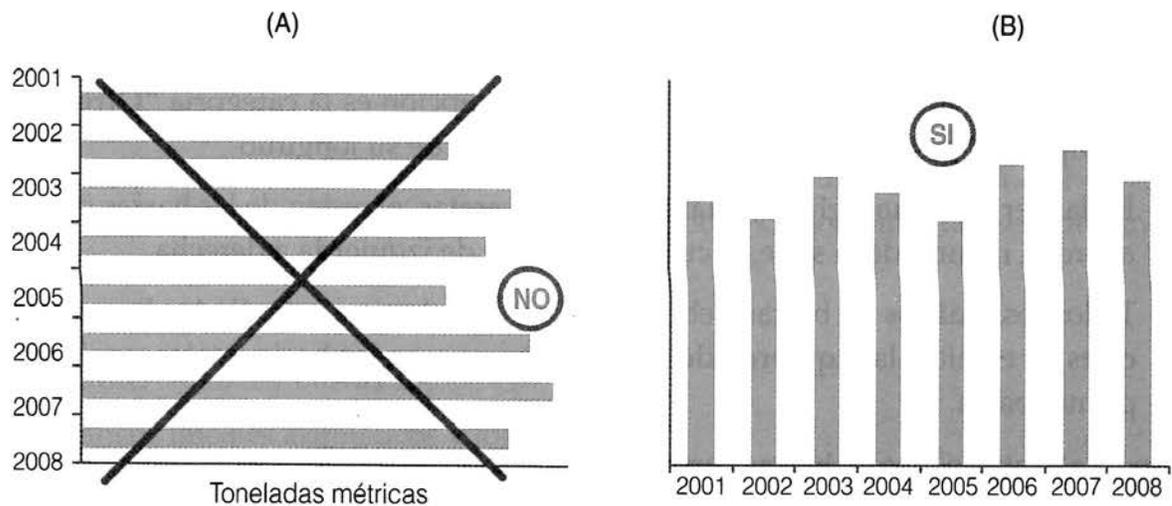


Figura 6.4. Gráficos con la producción de banano en Costa Rica. En toneladas métricas. 2001-2008

Fuente: SEPSA, Boletín estadístico versión electrónica recuperado de <<http://www.mag.go.cr>>

En cuanto a la regla b), solo en aquellos casos en los cuales una serie cronológica no presente una variación regular en la variable tiempo, sea por períodos desiguales o por años faltantes, está justificado utilizar intervalos diferentes entre las barras con el fin de destacar la diferencia existente. Conviene señalar, además, que existe un tipo especial de gráfico de barras verticales denominado histograma, en este las barras no se separan y pueden ser de amplitud desigual. El histograma se utiliza para representar distribuciones de frecuencias, se explicará con más detalle en el capítulo 7.

En el gráfico A de la figura 6.5, se presenta un gráfico de barras construido en forma incorrecta, por incumplirse la regla sobre la separación de las barras; al lado, en el gráfico B de la figura 6.5, se encuentra la forma correcta.

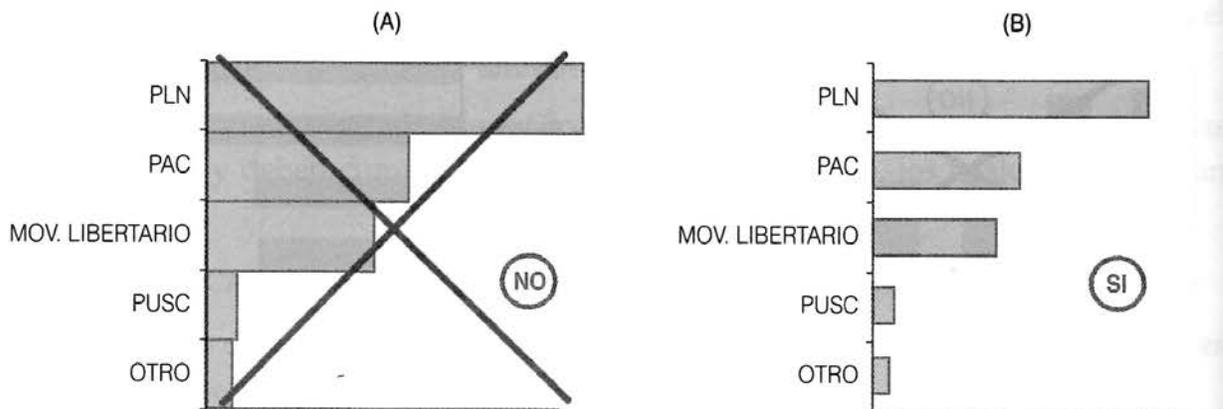


Figura 6.5. Gráficos con la distribución de la votación para presidente en las elecciones de febrero del 2010

Fuente: Tribunal Supremo de Elecciones

El ordenamiento de las barras no requiere ningún señalamiento especial en el caso de las series cronológicas y discretas, porque en ellas simplemente se respeta y mantiene el orden natural de la serie. En el caso de las cualitativas y geográficas, por el contrario, se debe seguir la regla c), la cual pretende facilitar la lectura e interpretación del gráfico: si las barras se ordenan por magnitud, el lector determina con facilidad cuál categoría tiene la mayor importancia cuantitativa y cuál la menor, qué posición relativa ocupa cierta categoría de interés, etc. La única excepción a este principio se da cuando existe alguna de naturaleza especial; la de "otros", por ejemplo, en el que la barra correspondiente se coloca en la posición más baja –independientemente de su magnitud– con el propósito de llamar la atención hacia ella y ayudar al lector a notar su característica especial.

A continuación, se presenta un gráfico construido sin tomar en cuenta el principio antes citado y, al lado, la versión correcta de dicho gráfico.

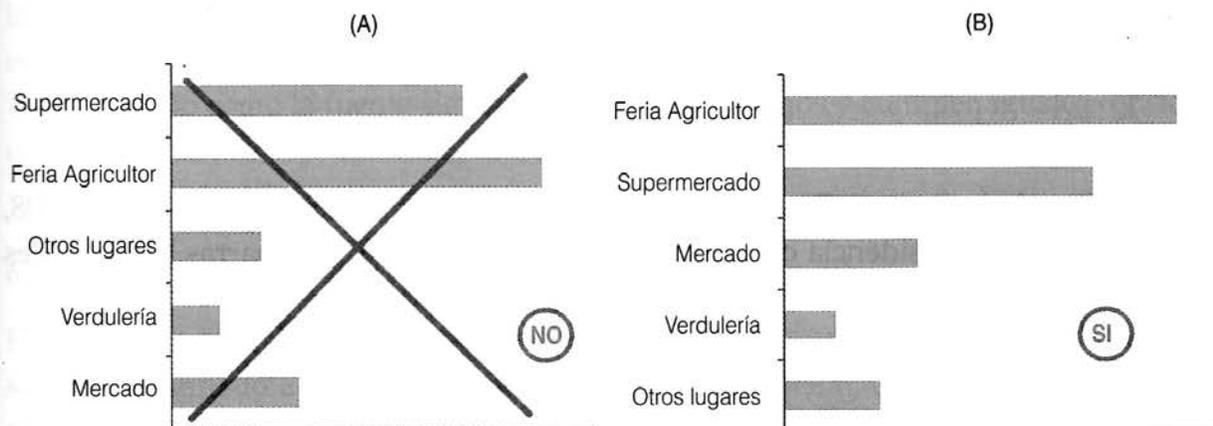


Figura 6.6. Gráficos con el lugar donde compran las verduras, hortalizas y frutas las familias de la Región Metropolitana. Setiembre, 2009

Fuente: Miguel Gómez, Encuesta OMNIBUS, Región Metropolitana. Setiembre, 2009

Considere que es más claro y fácil de interpretar el gráfico B de la figura 6.6, y el hecho de que al colocar de última la barra correspondiente a "otros lugares", a pesar de ser más larga que "verdulería", se destaca que incluye varios tipos de lugares de compra.

Dentro de los gráficos de barras pueden distinguirse varios tipos: el de **barras simple**; el de **barras compuestas**, en el que la barra es dividida para mostrar sus componentes; y el de **barras comparativas**, o sea, en el cual se utilizan barras contiguas para comparar los componentes de un fenómeno o el mismo fenómeno en diferentes momentos o lugares. Estos tipos de gráficos se ilustran y comentan seguidamente. Como la información básica se utiliza también en otras oportunidades en el texto, se incluye con todo detalle en el cuadro 6.1.

Cuadro 6.1

NACIMIENTOS REGISTRADOS SEGÚN PROVINCIA DE RESIDENCIA DE LA MADRE
Y OCURRENCIA DENTRO O FUERA DEL MATRIMONIO-2008

COSTA RICA	TOTAL	DENTRO	FUERA	TOTAL	DENTRO	FUERA
		75 187	26 591	48 596	100	35,4
San José	23 038	9026	14 012	100	39,2	60,8
Alajuela	14 856	5511	9345	100	37,1	62,9
Cartago	7460	3364	4096	100	45,1	54,9
Heredia	6613	2890	3723	100	43,7	56,3
Guanacaste	6228	1558	4670	100	25,0	75,0
Puntarenas	8102	2222	5880	100	27,4	72,6
Limón	8000	2000	6000	100	25,0	75,0

Fuente: INEC, "Estadísticas Vitales 2008", diciembre del 2009

6.2.1. Gráfico de barras simples

En el gráfico de la figura 6.7, se presenta el total de nacimientos inscritos en el 2008, según provincia de residencia de la madre, mediante un gráfico de barras horizontales simples.

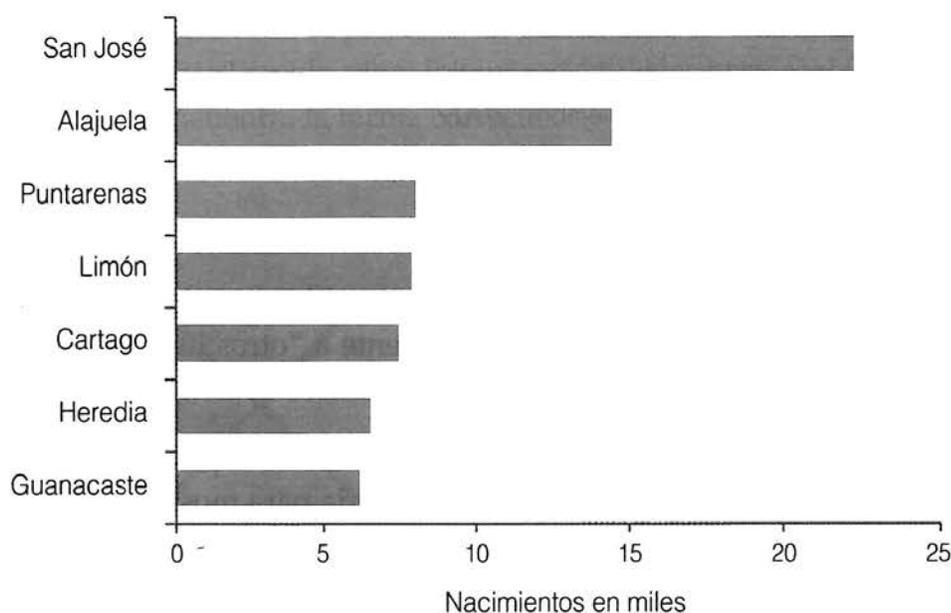


Figura 6.7. Gráfico de datos con nacimientos inscritos según provincia de residencia de la madre-2008. Costa Rica

Como puede apreciarse, se han usado barras horizontales; por tratarse de una serie geográfica (regla a), se ha dejado un espacio de una barra entre las barras (regla b) y se ordenan las provincias según número de nacimientos (regla c). La aplicación de esta última regla coloca a Puntarenas, que es la sexta provincia, en el orden usual (cuadro 6.1), en el tercer lugar y envía a Heredia –cuarta, en el orden usual– al penúltimo lugar. Resulta evidente en el gráfico de la figura 6.7, sin mayor esfuerzo, que San José es la provincia donde ocurren más nacimientos (alrededor de 23 000) y donde menos se dan es en Guanacaste (aproximadamente 6200). Adicionalmente, es útil señalar que el gráfico incluye una serie de componentes que facilitan su lectura e interpretación: título (colocado en la parte inferior); escala horizontal ubicada sobre una línea situada media barra más arriba de la correspondiente a la provincia de San José, guías para facilitar la lectura de la escala y un sombreado suave para destacar las barras sobre el papel blanco. Además, el gráfico ha sido “cerrado” a través de una recta horizontal, media barra debajo de la correspondiente a Guanacaste, y una recta vertical un poco más a la derecha de 23 000 que conciernen a la barra de mayor longitud. Este cierre y ordenamiento de menor a mayor produce un espacio libre en la esquina inferior derecha, donde precisamente se ha colocado la fuente. Tanto el título como la fuente siguen los mismos principios y cumplen iguales funciones en los cuadros.

6.2.2. Gráfico de barras compuestas

El **gráfico de barras compuestas o de componentes** es un refinamiento de las **barras simples** destinado a introducir otro criterio de clasificación, además del principal. Un ejemplo lo constituye el gráfico de la figura 6.8, en este el criterio adicional de clasificación de los nacimientos, dentro de cada provincia, es la condición de ocurridos dentro o fuera del matrimonio. El gráfico de barras simples únicamente informa acerca de la magnitud (número de nacimientos de cada una de las categorías (provincias)), el de barras compuestas da esa misma información, pero, además, indica para cada provincia, el número de nacimientos ocurridos dentro y fuera del matrimonio.

En la construcción de **barras compuestas** se siguen las mismas reglas que en las de simples, pero cada componente debe ser identificado con un color o trama que permita al lector saber a qué se refiere cada uno. Es usual incluir una guía para esos componentes en la esquina inferior derecha, tal como se aprecia en el gráfico de la figura 6.8. Además, se debe colocar siempre el mismo componente al comienzo de cada barra, usualmente es el de mayor magnitud general, los nacimientos fuera del matrimonio, en el caso del gráfico de la figura 6.8.

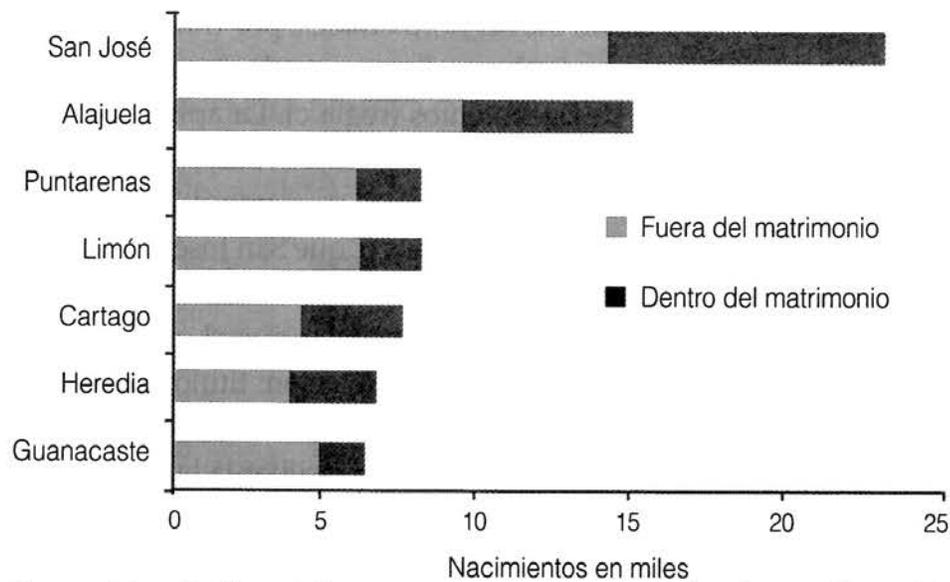


Figura 6.8. Gráfico de los nacimientos inscritos, nacidos dentro y fuera del matrimonio, según provincia de residencia de la madre-2008, Costa Rica (INEC Estadísticas Vitales)

Esto permite apreciar con facilidad cómo varía el número de nacimientos **fuera del matrimonio** por provincias; así, en el gráfico, resulta claro que el número de nacimientos fuera del matrimonio en Guanacaste es mayor que en Cartago y Heredia, no obstante, en cada una de estas dos provincias el total de nacimientos es superior al de Guanacaste. La variación por provincias, del número de nacimientos ocurridos **dentro del matrimonio** no es tan fácil de apreciar, ya que esta información está representada en la parte de la barra más alejada de la base 0 y su posición es afectada por el tamaño del otro componente.

6.2.3. Gráfico de barras comparativa

El gráfico de la figura 6.9 presenta la misma información, pero utilizando la técnica de las **barras comparativas**. Para cada provincia, se emplean dos barras parcialmente superpuestas y que guardan la distancia recomendada de una barra entre provincias.

Este gráfico presenta ciertas ventajas con respecto de la figura 6.8; en primer lugar, permite, como es su propósito fundamental, apreciar con facilidad y precisión la composición dentro de cada provincia, de los nacimientos, según ocurran dentro o fuera del matrimonio. Esto se logra comparando la longitud de barras para cada una de las provincias; en segundo término, nótese que es sumamente fácil comparar la variación por provincia, tanto de los nacidos fuera como dentro del matrimonio. En realidad, es como si se tuvieran dos gráficos de barras, uno para los nacidos fuera y otros para los nacidos dentro.

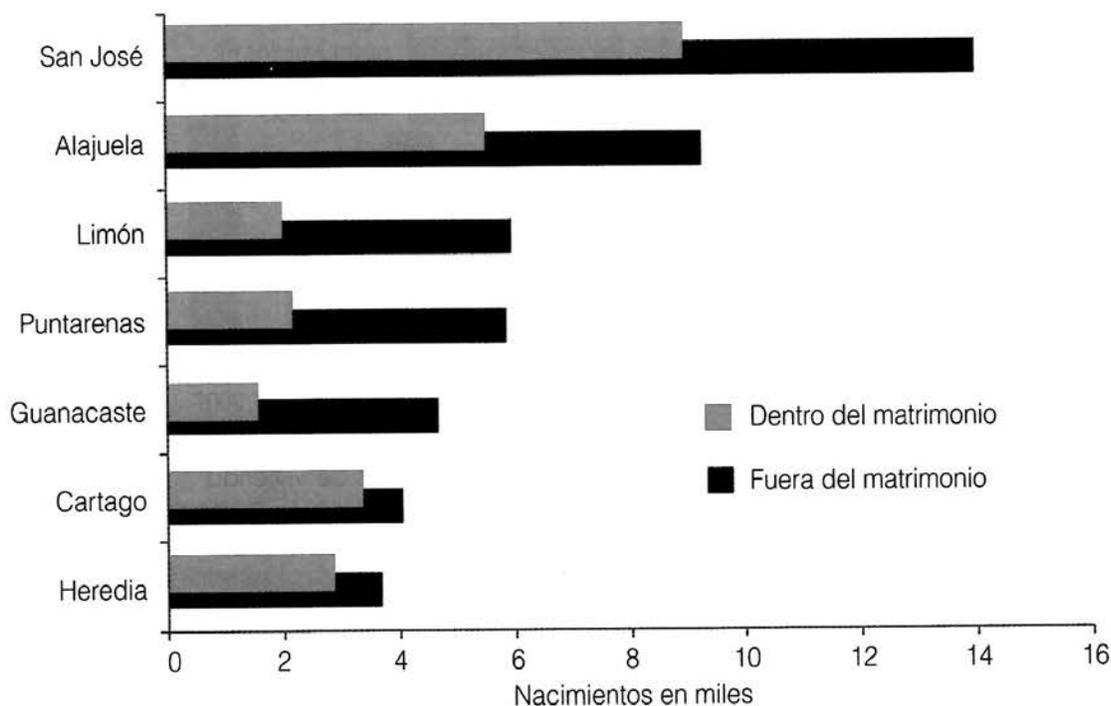


Figura 6.9. Gráfico con los nacimientos inscritos, nacidos dentro y fuera del matrimonio, según provincia de residencia de la madre-2008. Costa Rica

Fuente: INEC, Estadísticas Vitales 2008

Frente a esas dos ventajas de las barras comparativas, con respecto a las barras de componentes, una limitación importante es que las barras comparativas no permiten conocer o apreciar la variación del **número total de nacimientos** por provincias. Este es el precio que debe pagarse por facilitar la comparación lograda con las barras comparativas entre las categorías “dentro del matrimonio” y “fuera del matrimonio” para una misma provincia.

6.2.4. Gráfico de barras verticales

Los gráficos de **barras verticales**, correspondientes a **series cronológicas** o **cuantitativas discretas**, se rigen por los mismos principios expuestos para los gráficos de barras dispuestas horizontalmente –series cualitativas y geográficas– y pueden ser también simples, de partes componentes o de barras comparativas. En los gráficos de la figura 6.10 y 6.11 se presentan, respectivamente, uno de barras simples y otro de comparativas.

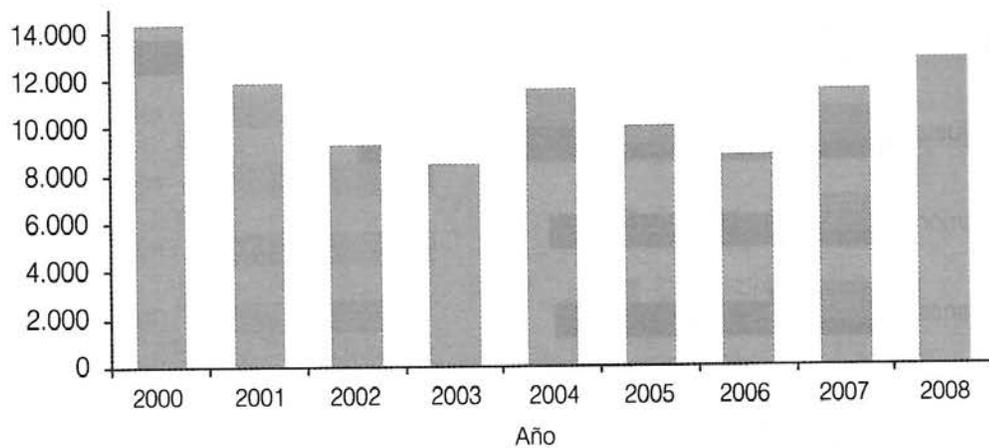


Figura 6.10. Gráfico con el número de bonos familiares de vivienda entregados por el fondo de subsidios de vivienda 2000-2008. Costa Rica

Fuente: Fondo de Subsidios para la Vivienda, FOSUVI

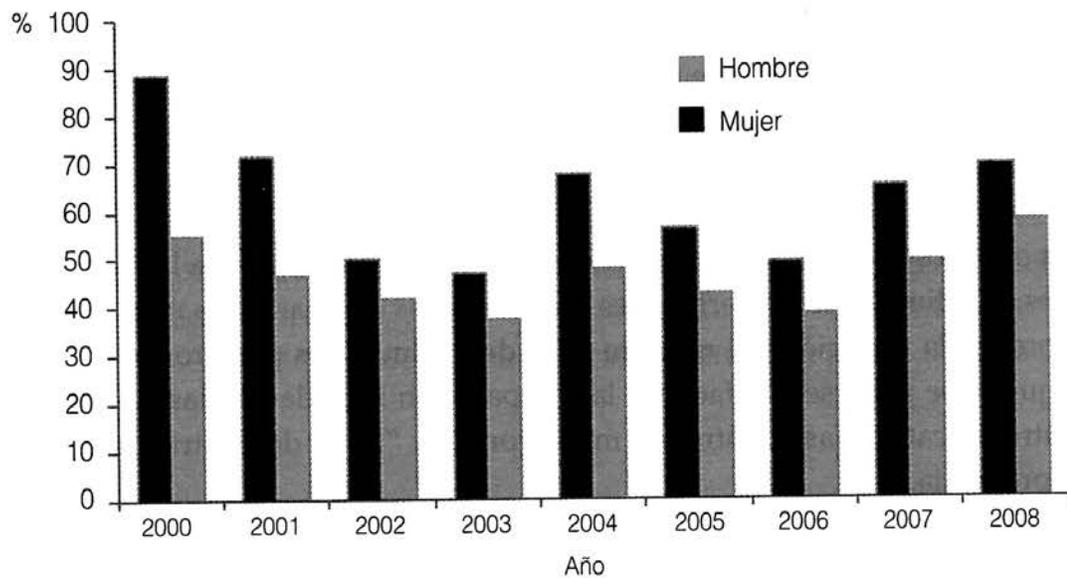


Figura 6.11. Gráfico con el número de bonos familiares de vivienda entregados por el fondo de subsidios para la vivienda, según sexo de beneficiario, 2000-2008. Costa Rica

Fuente: Fondo de Subsidios para la Vivienda, FOSUVI

6.2.5. Gráfico de barras de dos direcciones

Los gráficos de barras **de dos direcciones** se utilizan para representar diferencias, cambios y saldos netos. Seguidamente, se presentan dos ilustraciones (gráficos de las figuras 6.12 y 6.13, respectivamente):

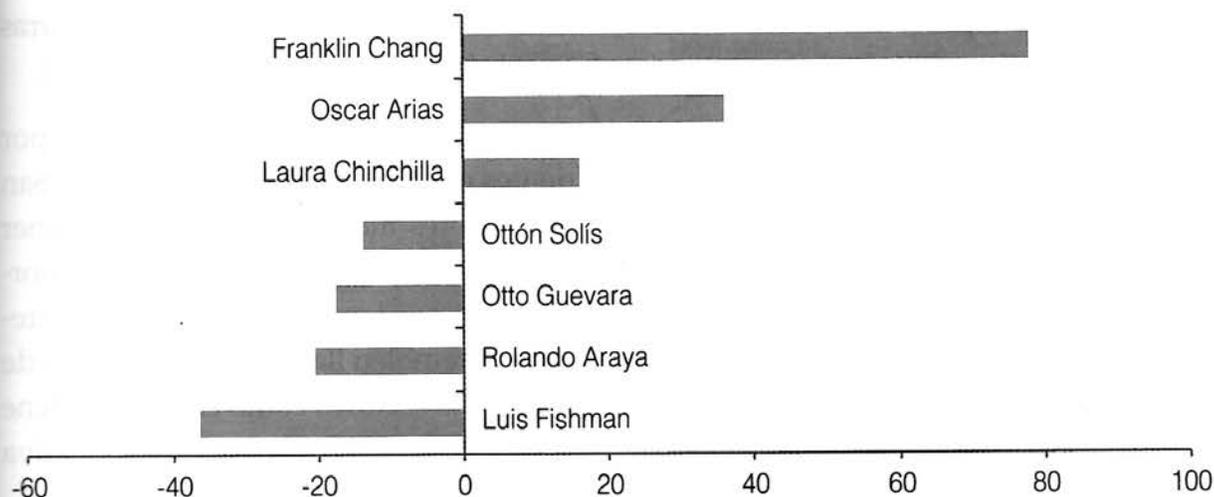


Figura 6.12. Gráfico con el índice de opinión acerca de siete figuras públicas en enero del 2010 (% opiniones favorables - % opiniones desfavorables). Costa Rica

Fuente: Encuesta a 650 adultos costarricenses residentes en viviendas con teléfono de línea fija

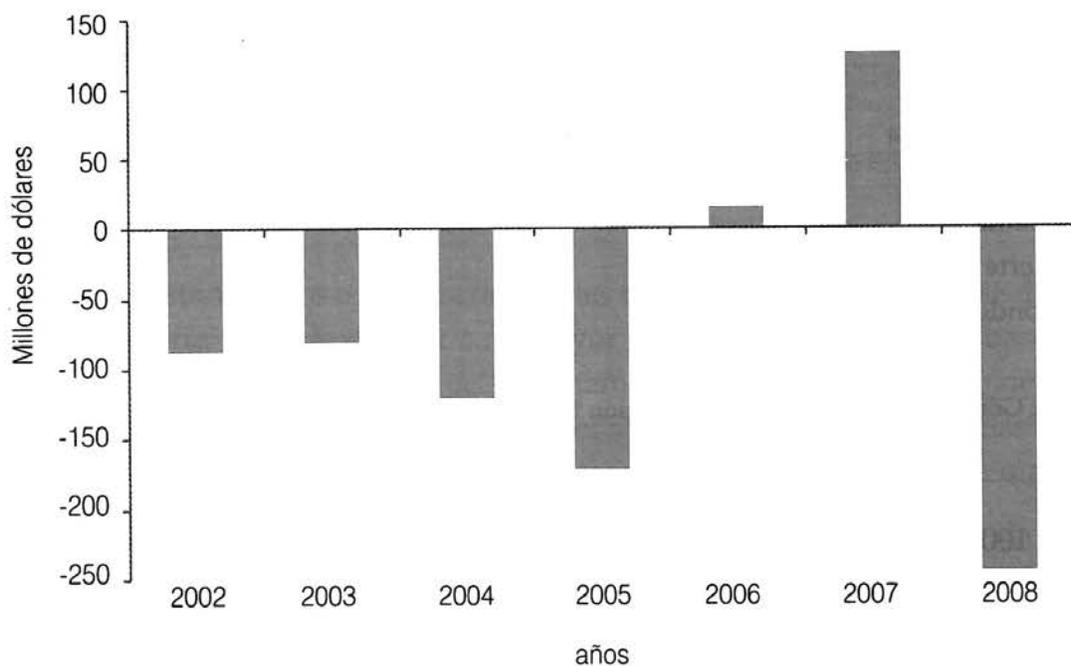


Figura 6.13. Gráfico del saldo comercial de Costa Rica con China (en millones de dólares)

Fuente: INEC, Anuario Estadístico del 2008, Cuadro 13.1E

6.3. GRÁFICO CIRCULAR Y BARRA 100%

En muchas situaciones, interesa presentar gráficamente la composición relativa o porcentual de una serie en vez de sus valores absolutos. Una posibilidad es usar un **gráfico de barras simples**; otra, recurrir a un **gráfico circular o de sectores** o a una **barra de 100%**. Estos

dos gráficos, en especial el circular, resultan normalmente más atractivos que el de barras simples, si se quiere destacar la importancia relativa de las categorías dentro de un total.

Para ilustrar estos gráficos, considere la información del cuadro 6.2, suministrada por una muestra de 405 adultos costarricenses residentes en la región metropolitana de San José, cuando se les preguntó cuáles eran los dos factores más importantes para tener éxito económico en la vida, de una lista propuesta de cinco. Usando la distribución porcentual de las menciones, incluida en el cuadro, se elaboró el gráfico circular que aparece abajo, en la figura 6.14. Note que el gráfico circular, también llamado de sectores o de pastel, consiste en un círculo, el cual se divide en tantos sectores como categorías tiene la variable en consideración. El área de cada uno es proporcional a la frecuencia relativa o porcentaje de la categoría, por consiguiente, representa su importancia relativa.²

Cuadro 6.2
REGIÓN METROPOLITANA DE SAN JOSÉ: FACTORES MÁS IMPORTANTES
PARA TENER ÉXITO ECONÓMICO EN LA VIDA, SETIEMBRE DEL 2009

Factor	Número de menciones	Porcentaje total	Porcentaje acumulado
Esfuerzo personal	359	44,3	44,3
Apoyo de la familia	274	33,8	78,1
Tener contactos	74	9,1	87,2
Ingreso familiar	72	8,9	96,1
Tener suerte	21	2,6	98,7
No responde	10	1,3	11
Total	810	100	

Fuente: M. Gómez, Encuesta OMNIBUS, Región Metropolitana de San José, setiembre del 2009

La barra 100%, a su vez, es simplemente una barra cuya altura se considera el total y se divide en partes, cada una de las cuales corresponde a una categoría de la distribución. La importancia relativa de cada categoría se aprecia en la escala vertical que acompaña el gráfico o en los porcentajes colocados dentro de las partes de la barra (gráfico de la figura 6.15). No parece necesario entrar en detalles acerca de su construcción, excepto señalar que la barra debe estar bien proporcionada: ni muy alta y delgada, ni muy baja y ancha; y para delimitar las partes correspondientes a cada una de las categorías, se emplearon los porcentajes acumulados incluidos en la última columna del cuadro 6.2.

2. El lector puede apreciar la importancia de una categoría visualmente, observando el área del sector y comparándola con las de los otros sectores o, también, la magnitud del ángulo. Esto se refuerza con la presencia de los valores porcentuales que aparecen ligados a los sectores.

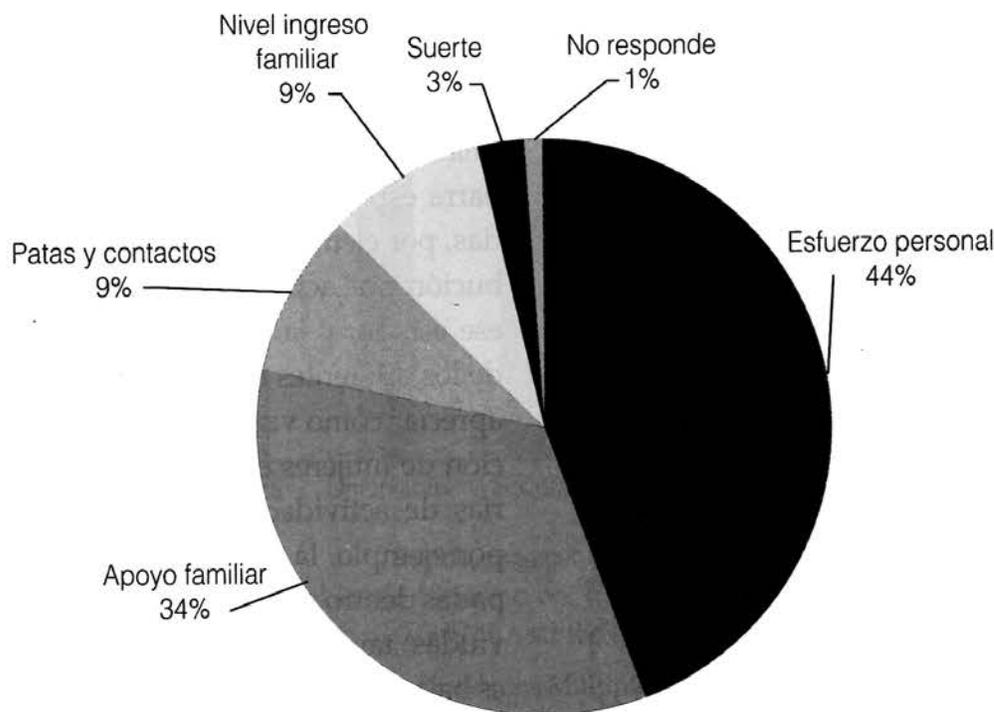


Figura 6.14. Gráfico de la Región Metropolitana de San José: factores más importantes para tener éxito económico en la vida

Fuente: Miguel Gómez, Encuesta OMNIBUS, Región Metropolitana de San José, setiembre del 2009

Ambos gráficos están sujetos a la regla de que las categorías deben ordenarse de **mayor a menor**. En la barra 100%, la categoría de mayor magnitud se coloca en la base y en el gráfico circular, el sector mayor; se inicia exactamente en el punto más alto del círculo y luego los demás se van ubicando siguiendo el movimiento de las manecillas de reloj. La categoría "otros" es siempre colocada al final, independientemente de su magnitud.

Para construir estos gráficos, es necesario digitar la información en la hoja de cálculo, calcular los porcentajes con respecto al total y ordenar las categorías de mayor a menor, situando de última la categoría "Otros". Luego, se procede a elaborar el gráfico con ayuda del asistente de gráficos disponible.³

- Como ya se indicó, los gráficos presentados en esta sección, al igual que los otros incluidos en el texto, se elaboraron usando el asistente para gráficos de la hoja de cálculo Excel.

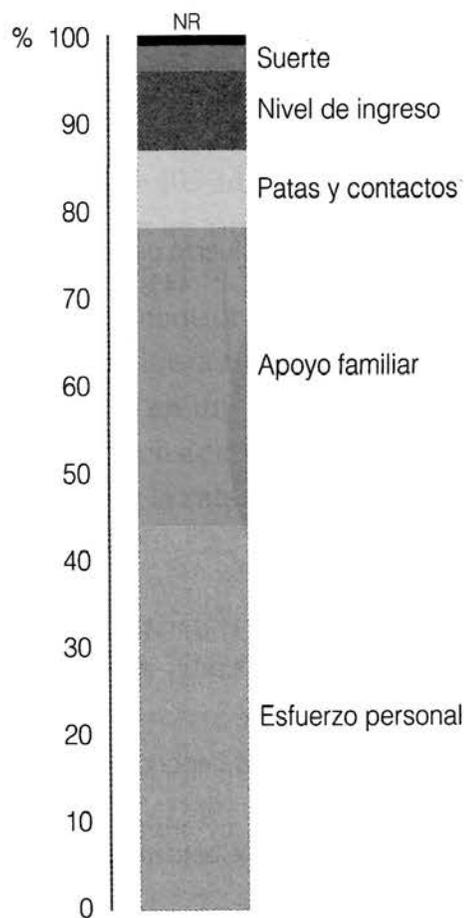


Figura 6.15. Gráfico de la Región Metropolitana de San José: factores más importantes para tener éxito económico en la vida

Fuente: Miguel Gómez, Encuesta OMNIBUS región metropolitana - setiembre 2009

Cuando se desea comparar pueden usarse varias barras 100%. Este uso se ilustra en el gráfico de la figura 6.16, en el que aparece una barra para cada estado conyugal. Una barra específica, la correspondiente a casadas, por ejemplo, permite apreciar la distribución por actividad económica dentro de ese estado; y la comparación de las barras de los diferentes estados civiles nos permite apreciar cómo varía –entre ellos– la proporción de mujeres en cada una de las categorías de actividad económica. Es evidente, por ejemplo, la elevada proporción de ocupadas dentro de las divorciadas y baja en las viudas; también es claro que la inactividad es baja en el grupo de las separadas y divorciadas y relativamente elevada en el de las solteras y unión libre, casada o viuda.

Por supuesto, esta misma información podría haberse representado en una forma quizás más atractiva, aunque un poco más complicada de analizar, usando una serie de gráficos circulares.

Un juego de barras de 100% también puede ser aconsejable para mostrar cómo varía, a través del tiempo, la distribución relativa de un cierto fenómeno. Un ejemplo lo representa el gráfico de la figura 6.17.

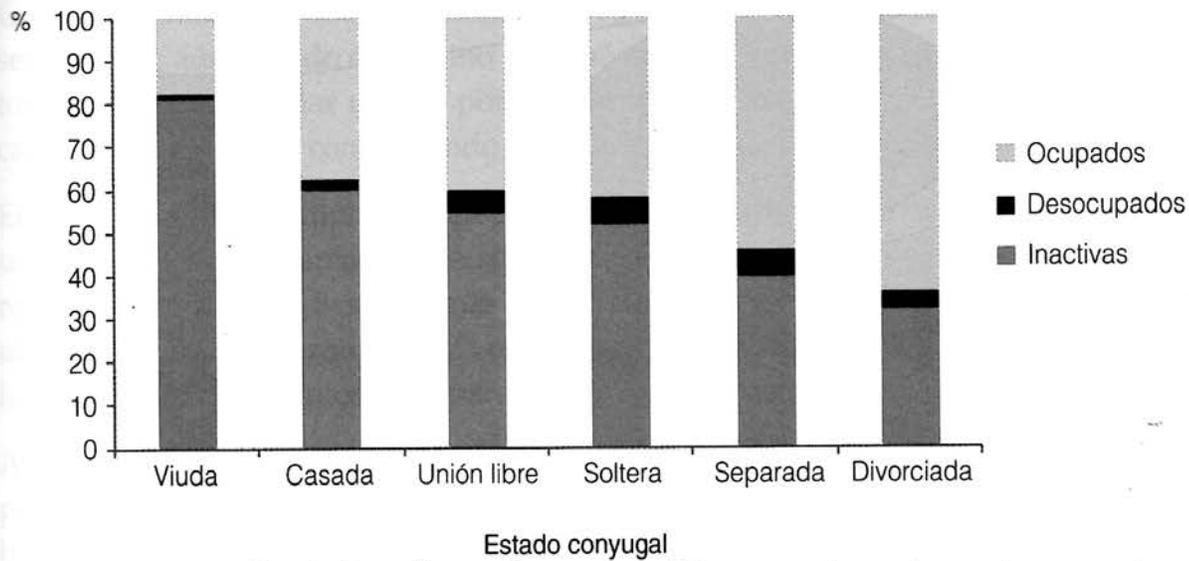


Figura 6.16. Gráfico de la población femenina de 15 años y más según estado conyugal y actividad económica-2009. Costa Rica

Fuente: INEC, Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2009

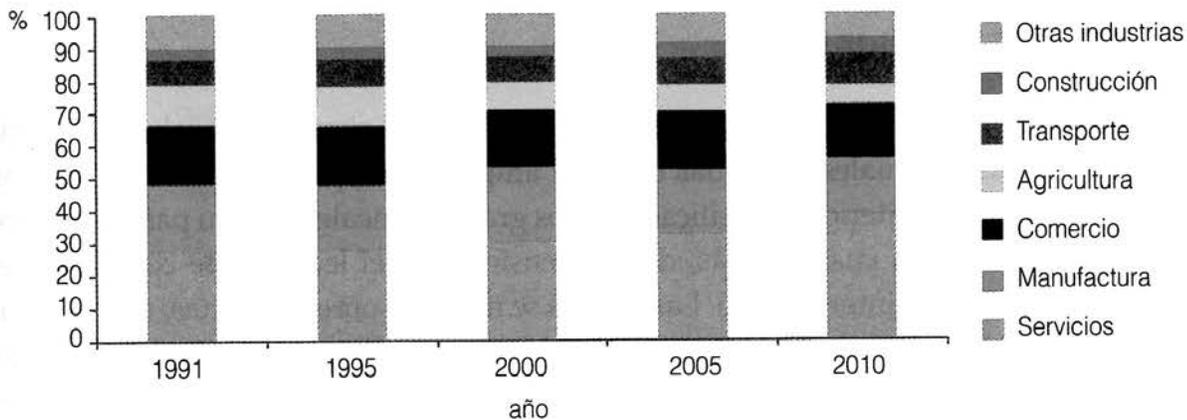


Figura 6.17. Gráfico de la estructura porcentual del producto interno bruto por industria a precios Corrientes. Costa Rica 1991-2010

Fuente: BCCR, Departamento de estadística macroeconómica

Una combinación interesante de un gráfico circular y una barra aparece en el gráfico de la figura 6.18. La barra no es de 100%, simplemente muestra la distribución según sexo, del porcentaje que considera un acierto haber elegido una mujer presidenta.

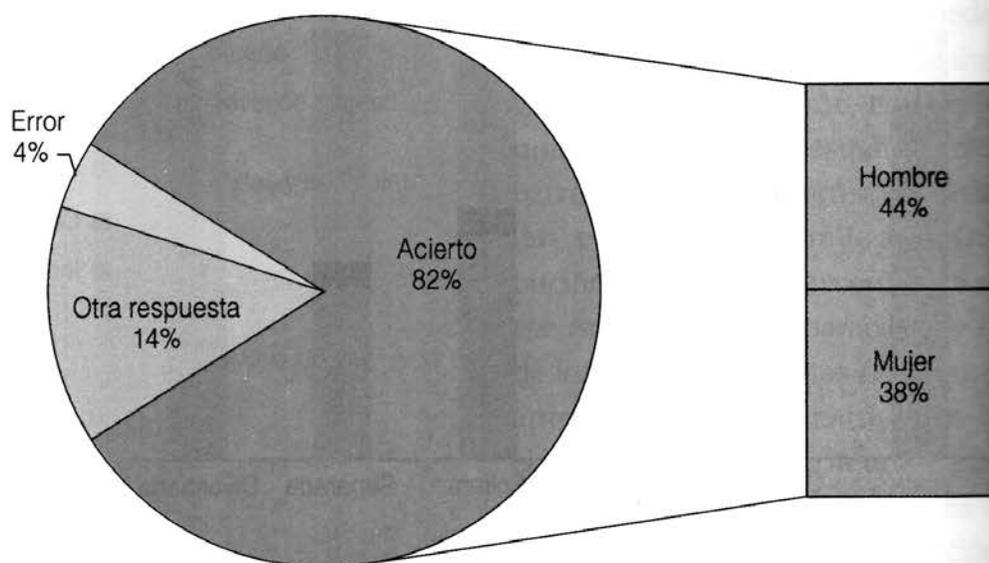


Figura 6.18. Gráfico de opinión sobre si fue un acierto o un error elegir una mujer presidenta en Costa Rica, julio, 2010

Fuente: encuesta a 653 adultos costarricenses residentes en viviendas con teléfono de línea fija, julio 2010.

6.4. GRÁFICOS LINEALES

Los gráficos de barras tienen una sola escala numérica que sirve para evaluar la longitud de las barras, las cuales son todas de igual amplitud y representan las frecuencias que corresponden al criterio de clasificación. Los gráficos lineales, por su parte, siempre involucran dos escalas cuantitativas, dos dimensiones, y el lector debe considerarlas simultáneamente para interpretarlo. Las escalas se marcan sobre dos rectas, una vertical y otra horizontal, que se unen en un ángulo recto, este forma un sistema de coordenadas o parejas de distancias. La situada sobre el eje horizontal se denomina abscisa y sobre el vertical, ordenada.

Usando las coordenadas, se marcan los puntos sobre el plano definido por esos ejes y luego se unen consecutivamente, de izquierda a derecha, con segmentos de recta para obtener el gráfico de la relación, es decir, una "línea" continua, más o menos zigzagueante, que con frecuencia se denomina "curva"⁴, la cual muestra la evolución del fenómeno o del proceso de interés conforme se modifica la variable colocada en el eje horizontal; estas variables pueden ser cuantitativas o cronológicas.

4. El término "curva" se usa para indicar toda representación de un fenómeno de interés mediante una línea continua (recta, quebradas, en curva) cuyos puntos indican los valores de y para cada x.

Cualquier gráfico con estas características se denomina “gráfico lineal”. Es importante señalar que, aún cuando el término “curva” también se aplica a estos gráficos, los puntos siempre deben estar unidos por segmentos de recta y nunca por curvas, salvo en casos muy especiales, como cuando se ajusta una función a los datos observados.

En un gráfico de este tipo pueden aparecer varias curvas, cada una correspondiente a una serie de datos diferente; sin embargo, si se incluyen muchas series, el gráfico puede resultar muy confuso. Si se usa más de una curva, cada una debe estar apropiadamente identificada y si se cruzan, además es necesario utilizar trazos diferentes (línea continua, línea quebrada, de puntos, etc.) para facilitar su identificación y seguir su evolución.

Aunque tienen un uso muy amplio, los gráficos lineales son especialmente útiles en la presentación y análisis de series de tiempo en los campos económico, financiero, social, histórico y demográfico.

Pueden ser de cuadrícula aritmética, ambas escalas aritméticas, pero también es posible utilizar escalas no aritméticas como la logarítmica. En la sección siguiente, se hará referencia a los gráficos lineales aritméticos, y posteriormente al gráfico semilogarítmico, el cual emplea, en el eje vertical, una escala logarítmica o geométrica.

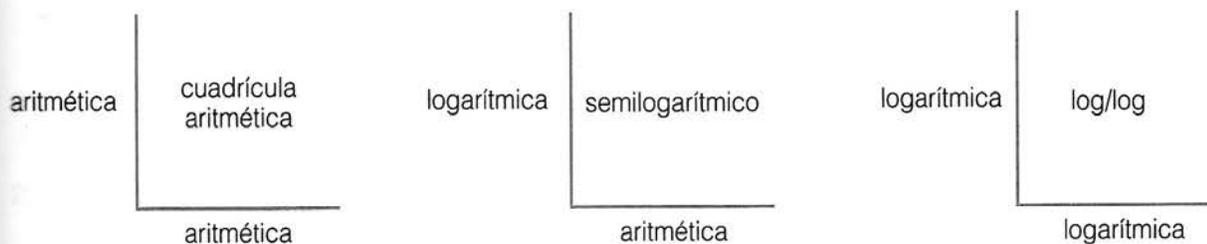


Figura 6.19. Tipo de cuadrículas usadas en los gráficos lineales

6.5. GRÁFICOS LINEALES ARITMÉTICOS

La característica básica de los gráficos lineales de este tipo es que tanto la escala horizontal como la vertical son aritméticas y, consecuentemente, el gráfico es de cuadrícula aritmética. Ahora bien, ¿qué es una escala aritmética? Una escala es aritmética si **iguales distancias** representan **iguales magnitudes o montos** en cualquier parte de la escala. Por ejemplo, si al definirse la escala se decide que un centímetro representa 20 kg, en cualquier parte de la escala un centímetro representará esa magnitud. Este señalamiento parece fuera de lugar, ya que, por lo general, las escalas empleadas son aritméticas y cumplen esa condición; sin embargo, la realidad es que también hay escalas que no son aritméticas y en las cuales, en una parte estas, por ejemplo, 1 cm equivale a 20 kg, pero

en otra puede representar 40 y en otra quizás 160 kg, etc. Esto se verá con mayor claridad en la sección siguiente, cuando se haga referencia a la escala logarítmica o geométrica.

Un uso muy común de los gráficos lineales aritméticos es representar series de tiempo. Para elaborarlo, se colocan en la escala horizontal, los años o los meses y, en la vertical, los valores o frecuencias. La técnica es prácticamente igual a la utilizada para el gráfico de barras verticales, con la diferencia de que, en lugar de representar el fenómeno con barras, se utiliza una línea formada por la unión de los puntos sucesivos con secciones de recta. En su construcción debe tenerse en cuenta la guía, ya antes citada, de que la base guarde con la altura una relación de aproximadamente 1,5 a 1 cm.

En la escala vertical de un gráfico aritmético debe indicarse siempre el 0. Pero en el caso de la horizontal, tomando en cuenta la mayoría de las veces corresponde a años, obviamente no tendría sentido iniciarla en 0 –comienzos de la Era Cristiana– sino que es suficiente hacerlo en el año más antiguo de la serie.

Una ilustración de un gráfico aritmético, usando los porcentajes de diputadas electas en las 15 elecciones realizadas en Costa Rica desde 1953, aparece seguidamente:

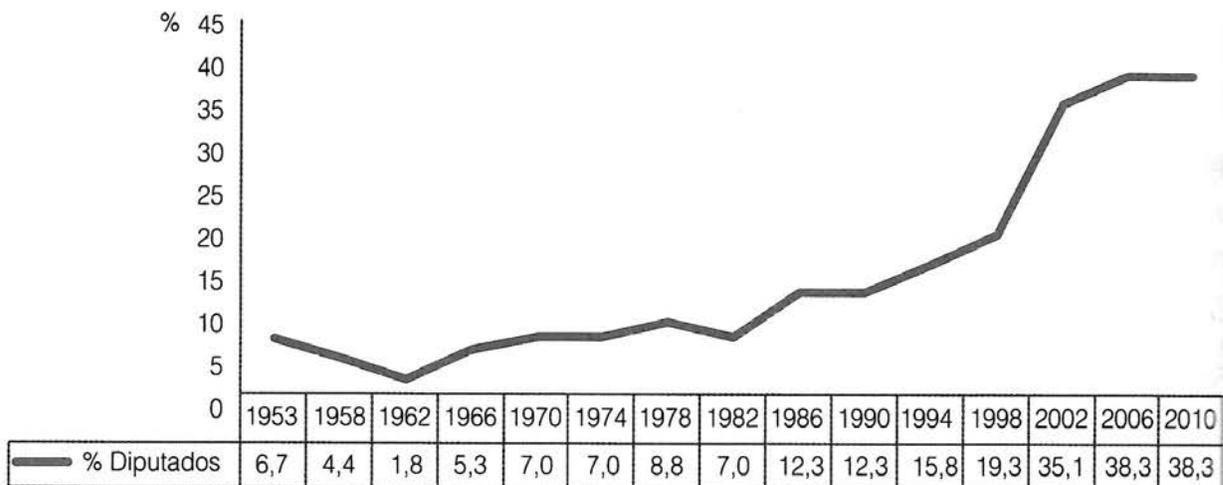


Figura 6.20. Gráfico del porcentaje de diputadas electas en cada una de las elecciones realizadas entre 1953 y el 2010. Costa Rica

Fuente: TSE, "Cómputo de votos y declaratoria de elección" periodo 1953 y 2010

En el gráfico es muy clara la evolución que ha experimentado la proporción de mujeres electas diputadas, desde 1953, primera elección en la cual participaron como candidatas, hasta la elección del 2010. Puede notarse que, en el período 1953-82, la proporción tuvo oscilaciones, pero se mantuvo bastante baja, a partir de 1986 inicia un ascenso, el cual se acelera en las dos últimas elecciones para llegar a casi un 40% en 2010. Este valor coloca

a Costa Rica como uno de los países con mayor porcentaje de representación femenina en el parlamento.

La evolución comentada se asocia a la concesión del voto a la mujer en 1949, por disposición constitucional, a ciertas acciones legales afirmativas como la *Ley de Promoción de la Igualdad Real de la Mujer*, de 1990, y la obligatoriedad de asignar un 40% de puestos elegibles a las mujeres en las listas de candidatas a diputados y otros puestos de elección.

Una ventaja del gráfico lineal sobre el de barras verticales es que brinda la posibilidad de presentar, en una forma simple y cómoda, varias series de datos en un mismo gráfico. Como ilustración, se incluye el gráfico de la figura 6.21 en este aparecen cifras de llegadas de turistas a Costa Rica, según mes, para los años 2004, 2006 y 2008.

Las curvas se diferencian usando diferentes colores o rayados (continuo, punteado, discontinuo), y se incluye una guía para su identificación. Esta guía, siempre que sea posible, es mejor colocarla dentro del mismo gráfico y no aparte.

El gráfico permite apreciar el patrón de variación de las llegadas por mes con valores más altos en los primeros meses del año y en el mes de julio, y menores en mayo y septiembre. Muestra también que las llegadas han aumentado sostenidamente, cada año, en todos los meses.

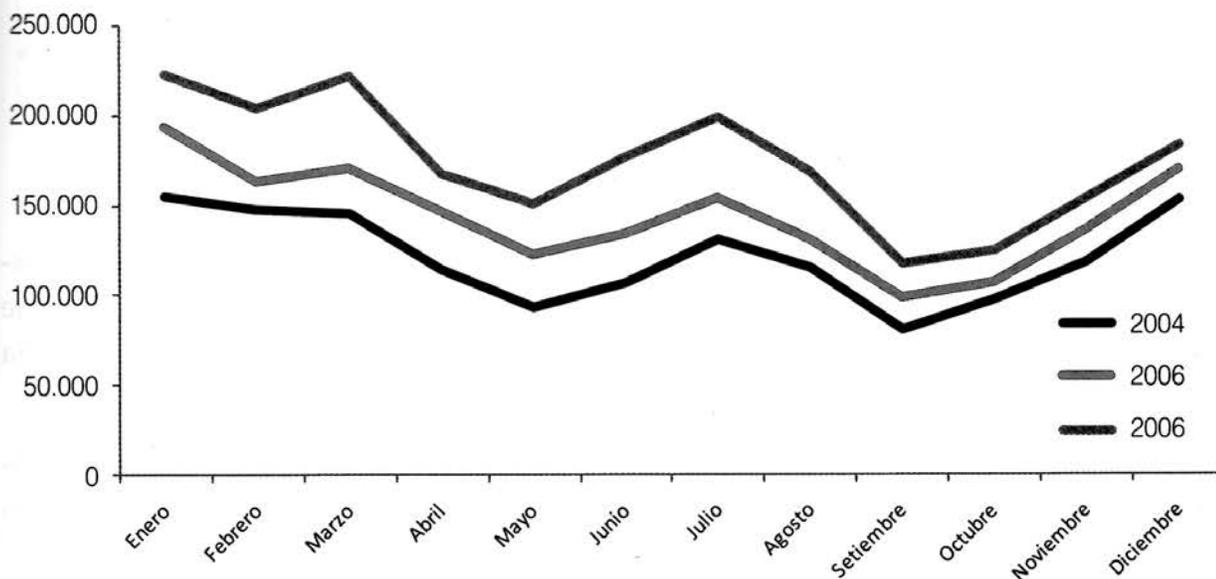


Figura 6.21. Gráfico con el número de turistas que ingresó por mes 2004, 2006 y 2008. Costa Rica

Fuente: INEC, Anuario estadístico 2008, p. 225

6.5.1. Interpretación de los gráficos lineales aritméticos

Como se indicó, en este tipo de gráfico ambas escalas son aritméticas y en ellas distancias iguales representan idénticas magnitudes. Esta característica básica de la cuadrícula aritmética es de mucha importancia para la interpretación de estos gráficos. Para una mejor comprensión de este punto, considere el gráfico de la figura 6.22, en el cual aparecen las ventas de automóviles y motocicletas de una empresa distribuidora en los años 2005 y 2006. Se aprecia que la distancia del punto A(100) a la base 0, representa geométricamente las ventas de automóviles en el 2005, de igual forma, la distancia del punto B(300) a la base indica las ventas en el año 2006; esto es así porque la escala vertical es aritmética. Una situación similar se da con los puntos D y C.

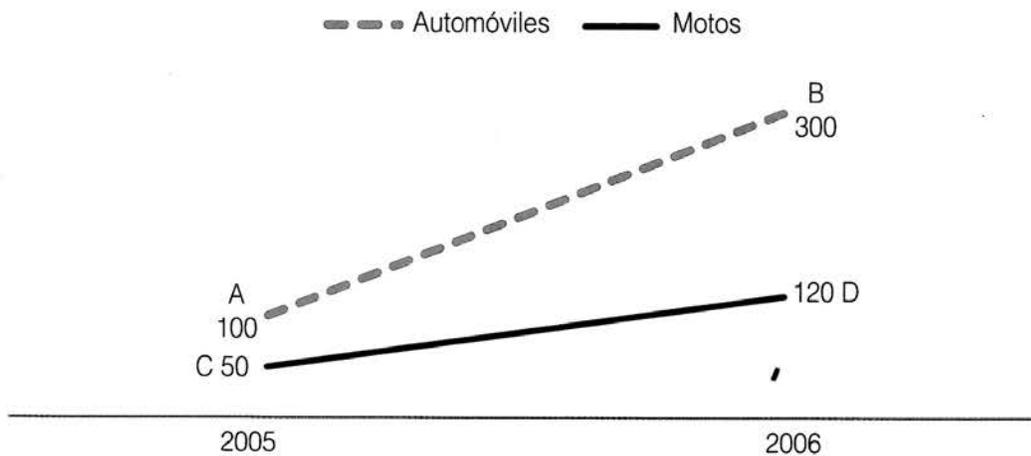


Figura 6.22. Gráfico con el número de motocicletas y automóviles vendidos en el 2005 y el 2006 por una empresa distribuidora

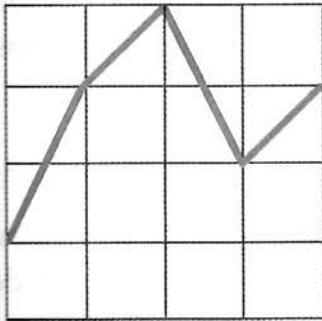
Ahora bien, la pendiente de la recta AB está determinada por la diferencia entre las distancias verticales B y A: $300-100=200$ y, en igual forma, la pendiente de la recta CD viene dada por $120-50=70$. La pendiente de AB es mayor que la de CD, porque la diferencia entre sus ordenadas es mayor.⁵

De lo anterior, se desprende que la pendiente de la recta que une dos puntos consecutivos de un gráfico aritmético **bien construido** representa el cambio absoluto ocurrido entre esos dos puntos.

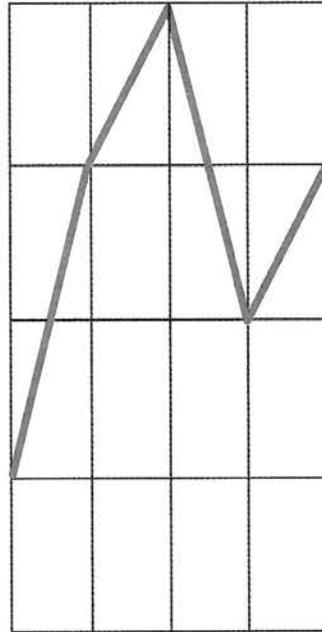
- En general, la pendiente se define como $m = \Delta y / \Delta x$, donde Δy representa el cambio en y , las ordenadas y Δx el cambio en x , las abscisas. En este caso, sin embargo, como se tienen dos años consecutivos, $\Delta x = 1$ y, entonces, $m = \Delta y$, y representa el monto de cambio absoluto por unidad de tiempo (un año).

Es muy importante tener clara esta interpretación, y no cometer el error de explicar las pendientes en gráficos aritméticos como tasas o porcentajes de cambio por unidad de tiempo.

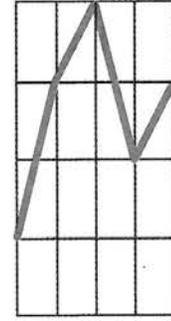
Sin embargo, es posible aumentar o disminuir la pendiente de una recta manipulando la escala; es decir, puede hacerse que la recta suba o baje suavemente o fuertemente, según se escojan las unidades para cualesquiera de los ejes, horizontal o vertical. Observe, en las siguientes figuras, el efecto del cambio en la escala sobre la pendiente de una recta.



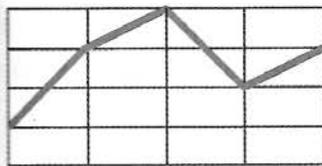
(A)



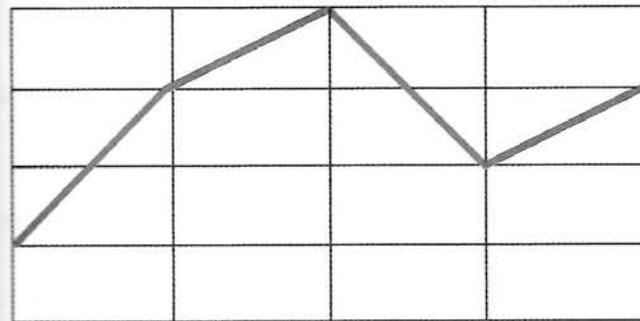
(C)



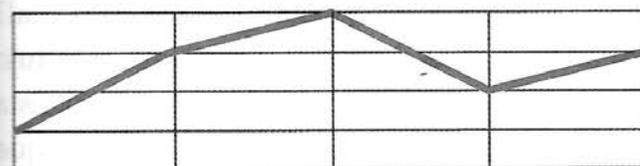
(D)



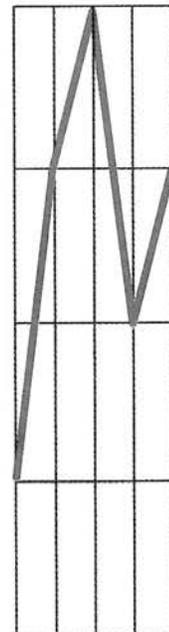
(B)



(E)



(F)



(G)

Figura 6.23. Efecto de cambios en las escalas sobre la pendiente

En (A), los espacios para la escala horizontal son iguales a los de la escala vertical. En (B), se mantiene la escala horizontal, pero la vertical es la mitad de la utilizada en (A). En (C), se ha alargado la escala vertical de tal forma que es el doble de la de (A). En la figura (D), la escala horizontal se ha reducido a la mitad de la usada en (A). Las figuras (E), (F) y (G) muestran otras mezclas de expansiones y contracciones de las escalas utilizadas en (A).

Cualquier variación en la unidad de una escala aritmética cambia la pendiente de la recta dibujada en esta y, por lo tanto, no se pueden comparar las pendientes de rectas en diferentes escalas aritméticas, ya sean horizontales o verticales. De esto surgen importantes limitaciones del gráfico aritmético cuando se desean comparar cambios relativos.

6.5.2. Importancia de la base 0

En los gráficos de una dimensión y, en general, en casi todos los de escala aritmética, las comparaciones se hacen apreciando la distancia que hay entre la parte superior de la barra y la base o entre la curva y la base. Las longitudes, por lo tanto, son el patrón de referencia. Dada esta característica, la base 0 debe estar claramente indicada, a fin de evitar malas interpretaciones de los gráficos. Para ilustrar este punto, considere los datos del cuadro 6.3.

Cuadro 6.3
NACIMIENTOS DENTRO DEL MATRIMONIO. 2000-2004

AÑO	% DE NACIMIENTOS DENTRO MATRIMONIO	AÑO	% DE NACIMIENTOS DENTRO MATRIMONIO
2000	47,3	2005	39,6
2001	46,5	2006	38,3
2002	44,4	2007	36,8
2003	42,7	2008	35,4
2004	43,1	2009	33,4

Suponga que se representa por un gráfico lineal, pero que se decide, por alguna razón, iniciar la escala vertical en 30 (gráfico A de la figura 6.24). ¿Cuál es el efecto visual? Como puede notarse, el gráfico iniciado en 30 da la idea de que el porcentaje se redujo a la mitad entre el año 2000 y el 2005, y a un quinto en el 2009 con relación al 2000. Esta impresión es errónea, por supuesto, como lo muestran las cifras, se debe al hecho de que la escala fue iniciada en 30 en lugar de hacerlo en 0, pues al omitirse esa gran parte de la escala vertical, las variaciones en el porcentaje de nacidos dentro del matrimonio se

exageran marcadamente. En el gráfico B de la figura 6.24, cuya escala se inicia en 0, la impresión visual es diferente y correcta.

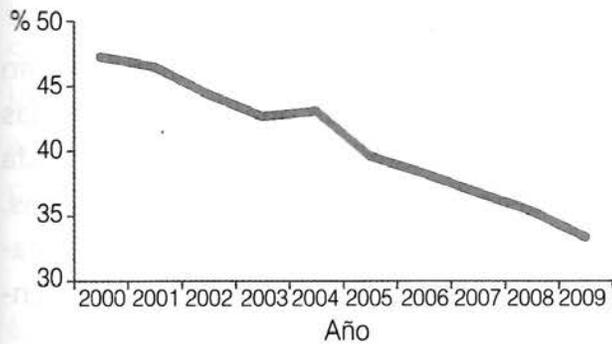


Figura 6.24. Gráfico A con el porcentaje de nacidos dentro del matrimonio 2000-2009

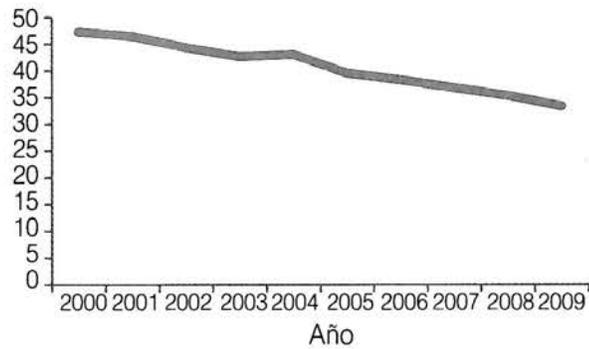


Gráfico B con el porcentaje de nacidos dentro del matrimonio 2000-2009

Como regla general, para evitar situaciones como la ilustrada, la escala vertical debe tener base 0. Sin embargo, en la práctica, en muchas oportunidades, no se puede o no conviene iniciar las escalas en 0, sino más arriba. Si esa fuera la situación, se indica **cortando** la escala para que el lector identifique la omisión de parte de ella y haga mentalmente el ajuste. Los gráficos de la figura 6.25 ilustran este procedimiento.

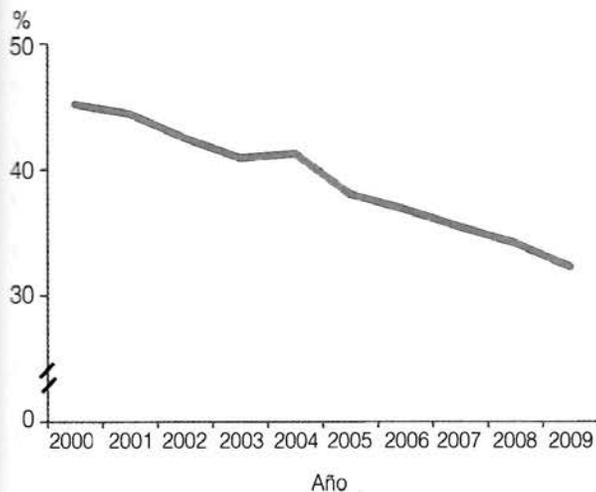


Figura 6.25. Gráfico con el porcentaje de nacidos dentro del matrimonio 2000-2009

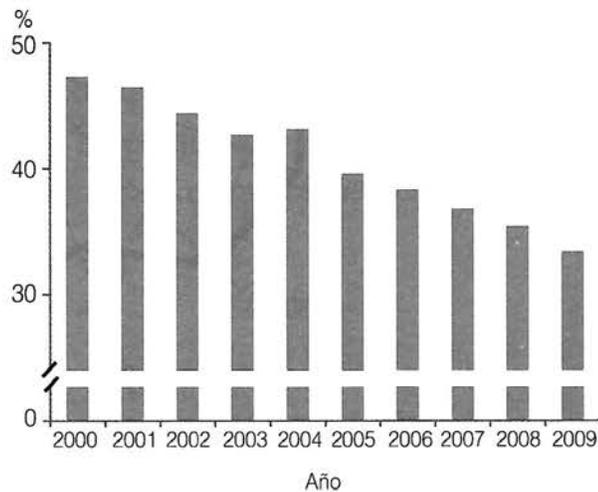


Gráfico con el porcentaje de nacidos dentro del matrimonio 2000-2009

6.5.3. Gráfico radial o "de araña"

Este tipo de gráfico permite mostrar en una forma compacta la variación de un cierto atributo, opinión o indicador, según las categorías de una variable de interés o las diferentes categorías de un grupo de variables de interés.

Lo que se hace, básicamente, es presentar la magnitud de los valores, tomando como referencia un punto central de un círculo y utilizando, para cada una de las categorías de las variables, un eje aritmético originado en ese punto central. Los puntos para cada categoría de interés se marcan sobre esos ejes y luego se unen con segmentos de rectas. Cuando interesan dos atributos, el procedimiento se repite para el segundo, y la comparación entre ellos se realiza observando las diferencias entre las curvas que los representan. Como ejemplo, considere el gráfico de la figura 6.26.

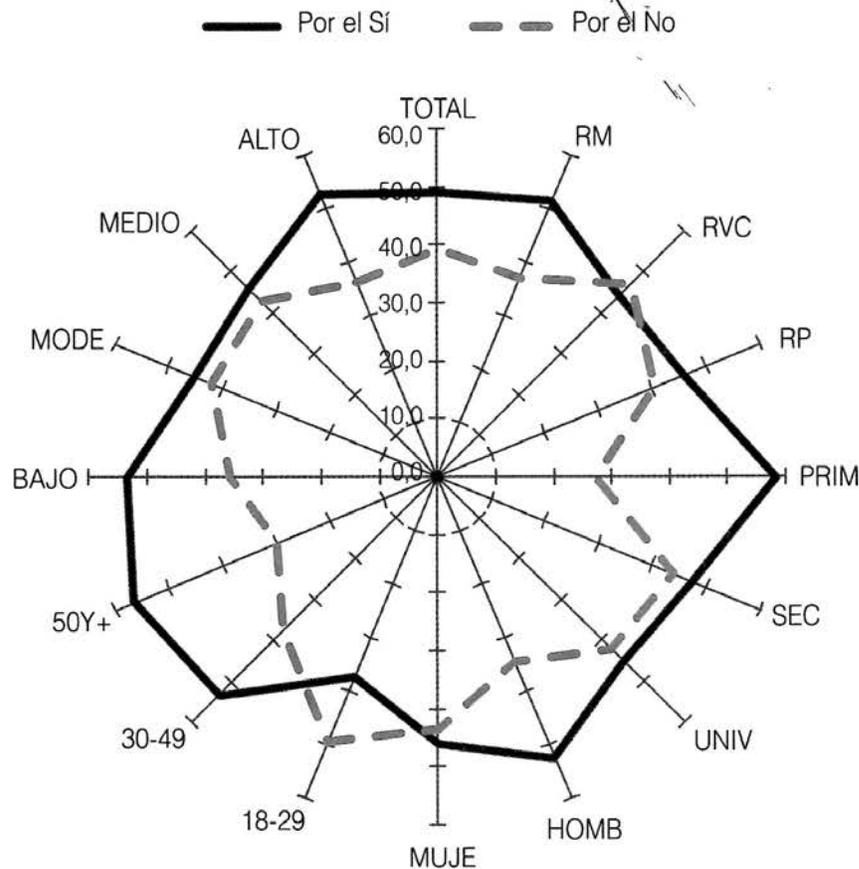


Figura 6.26. Gráfico que muestra por quién votó en el referéndum del TLC
Fuente: entrevista telefónica a 850 adultos costarricenses. Noviembre 2007

El gráfico muestra la proporción que votó SÍ y, al mismo tiempo, la que votó NO en el referéndum de octubre del 2007 sobre el TLC, según una encuesta nacional telefónica realizada a adultos costarricenses, en noviembre de ese año. Puede apreciarse que, prácticamente en todas las categorías de las variables sociodemográficas consideradas (sexo, edad, educación, zona residencia y nivel socioeconómico) el porcentaje que votó SI es superior al que votó NO. Las únicas excepciones son los jóvenes (18 a 29 años) y los residentes en el resto del Valle Central, donde el porcentaje de apoyo al NO es más alto. Se notó, también, que el mayor apoyo al SÍ ocurre entre las personas con educación primaria, las mayores de 50 años y las de nivel socioeconómico bajo y alto.

6.6. GRÁFICO SEMILOGARÍTMICO

En una escala aritmética, iguales distancias sobre la escala representan idénticas magnitudes y, en consecuencia, los números marcados sobre la escala –que aumentan en progresión aritmética– son proporcionales a las distancias del origen a ese número marcado.

La cuadrícula que utiliza escalas aritméticas, en el eje horizontal y en el vertical, es empleada para la representación y análisis de **variaciones absolutas**; su amplio uso se explica porque permite la representación y el análisis correcto de la mayoría de las situaciones y fenómenos de interés. Sin embargo, presenta limitaciones importantes cuando interesa analizar la variación relativa de una serie o comparar series medidas en diferentes unidades o muy dispares en el tamaño de las cifras involucradas. En estos casos, se recurre a otro tipo de escala denominada logarítmica o de razones.

La característica básica de la escala logarítmica es que iguales distancias sobre la escala NO representan distancias iguales, sino tasas de cambio iguales. Así, la distancia entre 2 y 4 es igual a la que hay entre 4 y 8, y a la de 8 a 16, porque $\frac{4}{2} = \frac{8}{4} = \frac{16}{8}$; igual sucede con 1, 3, 9, 27, etc., y con cualquier secuencia de números marcados que estén a igual distancia.

6.6.1. Series aritméticas y geométricas

Una serie aritmética es aquella en la cual los valores aumentan o disminuyen en una cantidad constante, la variación absoluta es constante. Una serie geométrica es aquella en la que los valores cambian a una tasa constante, o sea, la variación relativa es constante.

Como ilustración, considere las series presentadas en el cuadro 6.3.

Cuadro 6.3
CARACTERÍSTICAS DE UNA SERIE ARITMÉTICA Y UNA GEOMÉTRICA

SERIE ARITMÉTICA				SERIE GEOMÉTRICA				Log ₁₀ y	Aumento Log ₁₀ y
x	y	Aumento		X	Y	Aumento			
		Absoluto	Relativo			Absoluto	Relativo		
1	3			1	1			0	
2	5	2	66,7	2	2	1	100	0,301030	0,30103
3	7	2	40,0	3	4	2	100	0,602060	0,30101
4	9	2	28,6	4	8	4	100	0,903009	0,30103
5	11	2	22,2	5	16	8	100	1,20412	0,30103
6	13	2	18,2	6	32	16	100	1,50515	0,30103
7	15	2	15,3	7	64	32	100	1,80618	0,30103
$y = 1 + 2x$				$y = 2^{x-1}$					

En la serie aritmética, el aumento absoluto es constante e igual a 2; en la geométrica, es variable y, en este caso, creciente. En cuanto a la variación relativa, en la serie aritmética es decreciente, mientras que en la geométrica es constante: cada número es el doble del anterior. Por esta razón, en la serie geométrica el logaritmo base 10 sigue una progresión aritmética y aumenta en 0,303030 con cada incremento de x en una unidad.

Si las series incluidas anteriormente se representan en un gráfico de **cuadrícula aritmética**, para la progresión aritmética se obtendrá una línea recta y para la geométrica una curva cóncava, que es conocida con el nombre de **curva exponencial** (*gráfico de la figura 6.27*). Si la representación se realiza en un gráfico de **cuadrícula semilogarítmica**, la serie aritmética toma la forma de una curva creciente de forma convexa, y la serie geométrica adopta la forma de una línea recta (*gráfico de la figura 6.28*).

Ahora bien, ¿por qué razón a una escala geométrica se le denomina también escala de razones y más comúnmente escala logarítmica? Primero, "de razones" porque los números a igual distancia sobre la escala guardan una razón; y "logarítmica" debido al hecho de que las distancias sobre la escala no son proporcionales a los números marcados, sino a los logaritmos de esos números. Además, por ese motivo, los logaritmos de esos números aumentan en progresión aritmética y, en consecuencia, representan una serie de datos de una escala geométrica equivalente a representar sus logaritmos en una escala aritmética.

El término cuadrícula semilogarítmica se refiere a un gráfico cuya escala horizontal es aritmética y la vertical logarítmica.⁶

6. También se utiliza, en ciertos casos, la cuadrícula logarítmica, en la cual ambos ejes son logarítmicos.

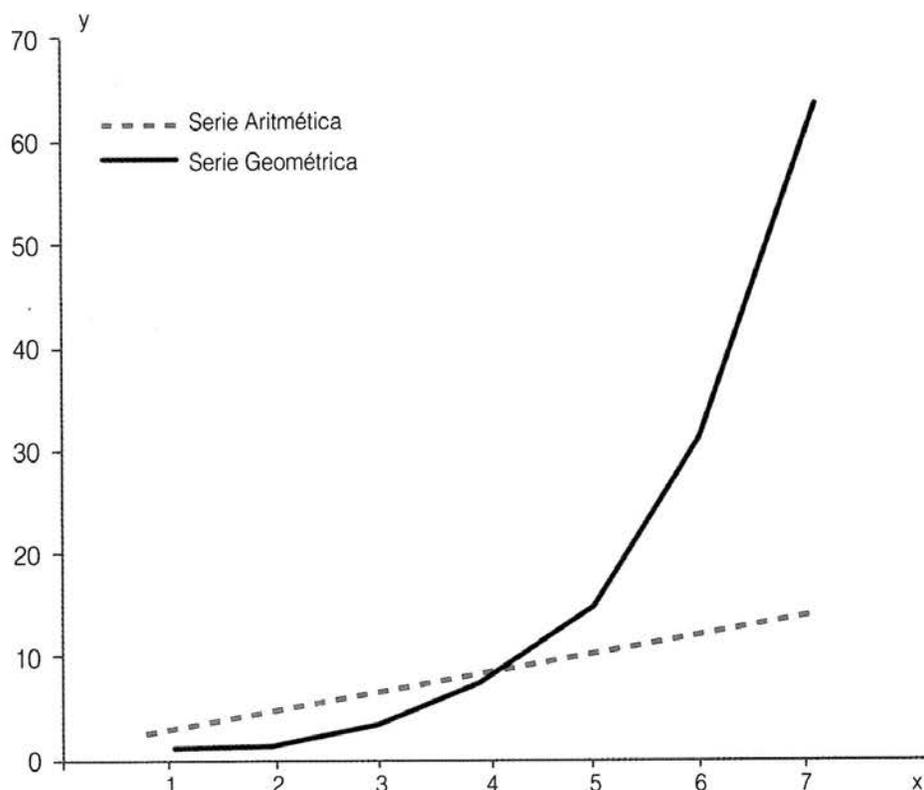


Figura 6.27. Gráfico que muestra las series geométrica y aritmética en cuadrícula aritmética

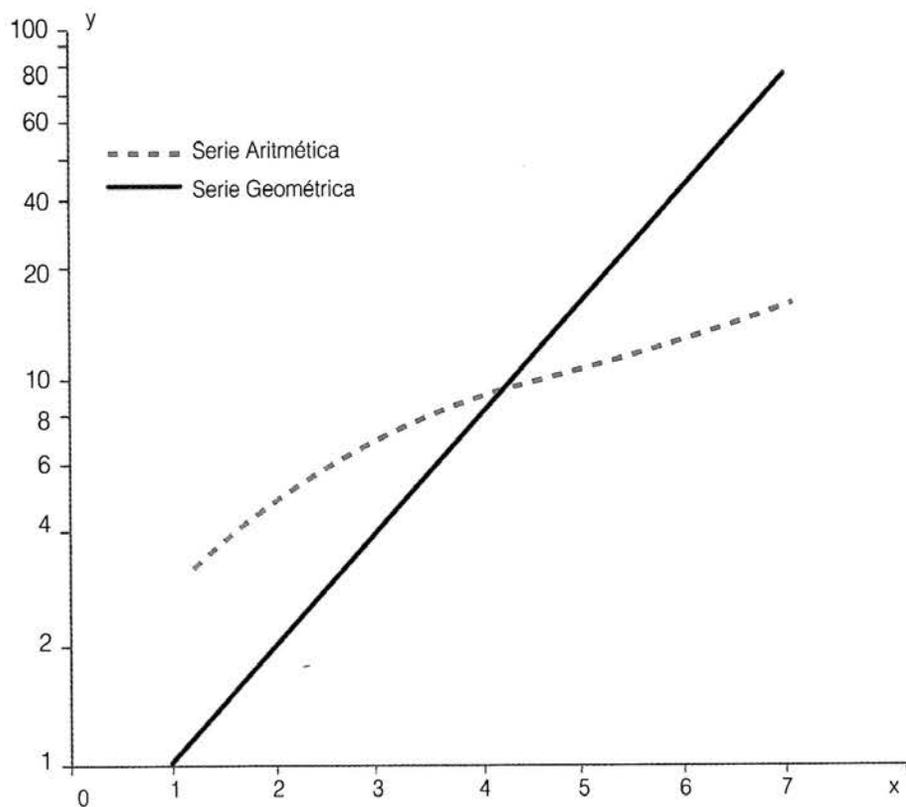


Figura 6.28. Gráfico que muestra las series geométrica y aritmética en papel semilogarítmico

6.6.2. Construcción de un gráfico semilogarítmico

El hecho de que los logaritmos de una serie geométrica sigan una progresión aritmética brinda un método práctico para construir una escala geométrica. Para ello, simplemente se toman los logaritmos de los números 1,2,3 ... 10 y se marcan en una escala aritmética; luego, esos puntos se etiquetan o señalan con los números originales. El procedimiento se ilustra seguidamente:

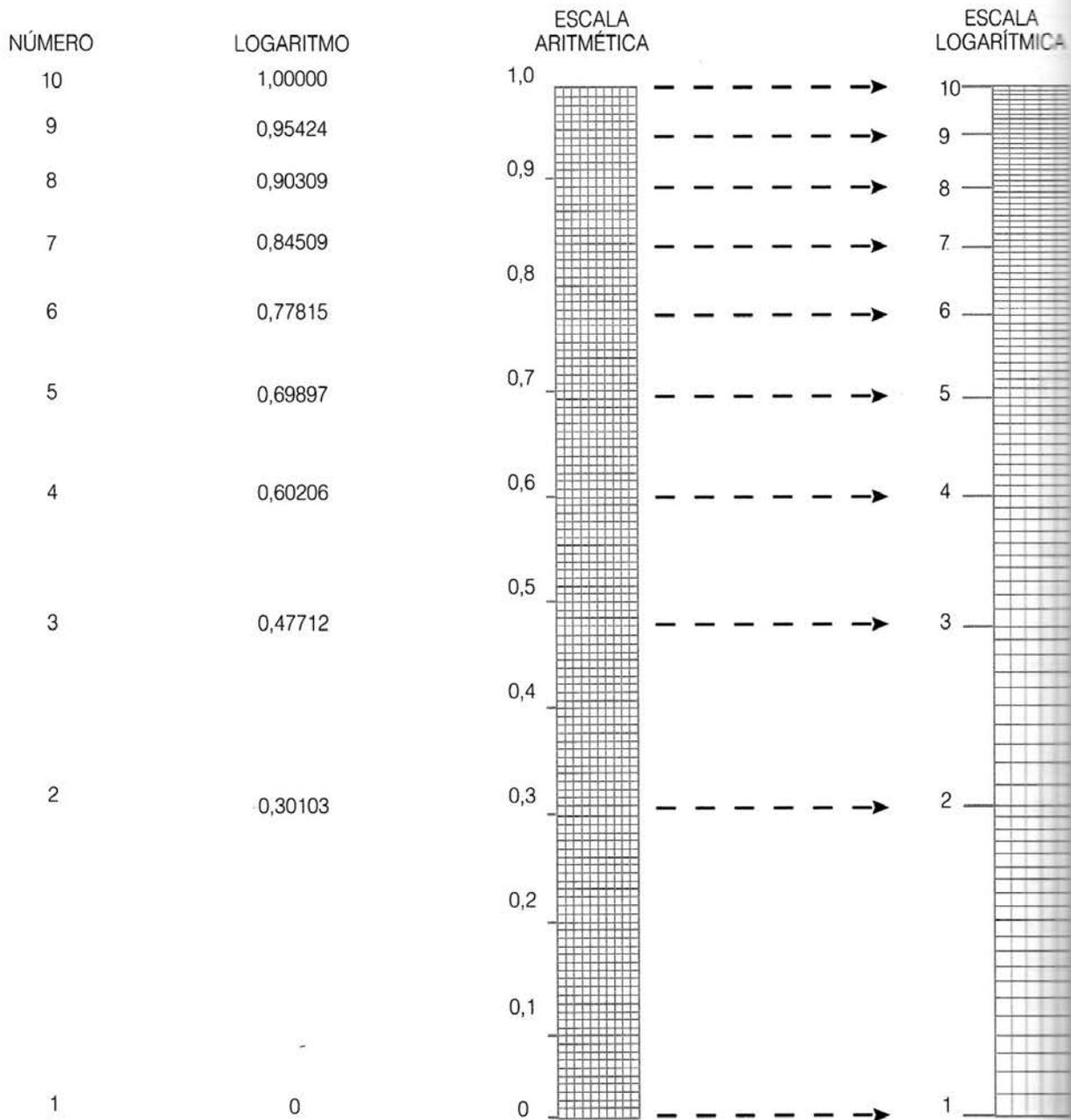


Figura 6.29. Construcción de una escala logarítmica

Este procedimiento, sin embargo, resulta poco práctico. Durante mucho tiempo, se utilizó un tipo especial de papel denominado semilogarítmico, el cual se distribuía comercialmente. Este papel venía en varios formatos. Había de **un ciclo**, que iniciaba en 1 y llegaba hasta 10 (como el presentado en la figura 6.29), de dos y de tres ciclos. La escala vertical de un papel de **dos ciclos**, por ejemplo, parte de 1 en la base y va subiendo hasta alcanzar la posición correspondiente a 10, pero en lugar de aparecer ese número, se muestra un 1 y se inicia de nuevo el ciclo con las mismas características del primero. Quien utiliza el gráfico, debe entender que el 1 al final del primer ciclo se interpreta como 10; el 2, como 20, etc. y el 10 ubicado en la parte más alta, como 100; el 2 del segundo ciclo equivale a 200, hasta llegar al 10 que equivale a 1000.

Con la aparición de las computadoras y los programas estadísticos, el uso del papel semilogarítmico, y de otros tipos, como el aritmético y el log/log vinieron a menos. Actualmente, como se sabe, nadie elabora los gráficos a mano como sucedía en el pasado; todos se preparan en una forma muy sencilla y cómoda, utilizando los asistentes para gráficos disponibles en los programas o "paquetes" de análisis estadístico y en las hojas de cálculo. Uno de los más conocidos es el disponible en la hoja de cálculo de Excel, el cual se ha usado para elaborar los gráficos incluidos en este libro.

6.6.3. Interpretación y uso de los gráficos semilogarítmico

A diferencia de la cuadrícula aritmética, en el papel semilogarítmico la pendiente de la curva no está influida por el tipo de escala vertical que se use. Cuando la escala vertical se modifica, la curva se mueve hacia arriba o hacia abajo, pero paralelamente a su posición anterior. Esta característica del papel semilogarítmico permite comparar dos o más series, utilizando una o dos escalas verticales, en un mismo gráfico. Es importante recordar, sin embargo, que **la escala horizontal es aritmética** y, por lo tanto, cualquier cambio en ella sí modificará la pendiente de la curva. Debe recordarse, además, que las distancias verticales de los puntos de la curva a la base de la escala logarítmica carecen de sentido y lo interpretable es la pendiente o inclinación de la curva representada. Esta inclinación o pendiente indica la tasa de variación o porcentaje de cambio. Si una serie aumenta (o disminuye) en un porcentaje constante, la curva adoptará la forma de una línea recta, con pendiente positiva si la serie es creciente y negativa en el caso contrario. Por este motivo, uno de los usos más corrientes del gráfico semilogarítmico es el de determinar si una serie de datos crece o disminuye a una tasa constante.

Cuando se comparan dos series en un mismo papel semilogarítmico, el punto básico es el paralelismo de las curvas. Los segmentos paralelos indican tasas de crecimiento (o disminución) iguales. Si una de ellas es más inclinada que la otra, tendría una tasa mayor de crecimiento o de disminución. Estas propiedades de la cuadrícula semilogarítmica lo hacen muy útil para llenar varias necesidades que son frecuentes en el análisis de series de tiempo:

- Determinar si una serie crece o disminuye a una tasa constante.
- Comparar dos o más series expresadas en las mismas unidades, pero cuyas magnitudes son muy diferentes.
- Comparar dos o más series expresadas en diferentes unidades.

Ejemplo 1

Los datos que siguen corresponden a las exportaciones anuales de una empresa industrial en el período 2004-2011, en miles de unidades.

AÑO:	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Exportaciones	45	91	180	360	362	542	807	1220*

* Estimación

Si los datos se presentan en un gráfico aritmético (gráfico de la figura 6.30), se nota que las exportaciones aumentaron entre el 2004 y el 2007, fueron prácticamente iguales en el 2008 y reasumieron su crecimiento a partir del 2009.

Este gráfico, sin embargo, no dice nada acerca de la tasa de crecimiento de las exportaciones, la cual puede ser una pieza de información de gran importancia para el gerente y directivos de la empresa. Se ha elaborado el gráfico de la figura 6.31, que utiliza una **cuadrícula semilogarítmica**. El gráfico confirma el crecimiento absoluto de la serie; además, indica que las exportaciones crecieron a una tasa casi constante entre el 2004 y el 2007, se estancaron en el 2008 y luego recobraron su crecimiento a una tasa constante, pero menor, a partir del 2009. Esta conclusión se deriva del hecho de que tanto las cifras del 2004 al 2007, como las del 2008 al 2011 producen una línea recta en el gráfico, esto señala crecimiento a una tasa constante, y que la pendiente de la recta, en el tramo 2008-2011, es menos pronunciada que la del tramo 2004-2007.

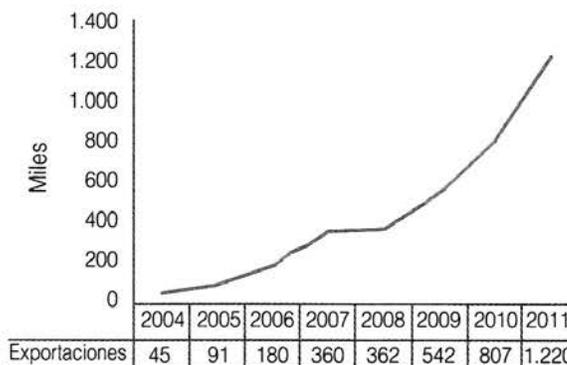


Figura 6.30. Gráfico de las exportaciones anuales de una empresa industrial (gráfico aritmético)

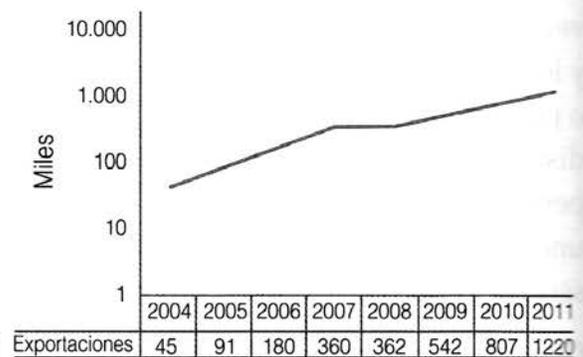


Figura 6.31. Gráfico de las exportaciones anuales de una empresa industrial (gráfico semilogarítmico)



Ejemplo 2

Cuando se quieren comparar dos o más series de datos de magnitud similar, por lo general, es suficiente representarlas en un gráfico de cuadrícula aritmética con una sola escala. El único cuidado que debe tenerse es de identificarlas, de forma apropiada, mediante el uso de diversos trazos (puntos, línea quebrada, etc.). Pero si las magnitudes de las series difieren significativamente, al representarlas en un gráfico aritmético quedarán muy separadas y lógicamente no se podrán comparar adecuadamente, ni apreciar la variación relativa, que por lo común interesa en estos casos. Entonces, se representan en un gráfico semilogarítmico usando dos escalas verticales, una para cada serie. Un ejemplo de esta situación se da, por ejemplo, si se desea comparar la evolución histórica del voto por el partido Liberación Nacional (PLN) en la provincia de Cartago con la evolución en todo el país. Obviamente, las cifras para todo el territorio son mucho mayores que las correspondientes a la provincia de Cartago y no puede haber ningún interés en comparar sus variaciones absolutas, sí interesa determinar en qué medida los cambios relativos de ambas series han sido similares o diferentes. Para ilustrar esta situación se ha construido el gráfico de la figura 6.32, de cuadrícula aritmética, en el cual se observa que la serie correspondiente a Cartago aparece como una línea casi recta muy cerca del eje horizontal, cuyo comportamiento resulta imposible de detectar, menos comparar sus variaciones con las de todo el país.

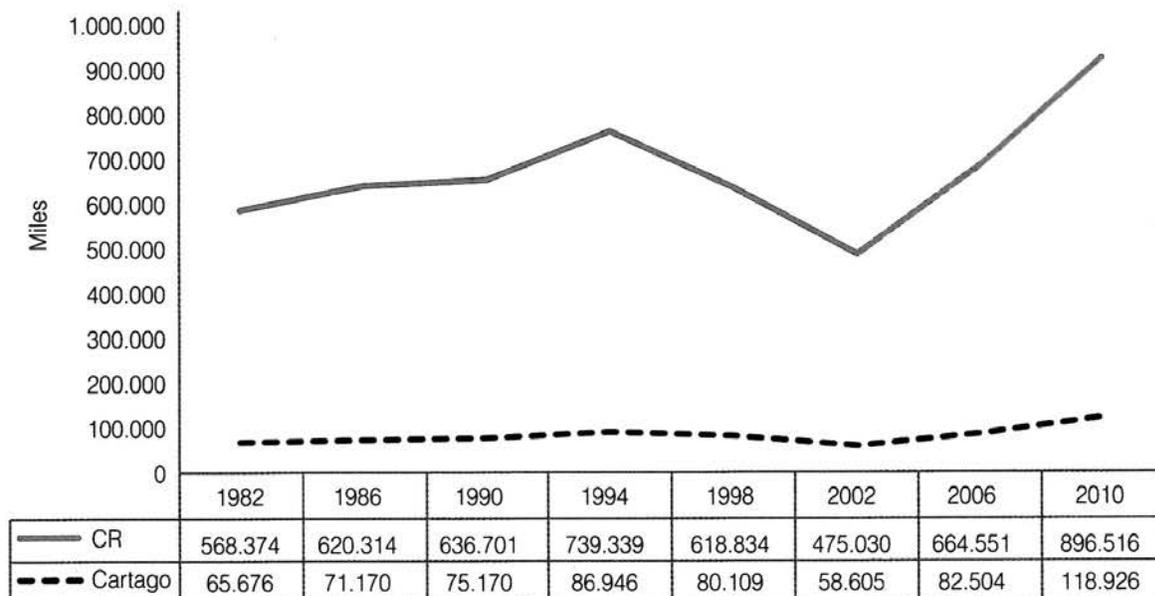


Figura 6.32. Gráfico que muestra el voto para presidente por el partido Liberación Nacional en Costa Rica y en la provincia de Cartago, periodo 1982-2010

Fuente: TSE, Cómputo de votos y declaratoria de elecciones 1982 a 2010

En el gráfico de la figura 6.33, de cuadrícula semilogarítmica y con dos escalas, es factible comparar el comportamiento del voto por el PLN en Cartago y en todo el país; puede notarse el marcado paralelismo entre ambas series, lo cual indica que el patrón de variación en el período considerado ha sido muy similar.

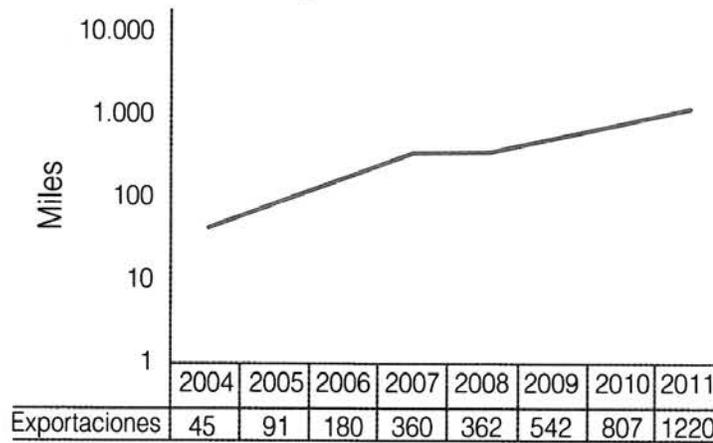


Figura 6.33. Gráfico que muestra el voto para presidente por el partido Liberación Nacional en Costa Rica y en la Provincia de Cartago, periodo 1982-2010

Ejemplo 3

En la figura 6.34, se utiliza un gráfico semilogarítmico de dos escalas para comparar la evolución histórica de dos series medidas en diferentes unidades: la tasa de desempleo abierto y el PIB per cápita en dólares.

Puede notarse que la tasa de desempleo tiende a subir, lentamente, entre el 2000 y el 2003, luego se estabiliza y, por último, sufre una baja marcada conforme la tasa de crecimiento del PIB se acelera.

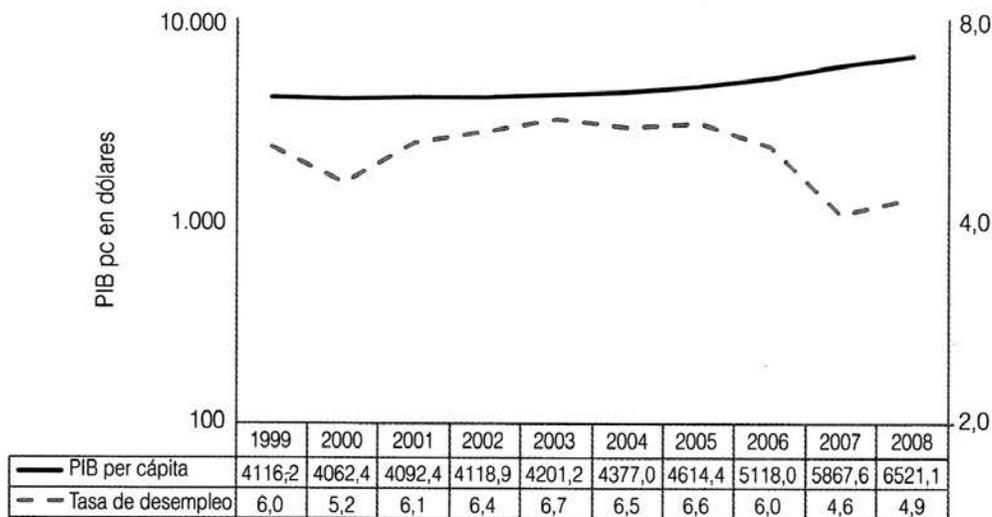


Figura 6.34. Gráfico que muestra la evolución de la tasa de desempleo y el PIB per cápita en dólares, 1999-2008

6.6.4. Gráfico aritmético con dos escalas verticales

Cualquier cambio en la unidad de medida de una escala aritmética produce un cambio en la inclinación o pendiente de la línea representada en el gráfico; por esta razón, no es legítimo comparar las pendientes de líneas dibujadas con diferentes escalas aritméticas verticales (u horizontales).

Suponga que el número de centros comerciales varió en un país y en su ciudad capital, entre 2005 y el 2010, en la siguiente forma:

	2005	2010
Todo el país	1000	2000
Ciudad capital	100	200

Se aprecia un aumento absoluto de 1000 en el país y de 100 en la ciudad capital, y un aumento de 100% en ambos casos.

Si la información anterior se presenta en un gráfico aritmético, con una sola escala de 0 a 2000 (figura 6.35, gráfico A), y luego en otro aritmético de dos escalas (0 a 10 000 para todo el país y 0 a 200 para la capital) pueden notarse que: a) la escala aritmética no muestra correctamente los aumentos relativos; y b) el uso de dos escalas en un gráfico aritmético distorsiona fuertemente la comparación visual.

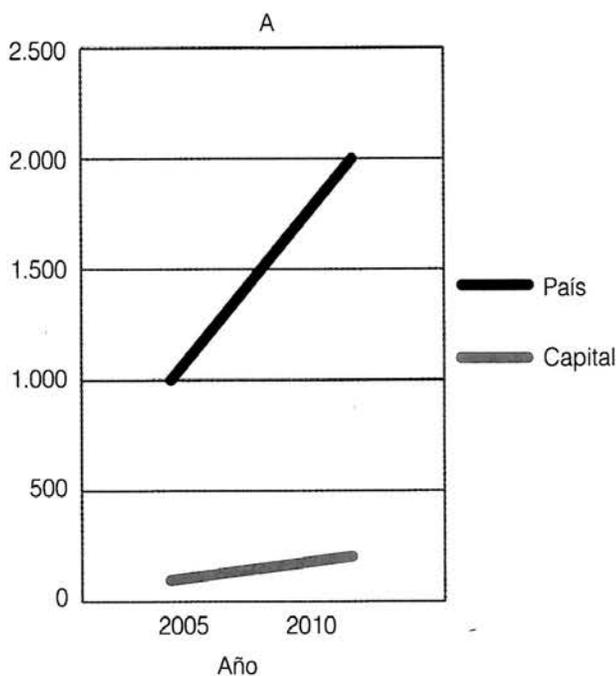


Figura 6.35. Gráfico que muestra el crecimiento del número de centros comerciales en todo el país y la ciudad capital entre el 2005 y el 2010

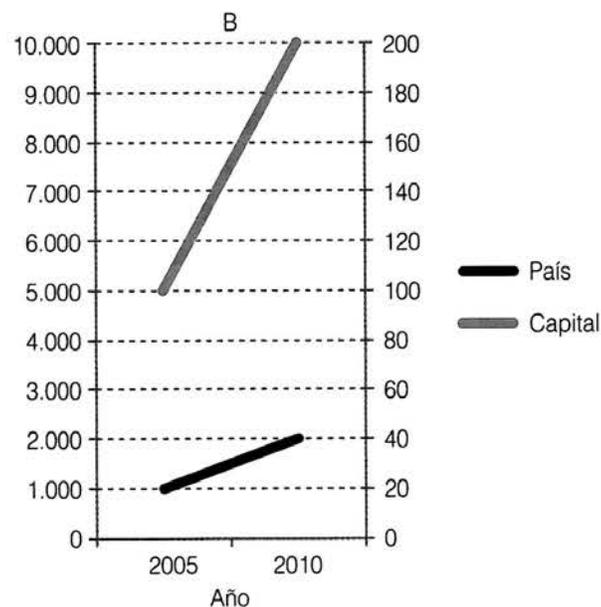


Figura 6.36. Gráfico que muestra el crecimiento del número de centros comerciales en todo el país y la ciudad capital entre el 2005 y el 2010

El **gráfico A** de la figura 6.35 sugiere un crecimiento muy fuerte del número de centros comerciales en todo el país y muy modesto en la ciudad capital. El **gráfico B** de la figura 6.36, por el contrario, sugiere la idea contraria: un crecimiento muy marcado en la capital y uno muy leve en el país.

Todo esto sucede a pesar de que en ambos casos el aumento relativo es el mismo: 100%, y lo diferente es el absoluto. La idea falsa se debe a la incapacidad de los gráficos aritméticos para mostrar adecuadamente los cambios relativos y a la tendencia de los lectores a tratar de deducir y comparar cambios relativos a partir de gráficos donde aparecen dos líneas sin reparar, si las escalas son aritméticas o logarítmicas.

En rigor, entonces, dada la naturaleza de los gráficos aritméticos, usualmente no es una práctica correcta utilizar dos escalas diferentes (una a la derecha y otra a la izquierda) para representar, en un mismo gráfico aritmético, dos series de datos, ya que las pendientes y las distancias sobre la base 0 no son comparables; además, carece de sentido suponer que una distancia igual puede representar, al mismo tiempo y en un mismo gráfico, según la escala considerada, magnitudes absolutas diferentes o medidas en diferentes unidades (por ejemplo, un kilogramo y mil colones).

A pesar de lo anterior, es frecuente encontrar ejemplos de este tipo de gráficos en publicaciones, informes, revistas técnicas y periódicos. Esto posiblemente se deba al deseo de aprovechar un tipo de gráfico considerado más conocido y simple, para mostrar y comparar dos series de datos respecto a las cuales se espera cierto grado de correlación o paralelismo, ignorando, de manera consciente o inconsciente, las limitaciones de ese procedimiento.

Si las personas se limitaran a ver cada línea por separado contra la escala que le corresponde, el problema prácticamente no existiría, porque sería como tener dos gráficos independientes. Sin embargo, es usual, tanto quienes elaboran el gráfico, como quienes los ven tienen en mente cierto grado de relación y de paralelismo entre las series representadas y tratan de comparar las dos líneas para mostrar o tratar de descubrir visualmente si existe ese paralelismo. Esto, por supuesto no es válido por tratarse de series en diferentes escalas aritméticas. Además, está el punto de que muchos lectores, al tener dos líneas en el mismo gráfico, tienden a interpretar los cambios, no en el sentido absoluto, como corresponde en gráficos aritméticos, sino como tasa de cambio (variación relativa).

Por todas estas razones, el uso de los gráficos aritméticos con doble escala debería evitarse o solo hacerse en ciertas situaciones en las cuales la posibilidad de una visión distorsionada del gráfico sea poco probable.

6.6.5. Algunas guías para interpretar los gráficos semilogarítmicos

En los recuadros siguientes se presentan algunas guías para interpretar los gráficos semilogarítmicos y para compararlos con los aritméticos:

GUÍAS PARA INTERPRETAR EL GRÁFICO SEMILOGARÍTMICO

1. Una línea recta indica una **tasa constante de cambio**, de **aumento** si la pendiente es **positiva** y de **disminución** si la pendiente es **negativa**.
2. Líneas paralelas indican que las series están aumentando o disminuyendo a la misma tasa.
3. Si dos líneas o dos segmentos de una misma curva tienen diferente pendiente, la que tiene la pendiente más marcada varía a una tasa mayor (de aumento o de disminución).

USOS DEL GRÁFICO SEMILOGARÍTMICO

1. Determinar si una serie muestra una tasa constante de cambio.
2. Comparar los cambios relativos de series que difieren en magnitud.
3. Comparar series medidas en diferentes unidades.

Cuadro 6.4
 COMPARACIÓN DE LA CUADRÍCULA ARITMÉTICA Y LA LOGARÍTMICA

CUADRÍCULA ARITMÉTICA	CUADRÍCULA SEMILOGARÍTMICA
Ambas escalas aritméticas.	Escala horizontal aritmética y vertical logarítmica. En la vertical, distancias iguales representan tasas de cambio iguales
Iguals distancias representan iguals magnitudes	
Siempre debe aparecer el cero al pie de la escala vertical. Las comparaciones se hacen con respecto a la línea base.	No se utiliza el cero al pie de la escala vertical. No tienen sentido las comparaciones con respecto a la línea base.
El cero y los números negativos pueden ser representados en la escala vertical.	Es imposible representar el cero o un número negativo en la escala vertical.
Si se modifica la escala vertical o la horizontal, cambia la pendiente de la curva.	Si se modifica la escala vertical, la pendiente de la "curva" no varía. Pero si se cambia la horizontal, la pendiente varía.
No se pueden utilizar dos escalas verticales diferentes.	Si se necesita, pueden usarse dos escalas verticales diferentes
Este tipo de gráfico se usa para mostrar los MONTOS absolutos de cambio de dos o más variables en las MISMAS UNIDADES sobre la MISMA ESCALA VERTICAL.	Es útil para mostrar TASAS de cambios en dos o en más variables en las mismas unidades o en UNIDADES DIFERENTES. Pueden usarse DIFERENTES ESCALAS VERTICALES.

6.7. PICTOGRAMAS

El pictograma es un tipo de gráfico construido a base de figuras o dibujos con el propósito de atraer la atención del lector. Por lo general, los dibujos son pequeños, todos del mismo tamaño y dispuestos de manera similar al gráfico de barras horizontales; no se usan escalas, pero sí alguna guía acerca del valor del símbolo utilizado y esto, unido al hecho de que los dibujos son del mismo tamaño, permite tener una idea aproximada de los valores numéricos que representan. Un ejemplo de pictograma se incluye en el gráfico de la figura 6.37.

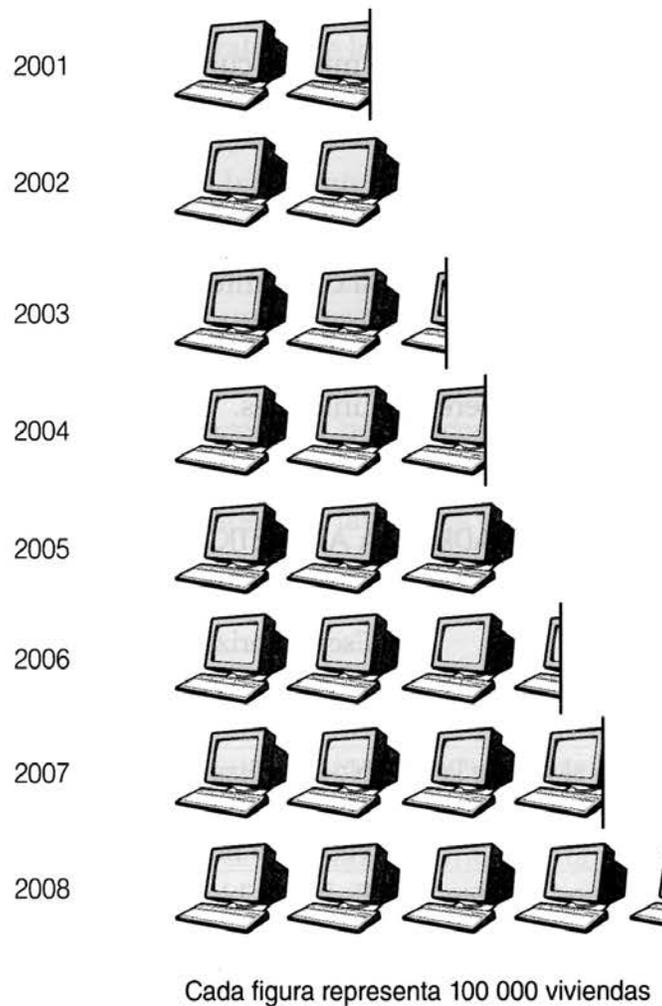


Figura 6.37. Gráfico que muestra el número de viviendas con computadora, según la Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2001-2008

Un error frecuente que debe atenderse, en este tema de los pictogramas, es el de usar símbolos de diferente tamaño para representar distintas magnitudes. Un ejemplo clásico de este tipo de error se presenta en el gráfico de la figura 6.38, tomado del libro de

Neiswanger, *Elementary Statistical Methods*.⁷ Como puede apreciarse, el propósito del gráfico es mostrar el aumento en la esperanza de vida, ocurrido en los Estados Unidos entre 1879 y 1954. Para ello, se recurre a figuras de hombres de diferente tamaño, vestidos de acuerdo con la época. El hombre situado más a la derecha tiene aproximadamente el doble de la estatura del situado a la extrema izquierda, con el propósito de mostrar el cambio en la esperanza de vida de 34 a 70 años, en el período considerado. El área del hombre más alto, sin embargo, es aproximadamente cuatro veces la del pequeño, y si el ojo lo capta en tercera dimensión, para dar volumen a la figura, la distorsión es mayor. El progreso en longevidad ocurrido en esos setenta años fue realmente grande pero, de ninguna manera, tanto como el pictograma sugiere.



Figura 6.38. Gráfico con la ilustración del uso impropio de los pictogramas.
Esperanza de vida en los Estados Unidos

Fuente: adaptado de un artículo periodístico

Para un pictograma, debe escogerse el dibujo que mejor sugiera la naturaleza de los datos representados. Además, es recomendable colocar las figuras en forma horizontal, aunque se trate de series cronológicas. Los pictogramas se presentan de este modo porque es más adecuado y sencillo colocar las figuras (personas, casas, animales, etc.) una al lado de la otra y no una encima de otra.

7. W. A. Neiswanger, *Elementary Statistical Methods*. McMillan, 1956, p. 1993. Este es un libro muy antiguo, pero el ejemplo se ha utilizado porque capta muy bien el error al cual se está haciendo referencia.

6.8. MAPAS ESTADÍSTICOS

Son procedimientos gráficos que muestran la información sobre una base geográfica. Los mapas estadísticos pueden ser de varios tipos: sombreados o rayados, punteados, combinados con barras. A continuación, se da una breve explicación de cada uno de ellos.

6.8.1. Mapas sombreados

El propósito de estos mapas es el de mostrar, para cada área geográfica considerada, la magnitud del fenómeno que se quiere representar. Las variaciones en magnitud se trazan gráficamente por medio de diferencias progresivas en rayado o sombreado.

6.8.2. Mapas punteados

Cuando el objeto es el de mostrar la distribución geográfica de los sucesos, deberá utilizarse un mapa punteado. En este tipo, cada punto representa una cantidad fija. Así, en aquellas regiones donde es mayor la concentración, habrá un mayor número de puntos que, en ciertos casos, se convierten en manchas negras, indicando claramente la aglomeración de los datos en esas áreas.

En la página siguiente, se presenta un mapa donde aparece la población de Costa Rica para cada una de las subregiones en la que se ha dividido el país, para fines de planificación; se combina el mapa con la barra vertical.

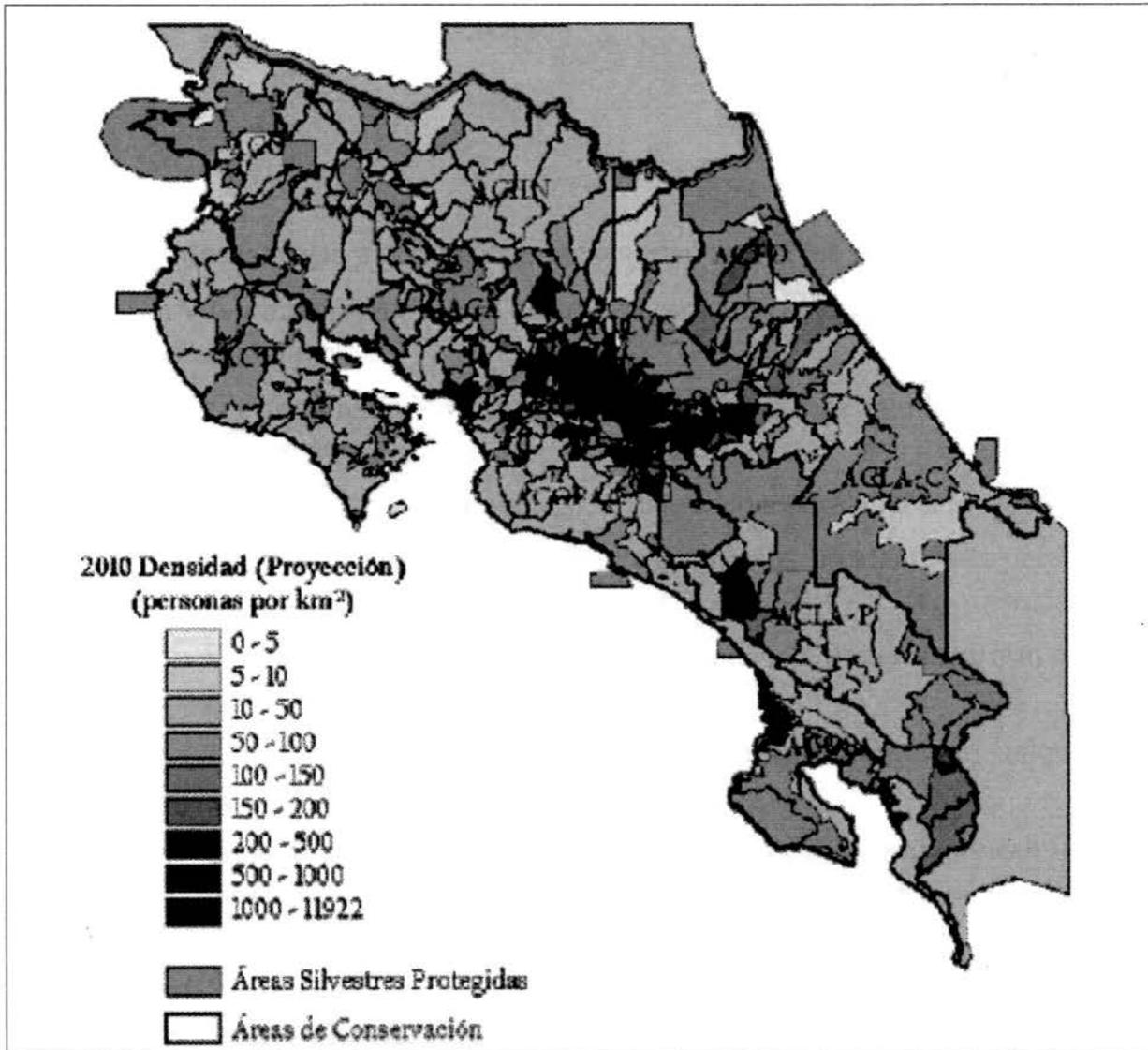


Figura 6.39. Mapa densidad poblacional

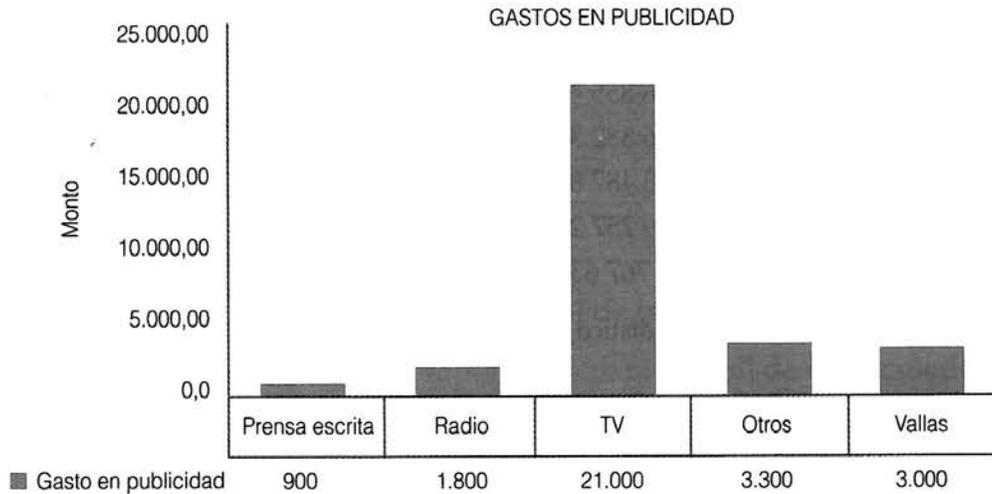
Fuente. Censo de población 1984 (proyecciones), INEC.

EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN

1. Señales dos ventajas y dos inconvenientes en el uso de los gráficos.
2. Escriba V (verdadero) o F (falso) delante de cada uno de los siguientes enunciados, según corresponda:
 - a) () Las proporciones del gráfico dependen de la serie estadística que se quiere presentar.
 - b) () Debe señalarse claramente si en el gráfico la escala ha sido cortada.
 - c) () El gráfico necesita título, leyendas, símbolos, escala, fuente para quedar claramente especificado.
 - d) () El gráfico tiene, frente al cuadro, la ventaja de poder incluir un gran número de datos sin perder claridad.
 - e) () Todo gráfico, con un poco de habilidad, puede representar cualquier tipo de serie de datos.
 - f) () En el gráfico solo deben aparecer las leyendas que identifican las magnitudes de las escalas horizontal y vertical; todas las demás lo harían confuso.
3. Para cada una de las series que se indican abajo, señale el tipo de gráfico más apropiado para representarla. Para ello, anote dentro de los paréntesis el número que antecede al gráfico en la lista siguiente (puede ser más de uno).
 1. Gráfico de barras simples 5. Gráfico de sectores o circular.
 2. Gráfico de barras compuestas 6. Barra 100%.
 3. Gráfico de barras comparativas 7. Gráfico Lineal
 4. Gráfico de barras dos direcciones
 - a) () Número de alumnos matriculados en la Universidad Estatal a Distancia en cada uno de los años del período 2000-2010
 - b) () Saldo de la balanza de pagos del país en el período 2005-2010
 - c) () Población del país por sexo durante el período 1990-2010
 - d) () Temperaturas máximas, mínimas y medias en la ciudad de San José para cada mes del año pasado

- e) () Distribución porcentual de la población económicamente activa del país por categoría ocupacional
 - f) () Número de vehículos de doble tracción registrados en el período 2005-2010
 - g) () Distribución porcentual del tonelaje de entrada y salida por los tres puertos principales de un país durante el 2010
 - h) () Evolución en el período 2000-2010, de los precios de tres productos de consumo popular
 - i) () Distribución porcentual de la producción del café por provincias en el 2010
 - j) () Superávit y déficit de la Corporación Nacional de Fomento en el período 1995-2010
4. Señale los tres elementos más importantes que deben tenerse en cuenta para la construcción de un gráfico de barras.
 5. Suponga que usted debe elaborar un gráfico circular o de sectores a mano, es decir, sin usar la computadora. Señale los pasos fundamentales del orden debido que usted seguiría para hacerlo.
 6. Si se tuviera información para 10 años sobre el valor bruto, en colones, de la producción de 14 productos agrícolas, ¿qué elegiría usted para presentarla: un cuadro o un gráfico? Justifique brevemente la respuesta.
 7. Una empresa está interesada en conocer cómo ha evolucionado el número de unidades vendidas de un cierto producto durante los últimos seis años. Le interesa, asimismo, conocer cuál ha sido la distribución de las ventas, según se realicen en el Valle Central o fuera de este. Si se quieren representar estos datos en forma gráfica, ¿qué tipo de gráfico aconsejaría usted utilizar y por qué?
 8. Se desea presentar gráficamente información referente al número de graduados de la Universidad de Costa Rica de los años 1990 al 2010. Un asistente hace un gráfico lineal aritmético, pero le queda demasiado largo y estrecho, y se ve mal. Explique a qué se debe esta situación y cómo podría solucionarse.
 9. El gráfico que aparece abajo es tomado de la página 10 del documento "Falange Cívica: Informe Financiero de la Campaña del 2010". Los datos se refieren al gasto realizado en publicidad por ese partido durante la Campaña Presidencial del 2010 (en miles de pesos). La información fue suministrada por la Tesorería General de la Falange Cívica, en agosto del 2010.
 - a) Indique claramente todos y cada uno de los errores que presenta el mencionado gráfico en su construcción.

- b) Proceda a elaborar un nuevo gráfico usando la información disponible y siguiendo todos los principios y requisitos que debe cumplir uno bien elaborado.



10. Seguidamente, aparecen las cifras de diputados electos a la Asamblea Legislativa de Costa Rica en las elecciones del 2002, 2006 y 2010, según partido y sexo.

PARTIDO	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
Liberación Nacional	66	37	29
Acción Ciudadana	42	22	20
Unidad Social Cristiana	30	21	9
Movimiento Libertario	21	16	5
Otros *	12	11	1
TOTAL	171	107	64

* Incluye varios partidos pequeños con unos pocos diputados (Cristianos, Frente Amplio, PASE).

Fuente: TSE, "Cómputo de votos y declaratorias de elecciones" 2002, 2006 y 2010

Con base en los datos anteriores:

- Construya un gráfico circular para mostrar la distribución por partido del total de diputados.
- Construya un gráfico de barras que permita comparar las distribuciones relativas por partido para cada sexo.
- Elabore un gráfico de barras que permita comparar la distribución relativa por sexo dentro de cada uno de los partidos.
- Interprete el valor correspondiente al PAC-mujeres en b) y en c).
- ¿Cuál partido diría usted que es el más igualitario en cuanto a las oportunidades de ser electo diputado para hombres y mujeres, y cuál el menos?

11.

Exportaciones de Costa Rica a los países de Centroamérica-2008 (en dólares)

PAÍS	EXPORTACIONES	IMPORTACIONES	SALDO COMERCIAL
El Salvador	250 728 930	148 520 448	102 208 482
Guatemala	336 855 432	296 783 344	40 072 088
Nicaragua	376 882 321	105 578 592	271 303 729
Honduras	293 487 877	80 065 838	213 422 039
Panamá	369 257 233	240 683 540	128 573 693
Belice	6 767 631	30 707 512	-23 939 881

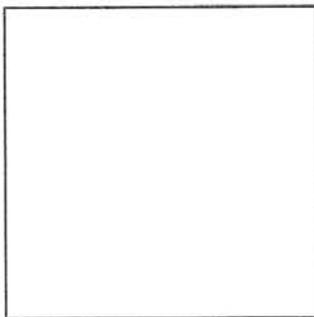
Fuente: INEC, Anuario Estadístico del 2008, pp. 340-341

Utilizando la información incluida en el cuadro anterior:

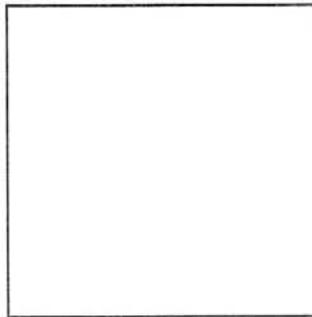
- a) Construya un gráfico que permita analizar las exportaciones de Costa Rica, según el país de destino.
 - b) Prepare un gráfico que permita comparar las exportaciones e importaciones, según los países.
 - c) Escriba un comentario pequeño sobre lo que muestran las series; utilice los gráficos y el cuadro.
 - d) Responda a la pregunta siguiente: ¿Sería correcto y conveniente, en este caso, hacer un gráfico lineal de saldos netos para facilitar el análisis? ¿Por qué?
 - e) Haga el gráfico adecuado para representar el saldo de intercambio.
12. El Centro Internacional de Capacitación Técnica ha desarrollado un programa de adiestramiento de supervisores en mantenimiento industrial. El curso tiene una duración de 11 meses, inicia a mediados de enero y finaliza a mediados de diciembre. Por la naturaleza de la enseñanza, no existen aplazados y los alumnos que se matriculan son aprobados o reprobados; usualmente, durante el transcurso del año un cierto número de los matriculados abandona el curso, es decir, deserta. A continuación, se presentan algunas estadísticas sobre la matrícula y rendimiento de los alumnos del programa durante el período 2005-2010.

AÑO	Matriculados	Finalizaron el curso	Aprobaron el curso	Desertores
2005	88	63	56	25
2006	483	330	259	154
2007	500	360	313	140
2008	750	593	549	157
2009	824	732	682	92
2010	1720	1579	1486	141

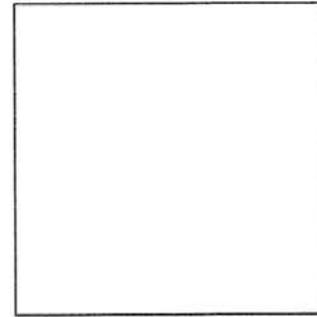
- a) Elabore un gráfico lineal simple para el total de matriculados.
 - b) Construya un gráfico lineal de componentes para el total de matriculados (use tres componentes).
 - c) Construya un gráfico de barra 100% para los tres componentes del año 2010.
 - d) Construya un gráfico de barras para comparar la deserción con la matrícula total en el período.
 - e) Obtenga los porcentajes de promoción por año y construya un gráfico de barras verticales con los resultados obtenidos.
13. Suponga que los cuadrados de abajo están graduados con una escala horizontal aritmética y una vertical logarítmica, es decir, corresponden a una **cuadrícula semilogarítmica**. Ahora, se requiere que usted trace en ellos el comportamiento que:
- a) presenta una serie de disminuciones relativas constantes.
 - b) presenta una serie de disminuciones absolutas constantes.
 - c) presentan dos series con aumentos relativos constantes, en el cual la tasa de aumento de la serie 1 es mayor que la de serie 2.



a)



b)



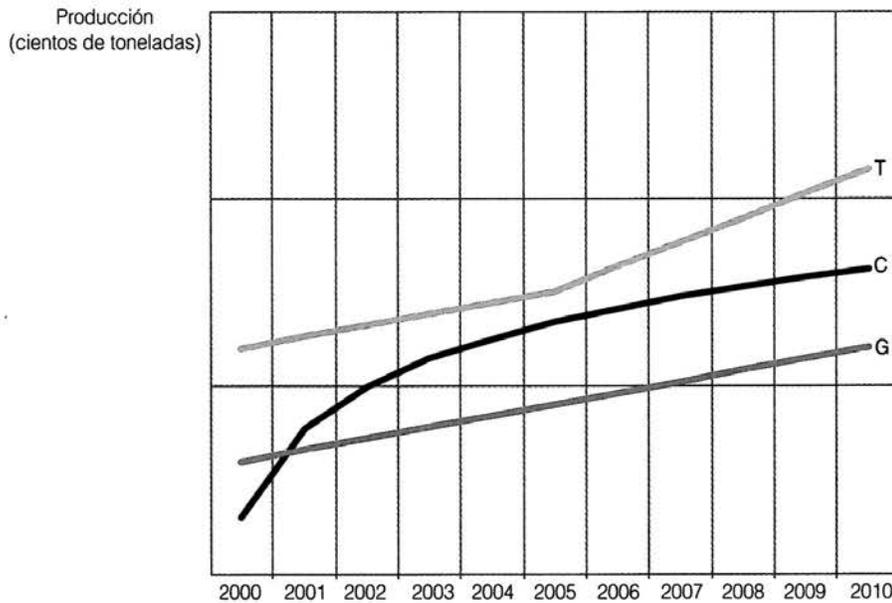
c)

14. En un país, la entrada de trabajadores extranjeros está totalmente controlada, nadie puede entrar sin una autorización escrita de la Oficina de Trabajo, la cual fija anualmente las cuotas de entrada, tanto para obreros como para técnicos. A continuación, se incluye el número total de trabajadores de cada categoría que ingresó en el período 2001-2010 al país mencionado.

AÑO	OBREROS	TÉCNICOS	AÑO	OBREROS	TÉCNICOS
2001	6900	118	2006	11 112	473
2002	7590	196	2007	12 223	520
2003	8349	274	2008	13 445	572
2004	9184	352	2009	14 790	629
2005	10 102	430	2010	16 269	692

De los datos se deduce que la política seguida ha sido la de aumentar anualmente los permisos, sin embargo, sería interesante determinar cuáles han sido los criterios utilizados y si ha habido cambios en estos.

- Construya un gráfico semilogarítmico en el cual aparezcan ambas series de datos. Tome las precauciones apropiadas para que las curvas queden cerca y la comparación y el análisis sean cómodos.
 - Determine cuál ha sido la política o criterio seguido en cuanto a la fijación de permisos para los obreros. Note que se quiere un análisis gráfico y por ello sus conclusiones deben basarse en el gráfico y no directamente en los datos.
 - Usando el mismo gráfico semilogarítmico, realice igual tipo de análisis para los técnicos.
 - Represente la serie correspondiente a los técnicos en un gráfico aritmético y, luego del examen de ese gráfico, revise sus conclusiones o reafírmelas.
15. Se desea comparar gráficamente la producción de caña de azúcar de tres zonas: Turrialba (T), Grecia (G) y Cañas (C). Con ese propósito, los datos de producción anual para el período 2000-2010 se representan en el gráfico siguiente: (ESCALA VERTICAL LOGARÍTMICA)



A continuación, se presentan varias afirmaciones relacionadas con este gráfico. Lea con cuidado cada una y marque con una X la casilla correspondiente. Puede ser falsa (F) o verdadera V.

- Entre el 2000 y el 2005, tanto T como G han crecido siguiendo progresiones aritméticas con iguales aumentos
- Entre el 2000 y el 2005, las tasas de aumento han sido constantes para T y G, pero mayores para T que para G
- Los porcentajes de aumento en la producción se han mantenido constantes para G durante todo el período 2000-10
- Los aumentos absolutos de T fueron constantes en el período 2000-05 y también en el 2005-10, pero un poco mayores en el segundo
- Los aumentos absolutos de C han sido constantes desde el 2000 hasta el 2010
- La serie C sigue una progresión geométrica
- Los aumentos relativos de C siempre fueron mayores que los de T

RESPUESTA A LOS EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN

1. Ventajas en el uso de gráficos

- a) Los gráficos son entendidos con mayor rapidez y comodidad. Presentan mejor una idea general.
- b) Llaman más la atención al lector, despertando su interés por comprender mejor el tema en cuestión.

Desventajas en el uso de gráficos

- a) Los gráficos no dan una expresión exacta de las cifras, sino valores aproximados.
- b) En los gráficos solo se puede representar a la vez una cantidad limitada de datos, ya que si hay demasiada información, resultaría confuso y perdería utilidad.

2.

- a) F b) V c) V
- d) F e) F g) F

- 3. a) (1, 7) Número de alumnos matriculados en la Universidad Estatal a Distancia en cada uno de los años del período 2000-2010.
- b) (1, 7) Saldos anuales de la balanza de pagos del país durante el período 2005-2010.
- c) (2) Población del país por sexo durante el período 1990-2010.
- d) (7) Temperaturas máxima, mínima y media en San José durante el mes del año pasado.
- e) (5, 6) Distribución porcentual de la población económicamente activa del país, según categoría ocupacional.
- f) (1, 7) Número de vehículos de doble tracción registrados en el período 2005-2010.
- g) (3, 7) Distribución porcentual del tonelaje que entra y sale por los tres puertos principales de un país durante el 2010.
- h) (7) Evolución, en el período 2000-2010, de los precios de tres productos de consumo popular.

- i) (5, 6) Distribución porcentual de la producción del café por provincias, en el 2010.
 - j) (2, 3) Superávit y déficit de la Corporación Nacional de Fomento en el período 1995-2010.
4. Las tres características más importantes que deben tenerse en cuenta para la construcción de un gráfico de barras son:
- a) Tipo de serie: según el tipo de serie, cronológica o geográfica, es más conveniente un gráfico de barras verticales (para la cronológica) o de barras horizontales (para la serie cualitativa o geográfica).
 - b) Se debe dejar siempre un espacio igual entre barra y barra.
 - c) Para la construcción del gráfico de barras horizontales, o sea, para series cualitativas y geográficas, las barras deben ordenarse de acuerdo con su longitud de mayor a menor. La barra más larga se coloca en la parte superior y la más corta, en la parte inferior.
5. Los pasos fundamentales para construir un gráfico circular son:
- a) Ordenar las categorías por magnitud de mayor a menor (si hay una categoría de "otros", se coloca de última).
 - b) Calcular los porcentajes que cada categoría o sector representa del total.
 - c) Acumular hacia abajo esos porcentajes.
 - d) Multiplicar cada porcentaje acumulado de cada sector por 3,6, con esto se obtiene el número de grados de cada sector.
 - e) Dibujar un círculo de tamaño adecuado, fija el inicio de 0° en la parte más alta del círculo y luego, siguiendo el movimiento de las manecillas del reloj, se van marcando los límites de cada sector.
 - f) Diferenciar cada sector con un rayado o dibujo diferente que lo identifique.
 - g) Colocar, en cada sector, el valor en porcentaje que corresponde.
 - h) Escribir título, fuente, notas, simbología necesaria.
6. Al ser tan grande la cantidad de información que se quiere presentar, se optará por un cuadro. En este caso, el gráfico no ayudaría a una mayor comprensión y clasificación en la presentación.
7. El gráfico más aconsejable para este tipo de información es el de barras compuestas, ya que esta es la forma más clara y completa para representar todos los conceptos de interés para la empresa.

8. Podría pensarse que el asistente no tomó en cuenta la regla básica de proporcionalidad del gráfico (1.5 para la base por 1 para la altura). La solución estaría, en este caso, en la modificación de las escalas del gráfico, teniendo en cuenta el aspecto de proporcionalidad.

9. a) Los errores en la construcción del gráfico son los siguientes:

(1) Título incompleto. Una forma correcta podría ser:

**FALANGE CÍVICA: GASTOS EN PUBLICIDAD
EN LA CAMPAÑA PRESIDENCIAL DEL 2010
(Millones de pesos)**

(2) Al ser una serie cualitativa, el gráfico debe ser de barras horizontales.

(3) En la ordenada no aparecen las unidades a las que se refieren las cifras.

(4) Las barras no están dispuestas en orden de magnitud.

(5) No tiene fuente de información.

9 b).

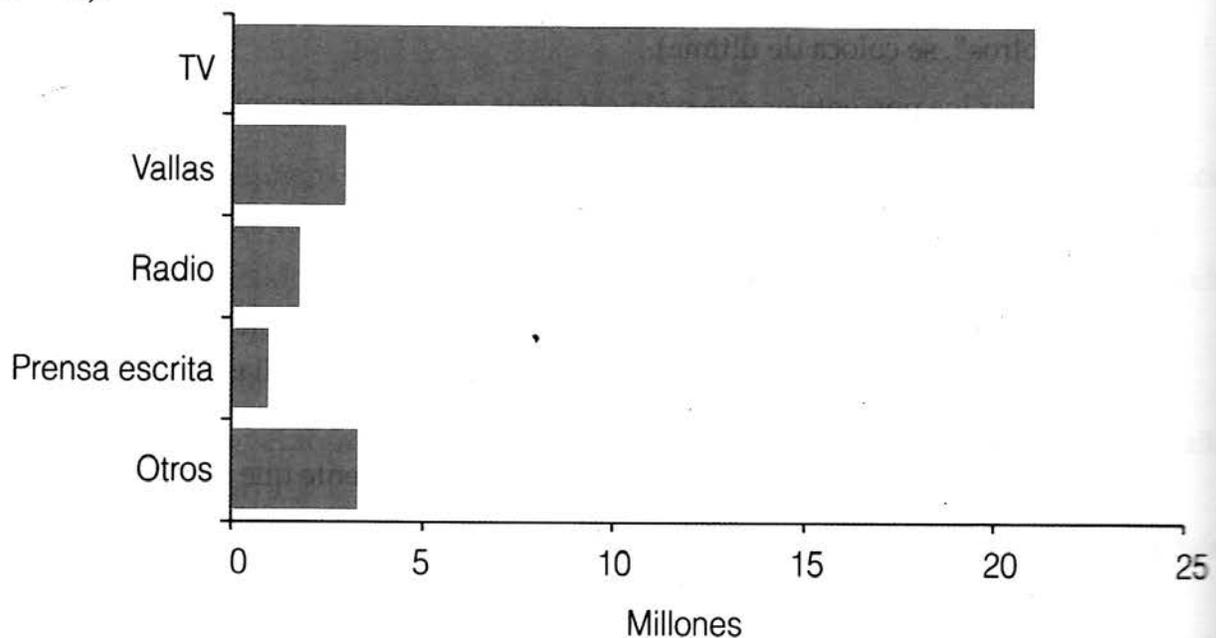


Gráfico 9B. Falange cívica: gastos en publicidad en la campaña del 2010.

Fuente: Tesorería General de la Falange Cívica, agosto del 2010

10 a)

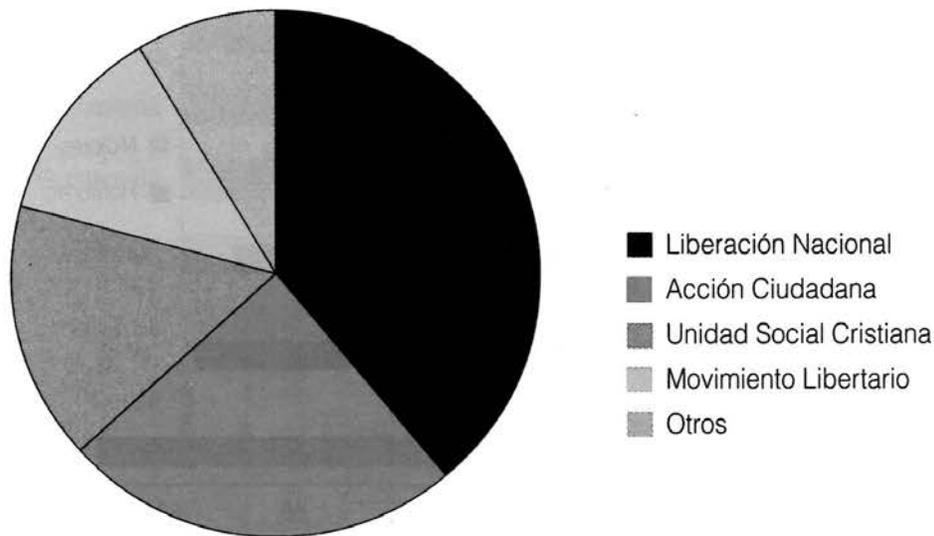


Gráfico 10a. Costa Rica: diputadas electas en las elecciones del 2002-2010, según periodo

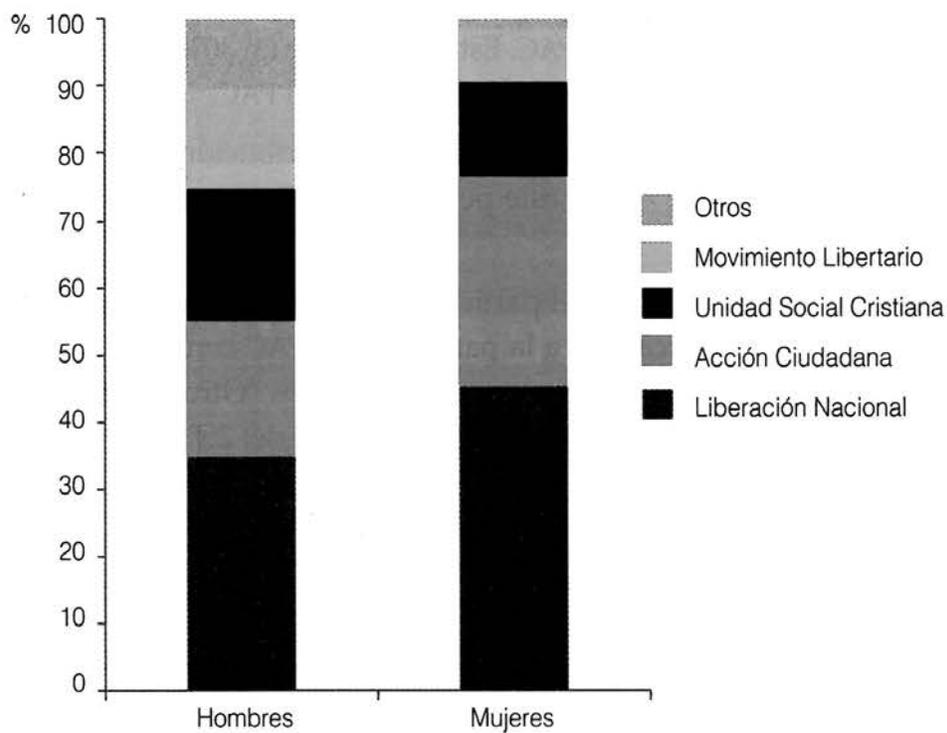


Gráfico 10b. Distribución relativa de diputados electos en las elecciones 2002-2010, según sexo dentro del partido

10 c) Barras comparativas por sexo dentro de cada partido.

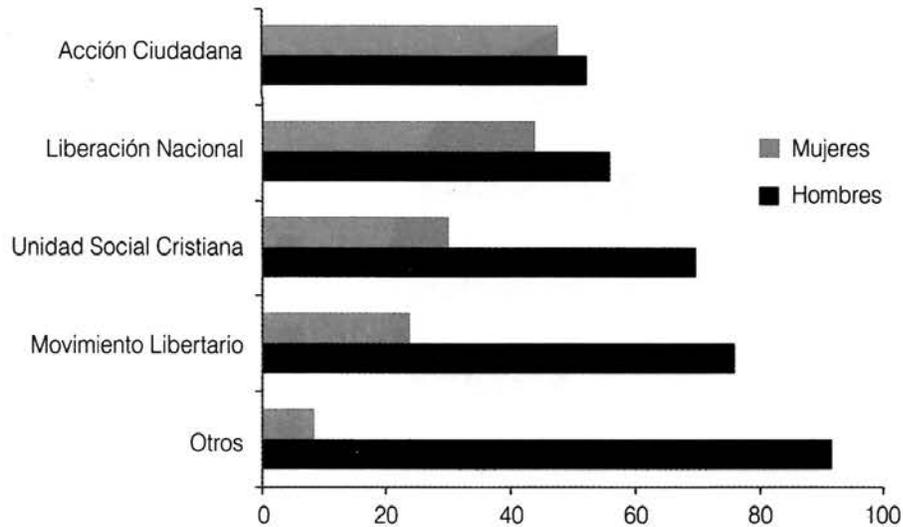


Gráfico 10c. Distribución del sexo dentro de cada partido.
Diputados electos en el período 2002-2010

- 10 d) El gráfico 10b indica que cerca de un 30%, de la barra 100% que representa a las mujeres, corresponde al PAC. Esto señala que un 30% del total de diputadas mujeres electas en el período 2002-10 fueron del PAC.

A su vez, el gráfico 10c, el cual muestra la distribución por sexo de los diputados electos por el PAC en este período, indica que cerca de un 45% fueron mujeres.

- 10 e) El gráfico 10c muestra que el partido en el cual el número de diputados electos, por sexo, se acerca más a la paridad es el PAC con 50%, mientras que las menores posibilidades de ser electo, se dan en los "Otros" partidos (menos del 10%) y en el Movimiento Libertario, por debajo del 25%.

11 a)

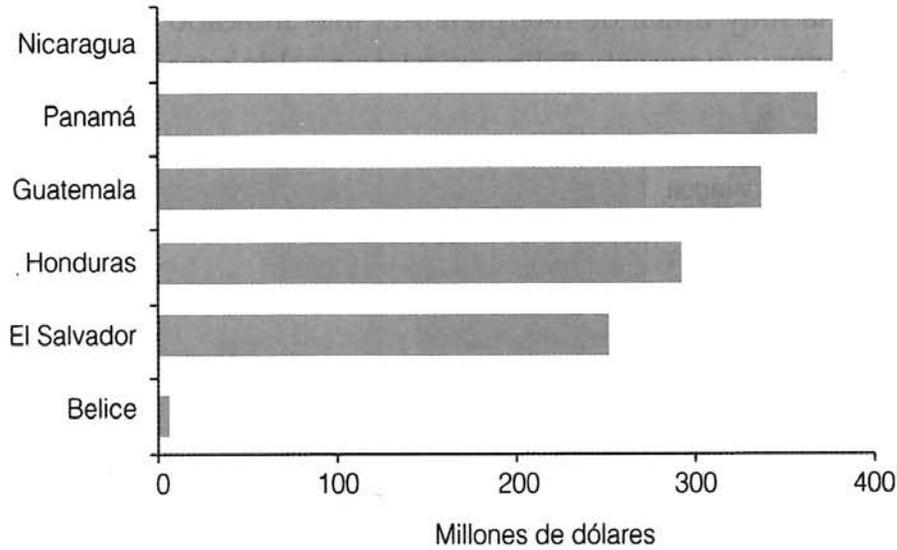


Gráfico 11a. Exportaciones de Costa Rica a los países de Centroamérica, 2008

Fuente: INEC, Anuario Estadístico del 2008, pp. 340-341

b)

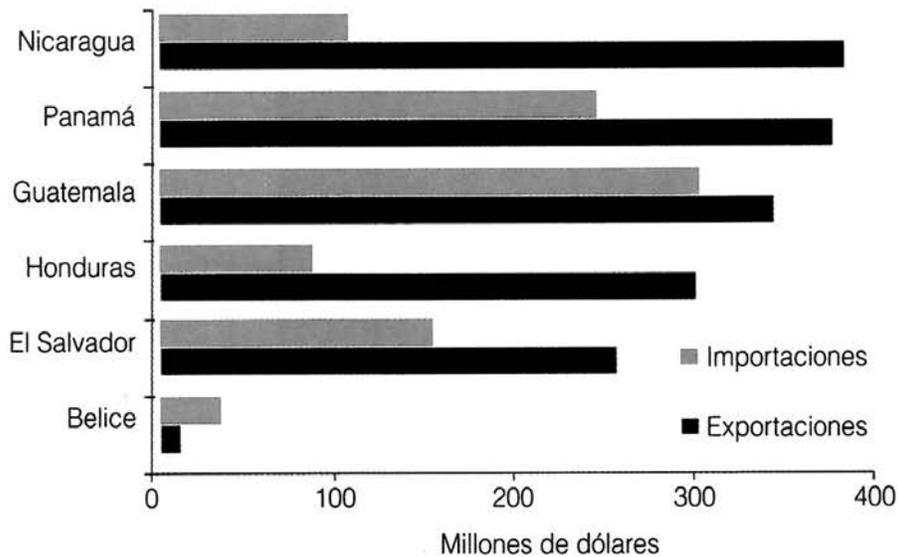


Gráfico 11b. Exportaciones e importaciones de Costa Rica a Centroamérica, 2008

Fuente: INED, Anuario Estadístico del 2008, pp. 340-341

- c) Como se desprende de la información sobre comercio exterior de Costa Rica con Centroamérica, en 2008, el saldo del intercambio comercial fue positivo con todos los países, excepto con Belice. Los saldos comerciales mayores ocurren con Nicaragua y Honduras.

d) No sería correcto porque se trata de una serie geográfica y el gráfico lineal resultaría muy difícil de interpretar. El más indicado es el de barras en dos direcciones, aunque solo Belice muestra un saldo negativo.

e)

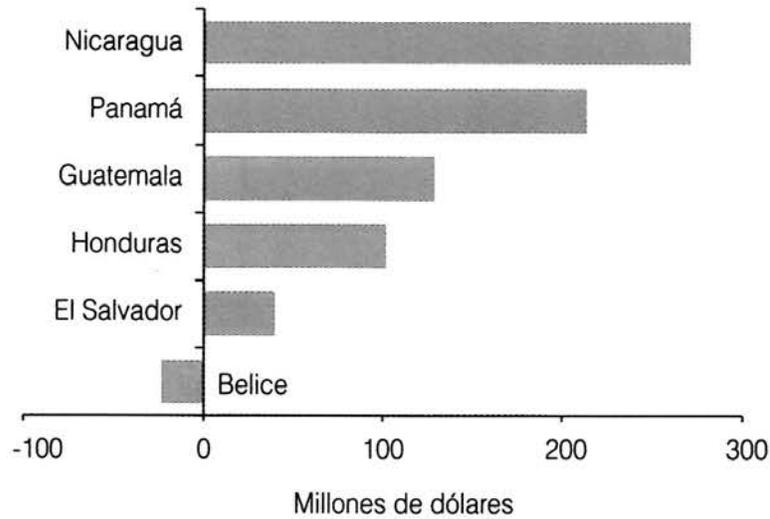


Gráfico 11e. Saldo comercial de Costa Rica, según socio comercial, 2008

12 a)

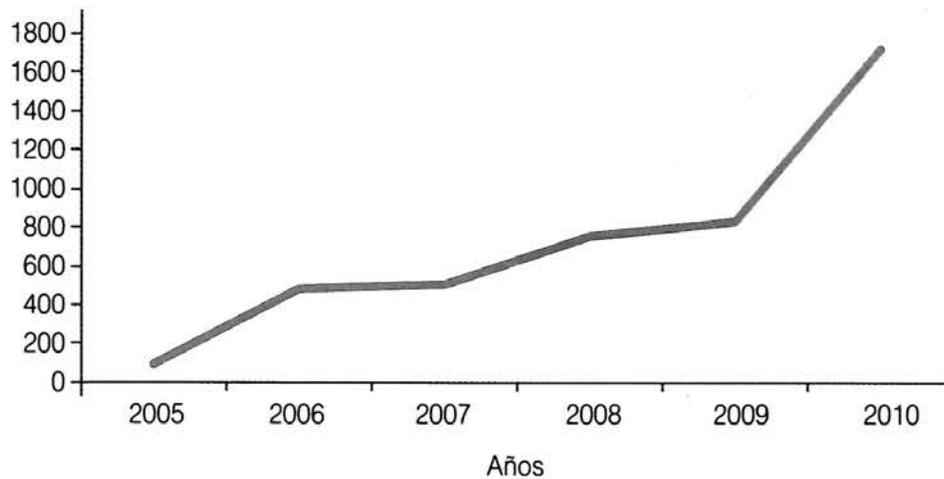


Gráfico 12a. Evolución de la matrícula total, 2005-2010

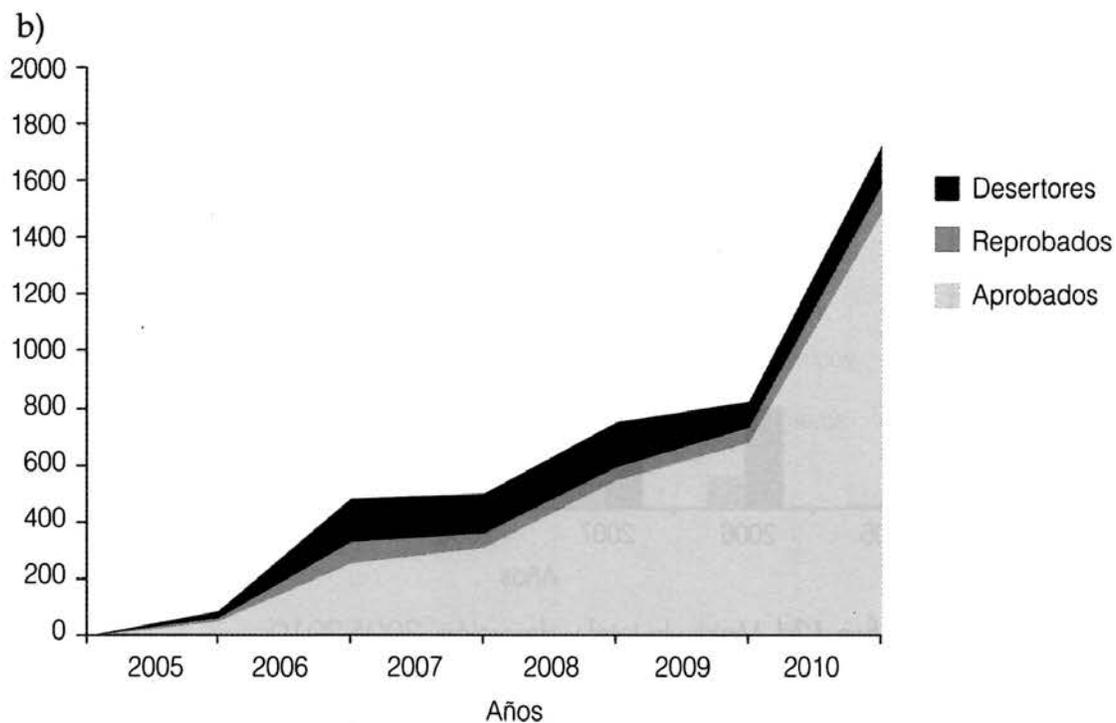


Gráfico 12b. Alumnos matriculados según condición de aprobados, reprobados y desertores. Período 2005-2010

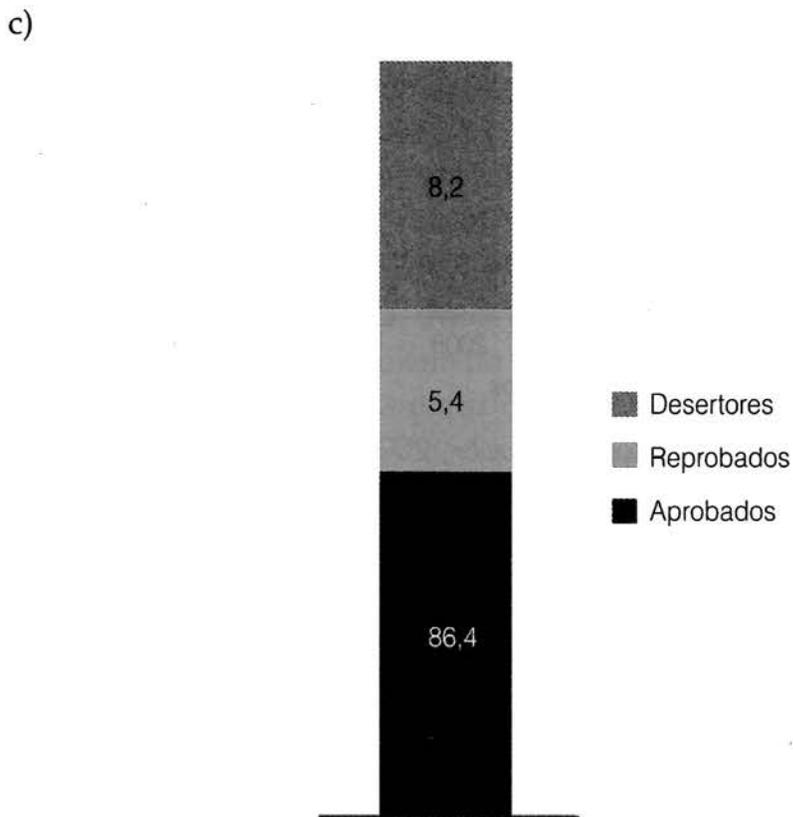


Gráfico 12c. Distribución de los alumnos según condición de aprobados, reprobados y desertores (en porcentajes)

d)

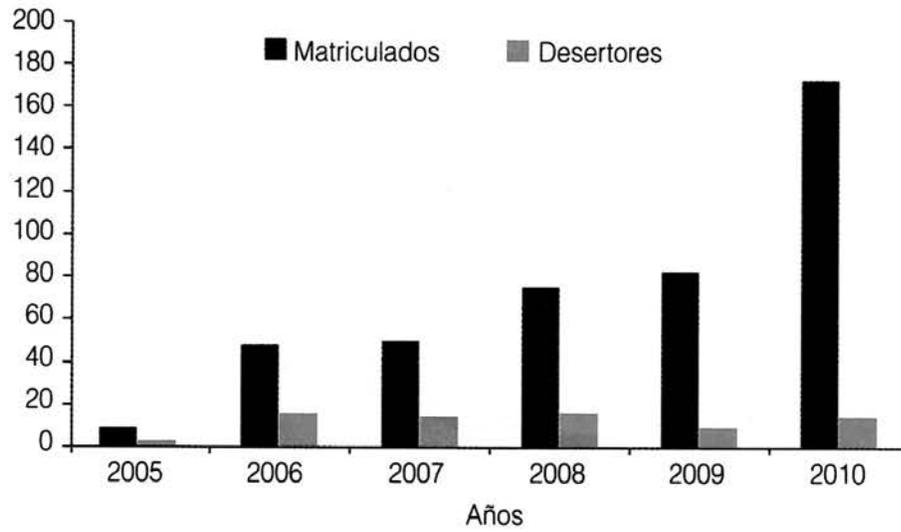


Gráfico 12d. Matrícula total y deserción, 2005-2010

e)

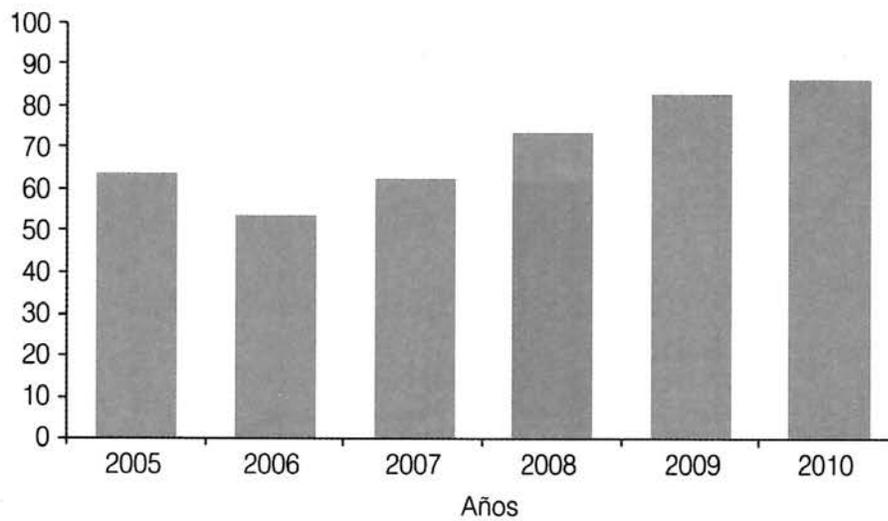
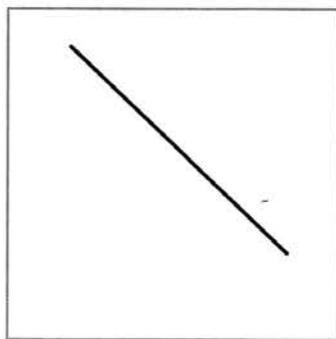
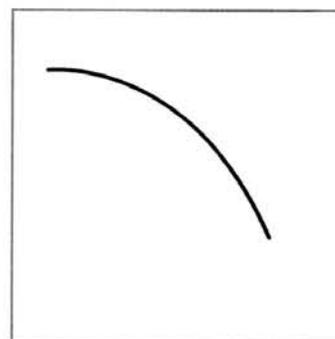


Gráfico 12e. Porcentaje de promoción, 2005-2010

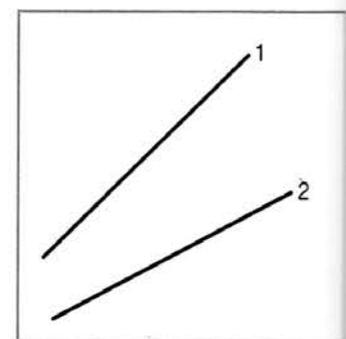
13)



a)



b)



c)

14 a)

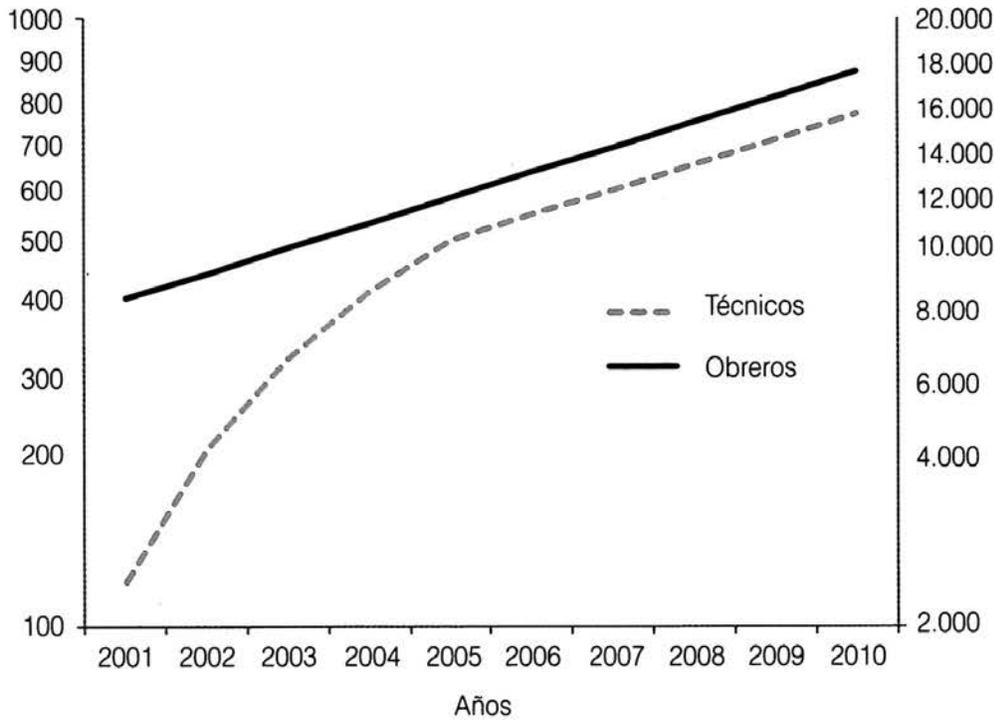


Gráfico 14a. Ingreso de técnicos y obreros extranjeros con autorización. 2001-2010 (escala semilogarítmica)

- b) Del gráfico puede deducirse que el ingreso al país de obreros extranjeros con autorización aumentó, en todo el período, a una tasa constante (aproximadamente de un 10%). Esto señala que, desde el 2001, la política de fijación de permisos para los obreros ha sido la de incrementar cada año el número de admitidos en un 10% con respecto al anterior.
- c) Respecto al ingreso de técnicos al país, el gráfico semilogarítmico muestra que, desde 2006, ha experimentado una tasa de aumento constante e igual a la de los obreros. Es decir, a partir de ese año, la política de autorización para el ingreso de técnicos ha sido la misma que para los obreros. En cuanto al período 2001-2005, la pendiente de la curva y su forma cóncava señalan que el porcentaje de aumento anual en el número de admitidos fue mayor que el de obreros, aunque se modera cada año. Esta forma cóncava, además, sugiere que los datos siguen una progresión aritmética (aumentos absolutos iguales cada año), pero esta conclusión no es posible comprobarla gráficamente a partir, tan solo, de un semilogarítmico, pues requiere la elaboración de un aritmético.

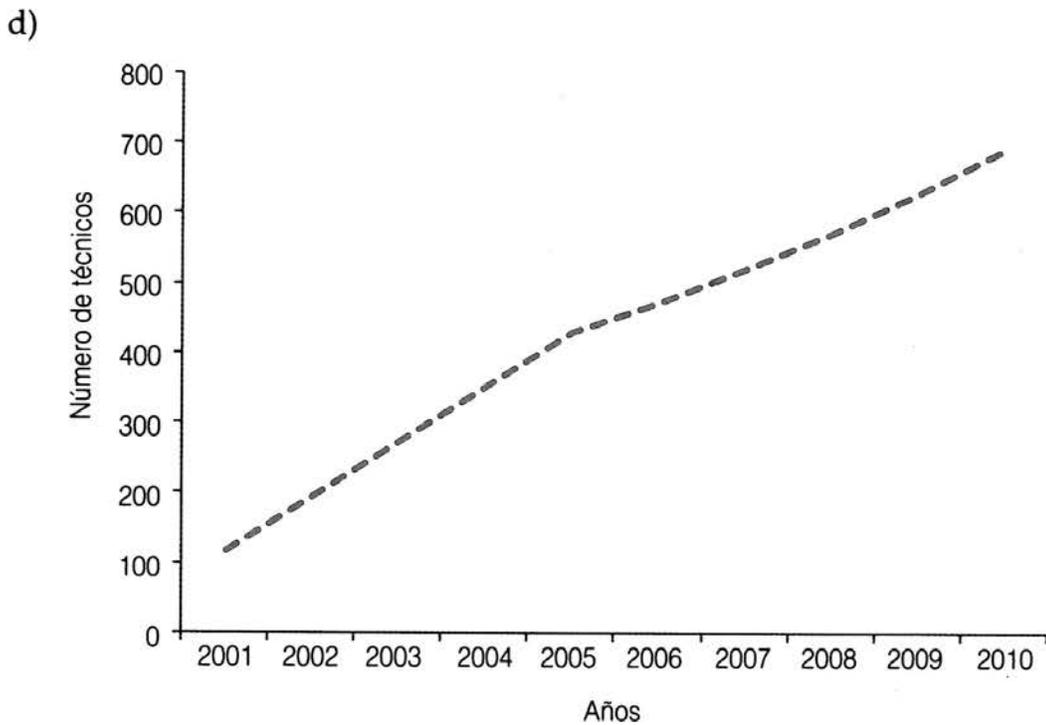


Gráfico 14d. Ingreso de técnicos extranjeros con autorización, 2001-2010 (escala aritmética)

Comentario

Entre el 2001 y 2005 el gráfico muestra una línea recta, de ello se infiere que la política seguida en ese período fue la de aumentar el número de técnicos admitidos en una cantidad constante cada año. Esto corrobora la suposición hecha en el punto c), en el sentido de que estos datos siguen una progresión aritmética entre el 2001 y el 2005. A partir del 2006, la forma de la curva es la correspondiente a una serie que crece geoméricamente.

15. a) FALSO, porque tanto T como G siguen progresiones geométricas.
 b) FALSO, las tasas de aumento son iguales para T y G, de 1970 a 1975.
 c) VERDADERO, porque G sigue una línea recta en todo el período.
 d) FALSO, al tener T tasas de aumento constante de 1970-75 y de 1975-80 no puede tener aumentos absolutos constantes.
 e) FALSO o VERDADERO, depende de la forma que tome en papel aritmético.
 f) FALSO, al seguir es una curva en la cual decae su progresión es aritmética.
 g) FALSO, después de 1977 o 1978 son claramente menores los de C.