

# Ejercicios capítulo 5

Christian Limbert Paredes Aguilera

6/6/2022

```
#library
library(ggplot2)
```

## Ejercicios Capítulo 5

### 5.1.

En la misma gráfica, dibujar las distribuciones normales  $N(0, 5)$  y  $N(0, 4)$

Respuesta.-

```
curve(dnorm(x, mean=0, sd=5), ylim=c(0,.11), from=-18, to=18, ylab="normal")
curve(dnorm(x, mean=0, sd=4), add=TRUE, col=2)
legend(7, .1, legend=c("N(0,5)", "N(0,4)"),
      col=c("black", "red"), lty=1:1, cex=0.4)
```



### 5.2.

Sea  $X \sim N(50, 10)$ . Determinar las siguientes probabilidades

a)

$P(X < 40)$

Respuesta.-

$$P(X < 40) = P[Z < (40 - 50)/10] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{40-50}{10}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = 0.1586553.$$

```
pnorm(40,50,10)
```

```
## [1] 0.1586553
```

```
integrate(function(x) (1/sqrt(2*pi))*exp(-x^2/2),-Inf,(40-50)/10)
```

```
## 0.1586553 with absolute error < 4.8e-07
```

```
1/(sqrt(2*pi))*(-exp(-((-1)^2/2)) + exp(-(-Inf)^2/2))
```

```
## [1] -0.2419707
```

b)

$P(X < 65)$

Respuesta.-

$$P(X < 40) = P[Z < (65 - 50)/10] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{65-50}{10}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = 0.9331928$$

```
pnorm(65,50,10)
```

```
## [1] 0.9331928
```

```
integrate(function(x) (1/sqrt(2*pi))*exp(-x^2/2),-Inf,(65-50)/10)
```

```
## 0.9331928 with absolute error < 1.1e-07
```

c)

$P(X > 55)$

Respuesta.-

$$P(X < 40) = P[Z > (55 - 50)/10] = 1 - P[Z \leq (55 - 50)/10] = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{55-50}{10}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = 0.3085375$$

```
pnorm(55,50,10,lower.tail = FALSE)
```

```
## [1] 0.3085375
```

d)

$P(X > 35)$

Respuesta.-

$$P(X < 40) = P[Z > (35 - 50)/10] = 1 - P[Z \leq (35 - 50)/10] = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{35-50}{10}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = 0.93319285$$

```
pnorm(35,50,10,lower.tail = FALSE)
```

```
## [1] 0.9331928
```

e)

$P(40 < X < 45)$

Respuesta.-

$$P(40 < X < 45) = P\left(\frac{40 - 50}{10} < Z < \frac{45 - 50}{10}\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{45-50}{10}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{40-50}{10}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = 0.1498823.$$

```
pnorm(45,50,10) - pnorm(40,50,10)
```

```
## [1] 0.1498823
```

f)

$$P(38 < X < 62)$$

Respuesta.-

$$P(38 < X < 62) = P\left(\frac{38-50}{10} < Z < \frac{62-50}{10}\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{62-50}{10}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{38-50}{10}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = 0.7698607.$$

```
pnorm(62,50,10) - pnorm(38,50,10)
```

```
## [1] 0.7698607
```

### 5.3.

Sea  $X \sim N(200, 20)$ . Determinar las siguientes probabilidades:

a)

$$P(185 < X < 210)$$

Respuesta.-

$$P\left(\frac{185-200}{20} < Z < \frac{210-200}{20}\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{210-200}{20}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{185-210}{20}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = 0.4648351.$$

```
pnorm(210,200,20)-pnorm(185,200,20)
```

```
## [1] 0.4648351
```

b)

$$P(215 < X < 250)$$

Respuesta.-

$$P\left(\frac{215-200}{20} < Z < \frac{250-200}{20}\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{250-200}{20}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{215-210}{20}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = 0.2204177.$$

```
pnorm(250,200,20)-pnorm(215,200,20)
```

```
## [1] 0.2204177
```

c)

$$P(X > 240)$$

Respuesta.-

$$P\left(Z > \frac{240-200}{20}\right) = P1 - \left(Z \leq \frac{240-200}{20}\right) = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{240-200}{20}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = 0.02275013.$$

```
pnorm(240,200,20,lower.tail = FALSE)
```

```
## [1] 0.02275013
```

d)

$P(X > 178)$

Respuesta.-

$$P\left(Z > \frac{178 - 200}{20}\right) = P\left(Z \leq \frac{178 - 200}{20}\right) = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{178 - 200}{20}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = 0.8643339.$$

```
pnorm(178,200,20,lower.tail = FALSE)
```

```
## [1] 0.8643339
```

## 5.4.

Sea  $X \sim N(-25, 10)$ . Encontrar los valores de  $x$  que corresponden a las siguientes probabilidades:

a)

$P(X < x) = 0.1251$ . Respuesta.- Viendo la tabla  $z$  tenemos

$$z = \frac{x + 25}{10} \Rightarrow x = -1.15 \cdot 10 - 25 = -35.5$$

```
qnorm(0.1251)*10-25
```

```
## [1] -36.49864
```

b)

$P(X < x) = 0.9382$  Respuesta.-

$$z = \frac{x + 25}{10} \Rightarrow x = 1.54 \cdot 10 - 25 = -9.6$$

```
qnorm(0.9382)*10-25
```

```
## [1] -9.601626
```

c)

$P(X > x) = 0.3859$  Respuesta.-

$$z = \frac{x + 25}{10} \Rightarrow x = -0.29 \cdot 10 - 25 = -27.9$$

```
qnorm(0.3859)*10-25
```

```
## [1] -27.90021
```

d)

$P(X > x) = 0.8340$  Respuesta.-

$$z = \frac{x + 25}{10} \Rightarrow x = 0.97 \cdot 10 - 25 = -15.3$$

```
qnorm(0.8340)*10-25
```

```
## [1] -15.29907
```

**5.5.**

Sea  $X \sim N(10, 5)$ . Encontrar los valores de  $x$  que corresponden a las siguientes probabilidades:

a)

$P(X < x) = 0.05$  Respuesta.-

$$z = \frac{x - 10}{5} \Rightarrow x = -1.645 \cdot 5 + 10 = 1.775$$

```
qnorm(0.05)*5+10
```

```
## [1] 1.775732
```

b)

$P(X < x) = 0.95$  Respuesta.-

$$z = \frac{x - 10}{5} \Rightarrow x = 1.645 \cdot 5 + 10 = 18.225$$

```
qnorm(0.95)*5+10
```

```
## [1] 18.22427
```

c)

$P(X < x) = 0.99$  Respuesta.-

$$z = \frac{x - 10}{5} \Rightarrow x = 2.33 \cdot 5 + 10 = 21.65$$

```
qnorm(0.99)*5+10
```

```
## [1] 21.63174
```

d)

$P(X < x) = 0.01$  Respuesta.-

$$z = \frac{x - 10}{5} \Rightarrow x = -2.33 \cdot 5 + 10 = -1.65$$

```
qnorm(0.01)*5+10
```

```
## [1] -1.631739
```

e)

$P(X < x) = 0.025$  Respuesta.-

$$z = \frac{x - 10}{5} \Rightarrow x = -1.96 \cdot 5 + 10 = 0.2$$

```
qnorm(0.025)*5+10
```

```
## [1] 0.2001801
```

f)

$P(X < x) = 0.975$

Respuesta.-

$$z = \frac{x - 10}{5} \Rightarrow x = 1.96 \cdot 5 + 10 = 19.8$$

```
qnorm(0.975)*5+10
```

```
## [1] 19.79982
```

## 5.6.

Sea  $X \sim N(\mu, \sigma)$ . Determinar la media y la varianza de  $X$  si los cuantiles son  $x_{0.4} = 50$  y  $x_{0.8} = 100$ .

Respuesta.- Sea  $z_1 = \frac{x_{0.4} - \mu}{\sigma}$   $z_2 = \frac{x_{0.8} - \mu}{\sigma}$ , entonces

$$\frac{50 - \mu}{z_1} = \frac{100 - \mu}{z_2}$$

Así,

$$\mu = \frac{100z_1 - 50z_2}{z_1 - z_2} = \frac{100 \cdot (-0.225) - 50 \cdot 0.845}{-0.225 - 0.845} = 60.51402$$

Luego reemplazamos  $\mu$  en  $z_1$  para hallar  $\sigma$ ,

$$\sigma = \frac{x_{0.4} - \mu}{z_1} = \frac{50 - 60.51402}{-0.225} = 46.72898$$

```
mu = (100*qnorm(0.4)-50*qnorm(0.8))/(qnorm(0.4)-qnorm(0.8))
mu
```

```
## [1] 61.5687
```

```
(50-mu)/qnorm(0.4)
```

```
## [1] 45.66342
```

## 5.7.

Una universidad espera recibir, para el siguiente año escolar, 16000 solicitudes de ingreso el primer año de licenciatura. Se supone que las calificaciones obtenidas por los aspirantes en la prueba SAT se pueden calcular, de manera adecuada, por una distribución normal con media 950 y desviación estándar 100. Si la universidad decide admitir al 25% de todos los aspirantes que obtengan las calificaciones más altas en la prueba SAT, ¿cuál es la mínima calificación que es necesario obtener en esta prueba, para ser admitido por la universidad?

Respuesta.- Sea  $P(X > x_{0.25})$  entonces  $P(X < x_{0.75}) = -1.96$  así

$$x_{0.75} = 0.675 * 100 + 950 = 1017.5 \simeq 1018$$

```
x025 = qnorm(0.75)*100+950
x025
```

```
## [1] 1017.449
```

## 5.8.

Una fábrica produce pistones cuyos diámetros se encuentran adecuadamente clasificados por una distribución normal con un diámetro promedio de 5 cm y una desviación estándar igual a 0.001 cm. Para que un pistón sirva, su diámetro debe encontrarse entre 4.998 y 5.002 cm. Si el diámetro del pistón es menor que 4.998 se desecha; si es mayor que 5.002 el pistón puede reprocesarse. ¿Qué porcentaje de pistones servirá? ¿Qué porcentaje será desechado? ¿Qué porcentaje será reprocesado?.

Respuesta.- Sea  $X \sim N(\mu, \sigma)$  de donde, el porcentaje que servirá vendrá dado por

$$P\left(\frac{4.998 - 5}{0.001} \leq Z \leq \frac{5.002 - 5}{0.001}\right)$$

entonces,

$$P(-2 \leq Z \leq 2) = F_Z(2, 0, 1) - F_Z(-2, 0, 1) = 0.9772 - 0.0228 = 0.9544.$$

```
pnorm((5.002-5)/0.001)-pnorm((4.998-5)/0.001)
```

```
## [1] 0.9544997
```

El porcentaje que será desechado viene dado por:

$$P(Z \leq -2) = F_Z(-2; 0, 1) = 0.0228.$$

```
pnorm((4.998-5)/0.001)
```

```
## [1] 0.02275013
```

El porcentaje que será reprocesado está dado por:

$$P(Z \geq 2) = 1 - F_Z(2; 0, 1) = 1 - 0.9772 = 0.0228.$$

```
pnorm((5.002-5)/0.001, lower.tail = FALSE)
```

```
## [1] 0.02275013
```

## 5.9.

La demanda mensual de cierto producto  $A$  tiene una distribución normal con una media de 200 unidades y desviación estándar igual a 40 unidades. La demanda de otro producto  $B$  también tiene una distribución normal con media de 500 unidades y desviación estándar igual a 80 unidades. Un comerciante que vende estos productos tiene en su almacén 280 unidades de  $A$  y 650 de  $B$  al comienzo de un mes, ¿cuál es la probabilidad de que, en el mes, se vendan todas las unidades de ambos productos? Puede suponerse independencia entre ambos eventos.

Respuesta.- Sea  $z_A = \frac{280 - 200}{40} = 2$  y  $z_B = \frac{650 - 500}{80} = 1.875$ , entonces para hallar la probabilidad de que se vendan ambos productos estará dado por

$$P(Z_A \geq 2) \cdot P(Z_B \geq 1.875) = [1 - F_{Z_A}(2; 0, 1)] \cdot [1 - F_{Z_B}(1.875; 0, 1)] = (1 - 0.9772)(1 - 0.9696) = 0.00069312$$

```
pnorm((280-200)/40,lower.tail = FALSE)*pnorm((650-500)/80,lower.tail = FALSE)
```

```
## [1] 0.0006915212
```

## 5.10.

El peso de cereal que contiene una caja se aproxima a una distribución normal con una media de 600 gramos. El proceso de llenado de las cajas está diseñado para que de entre 100 cajas, el peso de una se encuentre fuera del intervalo 590-610 gramos. ¿Cuál es el valor máximo de la desviación estándar para alcanzar este requerimiento?

Respuesta.- Si una caja de entre 100 (1/100) queda fuera del intervalo 590 – 610 entonces lo que queda dentro estará dado por  $(99/100) = 0.99$ . Sabemos que la distribución Normal estandarizada es simétrica respecto al 0, por lo que,

$$P\left(\frac{-10}{\sigma} \leq Z \leq \frac{10}{\sigma}\right) = P\left(\frac{-10}{\sigma} \leq Z \leq 0\right) + P\left(0 \leq Z \leq \frac{10}{\sigma}\right)$$

Luego, ya que

$$P\left(\frac{-10}{\sigma} \leq Z \leq 0\right) = P\left(0 \leq Z \leq \frac{10}{\sigma}\right)$$

entonces,

$$P\left(\frac{-10}{\sigma} \leq Z \leq 0\right) + P\left(0 \leq Z \leq \frac{10}{\sigma}\right) = 2P\left(0 \leq Z \leq \frac{10}{\sigma}\right) \geq 0.99 \Rightarrow P\left(0 \leq Z \leq \frac{10}{\sigma}\right) \geq 0.495$$

Pero  $P(Z \geq 0) = -F_Z(Z \leq 0) = -0.5$  de donde

$$P\left(Z \leq \frac{10}{\sigma}\right) - 0.5 \geq 0.495 \Rightarrow P\left(Z \leq \frac{10}{\sigma}\right) \geq 0.995$$

Así,

$$z \geq 2.58 \Rightarrow \frac{10}{\sigma} \geq 2.58 \Rightarrow \sigma \leq 3.876.$$

Por lo que el valor máximo de  $\sigma$  para alcanzar el requerimiento estará dado por 3.876.

## 5.11

En una tienda de descuento la demanda diaria de acumuladores para automóvil se calcula mediante una distribución normal con una media de 50 acumuladores que tienen una desviación estándar de 10. En dos días consecutivos se venden 80 y 75 acumuladores respectivamente. Si estos días son típicos, ¿qué tan probable es, bajo las suposiciones dadas, vender 80 o más y 75 o más acumuladores?

Respuesta.- Sea  $X \sim N(50, 10)$  entonces

$$\begin{aligned} P(X_1 \geq 80) \cdot P(X_2 \geq 75) &= \left(Z_1 \geq \frac{80-50}{10}\right) \cdot P\left(Z_2 \geq \frac{75-50}{10}\right) \\ &= [1 - F_{Z_1}(3; 0, 1)] \cdot [1 - F_{Z_2}(2.5; 0, 1)] \\ &= (1 - 0.9987) \cdot (1 - 0.9938) \\ &= 0.00000806. \end{aligned}$$



```
pnorm((80-50)/10,lower.tail = FALSE) * pnorm((75-50)/10,lower.tail = FALSE)
```

```
## [1] 8.382415e-06
```

## 5.12-

Un fabricante de aviones desea obtener remaches para montar los propulsores de sus aviones. El esfuerzo a la tensión mínimo necesario de cada remache es de 25000 lb. Se pide a tres fabricantes de remaches (A,B y C) que proporcionen toda la información pertinente con respecto a los remaches que producen. Los tres fabricantes aseguran que la resistencia a la tensión de sus remaches se encuentran distribuida, de manera aproximada, normalmente con un valor medio de 28000, 30000 y 29000 lb, respectivamente.

a)

¿Tiene el fabricante la suficiente información para hacer una selección?

Respuesta.- No, ya que no se definió la desviación estándar.

b)

Supóngase que las desviaciones estándar para A, B y C son 1000, 1800 y 1200, respectivamente. ¿Cuál es la probabilidad de que un remache producido ya sea por A, B o C no reúna los requisitos mínimos?

Respuesta.- Para  $X_A \sim N(28000, 1000)$  se tiene

$$P(X_A \leq 25000) = P\left(Z_A \leq \frac{25000 - 28000}{1000}\right) = F_{Z_A}(-3; 0, 1) = 0.0013.$$

```
pnorm((25000-28000)/1000)
```

```
## [1] 0.001349898
```

Para  $X_B \sim N(30000, 1800)$  se tiene

$$P(X_B \leq 25000) = P\left(Z_B \leq \frac{25000 - 30000}{1800}\right) = F_{Z_B}(-2.78; 0, 1) = 0.0027$$

```
pnorm((25000-30000)/1800)
```

```
## [1] 0.002736602
```

Para  $X_C \sim N(29000, 1200)$  se tiene

$$P(X_C \leq 25000) = P\left(Z_C \leq \frac{25000 - 29000}{1200}\right) = F_{Z_C}(-3.33; 0, 1) = 0.0004$$

```
pnorm((25000-29000)/1200)
```

```
## [1] 0.0004290603
```

c)

Si usted fuera el fabricante de aviones, ¿podría elegir entre A, B y C, con base a sus respuesta al inciso b)? ¿Por qué?.

Respuesta.- Escogería a C ya que tiene la probabilidad más baja de que se rompa un remache.

### 5.13.

Un fabricante de escapes para automóviles desea garantizar su producto durante un periodo igual al de la duración del vehículo. El fabricante supone que el tiempo de duración de su producto es una variable aleatoria con una distribución normal, con una vida promedio de tres años y una desviación estándar de seis meses. Si el costo de reemplazo por unidad es de \$10, ¿cuál puede ser el costo total de reemplazo para los primeros dos años, si se instalan 1000000 unidades?

Respuesta.- Sea  $\mu = 3$  y  $\sigma = 0.5$ , entonces

$$P(X \leq 2) = P(Z \leq \frac{2-3}{0.5}) = P(Z \leq -2) = F_Z(-2; 0, 1) = 0.0228.$$

Ahora ya que el costo de reemplazo es de \$10, de donde sólo el 2.28% de 1000000 será cambiado entonces el costo total de reemplazo estará dado por:

$$1000000 * 0.0228 * 10 = 228000.$$

```
pnorm((2-3)/0.5)*1000000*10
```

```
## [1] 227501.3
```

### 5.14.

El tiempo necesario para armar cierta unidad es una variable aleatoria normalmente distribuida con una media de 30 minutos y desviación estándar igual a dos minutos. Determinar el tiempo de armado de manera tal que la probabilidad de exceder este sea de 0.02.

Respuesta.- Sea  $\mu = 30$  y  $\sigma = 2$ , entonces

$$P\left(Z \geq \frac{T-30}{2}\right) = 0.02 \Rightarrow 1 - F_Z(T) = 0.02 \Rightarrow F_Z(T) = 0.98 \Rightarrow \frac{T-30}{2} = 2.06 \Rightarrow T = 34.12.$$

```
2*qnorm(0.02,lower.tail = FALSE)+30
```

```
## [1] 34.1075
```

### 5.15.

Un periódico llevó a cabo una encuesta entre 400 personas seleccionadas aleatoriamente, en un estado, sobre el control de armas. De las 400 personas, 220 se pronunciaron en favor de un estricto control.

a)

¿Qué tan probable resulta el hecho de tener 220 o más personas a favor del control de armas, si la población en este estado se encuentra dividida en opinión de igual manera?.

Respuesta.- Sea,  $p = 0.5$ ,  $\mu = np = 400 \cdot 0.5 = 200$  y  $\sigma = \sqrt{np(1-p)} = \sqrt{400 \cdot 0.5 \cdot 0.5} = 10$ , entonces

$$P\left(Z \geq \frac{220-200}{10}\right) = P(Z \geq 2) = 1 - F_Z(2; 0, 1) = 0.0228.$$

```
pnorm((220-200)/10,lower.tail = FALSE)
```

```
## [1] 0.02275013
```

b)

Supóngase que se encuesta a 2000 personas teniendo la misma proporción de estas a favor del control de armas, que la del inciso anterior. ¿Cómo cambiaría su respuesta al inciso a)?.

Respuesta.- Sea,  $p = 0.5$ ,  $\mu = np = 2000 \cdot 0.5 = 1000$  y  $\sigma = \sqrt{np(1-p)} = \sqrt{2000 \cdot 0.5 \cdot 0.5} = \sqrt{500}$ , entonces dado que la proporción es de  $220/400 = 0.55$

$$P(X \geq 1100) = P\left(Z \geq \frac{1100 - 1000}{\sqrt{500}}\right) = P(Z \geq 4.47) = 1 - F_Z(4.47; 0, 1) = 0$$

```
pnorm((1100-1000)/sqrt(500),lower.tail = FALSE)
```

```
## [1] 3.872108e-06
```

c)

Si el número de personas encuestadas es de 10000, ¿cuál es la probabilidad de tener una ocurrencia diferente al del inciso b)?.

Respuesta.- Sea,  $p = 0.5$ ,  $\mu = np = 10000 \cdot 0.5 = 5000$  y  $\sigma = \sqrt{np(1-p)} = \sqrt{10000 \cdot 0.5 \cdot 0.5} = 50$ , entonces dado que la proporción es de  $220/400 = 0.55$

$$P(X \geq 5500) = P\left(Z \geq \frac{5500 - 5000}{50}\right) = P(Z \geq 10) = 1 - F_Z(10; 0, 1) = 0$$

```
pnorm((5500-5000)/50,lower.tail = FALSE)
```

```
## [1] 7.619853e-24
```

## 5.16.

Una prueba de opción múltiple contiene 25 preguntas y cada una de estas cinco opciones. ¿Cuál es la probabilidad de que, al contestar de manera aleatoria cada pregunta, más de la mitad de las respuestas sea incorrecta?

Respuesta.- Sea  $p = 4/5$  la probabilidad de contestar una pregunta mal y dado que  $\mu = np = 25 \cdot \frac{4}{5} = 20$  y  $\sigma = \sqrt{25 \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{5}} = 2$ , entonces

$$P(X \geq 13) = P\left(Z \geq \frac{13 - 20}{2}\right) = 1 - F_Z(-3.5) = 1 - 0.0002 = 0.9998$$

```
pnorm((13-20)/2,lower.tail = FALSE)
```

```
## [1] 0.9997674
```

## 5.17.