



UNIVERSIDAD  
**COMPLUTENSE**  
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2023/2024

204

Docencia de métodos estadísticos de estimación en el entorno virtual Moodle a partir de ejercicios resueltos

María Jaenada Malagón

Facultad de Ciencias

Matemáticas

Estadística e Investigación Operativa

## 1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

Los objetivos propuestos en la presentación del proyecto se engloban en la línea Innovación en recursos educativos en abierto y enseñanza virtual.

El objetivo principal de este proyecto era programar una aplicación que permitiese a los alumnos practicar las herramientas teóricas vistas en clase de estadística en forma de cuestionarios aleatorizados en Moodle. La idea principal consistía en la creación de programas que generen problemas de forma aleatoria en los que aplicar distintos tipos de aplicaciones de estadística paramétrica y descriptiva.

El proyecto se centraba en la enseñanza de los métodos de estimación y creación de estos cuestionarios para que pudieran ser utilizados como herramienta de autoevaluación. Los cuestionarios podían ser repetidos tantas veces como se deseara con datos y problemas renovados, generados aleatoriamente.

Para ello, se ha usado el entorno exams del lenguaje de programación R, que permiten la inclusión de los programas en el campus virtual, además de ser un software libre. La bibliografía fundamental en la que nos hemos basado es:

- Flexible Generation of E-Learning Exams in R: Moodle Quizzes, OLAT Assessments, and Beyond. Zeileis, N. Umlauf, F. Leisch. *Journal of Statistical Software*, 58 (1), (2014).

Otra posibilidad de uso de esta aplicación consiste en poder evaluar de forma online los contenidos de la asignatura.

En particular, se plantearon los siguientes objetivos:

1. Crear una herramienta interactiva en Moodle que permita a los alumnos practicar y profundizar en los conceptos teóricos de estadística descriptiva y paramétrica vistos en clase mediante casos prácticos.
2. Familiarizar a los alumnos con técnicas modernas de inferencia robusta y comparar métodos de estimación robustos y no robustos: Facilitar la comprensión y aplicación de distintos estimadores, tanto los basados en la máxima verosimilitud como los basados en medidas de divergencia, mostrando las ventajas y desventajas de cada método.
3. Implementar un entorno práctico y atractivo: Desarrollar una plataforma interactiva y práctica que sea más atractiva para los alumnos en comparación con la resolución de ejercicios tradicionales, promoviendo así un aprendizaje más efectivo.
4. Facilitar la autoevaluación y la evaluación continua: Proveer una herramienta que permita a los alumnos autoevaluarse mediante cuestionarios generados de forma aleatoria, adaptándose a sus necesidades y niveles de comprensión, y que también pueda ser utilizada para la evaluación continua por parte de los profesores.
5. Promover el uso de herramientas computacionales: Integrar el uso del software R y la herramienta R exam en el proceso de aprendizaje, mejorando las competencias técnicas de los alumnos en el uso de herramientas informáticas para la estadística.

Estos objetivos se engloban en la línea de Innovación en recursos educativos en abierto y enseñanza virtual, buscando mejorar la didáctica de la enseñanza de la estadística y facilitar el aprendizaje práctico de los alumnos.

## **2. Objetivos alcanzados**

En el marco del proyecto se ha logrado desarrollar y probar tres cuestionarios enfocados en la parte de estadística descriptiva. Estos cuestionarios fueron implementados y evaluados en tres grupos distintos de estudiantes de las asignaturas de Estadística del grado en Matemáticas, grado de Matemáticas y Estadística, Grado en Ingeniería Matemática, y la asignatura de Probabilidad y Estadística en los grados de Ingeniería informática e Ingeniería del Software. A continuación, se detallan los objetivos alcanzados y los desafíos encontrados durante el desarrollo del proyecto.

### Desarrollo y Prueba de Cuestionarios

#### 1. Creación de Cuestionarios:

Se diseñaron tres cuestionarios interactivos enfocados en la estadística descriptiva. Estos cuestionarios permitieron a los alumnos practicar y evaluar sus conocimientos teóricos mediante ejercicios prácticos, generados de forma aleatoria y personalizados según las necesidades de cada estudiante. Los cuestionarios generaban preguntas con datos generados de forma aleatoria, por lo que en cada intento el problema a resolver era diferente.

#### 2. Implementación en Grupos de Estudiantes:

Los cuestionarios fueron probados en tres grupos diferentes, dos pertenecientes a la asignatura de Estadística del grado en Matemáticas, grado de Matemáticas y Estadística, Grado en Ingeniería Matemática, y la asignatura de Probabilidad y Estadística en los grados de Ingeniería informática e Ingeniería del Software. La implementación se llevó a cabo durante el segundo cuatrimestre y sirvió tanto de autoevaluación como de evaluación continua de los estudiantes. Se valoró tanto la participación como la calificación obtenida.

#### 3. Evaluación y Retroalimentación:

Los estudiantes utilizaron los cuestionarios en el entorno Moodle, lo que permitió recoger sus respuestas y proporcionar retroalimentación inmediata. Esta práctica facilitó la autoevaluación y ayudó a los profesores a identificar áreas de mejora en la comprensión de los conceptos por parte de los alumnos. Además, los alumnos disponían de las respuestas una vez terminado el cuestionario para que pudieran aprender de sus propios errores.

### Limitaciones y mejoras de futuro

#### 1. Desafíos con el Software R:

Una dificultad significativa fue la falta de familiaridad de los estudiantes con el software R, esencial para la realización de los cuestionarios interactivos. Para superar este obstáculo, se organizó un curso de introducción a R, desarrollado por el equipo de

trabajo del proyecto. Este curso incluyó materiales didácticos y tutoriales específicos que serán reutilizables en próximos cursos, facilitando así la integración de R en el plan de estudios.

## 2. Docencia sobre estimación robusta:

A pesar de los esfuerzos realizados, no fue posible introducir cuestionarios sobre estimadores robustos debido a limitaciones de tiempo y necesidades de introducción al lenguaje por parte de los estudiantes. La parte teórica relacionada con estos estimadores se explicó en clase, pero no se logró desarrollar ejercicios prácticos que permitieran a los alumnos aplicar estos conceptos de manera interactiva. Este objetivo queda pendiente y se espera poder abordarlo en futuras ediciones del curso.

## Conclusiones y Futuro del Proyecto

El proyecto de innovación docente ha permitido alcanzar varios de los objetivos propuestos, especialmente en términos de desarrollar y probar cuestionarios interactivos en el entorno Moodle, centrados en la docencia de la estadística. No obstante, la implementación práctica de los estimadores robustos ha quedado pendiente, debido a las limitaciones temporales y la necesidad de formación adicional en R para los estudiantes.

El curso de introducción a R creado por el equipo ha sido un recurso valioso que continuará beneficiando a futuros estudiantes. Se espera que, con este material disponible, en próximas ediciones del curso se pueda avanzar en la integración de ejercicios sobre estimadores robustos, proporcionando una formación más completa y práctica en estadística inferencial.

Finalmente, el proyecto ha demostrado ser una herramienta útil y atractiva para los alumnos, permitiendo un aprendizaje más interactivo y práctico. La retroalimentación obtenida servirá para mejorar y ampliar los contenidos en futuras implementaciones, asegurando así una mejora continua en la enseñanza de la estadística.

## 3. Metodología empleada en el proyecto

Inicialmente, el proyecto se estructuraba en dos fases diferenciadas.

### 1. FASE 1: Diseño de Cuestionarios y Contenidos

#### Objetivo

El objetivo de esta fase fue desarrollar cuestionarios interactivos y los contenidos teóricos necesarios para facilitar el aprendizaje de los conceptos estadísticos en el entorno virtual Moodle. Es decir, construir la aplicación que permitiese generar los problemas de los distintos algoritmos de forma aleatoria. Esta parte se había planteado para ser desarrollada antes del comienzo de las clases.

### 2. FASE 2: Implementación en el Aula

#### Objetivo

Implementar las herramientas en el aula y probar y corregir posibles problemas que pudiesen aparecer en el uso práctico de la aplicación, tanto desde el punto

de vista computacional como de interpretación de los enunciados.

Esta parte estaba planteada para ser realizada en el momento en el que los alumnos pudiesen probar los programas y sugerir mejoras o detectar errores que se pudieran haber pasado por alto en la primera etapa. Sin embargo, y tras la evaluación de las limitaciones consideradas en el punto 2 de esta memoria, se ha incluido una fase intermedia de introducción y familiarización con el uso del Software R. Por tanto, la FASE 2 se ha dividido en dos bloques

### **2.1. FASE 2.1: Curso de Introducción a R**

#### Objetivo

Capacitar a los estudiantes en el uso del software R, necesario para la realización de los cuestionarios interactivos.

### **2.2. FASE 2.2: Uso de cuestionarios en el Aula**

#### Objetivo

Utilizar los cuestionarios desarrollados para evaluar y reforzar el aprendizaje de los conceptos de estadística descriptiva entre los estudiantes.

La máxima que se ha seguido con este proyecto era permitir a los alumnos practicar problemas prácticos de forma autónoma y dedicando el tiempo que cada uno de ellos considerase necesario.

## **4. Recursos humanos**

El equipo de trabajo estaba compuesto por los siguientes miembros:

Responsable: María Jaenada Malagón [mjaenada@ucm.es](mailto:mjaenada@ucm.es)

Equipo: Pedro Miranda Menéndez [pmiranda@ucm.es](mailto:pmiranda@ucm.es)

Equipo: Leandro Pardo Llorente [lpardo@ucm.es](mailto:lpardo@ucm.es)

Equipo: Ignacio Carrasco Rodrigo [igcarr01@ucm.es](mailto:igcarr01@ucm.es)

Equipo: Susana Martínez Suárez [smartinezsuarez@gmail.com](mailto:smartinezsuarez@gmail.com)

Susana Martínez y María Jaenada, son los miembros del proyecto más relacionados con la docencia de las matemáticas. Susana es docente de secundaria y proporcionó una visión didáctica y actualizada sobre cómo introducir de forma adecuada las herramientas interactivas. Susana se reunió con el resto del equipo docente al comienzo del curso para el diseño de los materiales. María Jaenada, por su lado, fue la encargada de llevar a cabo la implementación en el aula en los tres grupos de alumnos.

Ignacio Carrasco es alumno del grado de matemáticas y estadística y ayudó a probar, antes de la implementación, la herramienta desde el punto de vista del alumnado.

Por último, Leandro Pardo, María Jaenada y Pedro Miranda (profesores de la asignatura y asignaturas afines) evaluaron el aprendizaje de los alumnos, y los conocimientos adquiridos.

## 5. Desarrollo de las actividades

El proyecto se ha desarrollado según lo planificado, alcanzando la mayoría de los objetivos propuestos. A continuación, se describe detalladamente el desarrollo de las actividades llevadas a cabo en el proyecto.

### FASE 1: Diseño de Cuestionarios y Contenidos

#### Actividades

- Revisión de Contenidos Teóricos: Se revisaron los temas de estadística descriptiva y estimación para identificar los conceptos clave que debían incluirse en los cuestionarios.
- Diseño de problemas y cuestionarios: En esta fase se han fijado también la forma de plantear el problema. Se ha decidido para no desanimar a los alumnos, ya que el objetivo es practicar el enunciado sea lo más sencillo posible y que el número de preguntas sea lo más reducido posible.
- Desarrollo de Cuestionarios: Se diseñaron tres cuestionarios en Rexams enfocados en la estadística descriptiva. Estos cuestionarios fueron elaborados para generar ejercicios de manera aleatoria, asegurando que cada alumno pudiera practicar con diferentes conjuntos de datos y preguntas. ([ver Anexo](#))

#### Resultados

- Se identificaron y seleccionaron los conceptos fundamentales necesarios para la creación de cuestionarios interactivos.
- Se crearon cuestionarios interactivos utilizando la librería exams de R que incluían ejercicios variados y personalizados, asegurando que cada alumno pudiera practicar con diferentes conjuntos de datos y preguntas, favoreciendo así el aprendizaje y la autoevaluación. ([ver Anexo I y II](#)).

Hemos planteado ficheros RnW diferentes, de forma que se diferencian entre sí en función del tipo de datos y de la solución del mismo, pero de forma que el alumno no sabe a priori en cuál de las cuatro situaciones se encuentra.

Otro aspecto del entorno exams que nos ha sorprendido es que esperábamos generar problemas y que la aplicación permitiese que el alumno realizase un número indefinido de problemas, de forma que en cada caso ejercicio se generasen datos de forma aleatoria. Sin embargo, el entorno exams sólo permite que el alumno realice un ejercicio seleccionado al azar de entre una batería de problemas previamente generados por la aplicación y cuyo número está prefijado en la ejecución del programa. Para solventar este problema y que los alumnos tuviesen a su disposición un número suficientemente grande de problemas, hemos generado una cantidad elevada de problemas, lo que hace que se cumplan las condiciones que se pretendían conseguir inicialmente. La instrucción de ejecución sería de la forma `exams2moodle("../Desktop/R/Final/Caso1.Rnw", 50)` donde el 50 es el número de problemas que queremos que se generen.

### FASE 2: Implementación en el Aula

#### FASE 2.1: Curso de Introducción a R

#### Actividades

- Desarrollo del Curso: Se diseñó un curso de introducción a R, creado por el equipo de trabajo del proyecto. Este curso incluía tutoriales y ejercicios prácticos que cubrían los fundamentos del software R y su aplicación en estadística. (ver Anexo III)
- Implementación del Curso: El curso de 1 h se impartió a los estudiantes antes de la introducción de los cuestionarios. Se llevaron a cabo una sesión en clase en las que los alumnos pudieron familiarizarse con R, aprendiendo a utilizarlo para analizar datos y resolver problemas estadísticos.
- Materiales de Apoyo: Se proporcionaron materiales de apoyo, incluyendo documentos de referencia, que los alumnos podían consultar en cualquier momento. (ver Anexo III)
- Se realizó una revisión exhaustiva de los temas de estadística descriptiva y métodos de estimación, identificando los conceptos clave que deberían ser incluidos en los cuestionarios.

### Resultado

- Los estudiantes fueron capacitados en el uso de R, adquiriendo las habilidades necesarias para interactuar con los cuestionarios de manera efectiva. Este curso permitió que los alumnos se familiarizaran con R, facilitando su uso en la realización de los ejercicios.
- Se desarrollaron materiales complementarios sobre la introducción al uso de R, tales como guías de estudio, ejemplos resueltos y explicaciones. Estos materiales acompañaron a los cuestionarios para facilitar la comprensión de los temas tratados. (ver Anexo III)

## **FASE 2.2: Uso de cuestionarios en el Aula**

### Actividades:

- Integración de Cuestionarios en Moodle: Los cuestionarios fueron integrados en el entorno virtual Moodle, permitiendo a los estudiantes acceder a ellos de manera sencilla y practicar los conceptos aprendidos en clase. (ver Anexo I)
- Realización de Cuestionarios: Los estudiantes de las asignaturas de Estadística y Probabilidad y Estadística realizaron los cuestionarios en diferentes momentos del curso. Estos cuestionarios proporcionaban retroalimentación inmediata, ayudando a los alumnos a identificar y corregir sus errores.
- Evaluación y Ajustes: Se recogieron datos sobre el desempeño de los estudiantes y su experiencia con los cuestionarios. Basado en esta información, se propusieron mejoras en los cuestionarios para optimizar su efectividad. Estas propuestas fueron elaboradas tanto por los estudiantes, como por el equipo de trabajo.

### Resultado

- Implementación exitosa de los cuestionarios en tres grupos distintos. Los estudiantes realizaron los ejercicios, recibieron retroalimentación inmediata y pudieron autoevaluar su comprensión de los conceptos. (ver Anexo IV)

En conclusión, el desarrollo de las actividades del proyecto permitió cumplir con varios de los objetivos propuestos, especialmente en términos de desarrollar y probar

cuestionarios interactivos y capacitar a los estudiantes en el uso del software R. A pesar de no haber logrado implementar ejercicios sobre estimadores robustos debido a limitaciones de tiempo, la base establecida y los materiales creados permitirán abordar este objetivo en futuras iteraciones del curso. La metodología aplicada y los materiales desarrollados serán de gran utilidad para próximas ediciones del curso, contribuyendo a una enseñanza más práctica e interactiva de la estadística.

## 6. Anexos

Anexo I: Ejemplo de creación de cuestionario en Moodle con preguntas aleatorizadas

### Preguntas

No puede agregar o quitar preguntas porque este cuestionario ya ha sido respondido. (Intentos: 52)

Preguntas:5 | Este cuestionario está cerrado

Calificación máxima 5,00

Guardar

Paginar de nuevo


Seleccionar varios elementos

Puntuación total: 5,00

Reordenar las preguntas al azar ?

Página 1


1

 Aleatoria (Exercise 1) (Vea las preguntas)

1,00 

Página 2


2

 Aleatoria (Exercise 2) (Vea las preguntas)

1,00 

Página 3


3

 Aleatoria (Exercise 3) (Vea las preguntas)

1,00 

Página 4


4

 Aleatoria (Exercise 4) (Vea las preguntas)

1,00 

Página 5

5

 Aleatoria (Exercise 5) (Vea las preguntas)

1,00 

Anexo II: Ejemplo de cuestionario generado aleatoriamente.

## Cuestionario de Estadística en R

(Dpto. Estadística e Investigación Operativa, UCM)

### Manejo de R

Fecha: 31/5/2024

1. Pregunta:

En el conjunto de datos `mtcars.txt` se recoge un subconjunto de datos del data-frame `mtcars`. ¿cuántas variables son cuantitativas, cuántas son cualitativas? Por favor, indica tu respuesta en el formato "Cuantitativas: ?, Cualitativas: ?", donde ? es la ubicación donde debes poner un único número.

Observación importante: La pregunta es sobre el archivo `txt`, no sobre el data-frame (el data-frame se nombra porque la descripción de las variables es la misma).

- a. Cuantitativas:
- b. Cualitativas:

Respuesta:

El código requerido en 'R' para buscar la ayuda acerca de la documentación de los datos es:

```
# Ayuda de los datos del mtcars
help(mtcars)
```

En dicha ayuda observamos:

A data frame with 32 observations on 11 (numeric) variables.

- [, 1] mpg Miles/(US) gallon
- [, 2] cyl Number of cylinders
- [, 3] disp Displacement (cu.in.)
- [, 4] hp Gross horsepower
- [, 5] drat Rear axle ratio
- [, 6] wt Weight (1000 lbs)
- [, 7] qsec 1/4 mile time
- [, 8] vs Engine (0 = V-shaped, 1 = straight)
- [, 9] am Transmission (0 = automatic, 1 = manual)
- [,10] gear Number of forward gears
- [,11] carb Number of carburetors

En los datos originales del paquete tenemos 2 variables cualitativas y 9 cuantitativas.

```
# Se deben importar los datos.
library(readr)
mtcars_subset <- read_delim("~/mtcars_subset.txt",
  delim = "\t", escape_double = FALSE,
  trim_ws = TRUE)
View(mtcars_subset)
```

En el subconjunto de datos del archivo `txt` tenemos 2 variables cualitativas, `vs` y `am`; Tenemos 5 variables cuantitativas, que son todas las demás (sin contar el identificador).

2. Pregunta:

En el conjunto de datos `mtcars_subset.txt` calcula la mediana de la variable `hp`.

- a. Mediana

Respuesta:

Los datos deben ser importados otra vez:

```
# Se deben importar los datos.
library(readr)
mtcars_subset <- read_delim("~/mtcars_subset.txt",
```

```
delim = "\t", escape_double = FALSE,
trim_ws = TRUE)
View(mtcars_subset)
```

La mediana es 150, y el código necesario:

```
# Mediana de una variable de un data-frame
median(mtcars_subset$hp)
```

### 3. Pregunta:

En el conjunto de datos `mtcars_subset.txt` calcula el máximo de la variable `wt` para el menor valor de `am`.

a. Máximo

Respuesta:

Los datos deben ser importados otra vez:

```
# Se deben importar los datos.
library(readr)
mtcars_subset <- read_delim("~/mtcars_subset.txt",
delim = "\t", escape_double = FALSE,
trim_ws = TRUE)
View(mtcars_subset)
```

El máximo es 5.345, y el código necesario:

```
# Máximo de una variable cuantitativa por cada categoría de una cualitativa
tapply(mtcars_subset$wt, mtcars_subset$am, max, na.rm = TRUE)[1]
```

Observación: el código en R se dará por bueno si el alumno obtiene el vector aplicando `tapply()` y después obtiene visualmente el resultado (sin seleccionar el resultado final con el código).

### 4. Pregunta:

En el conjunto de datos `iris.txt` se recoge un subconjunto de datos del data-frame `iris`. ¿cuántas variables son cuantitativas, cuántas son cualitativas? Por favor, indica tu respuesta en el formato 'Cuantitativas: ?, Cualitativas: ?', donde ? es la ubicación donde debes poner un único número. ¿Cuántas filas no contienen datos faltantes?

Observación importante: La pregunta es sobre el archivo `txt`, no sobre el data-frame (el data-frame se nombra porque la descripción de las variables es la misma).

- a. Cuantitativas:
- b. Cualitativas:
- c. Número de filas sin datos faltantes:

Respuesta:

El código requerido en R para buscar la ayuda acerca de la documentación de los datos es:

```
# Ayuda de los datos del iris
help(iris)
```

En dicha ayuda observamos:

This famous (Fisher's or Anderson's) iris data set gives the measurements in centimeters of the variables sepal length and width and petal length and width, respectively, for 50 flowers from each of 3 species of iris. The species are *Iris setosa*, *versicolor*, and *virginica*.

`iris` is a data frame with 150 cases (rows) and 5 variables (columns) named `Sepal.Length`, `Sepal.Width`, `Petal.Length`, `Petal.Width`, and `Species`.

En los datos originales del paquete tenemos 1 variables cualitativas y 4 cuantitativas.

```
# Se deben importar los datos.
iris_subset <- read.table("iris.txt", delim = "\t")
View(iris_subset)
```

```
n_filas = dim(na.omit(iris))[1]
```

En el subconjunto de datos del archivo `txt` tenemos 1 variables cualitativas, `Species`; Tenemos 3 variables cuantitativas, que son todas las demás (sin contar el identificador). Hay 139 sin datos faltantes

### 5. Pregunta:

En el conjunto de datos `Pesos.txt` calcula la media de la variable `Peso` para el Sexo `Mujer`. Devuelve el resultado redondeado a la segunda cifra decimal, con decimales separados por coma.

a. Media:

Respuesta:

Los datos deben ser importados:

```
# Se deben importar los datos.
```

```
datos <- read.table("Pesos.txt", delim = "\t")
```

Eliminamos datos faltantes:

```
datos <- na.omit(datos)
```

Creamos dataframe con datos filtrados según el sexo:

```
datos <- subset(datos, Sexo == Sexo.concreto)
```

La mediana es 22.38, y el código necesario:

```
# Media  
mean_value <- mean(datos$Peso)
```

6. Pregunta:

En el conjunto de datos iris de R, calcula la covarianza de la variables longitud y anchura de Petalo para la especie versicolor. Devolver el resultado con redondeado a la segunda cifra decimal. Los decimales deben estar separados por coma.

a. Covarianza:

Respuesta:

Los datos deben ser abiertos

```
# Se deben importar los datos.
```

```
data(iris)
```

La covarianza es 0.07, y el código necesario:

```
# Especie es nombre de la especie. Variable cov contiene las dos variables sobre las que aplicar la covarianza  
covarianza = cov(iris[iris$Species == Especie, variable_cov[1]],  
                iris[iris$Species == Especie, variable_cov[2]])
```

7. Pregunta:

En el conjunto de datos iris de R, calcula el número de flores de la especie setosa que tienen una longitud de sépalo mayor que 5.8.

a. Número de flores que se pide:

Respuesta:

```
# Se deben importar los datos.
```

```
data(iris)
```

Se puede resolver de muchísimas formas. Por ejemplo:

```
# Usar subset dos veces para crear un nuevo dataframe con las flores seleccionadas  
nuevo_dataframe <- subset(iris, Species == especie_aleatoria)  
nuevo_dataframe <- subset(nuevo_dataframe, Sepal.Length > cantidad)  
dim(nuevo_dataframe)
```

En la dimensión elegir la primera dimensión, es decir, el número de filas: 0 .

8. Pregunta:

En el conjunto de datos Pesos.txt calcula el primer, segundo y tercer cuartil de la variable peso. Devuelve el resultado redondeado a la segunda cifra decimal, con decimales separados por coma.

a. Primer cuartil:

b. Segundo cuartil:

c. Tercer cuartil:

Respuesta:

Los datos deben ser importados:

```
# Se deben importar los datos.
```

```
datos <- read.table("Pesos.txt", delim = "\t")
```

Eliminamos datos faltantes, de lo contrario ninguna función de R nos dará el resultado deseado (al menos, por defecto, no):

```
datos <- na.omit(datos)
```

Los cuartiles son 20.64, 21.97, 23.63, y el código necesario:

```
summary(datos$Peso)
```

## Anexo III: Material de introducción a R

### Ejemplo de material

#### INTRODUCCIÓN A R

##### 1.1 ¿Qué es R?

R es un lenguaje de programación y un entorno de software diseñado para la computación estadística y los gráficos. La mayoría de la gente utiliza uno de los entornos de desarrollo que se han creado para facilitar la escritura y ejecución de código R. Del mismo modo que Microsoft Word y Apple Pages son entornos de software que nos ayudan a escribir documentos en lenguaje humano, estos entornos de desarrollo de R pueden ayudarnos a escribir y ejecutar código R. A continuación se presenta una breve descripción de los entornos de desarrollo más populares para R.

##### 1.1.1 Cuadernos Jupyter y Google Colab

- Jupyter es una aplicación gratuita y de código abierto que constituye una de las muchas formas diferentes de escribir, ejecutar y presentar código R. Los cuadernos Jupyter son una opción particularmente buena en entornos empresariales, porque se puede anotar código con imágenes y texto. Esta funcionalidad puede utilizarse para crear informes listos para su presentación que combinen el código y sus resultados.
- Google Colab es una plataforma basada en navegador que permite crear, compartir, editar y ejecutar cuadernos en la nube. Del mismo modo que Google Docs permite escribir y compartir documentos de Word a través de un navegador, Google Colab permite escribir, ejecutar y compartir cuadernos de código.

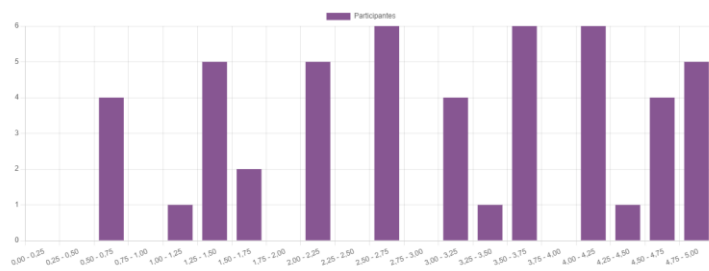
1.1.2 RStudio RStudio es otro entorno de desarrollo gratuito y de código abierto que muchos programadores utilizan para desarrollar código R. RStudio puede instalarse y ejecutarse localmente en su ordenador. El diseño estándar de RStudio consiste en cuatro paneles principales:

- El panel Fuente - Aquí puede escribir múltiples líneas de código R y luego ejecutarlas todas a la vez. También puede guardar todo el código que escriba en el panel Fuente en un archivo de script R (.R).
- El Panel de Consola - Un prompt donde puede introducir comandos R uno a uno. Puede parecerse a la Consola de R mostrada en la Figura 1.1.
- El Panel de Entorno e Historial - En la pestaña de Entorno puede ver los objetos que existen dentro de su entorno de trabajo, y en la pestaña de Historial puede mirar hacia atrás a través de los comandos que ha ejecutado durante la sesión de trabajo actual.
- El panel Archivos, Gráficos, Etc.

En su forma más básica, el lenguaje R contiene un conjunto de comandos y funcionalidades que se denominan colectivamente R base. Cada vez que ejecute código R, siempre tendrá acceso a estos comandos base. Sin embargo, puede importar funcionalidad adicional instalando y cargando paquetes, que amplían lo que el lenguaje

## Anexo IV: Ejemplo de resultados de un cuestionario en la asignatura de Estadística con 52 participantes.

Número total de estudiantes que alcanzan rangos de calificación



[Mostrar datos del gráfico](#)