4. MEDIDAS DE DISPERSIÓN

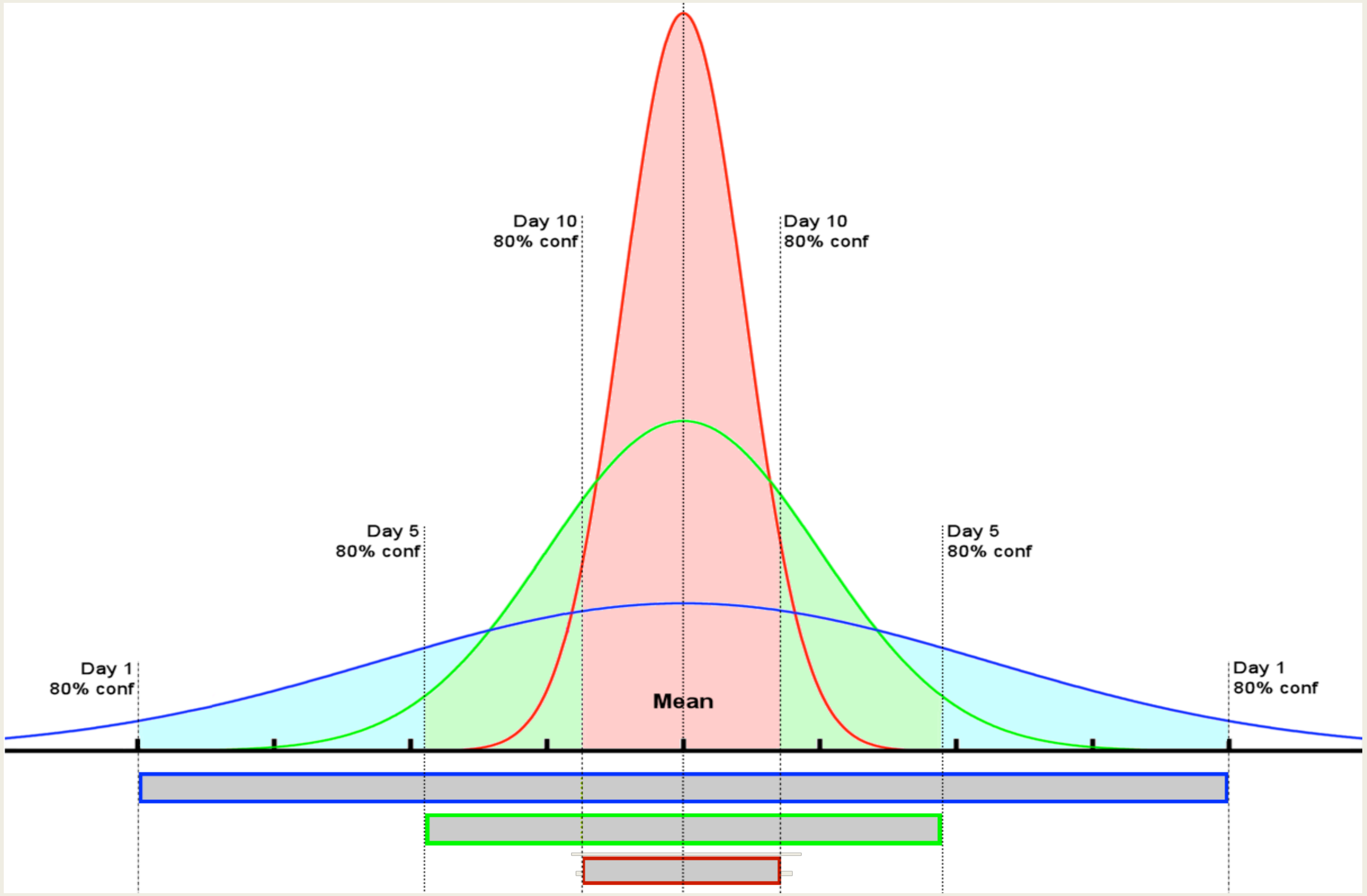
Estadística Descriptiva

Dr. Francisco Rabadán Pérez

Índice

1. Medidas de Dispersión

- **Objetivo:** buscamos medir el grado de homogeneidad-heterogeneidad en la distribución.
- El concepto de dispersión está relacionado con separación de datos o variabilidad en la distribución.



Fuente: https://sites.google.com/site/estadisticaguileca/medidas-de-dispersion

1. Medidas de Dispersión

- La representatividad de una medida de posición se mide a través de la separación (o dispersión) de todos los valores x_i de la distribución respecto a esa medida de posición.

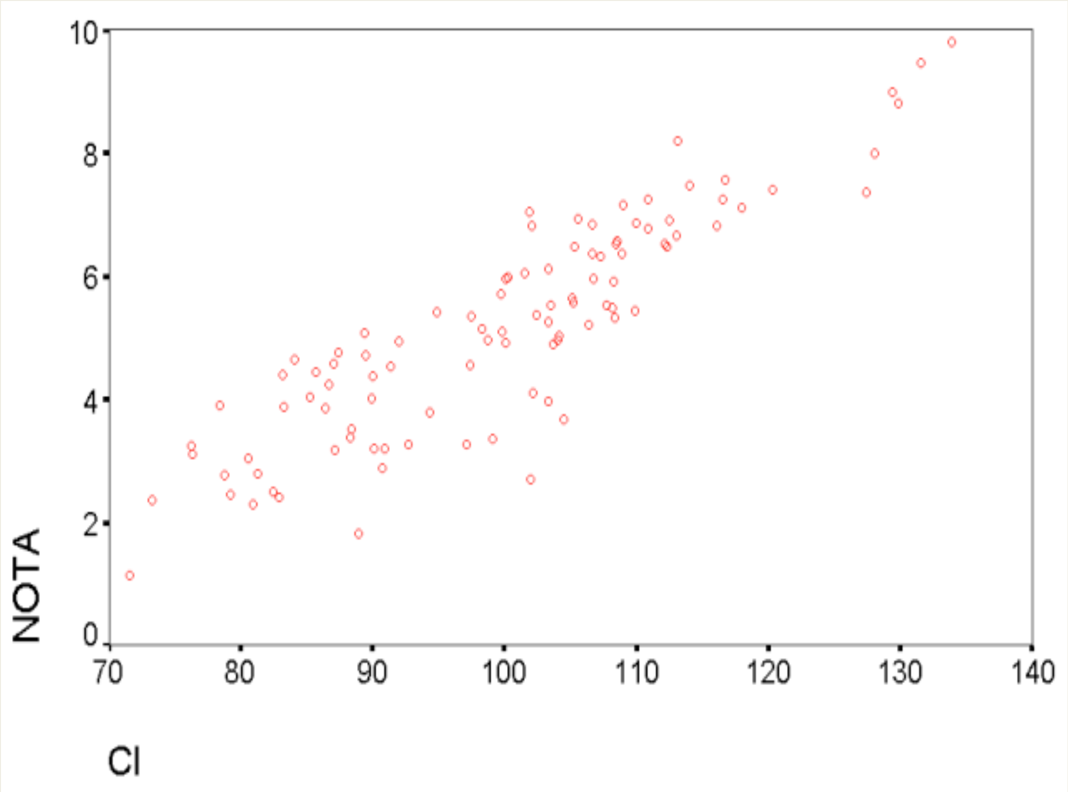


Diagrama de dispersión:
http://matematicas1bc.blogspot.com.es/2012/05/estadistica.html

1. Medidas de Dispersión

- Medidas de Dispersión
  - Absolutas (en unidades de x)
    - Recorrido (Re)
    - Recorrido Intercuartílico (RI)
    - Desviación media
      - Respecto a la media
      - Respecto a la mediana
    - Varianza
    - Desviación típica
  - Relativas (adimensionales)
    - Coeficiente de apertura
    - Recorrido semi-intercuartíclico
    - Coeficiente de variación de Pearson
    - Índice de dispersión respecto a la Mediana

2. Medidas de Dispersión Absolutas

Medida	Cálculo	Interpretación
Recorrido	$Re = x_n - x_1$	• Máxima diferencia que encontraremos entre dos valores cualesquiera de la distribución.
Recorrido Inter-cuartílico	$IQR = C_3 - C_1$	• Amplitud del intervalo en que está el 50% de los valores centrales
Desviación media respecto a la media	$D = \sum_{i=1}^{n} \lvert x_i - \bar{x} \rvert \frac{n_i}{N}$	• Media aritmética de las distancias absolutas de los valores a la $\bar{x}$ • Recordemos m_1=0
Desviación media respecto a la mediana	$D_{Me} = \sum_{i=1}^{n} \lvert x_i - Me \rvert \frac{n_i}{N}$	• Media aritmética de las distancias absolutas de los valores a la Me

$\bar{x}$ hace mínimas las desviaciones cuadráticas pero la Me hace mínima las desviaciones absolutas, por tanto…

$$D_{Me} < D$$

2. Medidas de Dispersión Absolutas

Medida	Cálculo	Interpretación y consideraciones
Varianza	$S^2 = \sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 \frac{n_i}{N}$	• Media de las desviaciones cuadráticas • **Difícil interpretación:** Unidades al cuadrado • No permite establecer comparaciones entre distintas magnitudes.
Cuasivarianza	$S_1^2 = \sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 \frac{n_i}{N-1}$	• La veremos en mas profundidad en la Estadística II (Es mejor estimador que la varianza)
Desviación típica o estándar	$S = \left\lvert\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 \frac{n_i}{N}}\right\rvert$	• Raíz cuadrada positiva de la varianza. • Se interpreta como lo que se alejan típicamente los valores x_i de $\bar{x}$ • **Fácil interpretación:** en las mismas unidades que la variable

K. Pearson la desarrollo en 1894 para solucionar el problema de que la media de las desviaciones respecto a $\bar{x}$ es cero (m_1=0).
Ver: http://www.expansion.com/diccionario-economico/desviacion-tipica.html

$$D_{Me} < D < S$$

(Martín Pliego, 2011; pág. 86)

2. Cálculo de la varianza (ejemplo)

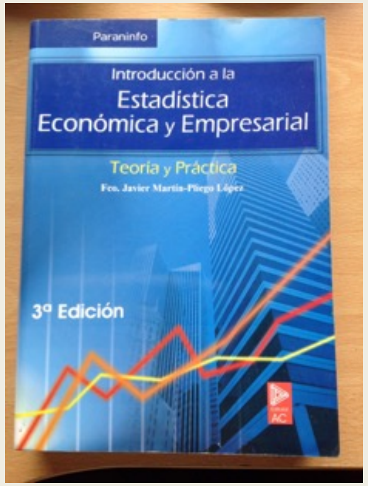
EJEMPLO

Calcúlese la varianza de una distribución de frecuencias referente a los resultado obtenidos con 50 lanzamientos de un dado:

x_i	n_i	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$
1	6	6	6
2	11	22	44
3	6	18	54
4	7	28	112
5	9	45	225
6	11	66	396
	50	185	837

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 n_i}{N} - \left(\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i n_i}{N}\right)^2 = \frac{837}{50} - \left(\frac{185}{50}\right)^2 = 3{,}05\,.$$

$$m_2 = a_2 - {a_1}^2$$



(Martín Pliego, 2011; pág. 85)

2. Medidas de Dispersión Absolutas

- Propiedades de la varianza:

– *P-1:* $S^2 \geq 0$

– *P-2:* S^2 *es la* ***medida cuadrática de dispersión óptima***

– *P-3:* $S^2 = m_2 = a_2 - a_1^2 = a_2 - (\bar{x})^2$ *("**fórmula fácil de la varianza**"…)*

– *P-4:* S^2 *no se ve afectada por los cambios de origen*

– *P-5:* S^2 *queda afectada por cambios de escala de la siguiente forma*

$$(x_i; n_i; S^2) \rightarrow (x_i' = x_i \cdot k, ; n_i; S'^2 = k^2 S^2)$$

S^2

varianza muestral

σ^2

varianza poblacional

2. Medidas de Dispersión Absolutas

- Propiedades de la desviación típica:

– *P-1:* $S \geq 0$

– *P-2:* S es una **medida de dispersión óptima**

– *P-3:* $S = \sqrt{a_2 - a_1^2} = \sqrt{a_2 - (\bar{x})^2}$

– *P-4: S no se ve afectada por los cambios de origen*

– *P-5: queda afectada por cambios de escala:* $S' = |k| \cdot S$

S

Desviación estándar muestral

σ^2

Desviación estándar poblacional

3. Medidas de Dispersión Relativas

Medida	Cálculo	Interpretación
Coeficiente de Apertura	$A = \frac{x_n}{x_1}$	• Presenta muchos inconvenientes (Vid. Martín-Pliego,211,pág. 87)
Recorrido Semi-Intercuartílico	$R_S = \frac{C_3 - C_1}{C_3 + C_1}$	• Pretende comparar la variación en el 50% central de la distribución con un teórico 100% de la distribución no afectado por valores extremos
Coeficiente de variación de Pearson	$CV = \frac{S}{\lvert\bar{x}\rvert}$	• Expresa la desviación típica en medias aritméticas. • Presenta problemas cuando $\bar{x} \simeq 0$ • Funciona muy bien cuando los rangos de las variables son similares.
Índice de dispersión respecto a la Me	$V_{Me} = \frac{D_{Me}}{Me} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \lvert x_i - Me \rvert n_i}{N \cdot Me}$	• Mide la desviación media respecto a la mediana en medianas. • Es un concepto similar al de Pearson, pero presenta una mayor dificultad respecto a la generalización a la población.

3. Ejemplo

EJEMPLO

Para comparar los rendimientos entre empresas españolas y norteamericanas, pertenecientes a un sector muy especializado, se seleccionan 20 empresas con características semejantes de cada lugar, obteniéndose los resultados siguientes:

EMPRESAS ESPAÑOLAS		*EMPRESAS NORTEAMERICANAS*	
Beneficios (en euros) x_i	*Frecuencias* n_i	*Beneficios* (en \$) y_i	*Frecuencias* n_i
1 000 000	4	10 000	2
1 100 000	6	11 000	2
1 200 000	6	12 000	4
1 300 000	2	13 000	4
1 400 000	2	14 000	4
		15 000	2
		16 000	2

(Martín Pliego, 2011; pág. 89,90)

Se pide:

Obtener el rendimiento medio en cada país, precisando en cuál de los dos hay mayor grado de homogeneidad.

(*a*) En las empresas españolas:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i n_i}{N} = 1\,160\,000$$

$$S_x^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2\, n_i}{N} = 14\,400\,000\,000$$

$$S_x = \sqrt{S_x^2} = 120\,000$$

$$V_x = \frac{120\,000}{1\,160\,000} = \frac{12}{116} = 0{,}1034$$

(*b*) En las empresas norteamericanas:

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i n_i}{N} = 13\,000$$

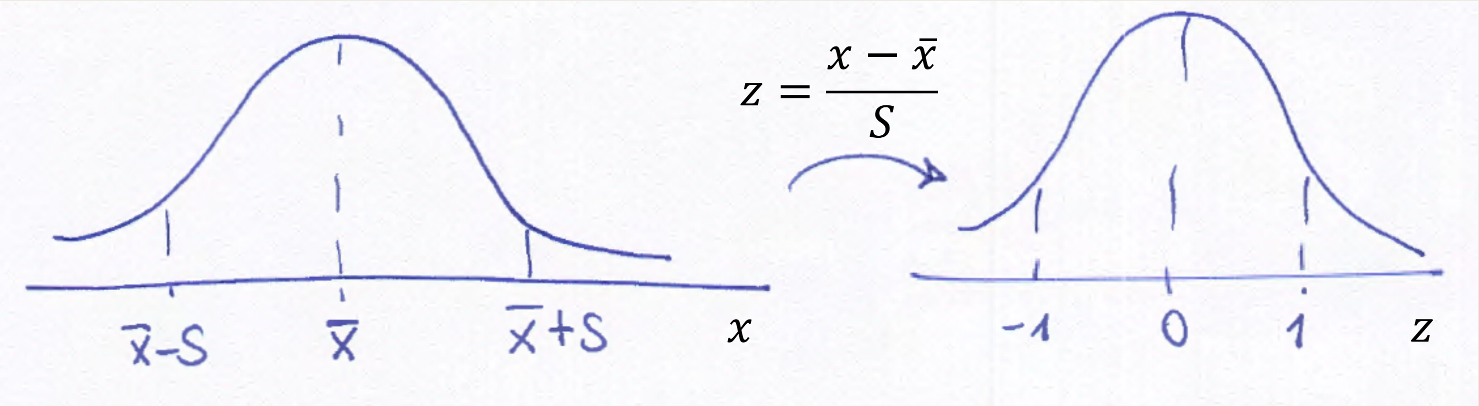
$$S_y^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2\, n_i}{N} = 3\,000\,000$$

$$S_y = \sqrt{S_y^2} = 1\,732{,}0508$$

$$V_y = \frac{1\,732{,}0508}{13\,000} = 0{,}1332$$

De la comparación entre los coeficientes de variación resulta que las empresas españolas (0,103 < 0,13) son más homogéneas que las norteamericanas.

3.1. Tipificación



IMPORTANTE

$$z = \frac{x - \bar{x}}{S}$$

Variable tipificada

- La tipificación transforma la variable tanto en escala como en origen.
- El valor z_i es equivalente a x_i pero en una distribución de media cero y desviación típica uno.
- Es especialmente útil para comparar la posición que ocuparía un individuo en diferentes colectivos ; teóricamente, que nota hubiera sacado un alumno si hubiera estado en un grupo distinto….

CUIDADO: habitualmente se confunde la variable Z con la N(0,1), pero la tipificación sólo afecta al origen y a la escala no a la forma de la distribución.

3.1. Tipificación

Comparando valores de distintas variables de forma adimensional con la tipificación

IMPORTANTE

$$z = \frac{x - \bar{x}}{S}$$

Variable tipificada

Grupo Tomás	Grupo Gaspar
$\bar{x} = 5{,}5$	$\bar{y} = 4$
$S_x = 1$	$S_y = 4$
Nota: 4	Nota: 4,5

Ejemplo: Queremos comparar de forma relativa la nota que dos alumnos han sacado en diferentes grupos para determinar cual ocupa una posición relativa mejor.

$$z_{Tomás} = \frac{x - \bar{x}}{s_x} = \frac{4 - 5{,}5}{1} = -1{,}5$$

$$z_{Gaspar} = \frac{y - \bar{y}}{s_y} = \frac{4{,}5 - 4}{4} = 0{,}125$$

Gaspar ocupa una posición que supera levemente a la media, mientras que Tomás ocupa una posición inferior a la media alejándose negativamente en 1,5 desviaciones típicas en una distribución de media cero y desviación típica 1.

Conclusión: **Gaspar es mejor alumno que Tomás. Si hubieran estado en un grupo similar, le superaría en 1,625 desviaciones típicas.**

3.1. Tipificación

Traslación equivalente a otras distribuciones basándonos en la tipificación

IMPORTANTE

$$x = zS + \bar{x}$$

Calcular x en base a la variable tipificada

Grupo Tomás	Grupo Gaspar
$\bar{x} = 5{,}5$	$\bar{y} = 4$
$S_x = 1$	$S_y = 4$
Nota: 4	Nota: 4,5

$$z_{Tomás} = \frac{x - \bar{x}}{s_x} = \frac{4 - 5{,}5}{1} = -1{,}5$$

$$z_{Gaspar} = \frac{y - \bar{y}}{s_y} = \frac{4{,}5 - 4}{4} = 0{,}125$$

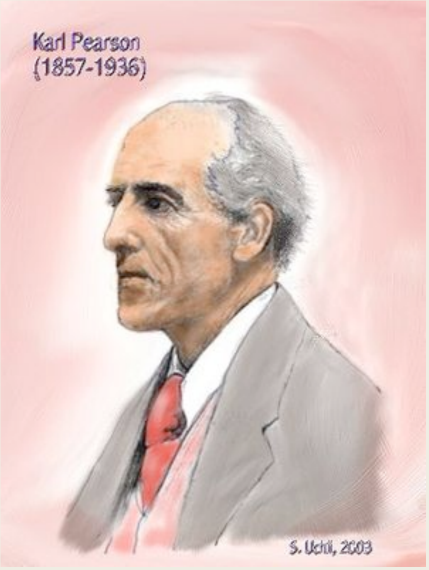
Si quisiéramos encontrar la nota de Tomás en el grupo de Gaspar

$$y_{tomás} = -1{,}5 * 4 + 4 = -2$$

Si quisiéramos encontrar la nota de Gaspar en el grupo de Tomás

$$x_{Gaspar} = 0{,}125 * 1 + 5{,}5 = 5{,}625$$

3.2. Problemas al comparar Dispersiones con la desviación estándar



S

no nos sirve

Necesitamos una medida de dispersión adimensional, es decir, que no se vea afectada por las unidades de medida.

Si dos variables vienen expresadas en distintas unidades de medida

(no se pueden comparar años y cm).

si los promedios son distintos.

$$CV = \frac{S}{|\bar{x}|}$$

Coeficiente de variación de Pearson

3.2. Aplicación del Coeficiente de Variación de Karl Pearson.

IMPORTANTE

Características

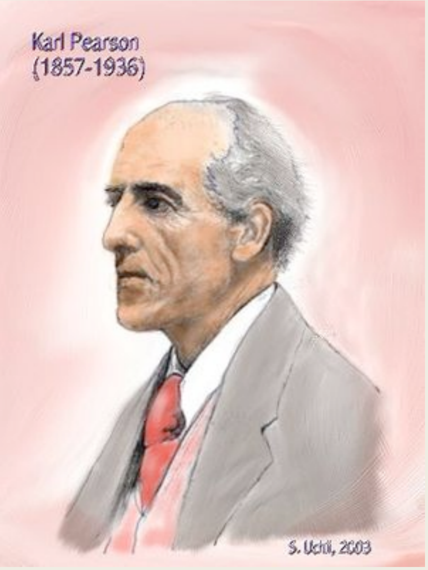
- Número de veces que s contiene a $\bar{x}$
- Si aumenta el CV:
  - aumenta la dispersión
  - $\bar{x}$ es menos representativa
  - CV>0 (cuidado si $\bar{x} \simeq 0$)

Ventajas

- Adimensional
- Intervienen todos los valores y sus frecuencias

Inconvenientes

- Si $\bar{x}$=0 (habitual en la variable tipificada)
- No es invariante frente a cambios de origen
- ¿Frente a cambios de escala?



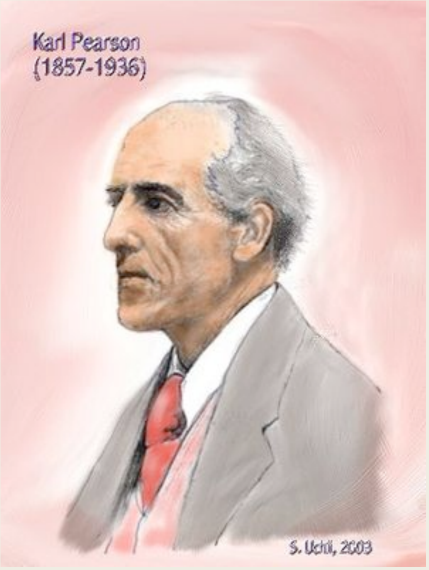
$$CV = \frac{S}{|\bar{x}|}$$

Coeficiente de variación de Pearson

3.2. Interpretación del CV

IMPORTANTE

	$\bar{x}$	S^2
$0<CV<{}^1/_3$	$\bar{x}$ muy representativa	Poca dispersión
${}^1/_3<CV<{}^3/_4$	$\bar{x}$ medianamente representativa	Dispersión Media
$CV>{}^3/_4$	$\bar{x}$ poco representativa	Mucha dispersión



$$CV = \frac{S}{|\bar{x}|}$$

Coeficiente de variación de Pearson

Textos recomendados

- Martín-Pliego, *Introducción a la Estadística Económica y Empresarial*, Editorial AC, 2011, 3ª Edición

Ejercicios y prácticas

- Ejercicios del 1 al 5 (Martín-Pliego, 2011; pág. 90-97)
- Ejercicios en clase
- Recursos web y aula virtual.