



Máster en Data Science. URJC
Técnicas y Métodos de Ciencia de Datos
Modelos de distribución de probabilidad

29 de octubre de 2017

Índice

0.1	INTRODUCCIÓN	2
0.2	ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LOS DATOS	3
0.3	Ejercicio 1	3
0.3.1	Apartado A	3
0.3.2	Apartado B	4
0.3.3	Apartado C	7
0.3.4	Apartado D	12
0.4	Ejercicio 2	12
0.4.1	Apartado A	12
0.4.2	Apartado B	15
0.4.3	Apartado C	16
0.4.4	Apartado D	16
0.5	Ejercicio 3	17
0.5.1	Apartado A	17
0.5.2	Apartado B	17
0.5.3	Apartado C	18

0.6	Ejercicio 4	18
0.6.1	Apartado A	18
0.6.2	Apartado B	19
0.6.3	Apartado C	19
0.7	Ejercicio 5	19
0.7.1	Apartado A	20
0.7.2	Apartado B	21
0.7.3	Apartado B	31

0.1 INTRODUCCIÓN

En este trabajo final de estadística y probabilidad engloba los contenidos impartidos en los cuatro temas del módulo incluido dentro de la asignatura métodos y técnicas de la ciencia de datos.

Antes de comenzar con la resolución del ejercicio, vamos a cargar las librerías y los datos necesarios para la resolución del mismo.

```
library(MASS)
library(lattice)
library(e1071)
library(ggplot2)
library(dplyr)
```

```
##
## Attaching package: 'dplyr'

## The following object is masked from 'package:MASS':
##
##      select

## The following objects are masked from 'package:stats':
##
##      filter, lag

## The following objects are masked from 'package:base':
##
##      intersect, setdiff, setequal, union
```

```
library(PASWR2)
library(ExtDist)
```

```
##
## Attaching package: 'ExtDist'
```

```
## The following object is masked from 'package:stats':  
##  
##      BIC
```

Una vez que tenemos las librerías necesarias para realizar tratamiento de datos como *dplyr* y realización de practicas como *ggplot2*, tenemos la librería *PASWR2* que es donde estan los datos. Dentro de ella esta guardados en un dataframe, para tenerlos en el equipo los guardamos también en formato dataframe, con el nombre de *datos*. Una vez realizado esta sencilla operación estamos preparados para la resolución del ejercicio.

```
datos <- BATTERY
```

0.2 ANALISIS EXPLORATORIO DE LOS DATOS

Antes de comenzar las representaciones y el cálculo de probabilidades se va a realizar un análisis exploratorio de los datos:

```
summary(datos)
```

```
##      lifetime      facility  
## Min.      :174.2    A:50  
## 1st Qu.:179.7    B:50  
## Median :188.8  
## Mean    :190.1  
## 3rd Qu.:200.3  
## Max.    :206.6
```

El conjunto de datos es un dataframe con dos columnas y cien observaciones. La primera columna nos muestra la duración de la bateria y la segunda nos muestra en que grupo se encuentra la bateria si A o B, por tanto, esta segunda columna es de tipo carazter y la primera numérica. Cabe destacar que no tenemos *NA*, debido a esto no debemos hacer limpieza de datos para eliminarlos, por tanto, podemos pasar a la resolución.

0.3 Ejercicio 1

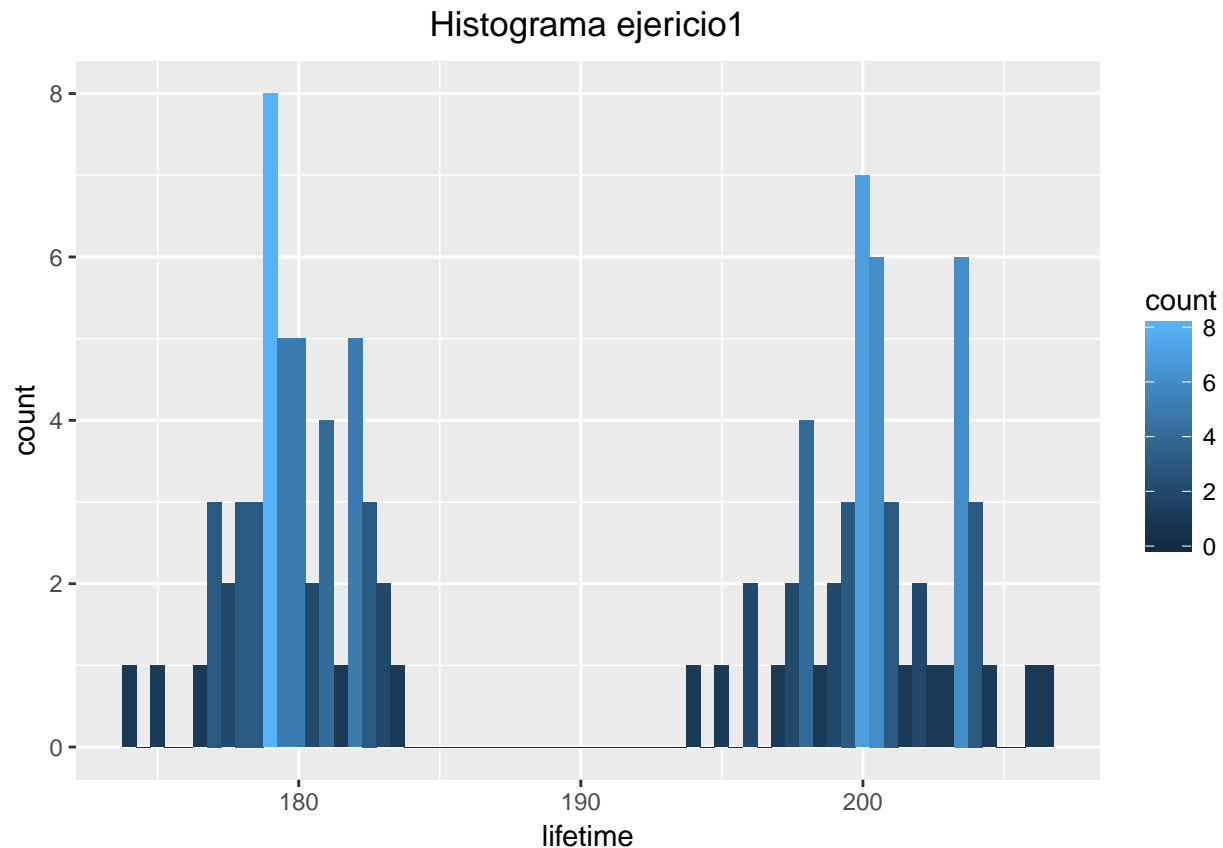
0.3.1 Apartado A

0.3.1.1 Visualización

Se realiza la visualización en forma de histograma sobre el cual se sacaran las conclusiones correspondientes sobre la división de los datos:

```
histog1 <- ggplot(datos, aes(x=lifetime))+
  geom_histogram(aes(fill =..count..),binwidth=.5)+
  ggtitle("Histograma ejercicio1") + theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))
```

```
histog1
```



Mediante esta visualización queda totalmente contrastado que se puede realizar la partición de los datos sin miedo a equivocarse, no encontramos ningún dato cruzado y la separación entre ambos conjuntos tiene un valor considerable, por tanto, si esta justificada la separación.

0.3.2 Apartado B

0.3.2.1 Tratamiento de datos

Desglosamos el dataframe en los dos indicados en el enunciado del ejercicio, *datosA* correspondientes a las baterías de tipo A y *datosB* correspondientes a las baterías de tipo B.

```
datosA <- datos %>%
  filter(facility == 'A')
datosA
```

```
##      lifetime facility
## 1  203.2983          A
## 2  199.9072          A
## 3  200.5710          A
## 4  204.0056          A
## 5  202.1917          A
## 6  200.1686          A
## 7  203.9879          A
## 8  198.7756          A
## 9  197.5452          A
## 10 201.0768          A
## 11 200.1761          A
## 12 199.7917          A
## 13 198.8456          A
## 14 197.3770          A
## 15 203.5890          A
## 16 195.0164          A
## 17 203.4956          A
## 18 196.7910          A
## 19 202.7267          A
## 20 196.0475          A
## 21 201.9663          A
## 22 198.0189          A
## 23 202.9747          A
## 24 197.9503          A
## 25 203.3640          A
## 26 201.1657          A
## 27 199.5477          A
## 28 198.6021          A
## 29 195.9185          A
## 30 199.9112          A
## 31 199.2777          A
## 32 205.7657          A
## 33 200.2914          A
## 34 200.2767          A
## 35 200.5656          A
## 36 198.0867          A
## 37 199.8925          A
## 38 200.3366          A
## 39 203.6328          A
## 40 204.3212          A
```

```
## 41 206.6253      A
## 42 194.0959      A
## 43 201.6754      A
## 44 199.3505      A
## 45 199.7967      A
## 46 200.7990      A
## 47 203.8575      A
## 48 203.3032      A
## 49 198.2135      A
## 50 200.4655      A
```

```
datosB <- datos %>%
  filter(facility == 'B')
datosB
```

```
##      lifetime facility
## 1  182.3254      B
## 2  178.8282      B
## 3  183.5709      B
## 4  177.3348      B
## 5  179.1069      B
## 6  181.1392      B
## 7  174.2206      B
## 8  178.2620      B
## 9  179.0766      B
## 10 178.8889      B
## 11 179.9597      B
## 12 179.6992      B
## 13 178.7437      B
## 14 182.6464      B
## 15 176.9573      B
## 16 179.1251      B
## 17 181.9412      B
## 18 180.0564      B
## 19 179.8284      B
## 20 180.7784      B
## 21 180.4734      B
## 22 179.7111      B
## 23 181.4445      B
## 24 180.7398      B
## 25 179.5159      B
## 26 177.0559      B
```

```
## 27 178.8077      B
## 28 177.7066      B
## 29 175.0507      B
## 30 178.7730      B
## 31 179.5674      B
## 32 183.1803      B
## 33 183.1123      B
## 34 182.2169      B
## 35 177.8053      B
## 36 176.2788      B
## 37 178.1728      B
## 38 182.4911      B
## 39 180.1757      B
## 40 180.8470      B
## 41 178.3630      B
## 42 176.9149      B
## 43 181.1118      B
## 44 179.2619      B
## 45 177.9053      B
## 46 180.0364      B
## 47 181.7638      B
## 48 181.7637      B
## 49 182.0525      B
## 50 179.2374      B
```

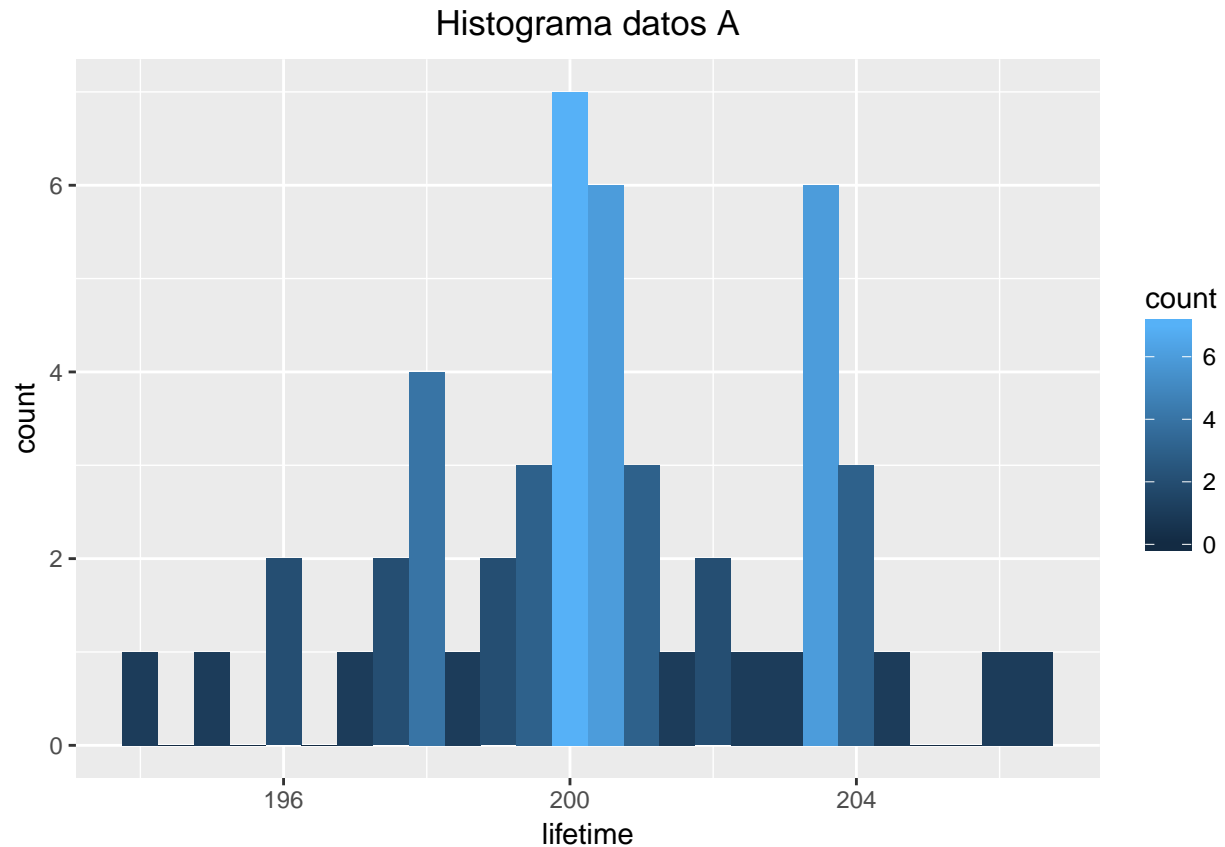
0.3.3 Apartado C

0.3.3.1 Visualización

Realizamos un histograma de ambos grupos anteriores, además creamos la gráficas de densidad de los conjuntos y por último se representaran ambas graficas juntas:

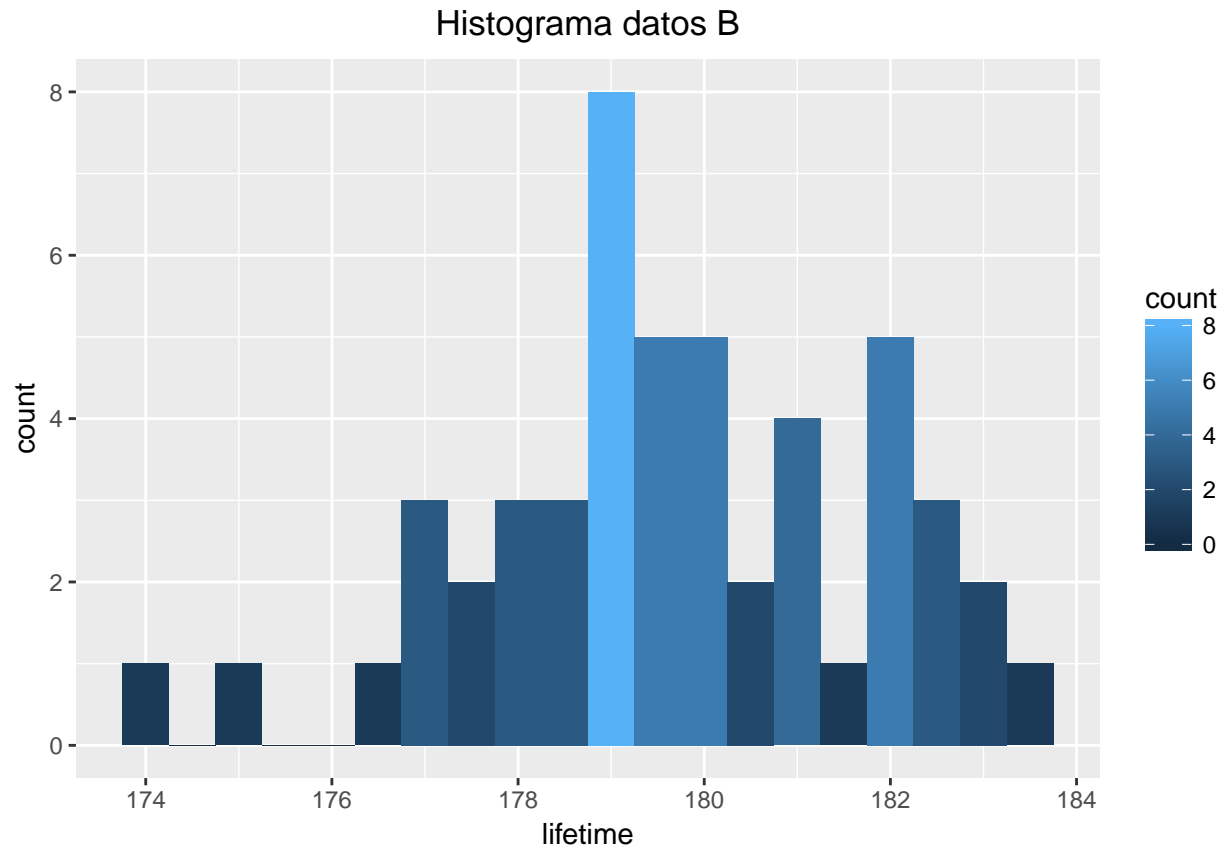
```
histog1A <- ggplot(datosA, aes(x=lifetime))+
  geom_histogram(aes(fill =..count..),binwidth=.5)+
  ggtitle("Histograma datos A") + theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))

histog1A
```



```
histog1B <- ggplot(datosB, aes(x=lifetime))+  
  geom_histogram(aes(fill =..count..),binwidth=.5)+  
  ggtitle("Histograma datos B") + theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))
```

```
histog1B
```

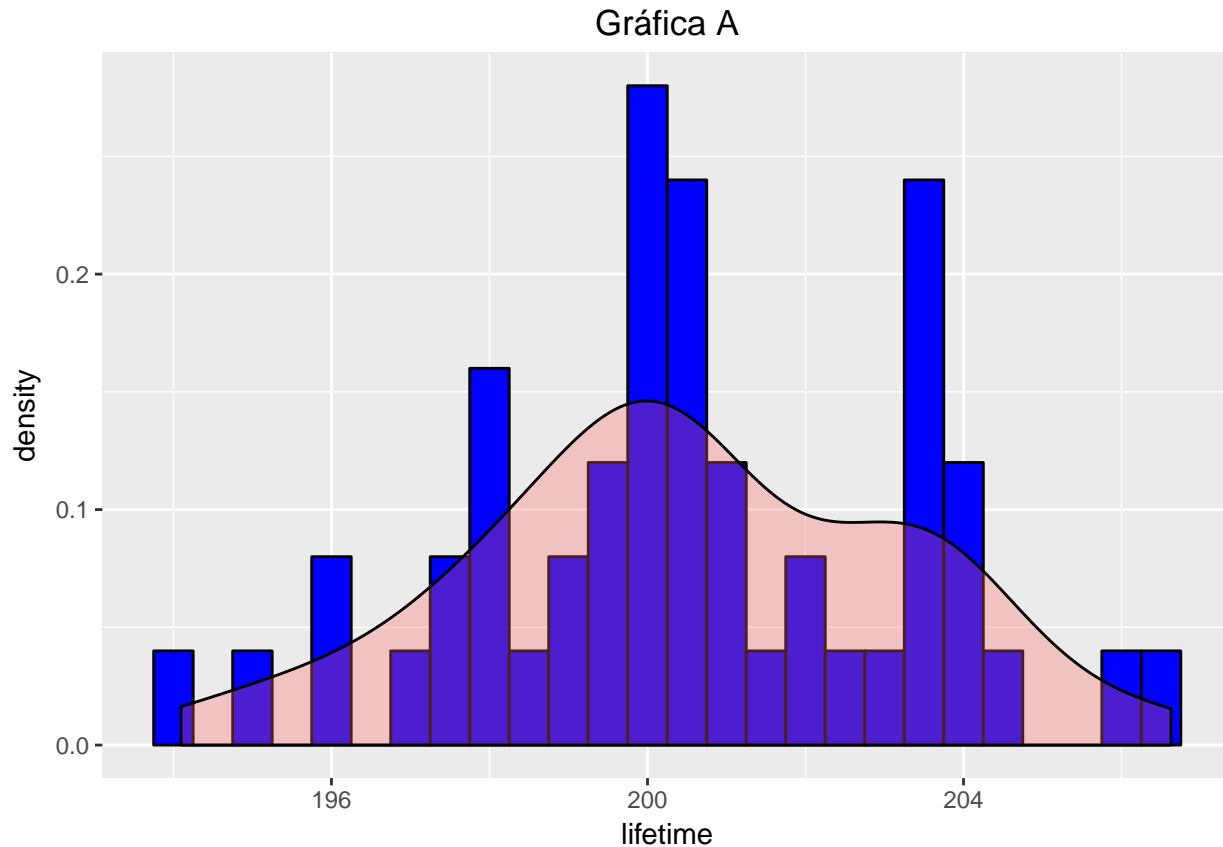
Definimos las gráficas de densidad y las representaremos en conjunto con los histogramas:

```
Aden <- ggplot(datosA, aes(x=lifetime, fill="red"))+
  geom_density(alpha=.2)+
  ggtitle("Densidad datosA") + theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))
```

```
Bden <- ggplot(datosB, aes(x=lifetime, fill="red"))+
  geom_density(alpha=.2)+
  ggtitle("Densidad datosB") + theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))
```

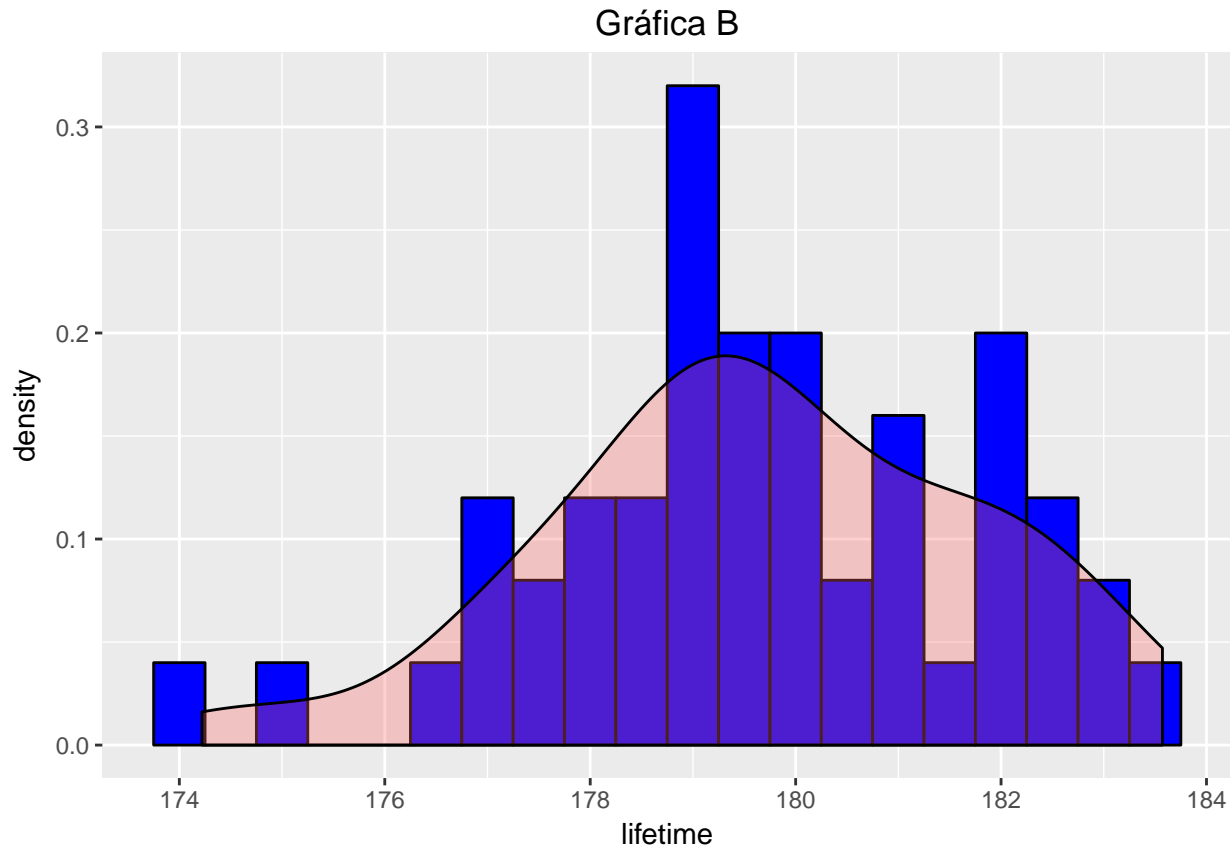
```
final_A <- ggplot(datosA, aes(x=lifetime))+
  geom_histogram( aes( y=..density..), binwidth =.5, colour="black", fill="blue")+
  geom_density(alpha=.3, fill="#FF6666")+
  ggtitle("Gráfica A") + theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))
```

```
final_A
```



```
final_B <- ggplot(datosB, aes(x=lifetime))+  
  geom_histogram( aes( y=..density..), binwidth =.5, colour="black", fill="blue")+  
  geom_density(alpha=.3, fill="#FF6666")+  
  ggtitle("Gráfica B") + theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))
```

```
final_B
```



Con la representación conjunta de densidad y histograma podemos ver de una forma mas sencilla si siguen las distribuciones una distribución normal, a la vista de las gráficas obtenidas se puede decir que tienen cierta tendencia a alcanzar la forma de la distribución buscada. Aunque es cierto que sin una confirmación matemática no se puede asegurar este punto.

Podemos calcular el coeficiente de asimetría para ver donde tenemos más valores. Si obtenemos un valor de cero será totalmente simétrica, si es negativo o si es positivo.

```
asimetriaA <- skewness(datosA$lifetime)
asimetriaB <- skewness(datosB$lifetime)
```

```
asimetriaA
```

```
## [1] -0.06087105
```

```
asimetriaB
```

```
## [1] -0.2683946
```

En ambos obtenemos valores negativos lo que indica que tenemos en ambos más densidad de valores altos. cabe destacar la diferencia del valor de este coeficiente para A y para B.

0.3.4 Apartado D

0.3.4.1 Tratamiento de datos

Tal y como se comentó en el apartado anterior para asegurar si siguen los datos una distribución normal se necesita realizar un desarrollo matemático, vamos a realizarlo. Para ello realizaremos un test de hipótesis nula *shapiro.test*, si obtenemos un p valor pequeño se puede concluir que no estamos ante una distribución normal en el caso contrario tendremos una buena prueba a favor de la tendencia normal.

Conjunto de datos A:

```
shapiro.test(datosA$lifetime)
```

```
##  
##  Shapiro-Wilk normality test  
##  
## data:  datosA$lifetime  
## W = 0.9848, p-value = 0.7632
```

El test nos ha devuelto un p-valor muy elevado con un valor de 0.7632 esto quiere decir que si se rigen por una distribución normal.

Conjunto de datos B:

```
shapiro.test(datosB$lifetime)
```

```
##  
##  Shapiro-Wilk normality test  
##  
## data:  datosB$lifetime  
## W = 0.98395, p-value = 0.7256
```

El test nos ha devuelto un p-valor muy elevado con un valor de 0.7256 esto quiere decir que si se rigen por una distribución normal.

Si comparamos ambos resultados vemos que son bastante cercanos, aunque tiene un valor más “normal” los datos A el intervalo diferencia no es significativo.

0.4 Ejercicio 2

0.4.1 Apartado A

0.4.1.1 Tratamiento de datos

Vamos a realizar una estimación de los parámetros que debería tener una distribución normal para representar los datos de ambas baterías:

Una vez tenemos los datos para ajustarlos a la distribución deseada, se puede encontrar unos parámetros de distribución que nos encuadren los datos, en este caso *R* nos brinda la función *fitdistr*.

conjunto A

```
fitdistr(datosA$lifetime, "normal")
```

```
##      mean      sd
## 200.5086628 2.7181805
## ( 0.3844088) ( 0.2718180)
```

Para la distribución A los datos son mean 200.50 y sd 2.71.

Conjunto B

```
fitdistr(datosB$lifetime, "normal")
```

```
##      mean      sd
## 179.6805239 2.0640222
## ( 0.2918968) ( 0.2064022)
```

Para la distribución B los datos son mean 179.68 y sd 2.06.

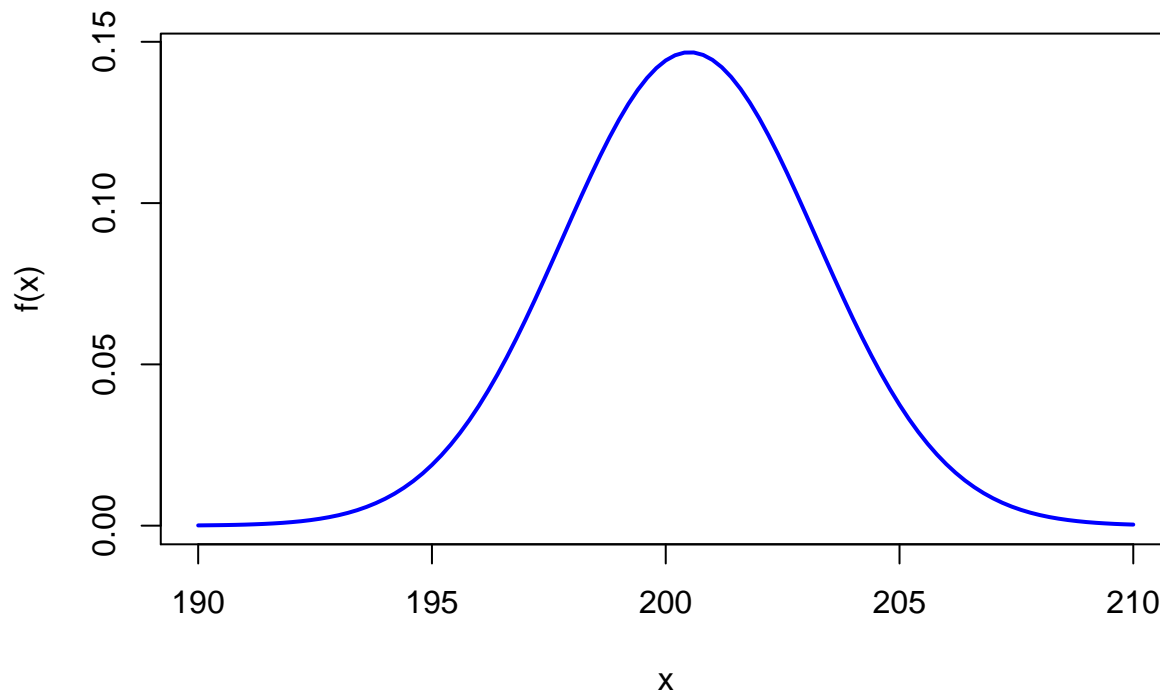
Obtenemos datos distribuciones diferenciadas para diferentes baterías, para ver más claro este resultado vamos a representar ambas distribuciones en una misma gráfica:

```
summary(datosA$lifetime)
```

```
##   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
## 194.1  198.8   200.3   200.5  202.9   206.6
```

```
curve(dnorm(x,200.5086628, 2.7181805),xlim=c(190,210),col="blue",lwd=2,
      xlab="x",ylab="f(x)",main="Función de Densidad A N(200.5,2.7)")
```

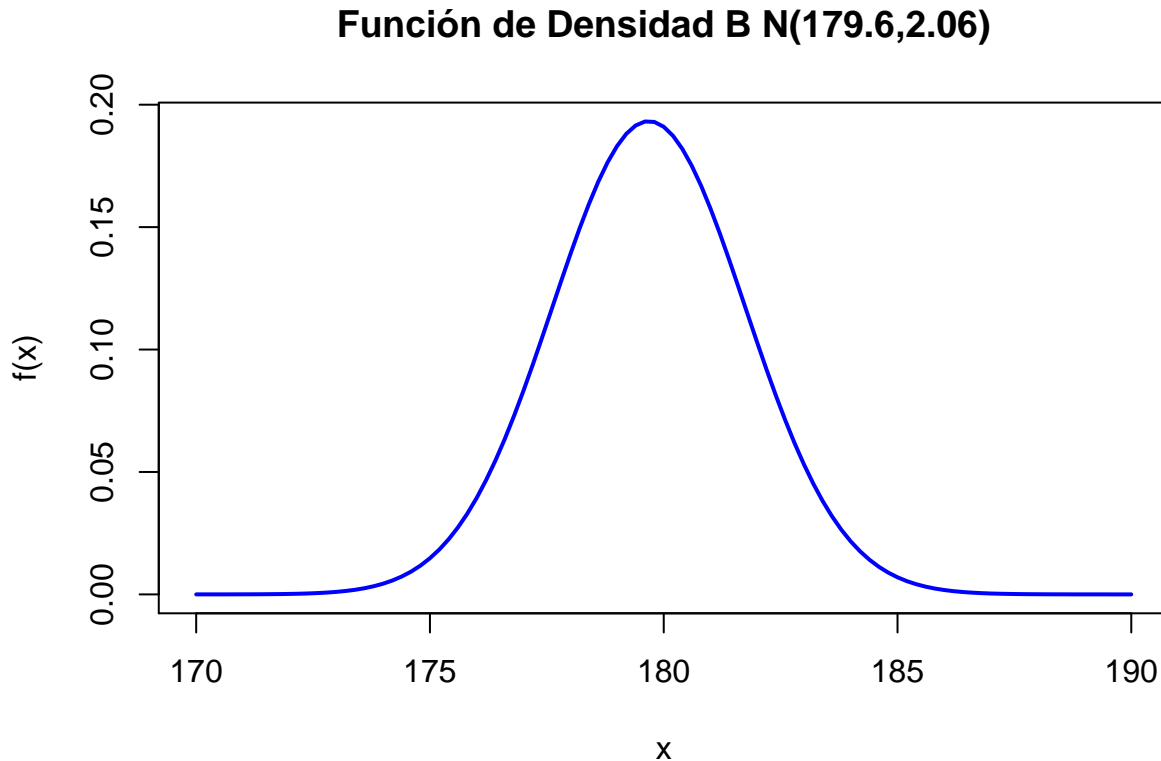
Función de Densidad A $N(200.5, 2.7)$



```
summary(datosB$lifetime)
```

```
##      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
## 174.2   178.5   179.6   179.7   181.1   183.6
```

```
curve(dnorm(x, 179.6805239, 2.0640222), xlim=c(170, 190), col="blue", lwd=2,
      xlab="x", ylab="f(x)", main="Función de Densidad B  $N(179.6, 2.06)$ ")
```



Es destacable el error que obtenemos al realizar este ajuste, puede acarrear el mismo un problema cuando calculemos con el probabilidades como seguidamente veremos.

0.4.2 Apartado B

0.4.2.1 Calculo de probabilidad

Entramos en el trabajo ya en el cálculo de probabilidades. Hasta ahora sólo estábamos preparando los datos para realizar estos cálculos. Como hemos calculado anteriormente estos datos siguen una distribución normal, por ello, a la hora de calcular las probabilidades debemos calcularlas como tal.

Primero calculamos la probabilidad de obtener una batería menor de 210:

```
pnorm( 210, 200.5086628 , 2.7181805 )
```

```
## [1] 0.9997601
```

Es un resultado muy elevado, debido a que todas las baterías son menores de 210. No obtenemos el resultado de 1 debido a que el cálculo por ordenador nos devuelve siempre esa cierta incertidumbre.

Par calcular la probabilidad de sacar una batería con un valor mayor de 210 debemos restar al total de posibilidades la calculada anteriormente:

```
(1-pnorm( 210, 200.5086628 , 2.7181805 ))
```

```
## [1] 0.0002398905
```

0.4.3 Apartado C

De nuevo nos encontramos en el mismo problema que en el apartado anterior, pero ahora, debemos cambiar los valores de la distribución para realizar el cálculo de probabilidad

0.4.3.1 Cálculo de probabilidad

```
p2 <- pnorm( 175, 179.6805239 , 2.0640222 )
```

```
p2
```

```
## [1] 0.01167462
```

Javi: El valor obtenido es muy pequeño, esto es debido a que solo tenemos una batería con un valor menor de 175, en este aspecto el resultado matemático obtenido debería ser 0.02 pero debido al proceso comentado anteriormente obtenemos 0.01167.

Gonzalo: El valor obtenido es muy pequeño, dado que solo tenemos una batería con un valor menor de 175. Si estuviéramos tratando una variable aleatoria discreta, y al tener 50 posibles valores, la probabilidad sería del 0.02, pero al trabajar con una variable aleatoria continua que sigue una distribución normal, los posibles valores van desde menos infinito a más infinito, teniendo todos los valores una probabilidad, por ello en este caso obtenemos 0.01167.

0.4.4 Apartado D

Para resolver este apartado debemos calcular el quantil de la distribución que cumple las condiciones requeridas, en este caso este quantil es el 0.03: #####Cálculo de probabilidad

```
qnorm(0.03, 179.6805239 , 2.0640222 )
```

```
## [1] 175.7985
```

Esta duración máxima que hemos calculado tiene un valor de 175.7985.

0.5 Ejercicio 3

Una vez calculadas ciertas propiedades de la distribución y los datos que tenemos vamos a realizar experimentos de Bernoulli y vamos a ver que resultados obtenemos, es un paso más en la resolución del problema.

Se conoce como experimento de Bernoulli aquel que cumple las siguientes condiciones:

Tenemos solo dos resultados posibles éxito o fracaso y conocemos las probabilidades de cada uno. En este caso las probabilidades son las calculadas anteriormente.

0.5.1 Apartado A

Debido al tipo de caso a resolver estamos ante un experimento de Bernoulli que sigue una distribución binomial, número de éxitos en n pruebas independientes de Bernoulli.

0.5.1.1 Cálculo de probabilidades

Debemos fijar tres parámetros para la resolución del ejercicio: x será un valor 0 debido a que no queremos tener ninguna defectuosa, $size$ será 10 que es el número de pruebas que vamos a realizar y por último la probabilidad será la obtenida en el ejercicio anterior, la probabilidad de sacar una batería defectuosa.

```
d1 <- dbinom(x = 0, size = 10, prob = 0.01167462)
d2 <- dbinom(x = 0, size = 10, prob = 0.02)
```

```
d1
```

```
## [1] 0.8892001
```

```
d2
```

```
## [1] 0.8170728
```

0.5.2 Apartado B

Estamos de nuevo en un experimento de Bernoulli pero la distribución ha cambiado, en este caso debemos utilizar la distribución geométrica. Número de fracasos hasta obtener el primer éxito en un experimento de Bernoulli. #####Cálculo de probabilidades

Los parámetros para calcular la probabilidad serán los siguientes: q es el número de fracasos en este caso será 4 debido a que el quinto ya es un éxito. Además, la probabilidad será la de sacar una batería defectuosa.

```
d3 <- pgeom(q = 4, prob = 0.01167462, lower.tail = FALSE)
d4 <- pgeom(q = 4, prob = 0.02, lower.tail = FALSE)
```

```
d3
```

```
## [1] 0.942974
```

```
d4
```

```
## [1] 0.9039208
```

```
4/52
```

```
## [1] 0.07692308
```

0.5.3 Apartado C

Para la resolución de este apartado debemos utilizar la distribución hipergeométrica debido a que estamos ante una distribución binomial con pruebas de Bernoulli no independientes:

0.5.3.1 Cálculo de probabilidades

Los parámetros a fijar serán los siguientes, cabe destacar que en este caso no nos hace falta conocer la probabilidad de sacar una batería defectuosa.

```
dhyper(x = 1, m = 3, k = 5, n = 20-3)
```

```
## [1] 0.4605263
```

0.6 Ejercicio 4

0.6.1 Apartado A

Cambiamos de tipo de experimento, en este caso queremos medir probabilidades asociadas al tiempo, por ello, es necesario utilizar una distribución de Poisson.

Para fijar esta distribución necesitamos ciertos parámetros;

Debemos introducir el lower debido a que en caso contrario nos estaría calculando la probabilidad de tener 20 o menos, introduciendo lower=FALSE te calcula probabilidad de tener más de 20.

```
ppois(q = 20, lambda = 12, lower=FALSE)
```

```
## [1] 0.01159774
```

Como era de esperar el resultado es bastante bajo debido a que casi estamos doblando el número de baterías defectuosas fabricadas en un día.

0.6.2 Apartado B

Estamos ante una situación idéntica que en el apartado anterior pero ahora queremos ver que probabilidad hay de no fabricar ninguna batería defectuosa en un día.

```
ppois(q = 0, lambda = 12)
```

```
## [1] 6.144212e-06
```

0.6.3 Apartado C

Debido a que la distribución no varía en el tiempo estamos ante una distribución continua debido a que en un intervalo $[a,b]$, en este caso [lunes,viernes] la densidad de obtener de baterías defectuosas es constante,

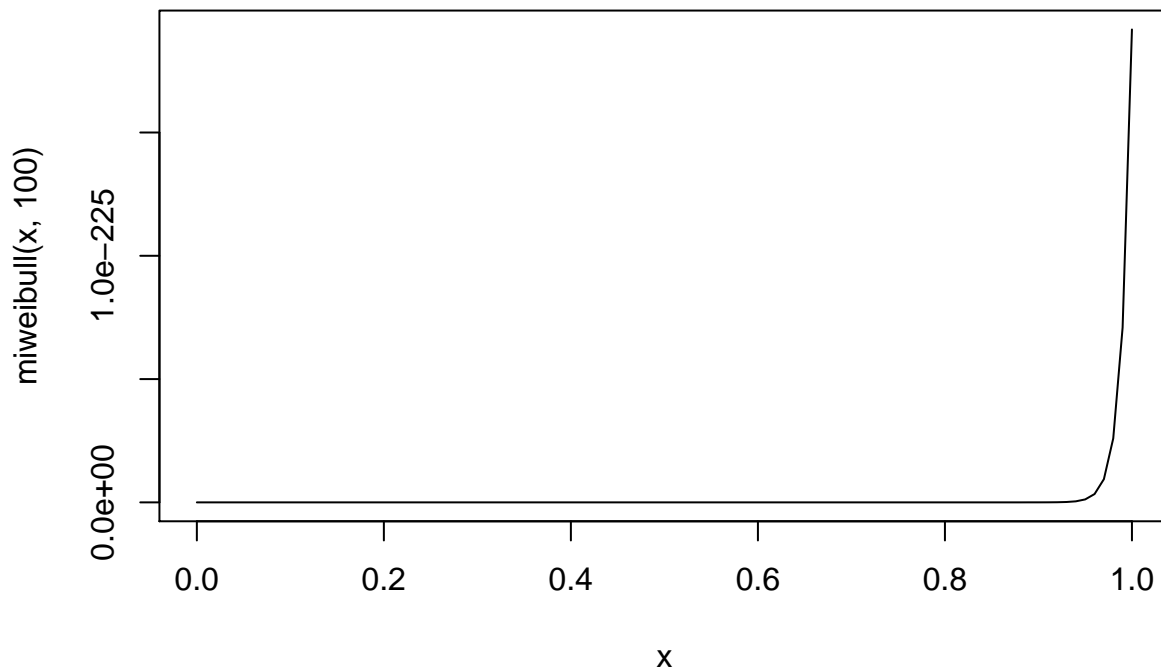
0.7 Ejercicio 5

Antes de comenzar con la resolución del problema vamos a dibujar cuál es la curva que genera esta distribución para comprender un poco mejor el problema:

Curva weibull sobre la que vamos a trabajar. (no se cómo se crea el gráfico)

```
miweibull <- function(x, a) dweibull(x, a, 185)
curve(miweibull(x, 100), add=FALSE,
      main = "Distribución Weibull b = 185 a=100")
```

Distribución Weibull b = 185 a=100



Duscar como realizar esta gráfica!!!!

0.7.1 Apartado A

Vamos a simular por medio de números aleatorios la producción de la fábrica, para ello debemos fijar los siguientes parámetros:, una vez generados, los guardamos en el vector “aleatorios”, con el que más tarde trabajaremos.

```
set.seed(1)

aleatorios <- round(rweibull(5000, 100, 180))
```

Vamos a realizar más de una generación de números aleatorios con el fin de realizar una comparación de como cambian.

```
set.seed(2)

aleatorios2 <- round(rweibull(5000, 100, 180))

set.seed(3)

aleatorios3 <- round(rweibull(5000, 100, 180))
```

```
set.seed(4)

aleatorios4 <- round(rweibull(5000, 100, 180))
```

```
set.seed(5)

aleatorios5 <- round(rweibull(5000, 100, 180))
```

```
set.seed(6)

aleatorios6 <- round(rweibull(5000, 100, 180))
```

```
set.seed(7)

aleatorios7 <- round(rweibull(5000, 100, 180))
```

```
set.seed(8)

aleatorios8 <- round(rweibull(5000, 100, 180))
```

```
set.seed(9)

aleatorios9 <- round(rweibull(5000, 100, 180))
```

```
set.seed(10)

aleatorios10 <- round(rweibull(5000, 100, 180))
```

Debemos modificar la semilla ya que en caso contrario nos generaria siempre los mismos números.

0.7.2 Apartado B

Par ver si se mejora la duracion de las baterias debemos calcular el promedio “aleatorios” y compararlo con el obtenido anteriormente.

Para comparar el resultado lo realizare con *aleatorios1* y después con la media de todas las distribucciones generadas.

0.7.2.1 Datos generados

```
duracion_promedio <- mean (aleatorios)
```

```
duracion_promedio
```

```
## [1] 178.9764
```

```
aleatorios
```

```
## [1] 181 180 179 176 181 176 175 178 179 182 181 181 178 180 178 179 178
## [18] 172 180 178 175 181 178 181 180 180 183 180 176 180 179 179 179 181
## [35] 177 178 177 181 178 180 177 179 177 179 179 177 182 179 178 178 179
## [52] 177 180 181 182 182 180 179 178 180 176 180 180 180 178 181 179 178
## [69] 182 176 180 177 180 180 179 176 177 180 178 174 180 178 180 180 178
## [86] 181 178 181 181 181 181 182 179 176 178 177 180 180 177 179 178 180
## [103] 180 171 179 181 181 179 175 179 173 178 180 180 181 183 178 181 180
## [120] 179 172 179 179 181 178 180 179 181 181 179 179 182 182 179 175 179
## [137] 179 179 173 179 178 179 181 181 178 180 181 178 181 177 179 179 180
## [154] 180 179 181 179 182 180 181 180 176 180 178 176 180 182 180 178 180
## [171] 179 177 177 180 180 176 179 178 179 176 180 181 176 179 176 181 178
## [188] 178 175 179 178 180 182 175 180 179 181 177 180 177 180 181 179 180
## [205] 181 179 179 181 181 178 174 182 178 175 177 180 178 175 175 180 181
## [222] 181 180 179 175 179 181 182 180 177 180 181 180 179 180 178 178 179
## [239] 180 180 180 179 176 181 180 181 180 181 180 175 178 175 179 179 179
## [256] 181 181 179 180 175 179 180 180 177 178 181 182 178 179 181 182 181
## [273] 180 181 180 181 181 181 179 178 182 179 176 180 182 181 180 181 181
## [290] 181 181 181 173 180 179 178 182 181 182 175 178 182 179 180 180 172
## [307] 181 177 182 180 181 181 177 178 181 179 182 180 174 179 178 180 180
## [324] 170 177 175 177 177 180 178 172 180 180 177 182 180 180 181 179 174
## [341] 172 181 179 180 178 180 179 181 180 178 179 182 177 180 173 180 177
## [358] 182 176 179 181 180 177 180 179 177 182 178 178 180 180 179 175 181
## [375] 181 180 180 177 181 179 180 179 178 173 181 181 177 177 181 174 181
## [392] 181 175 179 181 180 178 180 180 181 178 181 175 176 175 178 180 178
## [409] 183 175 171 180 178 177 178 179 179 180 178 177 180 179 178 181 180
## [426] 180 182 175 177 176 175 182 180 179 181 177 178 182 179 176 182 180
## [443] 179 179 181 180 180 175 181 182 174 180 180 181 182 178 179 172 179
## [460] 182 181 179 183 180 181 175 178 181 179 178 180 175 178 180 181 181
## [477] 177 180 179 178 178 181 177 175 179 179 181 183 176 181 182 175 180
## [494] 181 180 180 180 179 177 182 179 178 178 178 179 174 180 177 178 179
## [511] 176 180 183 178 178 181 179 179 180 179 177 178 180 181 180 175 177
## [528] 178 174 171 179 182 180 180 181 182 180 180 181 179 180 175 178 180
## [545] 181 181 170 180 179 178 176 179 183 176 178 180 182 182 177 177 178
## [562] 181 180 178 176 178 181 179 180 174 181 180 181 182 177 179 178 180
## [579] 177 178 180 175 179 182 179 180 182 179 174 178 179 181 178 178 177
## [596] 178 179 179 180 180 177 175 181 178 173 174 180 180 175 181 175 180
```

```
## [613] 179 179 178 180 181 180 179 182 177 181 179 181 180 179 181 179 179
## [630] 175 177 180 180 177 180 180 182 182 178 178 176 180 175 181 177 181
## [647] 182 177 178 175 178 177 180 180 179 182 181 179 178 177 180 177 182
## [664] 179 180 179 176 181 180 178 178 179 177 179 179 180 180 181 180 180
## [681] 178 178 181 179 179 179 180 180 183 176 182 179 177 179 180 179 177
## [698] 181 174 179 175 176 178 178 179 182 180 179 175 178 178 179 181 177
## [715] 180 180 182 181 180 178 183 179 176 178 181 177 180 179 180 182 178
## [732] 179 178 182 178 180 180 177 182 182 180 179 179 180 181 180 179 177
## [749] 181 178 179 176 179 181 180 181 180 181 174 180 178 181 177 181 181
## [766] 181 179 178 176 178 179 177 183 170 179 180 182 178 181 167 176 178
## [783] 178 179 177 181 179 180 180 182 181 182 175 180 179 179 181 179 177
## [800] 180 177 182 174 178 180 178 180 175 180 182 180 180 180 174 180 179
## [817] 175 176 181 178 180 179 178 177 176 182 181 180 180 178 178 176 177
## [834] 178 180 179 182 176 174 179 175 181 181 179 179 180 182 179 178 180
## [851] 175 178 182 173 181 182 181 178 181 181 182 181 178 182 182 180 179
## [868] 179 178 182 180 174 177 181 179 183 181 180 178 172 180 175 174 176
## [885] 179 177 177 178 179 180 183 182 182 183 180 181 179 182 183 181 177
## [902] 178 180 181 181 182 182 181 182 182 179 177 178 182 183 180 181 178
## [919] 178 176 180 174 173 182 176 177 178 180 179 180 179 175 181 180 178
## [936] 178 175 180 177 180 181 176 182 180 180 180 178 178 176 177 182 181
## [953] 179 176 179 181 176 181 179 183 180 180 181 179 180 181 180 176 172
## [970] 178 171 179 180 174 181 182 182 179 178 177 181 181 172 180 181 179
## [987] 179 180 164 179 181 180 179 181 181 178 179 180 181 181 179 178 180
## [1004] 175 181 182 179 179 177 178 175 179 182 171 180 176 176 180 181 181
## [1021] 183 177 181 177 181 178 179 180 180 178 179 179 180 174 179 181 180
## [1038] 179 176 181 181 181 179 179 181 180 179 180 179 175 182 179 180 176
## [1055] 176 181 178 180 179 182 181 175 176 181 179 175 180 181 175 180 181
## [1072] 183 179 180 176 179 178 182 180 180 180 180 179 182 178 177 179 181
## [1089] 176 180 179 178 181 180 178 178 183 179 178 175 178 181 180 181 181
## [1106] 179 180 180 175 180 181 178 183 178 177 179 180 178 180 178 181 177
## [1123] 179 177 178 176 180 180 180 180 177 181 180 180 180 181 181 178 177
## [1140] 180 181 180 177 181 177 179 180 180 177 181 177 182 178 177 173 181
## [1157] 182 181 181 180 182 180 179 180 175 180 175 180 178 181 177 178 180
## [1174] 180 178 182 179 177 181 182 180 180 180 180 176 181 181 179 183 182
## [1191] 178 175 181 179 180 175 177 178 181 182 180 178 175 178 178 177 178
## [1208] 177 180 178 181 178 182 180 180 175 173 182 179 182 179 182 179 177
## [1225] 180 181 182 180 170 179 180 180 180 183 182 176 180 179 180 178 180
## [1242] 179 182 180 174 175 174 177 178 182 181 181 178 176 180 181 180 179
## [1259] 176 182 181 178 180 178 181 180 179 175 182 180 181 180 178 177 178
## [1276] 178 181 177 178 175 183 179 180 178 178 181 181 178 179 180 182 176
## [1293] 177 179 182 179 180 179 180 182 179 181 181 173 174 178 182 179 179
```

```
## [1310] 180 183 180 179 178 178 177 181 181 178 180 179 181 177 180 181 178
## [1327] 181 182 182 177 180 176 182 179 178 179 179 176 173 180 181 181 176
## [1344] 181 180 181 182 181 178 179 182 181 181 180 181 179 179 182 181 176
## [1361] 177 176 181 182 179 180 179 180 181 179 180 181 181 180 177 177 175
## [1378] 177 181 179 177 179 179 181 182 180 181 176 178 179 179 181 183 175
## [1395] 178 180 178 176 180 178 181 179 173 180 180 177 179 182 181 181 182
## [1412] 180 182 179 180 179 176 180 174 180 175 178 176 181 180 183 181 179
## [1429] 180 177 183 177 180 180 175 179 179 175 177 181 178 180 181 178 174
## [1446] 181 180 180 181 178 179 181 182 178 177 181 178 182 180 178 180 180
## [1463] 177 180 181 180 181 177 178 181 180 177 177 181 180 180 176 180 178
## [1480] 178 183 182 182 180 176 180 178 178 181 176 182 181 177 179 181 178
## [1497] 174 176 174 180 182 176 181 179 181 180 178 178 182 179 182 178 173
## [1514] 177 177 180 177 180 181 180 179 177 178 174 182 177 180 177 179 174
## [1531] 175 180 178 182 176 181 179 179 181 179 180 183 182 176 177 180 176
## [1548] 179 179 178 181 182 177 181 179 177 180 173 176 178 181 178 176 182
## [1565] 181 177 178 176 177 180 182 179 178 177 180 173 178 181 181 177 180
## [1582] 176 176 177 179 179 177 180 180 179 181 177 179 181 181 181 183 181
## [1599] 176 182 181 182 182 176 177 181 179 180 180 181 180 178 180 178 177
## [1616] 176 178 180 182 176 179 179 178 182 178 176 183 175 180 177 173 180
## [1633] 177 182 182 179 182 182 178 182 180 178 177 180 179 180 179 181 179
## [1650] 176 179 182 181 180 172 178 182 179 179 180 180 179 174 180 177 175
## [1667] 180 179 179 181 176 176 172 181 179 178 181 176 181 181 173 179 182
## [1684] 177 168 177 180 175 180 174 179 179 177 181 179 181 182 178 179 182
## [1701] 178 178 178 181 181 181 183 179 180 180 181 181 181 181 181 176 180
## [1718] 182 180 179 177 180 177 169 181 180 180 174 179 177 176 182 179 178
## [1735] 182 178 179 179 180 182 174 172 179 180 181 182 180 176 180 180 179
## [1752] 179 179 181 177 182 179 180 180 178 181 179 178 179 179 179 179 178
## [1769] 177 180 174 180 181 181 175 182 181 182 179 181 179 181 180 180 176
## [1786] 181 181 181 178 175 179 179 181 179 176 179 183 181 180 180 182 180
## [1803] 179 179 179 179 181 174 178 180 181 181 178 182 179 181 178 171 181
## [1820] 179 179 177 180 179 182 179 179 180 174 178 181 175 180 177 178 180
## [1837] 179 179 174 182 178 176 172 174 179 182 181 179 178 181 181 181 181
## [1854] 177 180 176 177 173 179 178 177 182 177 178 180 181 183 180 177 179
## [1871] 173 179 179 177 182 181 180 181 181 179 179 177 178 180 177 181 179
## [1888] 181 181 181 177 180 176 181 172 178 180 182 178 180 176 182 180 176
## [1905] 178 180 179 176 180 180 179 180 177 181 178 184 180 175 183 182 181
## [1922] 171 179 179 183 180 172 178 182 177 181 180 175 179 183 174 178 182
## [1939] 180 179 178 177 177 182 181 182 181 176 183 181 181 181 179 179 178
## [1956] 180 173 180 179 182 178 181 179 177 180 178 178 181 178 171 179 175
## [1973] 181 181 179 180 177 184 178 177 180 178 181 180 178 180 177 179 179
## [1990] 177 180 181 181 177 180 178 182 181 181 180 176 174 177 180 181 182
```



```
## [2007] 179 182 179 179 182 179 177 179 182 180 181 182 177 180 180 177 180
## [2024] 183 182 178 182 182 179 180 180 182 180 177 182 180 181 178 173 181
## [2041] 180 181 178 182 177 181 178 180 179 176 181 178 181 181 178 179 182
## [2058] 181 178 180 180 179 180 170 181 179 180 179 177 183 178 176 180 176
## [2075] 177 182 175 179 179 181 178 179 179 180 181 177 181 179 174 179 177
## [2092] 178 178 182 179 181 178 176 179 179 179 178 179 182 181 173 172 180
## [2109] 177 178 180 180 176 177 181 181 174 177 180 177 183 181 176 182 176
## [2126] 178 181 183 182 178 182 178 180 177 182 180 181 174 179 180 177 181
## [2143] 181 180 180 181 179 182 174 179 181 179 182 181 182 180 178 180 179
## [2160] 180 178 174 180 180 178 178 179 180 179 181 181 181 176 179 180 180
## [2177] 178 179 179 179 174 178 178 181 180 176 179 182 180 182 183 176 175
## [2194] 176 177 181 181 178 178 182 179 175 181 179 175 180 180 180 179 181
## [2211] 178 177 181 179 181 178 179 181 178 180 179 179 178 182 179 181 178
## [2228] 181 182 178 178 181 181 181 180 178 180 181 182 177 180 182 180 180
## [2245] 181 181 180 180 176 178 181 178 180 181 183 182 181 181 180 176 175
## [2262] 179 181 181 181 179 182 177 179 174 176 178 181 181 180 172 176 179
## [2279] 181 176 178 176 178 182 182 175 176 180 177 181 180 179 181 179 180
## [2296] 179 177 180 180 175 182 177 180 179 178 180 181 176 180 178 181 180
## [2313] 179 180 180 180 179 180 181 178 181 177 177 179 179 182 180 179 184
## [2330] 177 181 182 178 182 180 177 181 180 180 178 180 180 180 174 178 176
## [2347] 175 178 177 177 176 177 180 176 177 181 181 175 180 182 173 183 179
## [2364] 180 180 178 180 178 178 178 173 179 178 180 180 179 173 174 181 180
## [2381] 176 178 180 178 181 176 176 181 182 180 180 179 179 180 180 179 182
## [2398] 180 181 181 182 182 174 177 182 179 183 178 178 183 177 177 180 179
## [2415] 180 180 178 178 176 179 182 178 176 178 179 179 180 179 176 180 177
## [2432] 178 176 180 180 176 178 179 179 175 180 180 174 180 179 177 179 176
## [2449] 178 181 178 177 181 177 179 180 171 178 179 181 180 180 178 180 178
## [2466] 181 180 175 181 179 177 180 179 182 178 179 180 181 182 180 179 180
## [2483] 172 182 182 178 181 179 182 178 180 181 176 182 180 174 180 176 182
## [2500] 180 179 182 177 180 172 179 176 183 181 180 180 179 178 175 179 181
## [2517] 179 172 182 176 180 179 181 180 181 178 181 176 180 175 179 179 178
## [2534] 181 180 177 181 177 175 180 177 181 178 180 175 179 181 180 173 181
## [2551] 176 181 179 177 178 178 179 179 180 181 182 180 178 181 173 177 173
## [2568] 182 179 180 180 180 179 181 176 171 175 172 178 180 177 178 179 179
## [2585] 178 178 176 178 165 181 179 183 181 180 178 178 180 180 178 179 179
## [2602] 181 176 179 181 178 181 179 175 181 179 176 181 179 181 182 180 181
## [2619] 178 179 180 181 176 182 179 181 179 180 179 179 180 175 180 181 176
## [2636] 181 182 181 177 177 180 181 178 180 179 173 182 182 179 181 181 180
## [2653] 176 182 181 179 182 183 181 180 180 181 181 181 180 177 180 178 180
## [2670] 174 179 177 181 179 178 181 179 179 179 179 182 180 180 182 180 178
## [2687] 177 181 176 181 176 179 181 180 181 177 180 180 181 177 182 179 177
```

```
## [2704] 179 179 180 178 176 181 180 180 181 181 179 181 179 179 173 181 181
## [2721] 181 177 182 180 182 175 181 178 175 178 181 179 181 181 182 180 180
## [2738] 178 180 181 179 176 180 182 177 181 178 181 177 179 179 177 177 182
## [2755] 179 180 177 179 180 182 181 180 181 180 181 177 181 178 178 182 179
## [2772] 181 181 181 181 183 175 181 180 177 181 180 180 178 179 177 177 181
## [2789] 180 180 179 174 181 180 177 179 179 176 178 180 175 179 179 181 180
## [2806] 173 181 181 180 181 181 180 179 174 182 182 182 180 181 181 177 181
## [2823] 179 179 180 178 178 175 180 180 180 178 179 183 177 179 176 175 176
## [2840] 178 177 180 179 180 174 180 173 178 176 178 180 175 181 183 179 179
## [2857] 180 180 179 180 180 180 177 181 173 179 177 181 178 182 179 177 173
## [2874] 180 180 180 176 179 175 181 179 178 184 179 180 182 178 179 182 180
## [2891] 182 177 177 180 183 179 179 176 180 174 181 181 179 180 179 182 179
## [2908] 178 179 179 180 180 179 181 176 172 178 179 175 179 180 181 178 175
## [2925] 178 176 181 179 181 179 174 177 181 180 177 180 180 182 181 178 182
## [2942] 170 181 179 182 182 181 177 177 178 180 179 174 179 180 178 181 180
## [2959] 180 182 180 178 180 179 179 177 179 181 178 182 178 182 177 177 179
## [2976] 177 181 181 178 180 178 182 180 177 180 182 177 179 176 178 179 179
## [2993] 180 179 175 181 181 181 181 179 177 179 181 180 177 175 181 180 178
## [3010] 174 180 181 177 177 176 178 180 182 178 175 182 181 180 181 181 180
## [3027] 179 181 179 180 180 180 180 180 177 180 180 183 174 180 182 180 179
## [3044] 180 173 182 181 181 181 175 180 180 179 180 180 180 180 183 174 181
## [3061] 179 176 177 179 183 180 176 179 176 172 180 183 180 178 175 178 179
## [3078] 178 177 177 178 180 180 177 180 178 182 177 183 181 179 178 179 176
## [3095] 180 179 178 181 178 176 180 182 179 181 176 181 179 180 177 175 178
## [3112] 183 174 179 179 182 181 178 180 179 179 182 180 180 180 180 178 175
## [3129] 181 177 182 175 173 177 178 180 177 177 180 177 179 179 183 176 179
## [3146] 179 178 175 181 180 180 180 176 178 178 179 180 182 179 181 182 181
## [3163] 176 178 182 181 181 179 178 177 176 183 182 181 178 177 179 181 179
## [3180] 178 181 178 181 180 179 180 176 179 182 181 181 177 175 176 181 177
## [3197] 183 178 179 180 179 169 179 175 181 179 179 181 180 178 177 180 179
## [3214] 180 178 179 179 180 178 178 178 178 183 181 178 176 182 178 179 175
## [3231] 176 182 180 177 181 179 180 179 175 179 179 179 179 182 180 179 180
## [3248] 179 180 177 182 180 176 179 180 180 182 179 179 181 180 182 182 181
## [3265] 173 182 181 175 182 175 178 183 177 179 180 177 179 182 181 180 177
## [3282] 180 179 179 179 179 178 178 177 173 181 177 178 180 181 178 172 177
## [3299] 178 177 179 180 180 182 180 173 181 178 179 174 178 176 180 179 181
## [3316] 177 182 178 178 178 179 177 180 175 180 181 179 182 182 180 182 178
## [3333] 182 180 180 180 177 179 178 181 180 180 176 180 181 181 180 173 181
## [3350] 182 179 177 182 182 176 182 176 176 177 179 180 178 176 178 178 179
## [3367] 177 180 179 179 179 182 183 182 180 181 177 179 179 179 181 179 181
## [3384] 180 180 176 173 180 180 180 181 177 183 182 182 179 176 179 181 177
```

```
## [3401] 175 182 180 178 183 178 173 180 181 173 180 179 179 174 180 180 182
## [3418] 178 182 181 176 174 181 180 177 176 174 179 181 179 181 175 182 179
## [3435] 174 181 181 181 180 180 182 174 178 182 175 179 179 172 180 178 182
## [3452] 176 175 175 178 177 179 178 176 182 176 182 180 181 181 179 177 180
## [3469] 178 176 180 179 168 181 183 180 179 182 176 175 175 182 177 177 179
## [3486] 176 177 176 178 179 179 181 181 177 176 179 180 181 180 179 179 177
## [3503] 179 179 182 178 180 180 178 178 176 180 181 181 181 180 183 176 177
## [3520] 180 179 180 177 177 180 180 179 171 177 178 180 174 177 178 178 182
## [3537] 182 176 179 178 183 181 180 178 180 177 177 181 179 182 180 178 180
## [3554] 181 179 178 181 177 181 177 181 179 182 182 180 179 179 179 182 180
## [3571] 178 180 181 181 179 179 179 182 180 180 182 178 182 182 183 181 176
## [3588] 180 180 177 174 173 182 180 175 181 177 179 181 180 178 179 178 180
## [3605] 180 178 175 182 180 181 173 181 181 177 176 179 180 181 179 180 179
## [3622] 176 180 181 180 177 177 175 179 181 176 172 179 180 179 175 179 180
## [3639] 180 182 179 181 177 180 177 178 177 179 174 182 179 177 179 179 175
## [3656] 180 179 177 181 175 181 180 181 181 182 182 176 178 180 180 177 178
## [3673] 172 173 180 176 179 180 180 182 169 174 181 174 176 181 177 175 177
## [3690] 177 177 177 178 180 178 179 181 180 178 177 180 180 169 177 178 179
## [3707] 177 181 183 177 182 179 181 181 180 181 180 181 178 179 180 176 180
## [3724] 178 176 180 183 178 179 182 177 178 177 176 180 177 180 181 180 180
## [3741] 180 180 180 181 182 176 180 182 179 180 180 180 181 180 182 179 180
## [3758] 176 174 180 180 174 181 177 170 177 182 182 179 181 178 179 180 181
## [3775] 176 181 177 176 179 182 181 181 179 178 180 180 181 181 179 175 178
## [3792] 179 180 182 177 180 183 175 178 173 180 178 179 179 176 183 179 175
## [3809] 179 181 183 178 181 181 178 178 182 183 180 172 179 181 180 178 181
## [3826] 182 182 179 179 173 182 177 181 178 180 180 181 180 180 168 177 180
## [3843] 179 180 179 181 175 181 180 178 179 179 182 176 179 178 181 181 181
## [3860] 180 177 179 179 172 177 181 181 180 183 177 179 181 177 180 171 181
## [3877] 177 182 177 183 180 180 179 182 180 179 178 177 181 181 180 180 182
## [3894] 181 179 179 178 181 179 181 181 177 180 181 182 177 180 179 182 180
## [3911] 179 180 174 179 178 181 175 176 176 180 180 180 179 180 182 179 177
## [3928] 179 181 181 177 175 182 182 176 180 180 176 176 179 179 181 181 180
## [3945] 178 181 179 177 181 178 181 180 172 181 181 181 178 176 180 177 181
## [3962] 183 182 179 182 177 182 181 182 180 178 183 180 180 173 181 178 177
## [3979] 175 182 178 180 177 177 178 180 180 180 177 179 179 180 177 180 181
## [3996] 179 177 181 180 178 181 179 182 179 175 180 178 178 179 180 178 181
## [4013] 179 179 182 179 183 181 180 181 180 182 181 179 178 178 180 177 177
## [4030] 177 176 173 181 177 181 183 179 180 176 179 182 179 181 180 181 172
## [4047] 179 177 172 177 180 182 180 182 182 178 181 182 178 183 181 177 180
## [4064] 178 180 181 179 181 175 181 176 174 173 182 182 180 180 178 177 179
## [4081] 180 180 179 180 181 174 182 181 181 181 174 177 180 179 174 174 177
```

```
## [4098] 178 178 178 175 173 182 181 180 176 180 180 181 179 180 181 183 179
## [4115] 182 178 178 182 179 182 176 178 180 180 180 182 180 180 181 178 179
## [4132] 181 181 179 178 181 180 176 178 179 176 178 180 168 180 177 179 180
## [4149] 181 180 175 178 179 180 177 176 179 177 176 179 180 179 183 178 178
## [4166] 179 181 179 178 179 181 182 180 181 180 180 180 179 181 178 181 179
## [4183] 179 177 181 181 180 180 180 183 181 177 174 181 182 181 179 174 181
## [4200] 178 182 181 179 178 173 181 176 179 179 176 181 174 173 179 180 178
## [4217] 181 181 182 181 180 181 175 176 177 182 178 181 182 175 180 178 177
## [4234] 182 180 179 181 180 179 177 181 181 180 175 172 179 178 174 176 180
## [4251] 179 179 180 180 178 179 182 180 175 180 180 178 183 178 181 183 180
## [4268] 182 173 178 180 182 182 177 180 179 181 180 182 182 181 181 182 177
## [4285] 170 177 179 181 178 177 181 177 176 182 178 180 181 179 180 180 180
## [4302] 181 176 178 180 179 177 174 178 181 180 179 179 181 181 181 180 180
## [4319] 182 178 180 175 180 180 180 181 171 179 179 176 182 177 177 179 180
## [4336] 182 176 181 179 177 175 177 179 181 180 179 173 181 182 173 178 179
## [4353] 181 182 176 178 178 180 180 180 180 181 177 176 181 181 181 171 178
## [4370] 177 178 182 182 182 179 179 181 180 181 178 176 178 177 182 180 176
## [4387] 181 180 179 180 175 171 177 176 178 180 179 179 177 181 177 180 177
## [4404] 176 181 178 183 178 180 180 176 176 180 177 181 179 182 180 180 181
## [4421] 181 181 180 182 179 180 180 178 176 180 182 178 182 179 181 181 179
## [4438] 179 173 179 176 181 180 174 181 176 176 180 179 178 180 175 179 179
## [4455] 176 179 180 182 179 179 177 179 180 181 182 179 179 181 176 178 180
## [4472] 179 178 180 180 178 181 181 178 180 180 179 177 181 177 178 180 181
## [4489] 179 179 177 178 175 182 180 178 180 177 180 180 176 181 181 180 181
## [4506] 178 180 180 182 183 180 175 180 174 179 183 178 182 175 181 177 177
## [4523] 181 178 175 182 177 180 179 177 176 179 178 179 180 177 180 175 177
## [4540] 180 183 173 180 181 181 182 182 181 179 181 180 180 182 180 180 182
## [4557] 178 181 178 171 179 178 178 180 179 173 179 177 180 176 181 179 179
## [4574] 179 177 177 172 181 180 180 179 179 183 180 181 179 176 175 180 174
## [4591] 178 181 178 179 181 180 179 179 179 180 180 177 179 179 181 178 181
## [4608] 178 178 182 176 178 179 179 179 180 180 182 176 181 177 181 176 176
## [4625] 178 178 179 177 178 179 179 180 181 181 173 180 181 175 177 178 181
## [4642] 180 181 180 181 179 181 176 179 180 181 181 179 179 173 178 178 177
## [4659] 182 181 178 178 179 180 174 181 178 181 180 182 181 179 179 181 176
## [4676] 180 181 180 181 173 177 175 177 181 180 173 180 181 180 176 177 179
## [4693] 179 181 179 181 175 177 177 177 176 181 174 177 180 177 180 181 179
## [4710] 183 178 180 180 180 179 180 181 175 179 179 181 178 180 179 176 175
## [4727] 180 178 181 178 178 182 183 179 179 177 179 179 172 172 180 178 181
## [4744] 181 172 177 179 179 179 180 178 179 180 179 181 179 178 179 179 179
## [4761] 180 177 182 174 181 180 178 179 181 178 178 179 176 180 177 178 182
## [4778] 175 179 177 179 178 177 181 178 180 182 182 180 179 176 181 177 176
```

```
## [4795] 174 178 181 180 181 176 180 180 177 181 179 179 175 178 178 182 179
## [4812] 181 174 177 178 180 178 175 179 177 180 179 181 180 182 181 180 179
## [4829] 179 179 174 178 176 178 180 177 177 178 181 181 179 180 178 177 182
## [4846] 181 176 178 181 180 182 176 181 180 182 180 180 180 177 181 180 179
## [4863] 181 179 180 173 179 182 179 181 178 183 180 176 179 179 176 177 175
## [4880] 175 181 178 178 178 179 180 176 177 177 181 177 179 180 175 177 177
## [4897] 178 183 181 180 181 177 176 180 180 179 176 178 178 179 181 179 180
## [4914] 181 182 179 179 181 184 181 176 177 179 177 177 179 180 178 175 179
## [4931] 179 181 181 176 180 182 177 182 182 179 179 180 181 179 182 180 173
## [4948] 175 179 181 178 180 179 175 182 180 179 182 176 174 176 179 180 180
## [4965] 175 181 175 180 177 176 175 180 177 177 178 180 182 176 178 180 179
## [4982] 176 181 181 180 178 181 178 176 178 180 178 182 182 179 180 182 180
## [4999] 182 180
```

```
est.par <- eWeibull(X=aleatorios, method="numerical.MLE"); est.par
```

```
##
## Parameters for the Weibull distribution.
## (found using the numerical.MLE method.)
##
## Parameter Type Estimate      S.E.
##      shape shape 5746.0193 114.9170520
##      scale scale   32.1049   0.6421072
```

```
est.par
```

```
##
## Parameters for the Weibull distribution.
## (found using the numerical.MLE method.)
##
## Parameter Type Estimate      S.E.
##      shape shape 5746.0193 114.9170520
##      scale scale   32.1049   0.6421072
```

```
duracion_promedio2 <- mean (aleatorios2)
```

```
duracion_promedio2
```

```
## [1] 178.9456
```

```
duracion_promedio3 <- mean (aleatorios3)
```

```
duracion_promedio3
```

```
## [1] 178.958
```

```
duracion_promedio4 <- mean (aleatorios4)
```

```
duracion_promedio4
```

```
## [1] 179.0066
```

```
duracion_promedio5 <- mean (aleatorios5)
```

```
duracion_promedio5
```

```
## [1] 178.9388
```

```
duracion_promedio6 <- mean (aleatorios6)
```

```
duracion_promedio6
```

```
## [1] 178.932
```

```
duracion_promedio7 <- mean (aleatorios7)
```

```
duracion_promedio7
```

```
## [1] 178.9768
```

```
duracion_promedio8 <- mean (aleatorios8)
```

```
duracion_promedio8
```

```
## [1] 178.9366
```

```
duracion_promedio9 <- mean (aleatorios9)
```

```
duracion_promedio9
```

```
## [1] 178.974
```

```
duracion_promedio10 <- mean (aleatorios10)
```

```
duracion_promedio10
```

```
## [1] 178.966
```

```
duracion_promedioy <- mean(duracion_promedio10,  
                           duracion_promedio9 ,  
                           duracion_promedio8 ,
```

```
duracion_promedio7 ,  
duracion_promedio6 ,  
duracion_promedio5 ,  
duracion_promedio4 ,  
duracion_promedio3 ,  
duracion_promedio2 ,  
duracion_promedio)
```

```
duracion_promedioy
```

```
## [1] 178.966
```

Una vez que tenemos guardada en *duracion_promedio* y *duracion_promedioy* vamos a compararla con la obtenida anteriormente:

```
prome <- mean(datosB$lifetime)  
prome
```

```
## [1] 179.6805
```

```
incrementoprome1 <- (prome - duracion_promedioy)  
incrementoprome1
```

```
## [1] 0.7145239
```

```
incrementoprome2 <- (prome - duracion_promedio)  
incrementoprome2
```

```
## [1] 0.7041239
```

0.7.2.2 Esperanza

0.7.3 Apartado B

```
p5 <- pweibull(175, 100, 185, lower.tail = TRUE, log.p = FALSE)  
p5
```

```
## [1] 0.003852956
```

calculo de la diferencia de p

```
incrementp <- (p5-p2)
```

```
incrementp
```

```
## [1] -0.007821668
```

Más promedio de las anteriores que de estas, debe haber algo que este mal.