

Práctica 2: limpieza, análisis y representación de los datos

Cristina Liáñez López y Manuel Padrón Martínez

2 de junio, 2020

Contents

1. Detalles de la actividad	1
2. Resolución	1
3. Recursos	23
4. Tabla de contribuciones al trabajo	24

1. Detalles de la actividad

En esta actividad se elabora un caso práctico, consistente en el tratamiento de un conjunto de datos (en inglés, *dataset*), orientado a aprender a identificar los datos relevantes para un proyecto analítico y usar las herramientas de integración, limpieza, validación y análisis de las mismas.

2. Resolución

2.1. Descripción del dataset

El conjunto de datos objeto de análisis se ha obtenido a partir de un dataset libre disponible en Kaggle. Este conjunto de datos incluye información sobre diferentes marcas de vehículos nuevos y usados a la venta en los EE.UU. Los datos se obtuvieron haciendo uso de la técnica de *Web Scraping*. Está constituido por 2499 vehículos (filas o registros), de los que se han analizado 13 características (columnas) de cada uno.

Las características analizadas en este dataset son:

- **x**: valor para identificar las filas. Comienza en 0.
- **price**: precio de venta del vehículo en \$.
- **brand**: marca del vehículo.
- **model**: modelo del vehículo.
- **year**: año de la primera matriculación del vehículo.
- **Title_Status**: Esta característica incluye dos posibles valores: *clean title* que significa que el vehículo es apto para circular; o *salvage insurance* en caso de que no sea apto para circular debido a que está dañado por un accidente, inundación, incendio, o cualquier otra circunstancia.
- **Mileage**: kilometraje del vehículo, expresado en millas.
- **Color**: Color del vehículo.
- **Vin**: Número de bastidor. Compuesto por 17 caracteres (números y letras)

- **Lot:** es un número de identificación asignado a una cantidad determinada o un lote de coches de un solo fabricante. En este caso, se combina un número de lote con un número de serie para formar el número de identificación del vehículo.
- **State:** estado o ciudad donde se encuentra el vehículo.
- **Country:** país donde se encuentra el vehículo.
- **Condition:** tiempo que hace que se publicó el anuncio de venta del vehículo en la página web.

2.2. Integración y selección de los datos de interés a analizar.

Preguntas a responder con el estudio:

- ¿Qué influye más en el precio de un vehículo con menos de 20 años de antigüedad: su antigüedad o el kilometraje que tenga?
- ¿Los coches de segunda mano de color blanco son más caros que los de color negro?
- ¿Podría crearse un modelo o fórmula para calcular el precio de venta de los vehículos de segunda mano, de manera objetiva, en función de ciertas características de los vehículos? ¿Cuáles serían las características más relevantes a tener en cuenta en esa fórmula?

2.3. Limpieza de los datos

En primer lugar, procedemos a realizar la lectura del fichero en formato CSV en el que se encuentran los datos. A continuación, examinaremos el tipo de datos con los que R ha interpretado cada variable.

```
# Carga del archivo
setwd("../csv")
cars <- read.csv("USA_cars_datasets.csv",header=TRUE)

#muestra las primeras filas del dataset
head(cars)
```

```
##      X price      brand  model year  title_status mileage  color
## 1 0 6300      toyota cruiser 2008 clean vehicle 274117 black
## 2 1 2899       ford      se 2011 clean vehicle 190552 silver
## 3 2 5350      dodge     mpv 2018 clean vehicle 39590 silver
## 4 3 25000     ford      door 2014 clean vehicle 64146 blue
## 5 4 27700 chevrolet 1500 2018 clean vehicle 6654 red
## 6 5 5700      dodge     mpv 2018 clean vehicle 45561 white
##
##              vin      lot      state country condition
## 1  jtezu11f88k007763 159348797 new jersey      usa 10 days left
## 2  2fmdk3gc4bbb02217 166951262 tennessee      usa 6 days left
## 3  3c4pdcgg5jt346413 167655728 georgia      usa 2 days left
## 4  1ftfw1et4efc23745 167753855 virginia      usa 22 hours left
## 5  3gcpcrec2jg473991 167763266 florida      usa 22 hours left
## 6  2c4rdgeg9jr237989 167655771 texas      usa 2 days left
```

```
#Examino el tipo de datos de cada variable
str(cars)
```

```
## 'data.frame': 2499 obs. of 13 variables:
## $ X : int 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ...
## $ price : int 6300 2899 5350 25000 27700 5700 7300 13350 14600 5250 ...
## $ brand : Factor w/ 28 levels "acura","audi",...: 28 9 8 9 6 8 6 10 6 9 ...
## $ model : Factor w/ 127 levels "1500","2500",...: 26 93 76 33 1 76 87 33 72 76 ...
## $ year : int 2008 2011 2018 2014 2018 2018 2010 2017 2018 2017 ...
```

```
## $ title_status: Factor w/ 2 levels "clean vehicle",...: 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 ...
## $ mileage      : num  274117 190552 39590 64146 6654 ...
## $ color        : Factor w/ 49 levels "beige","billet silver metallic clearcoat",...: 3 40 40 5 35 47 ...
## $ vin          : Factor w/ 2495 levels " 19uua96529a004646",...: 2393 1666 1886 968 2088 1650 1194 1 ...
## $ lot          : int   159348797 166951262 167655728 167753855 167763266 167655771 167753872 16769249 ...
## $ state        : Factor w/ 44 levels "alabama","arizona",...: 25 36 8 40 7 37 8 4 7 37 ...
## $ country      : Factor w/ 2 levels " canada"," usa": 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 ...
## $ condition    : Factor w/ 47 levels "1 days left",...: 4 40 17 21 21 17 21 19 21 17 ...
```

```
#Miramos un resumen de los datos
summary(cars)
```

```
##           X           price           brand           model
## Min.      : 0.0      Min.      : 0      ford       :1235      door       : 651
## 1st Qu.: 624.5      1st Qu.:10200      dodge        : 432      f-150      : 219
## Median :1249.0      Median :16900      nissan         : 312      doors      : 148
## Mean     :1249.0      Mean   :18768      chevrolet     : 297      caravan    : 102
## 3rd Qu.:1873.5      3rd Qu.:25556      gmc           :  42      mpv        :  87
## Max.     :2498.0      Max.    :84900      jeep          :  30      fusion     :  65
##                                     (Other)   : 151      (Other):1227
##           year           title_status           mileage           color
## Min.      :1973      clean vehicle :2336      Min.      :  0      white     :707
## 1st Qu.:2016      salvage insurance: 163      1st Qu.: 21466      black     :516
## Median :2018                                     Median : 35365      gray      :395
## Mean     :2017                                     Mean   : 52299      silver    :300
## 3rd Qu.:2019                                     3rd Qu.: 63472      red       :192
## Max.     :2020                                     Max.    :1017936      blue      :151
##                                     (Other):238
##           vin           lot           state
## 1g1al58f787159241:  2      Min.    :159348797      pennsylvania : 299
## 1gndt13s632267445:  2      1st Qu.:167625331      florida       : 246
## 1gnevhwk8jj148388:  2      Median :167745058      texas         : 214
## 3gcrkse37ag234620:  2      Mean    :167691389      california    : 190
## 19uua96529a004646:  1      3rd Qu.:167779772      michigan      : 169
## 19xfb2f81fe252000:  1      Max.    :167805500      north carolina: 146
## (Other)           :2489                                     (Other)       :1235
##           country           condition
## canada:  7      2 days left :832
## usa      :2492      21 hours left:492
##                                     3 days left :137
##                                     14 hours left:108
##                                     1 days left : 91
##                                     8 days left : 82
##                                     (Other)      :757
```

Puede observarse que los tipos de datos asignados automáticamente por R a las variables se corresponden con el dominio de estas.

De las 13 características registradas de cada vehículo, se ha decidido prescindir de **x**, **lot** y **condition**, ya que no son atributos propios de los vehículos, sino que hacen referencia a los anuncios en los que se publicitaban a los mismos.

```
# Prescindimos de las variables X, lot y condition
cars <- cars[,-(1)]
cars <- cars[,-(9)]
cars <- cars[,-(11)]
```

```
str(cars)
```

```
## 'data.frame':   2499 obs. of  10 variables:
## $ price       : int  6300 2899 5350 25000 27700 5700 7300 13350 14600 5250 ...
## $ brand       : Factor w/ 28 levels "acura","audi",...: 28 9 8 9 6 8 6 10 6 9 ...
## $ model       : Factor w/ 127 levels "1500","2500",...: 26 93 76 33 1 76 87 33 72 76 ...
## $ year        : int   2008 2011 2018 2014 2018 2018 2010 2017 2018 2017 ...
## $ title_status: Factor w/ 2 levels "clean vehicle",...: 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 ...
## $ mileage     : num  274117 190552 39590 64146 6654 ...
## $ color       : Factor w/ 49 levels "beige","billet silver metallic clearcoat",...: 3 40 40 5 35 47 ...
## $ vin        : Factor w/ 2495 levels " 19uua96529a004646",...: 2393 1666 1886 968 2088 1650 1194 1 ...
## $ state       : Factor w/ 44 levels "alabama","arizona",...: 25 36 8 40 7 37 8 4 7 37 ...
## $ country     : Factor w/ 2 levels " canada"," usa": 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 ...
```

```
head(cars)
```

```
##   price    brand  model year title_status mileage  color      vin
## 1  6300   toyota cruiser 2008 clean vehicle  274117  black  jtezu11f88k007763
## 2  2899    ford      se 2011 clean vehicle  190552  silver 2fmdk3gc4bbb02217
## 3  5350   dodge     mpv 2018 clean vehicle  39590  silver 3c4pdcgg5jt346413
## 4 25000    ford     door 2014 clean vehicle  64146  blue   1ftfw1et4efc23745
## 5 27700 chevrolet 1500 2018 clean vehicle   6654   red    3gcpcrec2jg473991
## 6  5700   dodge     mpv 2018 clean vehicle  45561  white  2c4rdgeg9jr237989
##           state country
## 1 new jersey    usa
## 2  tennessee    usa
## 3   georgia     usa
## 4  virginia     usa
## 5   florida     usa
## 6    texas     usa
```

2.3.1. Normalización de variables

A continuación, mostraremos los valores de las variables cualitativas o categóricas mediante el uso de tablas de frecuencia. Ésto nos permitirá saber si hay valores fuera del rango o valores extraños en ellas.

```
#variables cualitativas
```

```
table(cars$brand)
```

```
##
##          acura          audi          bmw          buick          cadillac
##           3             4             17             13             10
##   chevrolet    chrysler    dodge          ford             gmc
##        297            18          432          1235             42
## harley-davidson heartland    honda          hyundai    infiniti
##           1             5             12             15             12
##       jaguar        jeep        kia          land          lexus
##           1            30             13             4             2
##     lincoln    maserati    mazda mercedes-benz    nissan
##           2             1             2             10          312
##   peterbilt        ram    toyota
##           4             1             1
```

```
table(cars$model)
```

```
##
##      1500      2500      2500hd      300      3500      5
```

```
##      39      8      1      6      4      1
##   acadia   altima   armada   bus   cab   camaro
##      1     21      4      2      8      6
##   caravan   cargo challenger   charger   chassis   cherokee
##     102      2     44     42      4      3
##   colorado   compass   connect convertible   corvette   country
##      12      6      1      1      4      2
##     coupe   cruiser   cruze   cutaway   cx-3      d
##      6      1      2     12      1      2
##     dart discovery   door   doors   dr      drw
##      1      1     651    148      1     10
##   durango   e-class   ecosport   edge   el   elantra
##     64      1      7     34      3      1
##   enclave   encore   energi   equinox   escape   esv
##      2      3      1     18     39      1
## expedition explorer   f-150   f-650   f-750   fiesta
##     28     39     219      3      1     14
##     flex   focus   forte   frontier   fusion   ghibli
##     33      9      2     14     65      1
##     glc     gle     gx   hybrid   impala   journey
##      1      2      1      5     12     61
##     juke   kicks   ld   limited      m   malibu
##      1      1      3      1      1     12
##     max   maxima   mdx   mpv   murano   mustang
##     41      3      1     87      5     29
##   nautilus   note   nvp   pacifica   passenger   pathfinder
##      1      2      1      3      3     22
##   pickup   pioneer   pk     q5     q70   ranger
##     15      1      5      1      1      6
## road/street   rogue   se   sedan   sentra   series
##      1     54      1      4     28      8
##   sl-class   sonic   sorento   soul   spark   sport
##      1      2      5      1      1     40
##   sportage   srw   srx   suburban   sundance   suv
##      1     38      1     16      1      1
##     tahoe   taurus   titan   trail   transit   traverse
##      9     10      5      1     41      6
##     trax   truck   utility   van   vans   vehicl
##      8      4      1     46      2      1
##     versa   volt   wagon   x3   xd   xt5
##     34      2     30      2      1      1
##   xterra
##      1
```

```
table(cars$title_status)
```

```
##
##   clean vehicle salvage insurance
##         2336         163
```

```
table(cars$color)
```

```
##
##           beige   billet silver metallic clearcoat
##            5           3
##          black           black clearcoat
```

```
##          516          2
##          blue          bright white clearcoat
##          151          2
##          brown          burgundy
##          15          1
##          cayenne red          charcoal
##          2          18
##          color:          competition orange
##          5          1
##          dark blue          glacier white
##          1          1
##          gold          gray
##          19          395
##          green          guard
##          24          1
##          ingot silver          ingot silver metallic
##          1          4
##          jazz blue pearlcoat          kona blue metallic
##          1          1
##          light blue          lightning blue
##          1          1
##          magnetic metallic          maroon
##          6          1
##          morningsky blue          no_color
##          1          61
##          off-white          orange
##          2          20
##          oxford white          pearl white
##          4          1
##          phantom black          purple
##          1          1
##          red royal crimson metallic tinted clearcoat
##          192          1
##          ruby red          ruby red metallic tinted clearcoat
##          1          2
##          shadow black          silver
##          5          300
##          super black          tan
##          3          1
##          toreador red          triple yellow tri-coat
##          1          3
##          turquoise          tuxedo black metallic
##          1          2
##          white          white platinum tri-coat metallic
##          707          2
##          yellow
##          9
```

```
table(cars$state)
```

```
##
##      alabama      arizona      arkansas      california      colorado
##         17         33         12         190         21
##   connecticut    florida      georgia      idaho      illinois
##         25        246         51         2        113
```

```
##      indiana      kansas      kentucky      louisiana      maryland
##      14          4          9          11          4
## massachusetts      michigan      minnesota      mississippi      missouri
##      27          169          119          24          46
##      montana      nebraska      nevada      new hampshire      new jersey
##      1          4          85          4          87
##      new mexico      new york      north carolina      ohio      oklahoma
##      4          58          146          31          71
##      ontario      oregon      pennsylvania      rhode island      south carolina
##      7          27          299          2          64
##      tennessee      texas      utah      vermont      virginia
##      26          214          10          2          90
##      washington      west virginia      wisconsin      wyoming
##      14          21          94          1
```

```
table(cars$country)
```

```
##
##  canada      usa
##      7      2492
```

Los colores se van a clasificar en los siguientes valores: *beige, black, blue, brown, orange, gold, red, silver, white, gray, green, purple, yellow, no-color*

```
cars$color <- str_replace(cars$color, ".*beige.*", "beige")
cars$color <- str_replace(cars$color, ".*black.*", "black")
cars$color <- str_replace(cars$color, ".*blue.*", "blue")
cars$color <- str_replace(cars$color, ".*brown.*", "brown")
cars$color <- str_replace(cars$color, ".*orange.*", "orange")
cars$color <- str_replace(cars$color, ".*gold.*", "gold")
cars$color <- str_replace(cars$color, ".*red.*", "red")
cars$color <- str_replace(cars$color, ".*silver.*", "silver")
cars$color <- str_replace(cars$color, ".*white.*", "white")
cars$color <- str_replace(cars$color, ".*gray.*", "gray")
cars$color <- str_replace(cars$color, ".*green.*", "green")
cars$color <- str_replace(cars$color, ".*purple.*", "purple")
cars$color <- str_replace(cars$color, ".*yellow.*", "yellow")
cars$color <- str_replace(cars$color, "burgundy", "red")
cars$color <- str_replace(cars$color, "charcoal", "black")
cars$color <- str_replace(cars$color, "color:", "no_color")
cars$color <- str_replace(cars$color, "maroon", "brown")
cars$color <- str_replace(cars$color, "magnetic metallic", "black")
cars$color <- str_replace(cars$color, "royal crimson metallic tinted clearcoat", "purple")
cars$color <- str_replace(cars$color, "turquoise", "blue")
cars$color <- str_replace(cars$color, "tan", "beige")
cars$color <- str_replace(cars$color, "guard", "black")
```

```
table(cars$color)
```

```
##
##  beige      black      blue      brown      gold      gray      green no_color
##      6      554      158      16      19      395      24      66
##  orange      purple      red      silver      white      yellow
##      21          2      199      308      719      12
```

2.3.2. Valores perdidos

¿Los datos contienen ceros o elementos vacíos? ¿Cómo gestionarías cada uno de estos casos?

```
# valores perdidos(0 o vacíos)
#Con la siguiente instrucción vemos si hay registros que están incompletos
complete.cases(cars)
```

[illegible]

[illegible]

[illegible]

```
## [2199] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
## [2213] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
## [2227] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
## [2241] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
## [2255] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
## [2269] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
## [2283] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
## [2297] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
## [2311] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
## [2325] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
## [2339] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
## [2353] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
## [2367] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
## [2381] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
## [2395] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
## [2409] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
## [2423] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
## [2437] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
## [2451] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
## [2465] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
## [2479] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
## [2493] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
```

#Analizamos valores perdidos

```
sapply(cars, function(x) sum(is.na(x)))
```

```
##      price      brand      model      year title_status      mileage
##         0          0          0         0             0             0
##    color      vin      state    country
##         0          0          0         0
```

```
sapply(cars, function(x) sum(x == 0))
```

```
##      price      brand      model      year title_status      mileage
##       43          0          0         0             0             6
##    color      vin      state    country
##         0          0          0         0
```

En primer lugar, hemos comprobado si hay registros incompletos, es decir, en los que en alguno de sus atributos no se haya introducido valor. Con la instrucciones ejecutada, se comprueba que no hay ninguno, ya que no se ha obtenido ningún valor a **FALSE**.

En segundo lugar, se ha analizado en cada una de las variables cuantitativas si existen valores almacenados equivalentes a 0 o NA. En el caso del precio, se han detectado 43 registros cuyo precio es 0; y para el caso del kilometraje, se han encontrado 6 registros con este mismo valor.

En el caso de la variable *price*, son claramente valores perdidos ya que no tiene sentido que el precio de venta fijado sea de 0\$ cuando la naturaleza de los anuncios es la venta de los vehículos. Será necesario imputar los valores de estas variables en estos registros.

En el caso de la variable *mileage* cuyo valor es 0, se ha mirado el valor del atributo *year*, puesto que si éste valor se corresponde con coches del 2020, el valor registrado en el atributo *mileage* puede ser correcto ya que se trataría de vehículos nuevos que no han recorrido ninguna milla aún.

```
years <- subset(cars$year, subset = cars$mileage == 0)
print(years)
```

```
## [1] 2004 1994 2012 1993 2013 2017
```

Tras realizar la comprobación, vemos que no es así en ninguno de los casos, es decir, son vehículos con cierta antigüedad, por lo que el valor a 0 de *mileage* se corresponde con un valor perdido, que deberíamos de imputar.

Para la imputación de los valores perdidos se empleará un método basado en la similitud o diferencia entre los registros: la imputación basada en k vecinos más próximos (en inglés, kNN-imputation). La elección de esta alternativa se realiza bajo la hipótesis de que nuestros registros guardan cierta relación. No obstante, es mejor trabajar con datos “aproximados” que con los propios elementos vacíos, ya que obtendremos análisis con menor margen de error.

```
#primero hay que sustituir los valores 0 por NA
cars$price <- ifelse(cars$price == 0, NA, cars$price)
cars$mileage <- ifelse(cars$mileage == 0, NA, cars$mileage)
sapply(cars, function(x) sum(is.na(x)))
```

```
##      price      brand      model      year title_status      mileage
##      43         0         0         0         0         6
##      color      vin      state      country
##      0         0         0         0
```

```
#imputamos los valores NA usando el método kNN
cars$price <- kNN(cars)$price
cars$mileage <- kNN(cars)$mileage

#comprobamos
sapply(cars, function(x) sum(is.na(x)))
```

```
##      price      brand      model      year title_status      mileage
##      0         0         0         0         0         0
##      color      vin      state      country
##      0         0         0         0
```

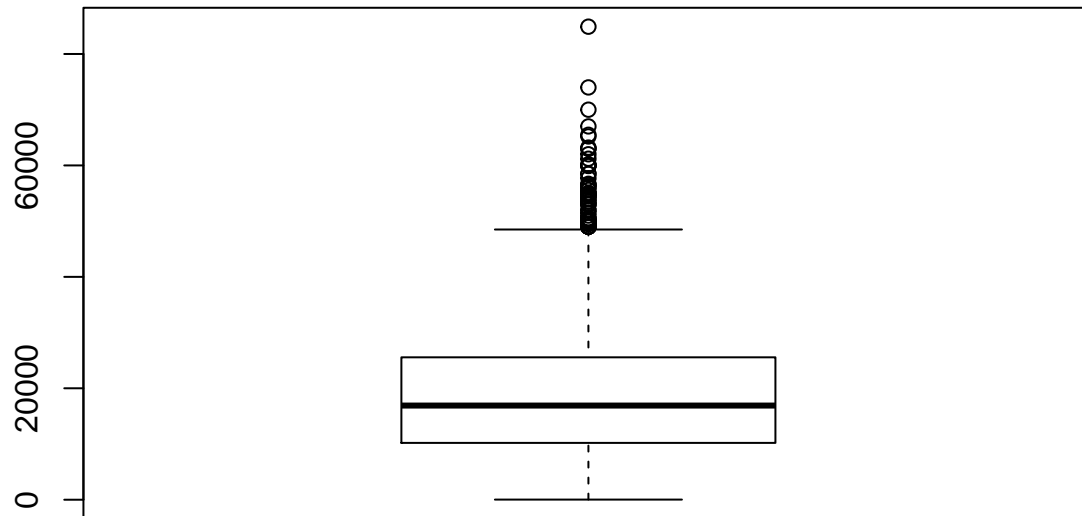
```
sapply(cars, function(x) sum(x == 0))
```

```
##      price      brand      model      year title_status      mileage
##      0         0         0         0         0         0
##      color      vin      state      country
##      0         0         0         0
```

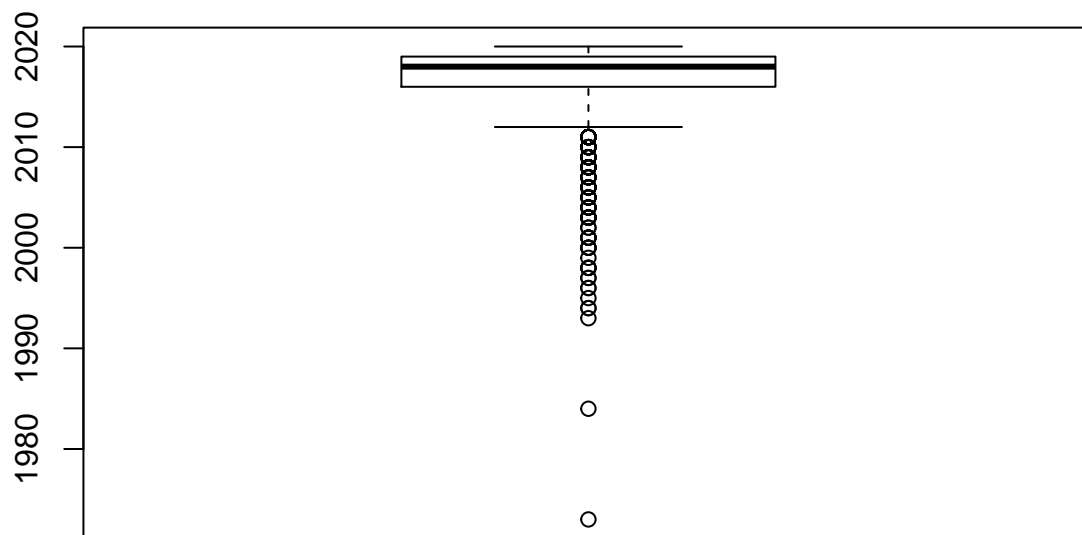
2.3.3. Valores extremos.

Los valores extremos o outliers son aquellos que parecen no ser congruentes si los comparamos con el resto de los datos. Para identificarlos, utilizaremos la representación mediante un diagrama de caja.

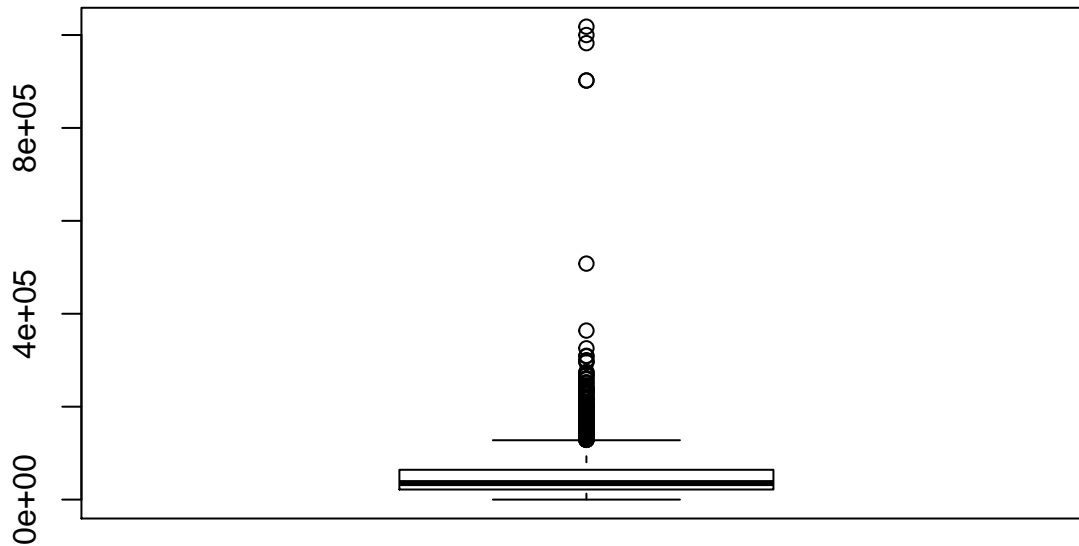
```
boxplot(cars$price)
```



```
boxplot(cars$year)
```



```
boxplot(cars$mileage)
```



```
summary(cars$price)
```

```
##      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
##      25   10200   16900   18787   25556   84900
```

```
summary(cars$year)
```

```
##      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
##     1973   2016   2018   2017   2019   2020
```

```
summary(cars$mileage)
```

```
##      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
##       1    21686   35493   52966   64140  1017936
```

En los tres diagramas anteriores se observan bastantes valores outliers. Ésto es debido a que el rango de valores de las tres variables es bastante amplio. Si revisamos los datos y los comparamos con los valores resumen de cada variable, llegamos a la conclusión de que son valores posibles. Por tanto, se mantendrán tal y como están recogidos.

2.4. Análisis de los datos

2.4.1. Selección de los grupos de datos que se quieren analizar/comparar (planificación de los análisis a aplicar).

A continuación, se seleccionan los grupos dentro de nuestro conjunto de datos que pueden resultar interesantes para analizar y/o comparar.

#Agrupar por año de primera matriculación, diferenciando los que tienen una antigüedad de 20 años o más

```
year <- subset(cars$year, subset = cars$year >= 2000)
price <- subset(cars$price, subset = cars$year >= 2000)
mileage <- subset(cars$mileage, subset = cars$year >= 2000)
cochesMenos20 <- data.frame(price, year, mileage)
#head(cochesMenos20)
```

```
year <- subset(cars$year, subset = cars$year < 2000)
price <- subset(cars$price, subset = cars$year < 2000)
mileage <- subset(cars$mileage, subset = cars$year < 2000)
cochesMas20 <- data.frame(price, year, mileage)
```

```
#head(cochesMas20)
```

```
#Agrupar coches por color blanco o negro.
```

```
precioCochesBlancos <- subset(cars$price, subset = cars$color == "white")  
precioCochesNegros <- subset(cars$price, subset = cars$color == "black")
```

2.4.2. Comprobación de la normalidad y homogeneidad de la varianza.

Vamos a comprobar la suposición de normalidad y la homogeneidad de la varianza de las variables. Para ello, vamos a usar el test de Kolmogorov-Smirnov y luego lo contrastaremos con el test de Shapiro-Wilk. Con esta prueba si obtenemos un p-value mayor a 0,05 asumiremos que los datos siguen una distribución normal.

```
#Comprobamos la normalidad de la variable año
```

```
ks.test(as.array(unique(cars$year)), pnorm, mean(as.array(unique(cars$year))), sd(as.array(unique(cars$year))))
```

```
##  
## One-sample Kolmogorov-Smirnov test  
##  
## data: as.array(unique(cars$year))  
## D = 0.076426, p-value = 0.9891  
## alternative hypothesis: two-sided
```

```
shapiro.test(as.array(cars$year))
```

```
##  
## Shapiro-Wilk normality test  
##  
## data: as.array(cars$year)  
## W = 0.67439, p-value < 2.2e-16
```

```
#Comprobamos la normalidad de la variable precio
```

```
ks.test(as.array(unique(cars$price)), pnorm, mean(as.array(unique(cars$price))), sd(as.array(unique(cars$price))))
```

```
##  
## One-sample Kolmogorov-Smirnov test  
##  
## data: as.array(unique(cars$price))  
## D = 0.08809, p-value = 9.617e-06  
## alternative hypothesis: two-sided
```

```
shapiro.test(as.array(cars$price))
```

```
##  
## Shapiro-Wilk normality test  
##  
## data: as.array(cars$price)  
## W = 0.94933, p-value < 2.2e-16
```

```
#Comprobamos la normalidad de la variable kilometraje
```

```
ks.test(as.array(unique(cars$mileage)), pnorm, mean(as.array(unique(cars$mileage))), sd(as.array(unique(cars$mileage))))
```

```
##  
## One-sample Kolmogorov-Smirnov test  
##  
## data: as.array(unique(cars$mileage))
```

```
## D = 0.19944, p-value < 2.2e-16
## alternative hypothesis: two-sided
shapiro.test(as.array(cars$mileage))

##
## Shapiro-Wilk normality test
##
## data: as.array(cars$mileage)
## W = 0.55487, p-value < 2.2e-16
#Comprobamos la normalidad de la variable precioCochesBlancos
ks.test(as.array(unique(precioCochesBlancos)), pnorm, mean(as.array(unique(precioCochesBlancos))), sd(a.

##
## One-sample Kolmogorov-Smirnov test
##
## data: as.array(unique(precioCochesBlancos))
## D = 0.071149, p-value = 0.04224
## alternative hypothesis: two-sided
shapiro.test(as.array(precioCochesBlancos))

##
## Shapiro-Wilk normality test
##
## data: as.array(precioCochesBlancos)
## W = 0.96784, p-value = 1.812e-11
#Comprobamos la normalidad de la variable precioCochesNegros
ks.test(as.array(unique(precioCochesNegros)), pnorm, mean(as.array(unique(precioCochesNegros))), sd(as.

##
## One-sample Kolmogorov-Smirnov test
##
## data: as.array(unique(precioCochesNegros))
## D = 0.084059, p-value = 0.01505
## alternative hypothesis: two-sided
shapiro.test(as.array(precioCochesNegros))

##
## Shapiro-Wilk normality test
##
## data: as.array(precioCochesNegros)
## W = 0.94011, p-value = 3.853e-14
```

Como vemos, a excepción de la variable año, las otras 4 variables claramente no cumplen con la normalidad. En el caso de la variable año, debido al teorema central del límite, podemos considerar que añadiendo más observaciones tenderá a comportarse como una distribución normal.

También vamos a hacer un análisis de homocedasticidad entre las variables precioCochesBlancos y precioCochesNegros que son las que vamos a comprobar más adelante. Como nos han fallado los test de normalidad vamos a usar el test de Fligner-Killeen. Para usar este test crearemos un nuevo dataframe donde recogeremos los precios de los coches blancos y negros y los evaluaremos.

```
df <- data.frame(price=c(precioCochesBlancos,precioCochesNegros), color=c(rep(1,each=719),rep(2,each=555)),
fligner.test(price ~ color, data = df)
```



```
##
## Fligner-Killeen test of homogeneity of variances
##
## data: price by color
## Fligner-Killeen:med chi-squared = 3.6859, df = 1, p-value = 0.05487
```

Nos da un valor mayor que 0,05 por lo que se acepta la hipótesis nula de homocedasticidad. Con lo que podremos usar un test t mas adelante entre estas dos variables.

2.4.3. Aplicación de pruebas estadísticas para comparar los grupos de datos.

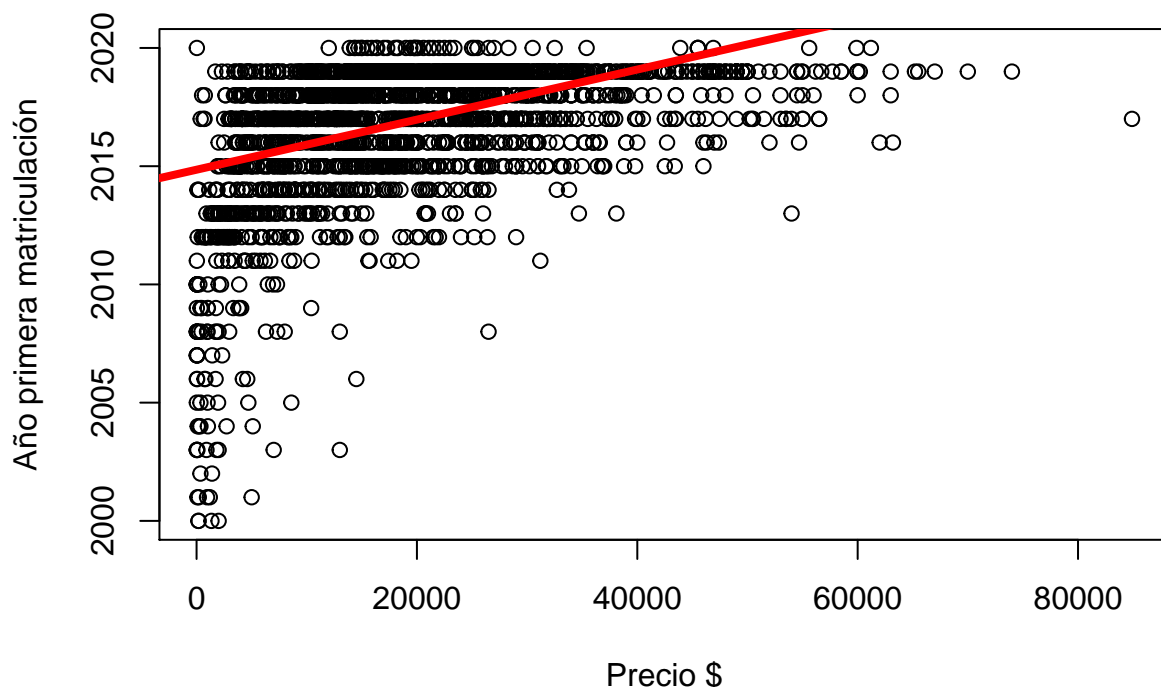
a). Estudiar visualmente y analíticamente las posibles correlaciones entre:

- las variables precio y el año de la primera matriculación.
- las variables precio y el kilometraje.

En los dos casos anteriores, solo se van a tener en cuenta los vehículos con una antigüedad inferior a 20 años, es decir, cuya fecha de primera matriculación sea igual o posterior al 2000.

#price y year

```
plot(cochesMenos20$price, cochesMenos20$year, xlab = "Precio $", ylab = "Año primera matriculación")
abline(lm(cochesMenos20$year~cochesMenos20$price),col="red",lwd=4)
```

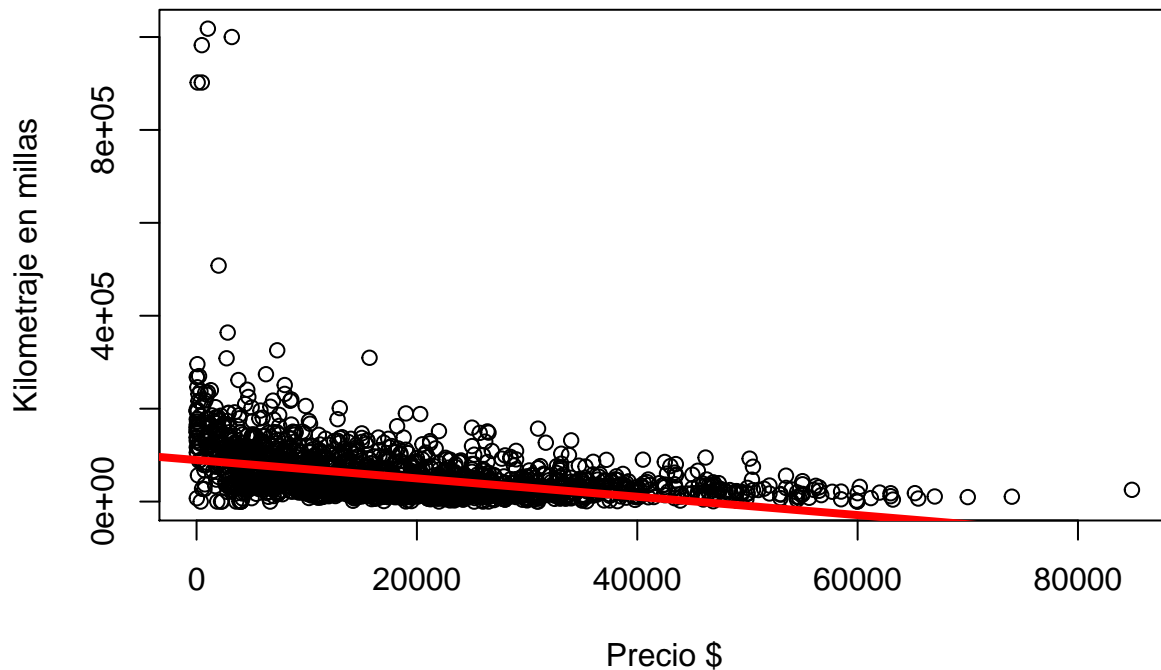


```
cor(x=cochesMenos20$price, y=cochesMenos20$year,method="spearman")
```

```
## [1] 0.4690157
```

#price y mileage

```
plot(cochesMenos20$price, cochesMenos20$mileage, xlab = "Precio $", ylab = "Kilometraje en millas")
abline(lm(cochesMenos20$mileage~cochesMenos20$price),col="red",lwd=4)
```



```
cor(x=cochesMenos20$price, y=cochesMenos20$mileage,method="spearman")
```

```
## [1] -0.5342928
```

Del análisis anterior se extrae que existe una correlación positiva entre las variables precio y año de primera matriculación. Es decir, cuanto mayor es el año de primera matriculación, más nuevo es el coche, mayor es el precio.

En cuanto a la relación entre las variables precio y kilometraje, ésta es negativa ya que un mayor kilometraje del vehículo, influye bajando el precio de venta del mismo.

Mediante la función `cor()`, que utiliza el coeficiente de correlación de Spearman, se observa que en ambos casos, la relación entre los pares de variables puede considerarse de fortaleza media, siendo mayor para la relación entre el precio y el año de primera matriculación.

b). Contraste de hipótesis

Si hay un color que manda actualmente en el mercado de ocasión, ese es el blanco y no otros pigmentos que, tradicionalmente, han levantado más pasiones, como el negro y el rojo. Su espectacular repunte se puede atribuir a que el blanco es una pintura más económica pero, actualmente, la demanda supera ligeramente a la oferta, de modo que, ¿influirá el color del coche en el precio de venta en vehículos de segunda mano?

La siguiente prueba consistirá en un contraste de hipótesis sobre dos muestras para determinar si el precio del coche es superior si éste es color blanco a si lo es negro. Para ello, tendremos dos muestras: la primera de ellas se corresponderá con los precios de los coches de color blanco y, la segunda, con aquellos que presentan el color negro.

Por aplicación del Teorema del límite central, para muestras con tamaño superior a 30, se puede suponer que los datos son normales. Como en este caso, $n > 30$, el contraste de hipótesis siguiente es válido.

Se plantea el siguiente **contraste de hipótesis de dos muestras sobre la diferencia de medias**:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

donde μ_1 es la media de la población de la que se extrae la primera muestra donde el color de los coches es blanco y μ_2 es la media de la población de la que extrae la segunda donde el color de los coches es el negro.

Se trata de un test unilateral. Consideramos el nivel de significación $\alpha = 0.05$

```
#Contraste de hipótesis color blanco Vs negro

t.test(precioCocheBlancos, precioCocheNegros, alternative = "less")

##
## Welch Two Sample t-test
##
## data: precioCocheBlancos and precioCocheNegros
## t = -0.96319, df = 1093.8, p-value = 0.1678
## alternative hypothesis: true difference in means is less than 0
## 95 percent confidence interval:
##      -Inf 473.8822
## sample estimates:
## mean of x mean of y
## 19500.14 20168.36
```

Dado que obtenemos un p-valor mayor que el nivel de significación $p\text{Valor} > \alpha$, entonces no rechazamos la hipótesis nula. Por tanto, podemos concluir que el precio de un coche de color blanco no tiene por qué ser mayor al precio de un coche de color negro.

c). Modelo de regresión

A continuación, se va a crear un modelo o fórmula para predecir el precio de venta de los vehículos de segunda mano en función de ciertas características de los mismos. Así, se calcularán varios modelos de regresión lineal utilizando regresores cuantitativos, en el primero de ellos, y se añadirán regresores cualitativos a los anteriores, en los posteriores modelos, con los que poder realizar las predicciones de los precios.

En primer lugar, se estimará por mínimos cuadrados ordinarios un modelo lineal que explique la variable precio del vehículo en función del año de primera matriculación y el kilometraje.

En los siguientes modelos de regresión lineal múltiple, se utilizarán regresores cuantitativos, los mismos que se han utilizado en el primer modelo, y se añadirán regresores cualitativos.

De entre los modelos que obtengamos, escogeremos el mejor utilizando como criterio aquel que presente un mayor coeficiente de determinación R^2 .

```
#predecir precio en función del año de matriculación y kilometraje
modelo1 <- lm(formula = cars$price ~ cars$year + cars$mileage)

#predecir precio en función del año de matriculación, kilometraje y marca
modelo2 <- lm(formula = cars$price ~ cars$year + cars$mileage + cars$brand)

#predecir precio en función del año de matriculación, kilometraje, marca y color
modelo3 <- lm(formula = cars$price ~ cars$year + cars$mileage + cars$brand + cars$color)

#Tabla con los coeficientes de determinación
coeficientes <- matrix(c( 1, summary(modelo1)$r.squared,
                        2, summary(modelo2)$r.squared,
                        3, summary(modelo3)$r.squared),
                      ncol = 2, byrow = TRUE)

print(coeficientes)

##      [,1]      [,2]
## [1,]    1 0.2073647
## [2,]    2 0.3588051
## [3,]    3 0.3651046
```

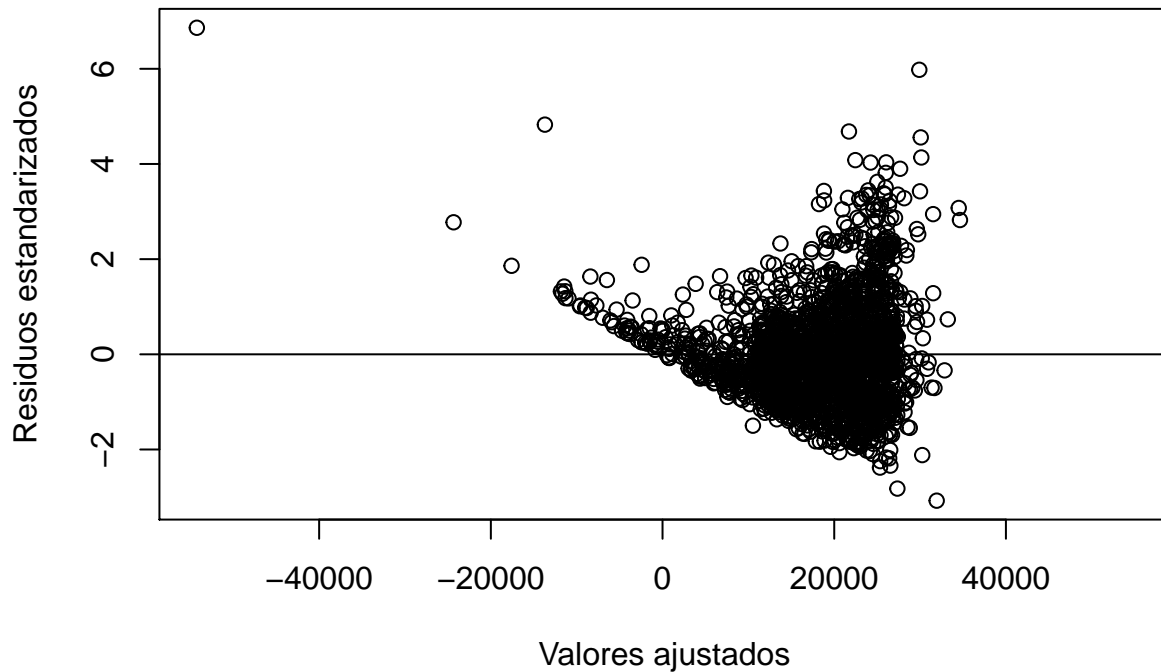
Podemos decir, que el tercer modelo es el más conveniente dado que tiene un mayor coeficiente de determinación. Empleando este modelo y haciendo uso de la **función predict()**, podemos realizar predicciones de precios de vehículos a partir del año de matriculación, kilometraje, marca y color.

2.5. Representación de los resultados a partir de tablas y gráficas.

Para la diagnosis del modelo de regresión lineal múltiple escogido se harán dos gráficos: uno con los valores ajustados frente a los residuos (que nos permitirá ver si la varianza es constante) y el gráfico cuantil-cuantil que compara los residuos del modelo con los valores de una variable que se distribuye normalmente(QQ plot).

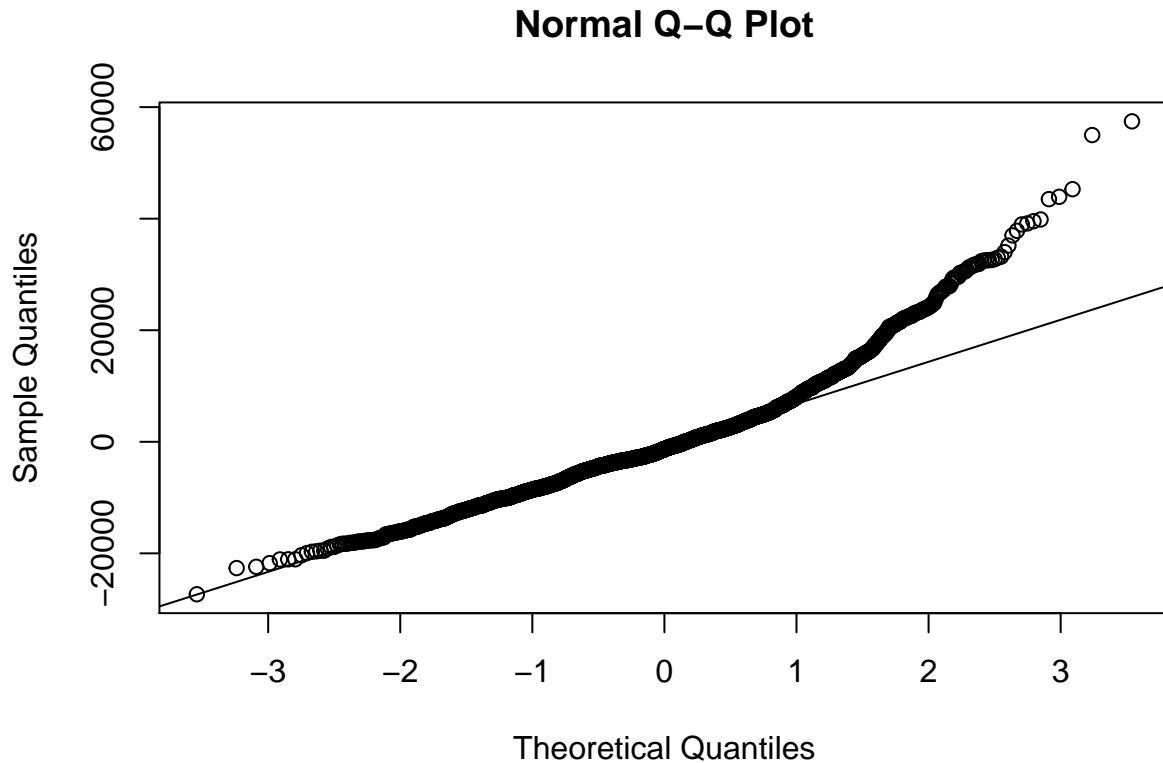
```
#Varianza de los errores/residuos constante
```

```
plot(fitted.values(modelo3),rstandard(modelo3), xlab="Valores ajustados", ylab="Residuos estandarizados",  
abline(h=0))
```



```
#Distribución normal de los residuos
```

```
qqnorm(modelo3$residuals)  
qqline(modelo3$residuals)
```



El **gráfico de los residuos en función de los valores ajustados por el modelo** permite evaluar 3 cuestiones principalmente:

- Si has utilizado el tipo de relación adecuada, es decir, si el modelo debería ser no lineal en lugar de lineal. Si el tipo de modelo que utilizaste no es el adecuado encontrarás sesgos o tendencias en los residuos.
- Si la varianza es constante o por el contrario tienes problemas de dispersión irregular. Los residuos deben distribuirse al azar alrededor del valor cero.
- Si existen datos extremos (outliers) que puedan perturbar e invalidar tu modelo.

El **gráfico cuantil-cuantil (Normal Q-Q)** permite comparar la distribución de los residuos con la distribución normal teórica. Por lo tanto, si los residuos tienen una distribución normal deberían seguir aproximadamente la línea recta diagonal en el gráfico Q-Q normal, en caso contrario los residuos se van a apartar de la diagonal.

De las gráficas anteriores se puede extraer la presencia de outliers que están perturbando el modelo y valores alejados del comportamiento de la mayoría de los puntos (sobre todo en valores pequeños y altos de x).

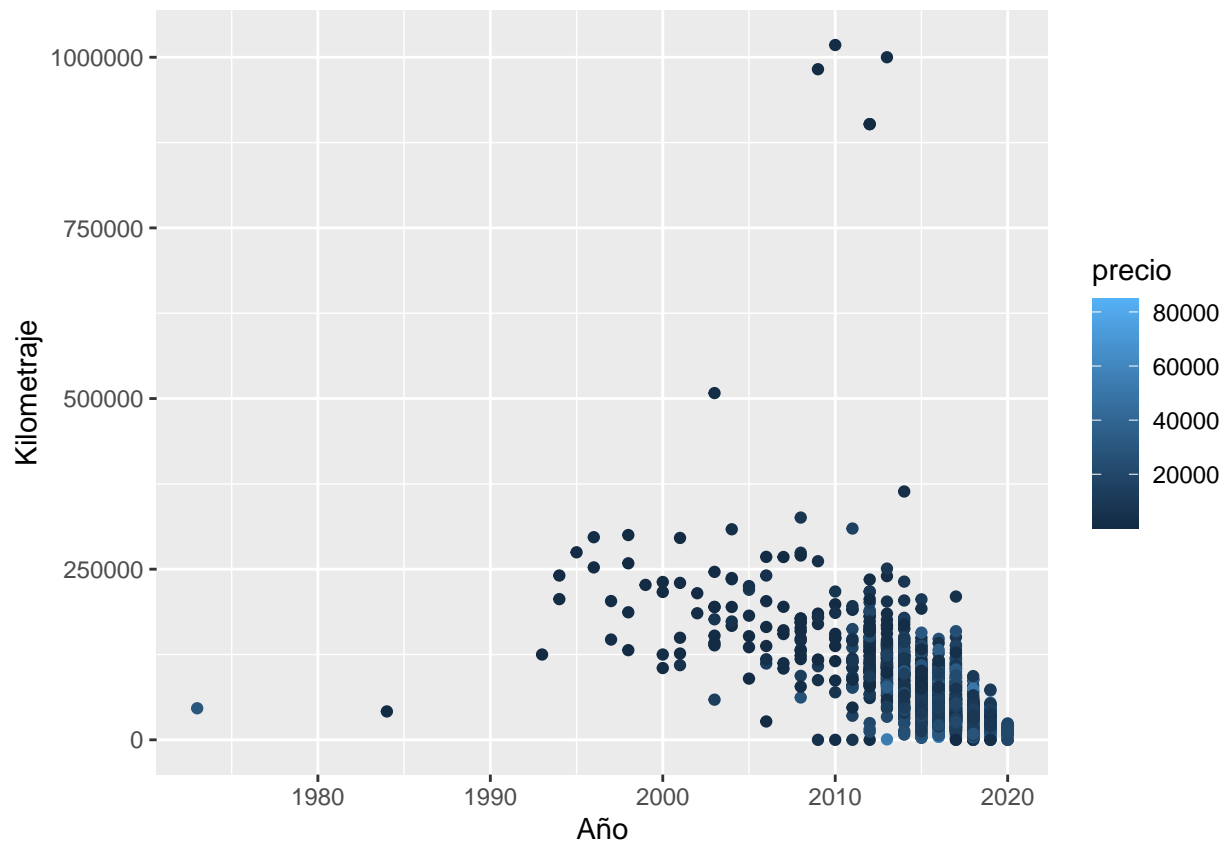
2.6. Conclusiones

Finalmente, a partir de todo el estudio realizado, anotamos las siguientes conclusiones dando respuesta a las preguntas inicialmente planteadas.

- ¿Qué influye más en el precio de un vehículo con menos de 20 años de antigüedad: su antigüedad o el kilometraje que tenga?

Pues parece ser, que la antigüedad del vehículo tiene una repercusión mayor en el precio que el kilometraje de éste. En la gráfica a continuación, vemos como, incluso visualmente se puede apreciar que mientras más a la derecha estamos en la gráfica más caro es el coche.

```
ggplot(cars,aes(x=year,y=mileage, colour=price))+geom_point()+labs(x="Año", y="Kilometraje", colour="p
```

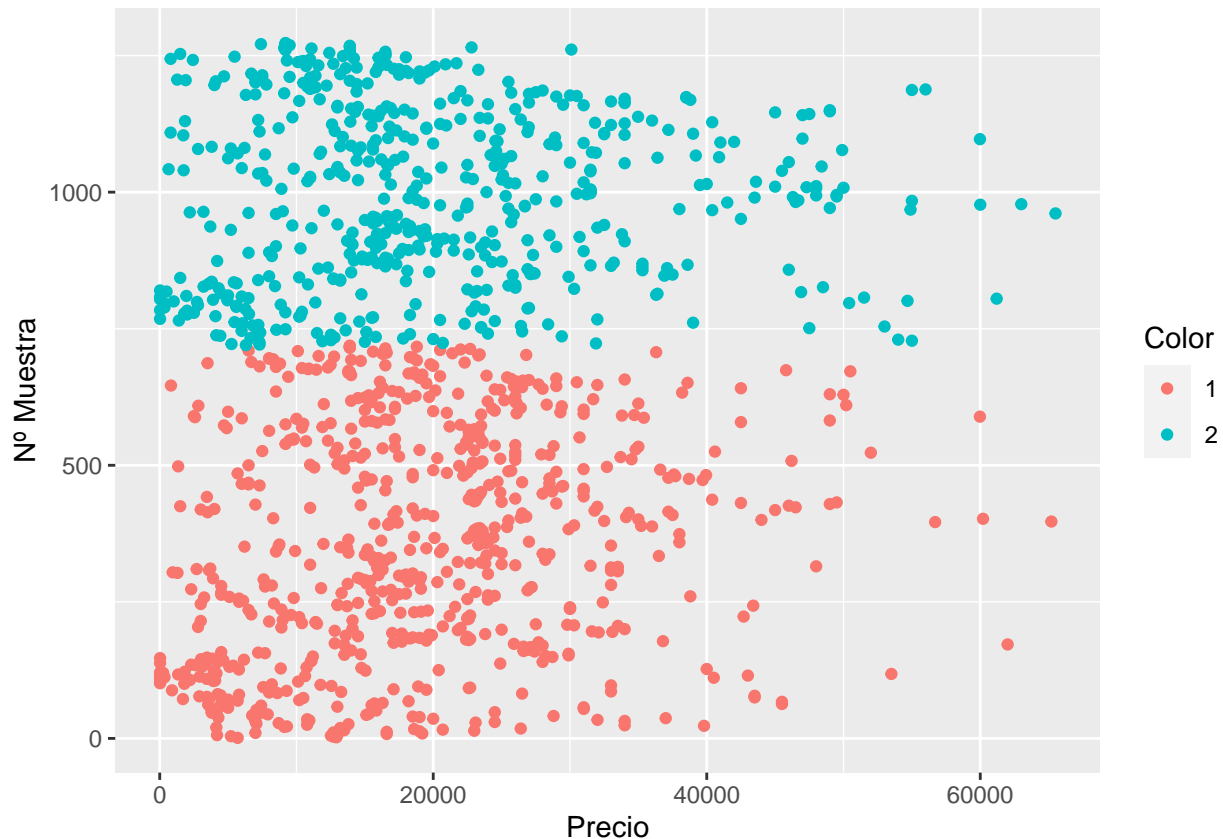


- ¿Los coches de color blanco son más caros que los de color negro?

En este estudio, y con un 95% de nivel de confianza, el precio de los coches de color blanco es similar al precio de los coches de color negro.

En la gráfica podemos ver como los coches blancos, etiquetados como 1, y los coches negros, etiquetados como 2, están distribuidos en los mismos rangos de precios, tal como corrobora el estudio.

```
ggplot(df, aes(x=price, y=1:nrow(df), colour=as.factor(color))) + geom_point() + labs(x="Precio", y="Nº Muestra")
```



- ¿Podría crearse un modelo o fórmula para calcular el precio de venta de los vehículos de segunda mano, de manera objetiva, en función de ciertas características de los vehículos? ¿Cuáles serían las características más relevantes a tener en cuenta en esa fórmula?

Sí, podemos realizar predicciones de precios de vehículos a partir del año de matriculación, kilometraje, marca y color.

2.7. Crear el archivo procesado.

```
write.csv2(cars, file = "USA_cars_datasets_processed.csv")
```

3. Recursos

1. Calvo M., Subirats L., Pérez D. (2019). Introducción a la limpieza y análisis de los datos. Editorial UOC.
2. Dalgaard, P. (2008). Introductory statistics with R. Springer Science & Business Media.
3. Megan Squire (2015). Clean Data. Packt Publishing Ltd.
4. Jiawei Han, Micheline Kamber, Jian Pei (2012). Data mining: concepts and techniques. Morgan Kaufmann.
5. Jason W. Osborne (2010). Data Cleaning Basics: Best Practices in Dealing with Extreme Scores. Newborn and Infant Nursing Reviews; 10 (1): pp. 1527-3369.
6. Wes McKinney (2012). Python for Data Analysis. O'Reilly Media, Inc.
7. Vegas, E. (2017). Preprocesamiento de datos. Material UOC.

8. Gibergans, J. (2017). Regresión lineal múltiple. Material UOC.
9. Rovira, C. (2008). Contraste de hipótesis. Material UOC.

4. Tabla de contribuciones al trabajo

CONTRIBUCIONES	FIRMA
Investigación previa	CLL, MPM
Redacción de respuestas	CLL, MPM
Desarrollo código	CLL, MPM