

Revista EDUCATECONCIENCIA.  
Volumen 29, No. 31  
CD-ISSN: 2007-6347  
E-ISSN: 2683-2836  
Periodo: Abril- junio 2021  
Tepic, Nayarit. México  
Pp. 101 – 121  
DOI: <https://doi.org/10.58299/edu.v29i31.413>

Recibido: 12 de febrero 2021

Aprobado: 13 de mayo 2021

Publicado: 20 de junio 2021

**Didáctica de las matemáticas, software libre y desarrollo de recursos mediante Learnr y Shiny.**

**Didactics of mathematics, free software and resource development through Learnr and Shiny.**

**José Francisco Castejón Mochón**  
Universidad de Murcia, España.  
[jfcaste@um.es](mailto:jfcaste@um.es)

**José Ríos Carrillo**  
Consejería de Educación y Cultura (Región de Murcia), España.  
[jose.rios5@murciaeduca.es](mailto:jose.rios5@murciaeduca.es)

**Encarnación Sánchez Jiménez**  
Universidad de Murcia, España.  
[esanchez@um.es](mailto:esanchez@um.es)

**Antonio Maurandi López**  
Universidad de Murcia, España.  
[amaurandi@um.es](mailto:amaurandi@um.es)

## **Didáctica de las matemáticas, software libre y desarrollo de recursos mediante Learnr y Shiny.**

### **Didactics of mathematics, free software and resource development through Learnr and Shiny.**

**José Francisco Castejón Mochón**  
*Universidad de Murcia, España.*  
*jfcaste@um.es*

**José Ríos Carrillo**  
*Consejería de Educación y Cultura (Región de Murcia), España.*  
*jose.rios5@murciaeduca.es*

**Encarnación Sánchez Jiménez**  
*Universidad de Murcia, España.*  
*esanchez@um.es*

**Antonio Maurandi López**  
*Universidad de Murcia, España.*  
*amaurandi@um.es*

### **Resumen**

Se desarrollaron páginas web interactivas para la enseñanza de la estadística, empleando las herramientas Shiny y Learnr (lenguaje de programación R) y publicándolas para su ejecución libre por parte de cualquier persona interesada. Se seleccionaron contenidos a partir de los currículos oficiales y de la revisión bibliográfica de innovaciones previas de otros autores. Se llevó a cabo una investigación-acción en el aula virtual y un cuestionario mediante una encuesta, con la participación de 27 alumnos y 59 alumnas de la asignatura de “Matemáticas y su didáctica I” de 2º curso del Grado en Educación Primaria (formación para ejercer como Maestros). Se comprobó la utilidad de estos recursos webs empleándolos para la docencia práctica virtual de la asignatura durante el confinamiento provocado por el COVID-19. Las valoraciones recogidas en la encuesta mostraban que las actividades virtuales desarrolladas mejoraron las actitudes y las competencias del alumnado.

**Palabras clave:** Didáctica, Estadística, Lenguaje R, Software libre.

### **Abstract**

Interactive web pages for teaching statistics were developed, using the Shiny and Learnr tools (R programming language) and released for open access. The contents were selected from the official curricula and from the bibliographic review of previous innovations made by other authors. An action-research was carried out in the virtual classroom and a questionnaire was made by means of a survey, with the participation of 27 male and 59 female students of the subject "Mathematics and its didactics I", 2nd year of the Degree in Primary Education (teacher training). The usefulness of these web resources was tested by using them for the practical virtual teaching of the subject during the

confinement caused by COVID-19. The evaluations collected in the survey showed that the virtual activities developed improved the students' attitudes and competences.

**Keywords:** Didactics, Statistics, R project, Free Software.

## Introducción

### Situación problemática

La enseñanza preuniversitaria en España se estructura en 4 etapas: Educación Infantil (niños de 0 a 6 años), Educación Primaria (desde los 6 a los 12 años), Educación Secundaria Obligatoria (desde los 12 a los 16 años) y Bachillerato (desde los 18 a los 20 años). Al analizar la normativa se comprueba que se contemplan “bloques” específicos de “Estadística y Probabilidad” dentro de las asignaturas de Matemáticas tanto para la Educación Primaria (Real Decreto 126/2014, 2014) como para la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato (Real Decreto 1105/2014, 2014).

R es un lenguaje y un entorno de programación que permite el manejo y tratamiento estadístico de datos (R Core Team, 2020). Fue desarrollado inicialmente por Robert Gentleman y Ross Ihaka del Departamento de Estadística de la Universidad de Auckland en 1993. Es un lenguaje orientado a objetos y destinado al análisis estadístico y la representación de datos. Se trata de software libre que permite su utilización libre y gratuitamente, tiene una gran implantación en universidades (Maurandi *et al.*, 2013) y, cada vez más, en el mundo empresarial. Es una herramienta libre (licencia GNU), multiplataforma y compatible con distintos formatos que se puede descargar desde la dirección: <https://www.r-project.org/> (R Core Team, 2020) correspondiente a un proyecto de alcance internacional, basado en una comunidad de usuarios que colaboran para la creación y el empleo compartido de recursos en Internet. Las características anteriores permiten múltiples aplicaciones del lenguaje R en lo relativo a la educación y, particularmente, a la enseñanza de contenidos matemáticos. En trabajos como los de Barriuso *et al.* (2013) y Alba (2017) podemos encontrar propuestas orientadas a la enseñanza de la Estadística empleando el lenguaje R para la docencia impartida a estudiantes en niveles preuniversitarios y universitarios. El proyecto que se expone en este artículo también se va a centrar en la didáctica de la Estadística pero es importante destacar que R también ha sido aplicado para la enseñanza de otros contenidos matemáticos

preuniversitarios (Briz & Serrano, 2018) aprovechando que es un potente lenguaje de programación.

En los últimos años, el área de Didáctica de las Matemáticas de la Universidad de Murcia ha puesto en marcha una línea de investigación (Maurandi & Castejón, 2019) cuyos objetos de estudio son:

- La didáctica de las matemáticas.
- El desarrollo y el empleo de recursos informáticos de libre acceso.
- La innovación en la formación de docentes (maestros/as de educación primaria y profesores/as de enseñanza secundaria y bachillerato).

La elección del empleo de herramientas libres disponibles en Internet persigue poder plantear una pedagogía abierta en la que los estudiantes podrán experimentar con los contenidos en cualquier lugar y momento así como en distintas agrupaciones. En esta línea de trabajo se tiene en cuenta lo dispuesto en el currículo oficial de la enseñanza preuniversitaria de la Región de Murcia. La normativa de esta Comunidad Autónoma (Decreto 220/2015, 2015) establece de forma específica el uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza de las matemáticas para resolver problemas, comprobar soluciones, realizar simulaciones con distintas condiciones de partida y ayudar a una mejor comprensión de los conceptos. Además, durante el curso 2019/2020, se hizo especialmente necesario disponer de herramientas para la docencia virtual al verse limitadas las posibilidades de docencia presencial por la situación de crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19 (Real Decreto 463/2020, 2020).

### **Antecedentes**

El lenguaje R ha evolucionado con la filosofía colaborativa descrita anteriormente. A lo largo de los años ha incorporado nuevas herramientas e interfaces que se han empleado en aplicaciones docentes. Pérez *et al.* (2019) introducían en un entorno docente aplicaciones interactivas basadas en Shiny que es una librería que facilita la creación de aplicaciones web interactivas directamente desde R. A través de esta herramienta se permite que los alumnos/as puedan modificar datos o ejecutar ejemplos desde un interfaz web visual en el que no es necesario introducir comandos ni modificar código. Por su parte

Capitán *et al.* (2019) aprovechaban las posibilidades ofrecidas por la herramienta “R Commander” que es una interfaz gráfica de usuario.

En el año 2017 el paquete Learnr (“*Interactive Tutorials for R*”) fue incorporado al Lenguaje R (R Core Team, 2020). Esta librería puede descargarse libremente junto al manual correspondiente y permite generar una página web interactiva que combine el texto, las figuras, los vídeos, los ejercicios y los cuestionarios para crear tutoriales que favorecen el auto-aprendizaje. Las páginas generadas proporcionan la ventaja de que los ejercicios implementados pueden ejecutarse directamente en el programa explorador de Internet del usuario, no es necesario que el alumno/a descargue R ni que los instale localmente en su equipo.

### **Objetivo(s)**

Los Maestros/as de Educación Primaria se forman en España cursando la titulación de “Grado en Educación Primaria” que consta de cuatro cursos (anuales). La asignatura de “Matemáticas y su didáctica I” del 2º curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Murcia está planificada para ser impartida mediante metodologías presenciales. El virus COVID – 19 provocó una crisis sanitaria internacional y durante la segunda mitad del curso 2019 / 2020 tuvo lugar un confinamiento de toda la población española. En este contexto los autores se plantearon implementar recursos que les permitiera la docencia virtual de la parte práctica correspondiente a los contenidos de Estadística y Probabilidad. Se perseguían los siguientes objetivos:

1. Identificar los contenidos de Estadística y Probabilidad presentes en el currículo oficial de la Educación Primaria, la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato en España.

2. Realizar una revisión bibliográfica de trabajos previos relacionados con aplicaciones del lenguaje R en la enseñanza de contenidos relacionados con la Estadística y la Probabilidad.

3. Preparar actividades didácticas e implementarlas en páginas web interactivas propias desarrolladas mediante los paquetes Shiny y Learnr. Los contenidos de estos recursos se seleccionaron y se elaboraron a partir de los pasos anteriores (1 y 2).

4. Proporcionar acceso público a cualquier interesado en ejecutar libremente los recursos desarrollados en este proyecto. Emplear ese acceso y los recursos implementados para la formación matemática de Maestros/as en la modalidad virtual.

El programa formal de la asignatura “Matemáticas y su didáctica I” del Grado en Educación Primaria está recogido en las Guías Docentes de la titulación (Facultad de Educación de la Universidad de Murcia, 2020). Los recursos desarrollados se emplearon para la docencia práctica del “Tema 6. Organización y representación de la información. Materiales y recursos didácticos. Dificultades y errores.”. Los contenidos de este tema son:

6.1.- Estadística y sus aplicaciones.

6.2.- Variables estadísticas. Tablas y gráficos.

6.3.- Medidas de tendencia central y de dispersión de una distribución de frecuencias.

6.4.- Aplicaciones de la Distribución Normal.

6.5.- Aplicaciones de la Estadística a la vida cotidiana.

6.6.- Materiales y recursos para la enseñanza-aprendizaje de la Estadística.

### **Materiales y método**

#### **Participantes**

Las páginas web interactivas implementadas en este proyecto se publicaron en Internet para que esos recursos docentes sean accesibles para cualquier participante interesado en ejecutarlos libremente. Se comprobó la utilidad didáctica de las herramientas empleándolas en la docencia práctica impartida virtualmente a estudiantes de la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia. Se trataba de 27 alumnos y 59 alumnas, seleccionados por conveniencia, que cursaban la asignatura de “Matemáticas y su didáctica I” de 2º curso del Grado en Educación Primaria (Universidad de Murcia).

El contenido impartido correspondía al tema donde se estudian los contenidos de Estadística y Probabilidad. Era el último tema de la asignatura programado para fechas coincidentes con el confinamiento sanitario sufrido durante parte del curso 2019/2020. Este

hecho alteró el normal desarrollo de la asignatura que inicialmente estaba planificada con una metodología totalmente presencial y que sin embargo tuvo que impartirse de forma virtual en este periodo. La formación matemática previa de los estudiantes participantes era diversa ya que aunque el 97% había cursado Bachillerato sin embargo nos encontrábamos con que solamente un 74% había cursado matemáticas en los dos cursos de que consta dicha etapa en España (1º y 2º de bachillerato).

### **Técnica e instrumentos**

Se implementó un enfoque descriptivo de corte cualitativo y cuantitativo no experimental mediante la aplicación de técnicas e instrumentos cualitativos y cuantitativos (Creswell, 2012). En concreto, mediante una investigación-acción en el aula virtual y con un cuestionario mediante una encuesta tipo escala Likert, se recabaron los datos, para su posterior análisis y discusión de resultados.

En apartados anteriores se ha especificado que se trataba de una intervención docente con alumnos/as que cursaban el Grado de Educación Primaria en la Universidad de Murcia y que por tanto se convertirán en Maestros dentro del sistema educativo español. Al finalizar las actividades formativas cada alumno/a completaba las encuestas y emitía valoraciones respecto de las cuestiones planteadas. Las valoraciones correspondían a una escala desde el 1: “totalmente en desacuerdo”, hasta el 7: “totalmente de acuerdo”. Las cuestiones planteadas perseguían analizar si las actividades formativas desarrolladas habían mejorado sus actitudes y sus competencias respecto de las matemáticas de cara a su futuro ejercicio docente.

### **Procedimiento**

En la Introducción se exponen las referencias normativas de España y de la Región de Murcia así como la revisión bibliográfica que permitió seleccionar y elaborar contenidos para implementar en los recursos web de este proyecto. Se analizaron las aportaciones previas de distintos autores que se han interesado por la innovación docente a través del empleo del Lenguaje R en la enseñanza de las matemáticas. Para ello se realizaron búsquedas en Internet empleando las herramientas de Google Académico y Dialnet introduciendo las siguientes palabras clave: software, R, estadística, probabilidad, educación primaria, enseñanza secundaria obligatoria, bachillerato. Se tuvieron en cuenta

aquellos resultados de las búsquedas indicadas en los casos en que estos se ajustaban a los objetivos del proyecto dando prioridad a los documentos accesibles libremente.

En la Introducción se describen dos herramientas, Shyni y Learnr, que pertenecen al lenguaje R y que permitieron implementar recursos propios basados en este software libre. Primeramente se implementaron los ejercicios propuestos por Barriuso *et al.* (2013) por considerarse de gran interés, en este proyecto fueron actualizadas en lo referente al formato para adaptar los contenidos a un entorno web. Posteriormente, se incluyeron en las páginas interactivas otros ejercicios que fueron desarrollados por los propios autores del presente trabajo que tomaron como orientación las normativas y las demás referencias bibliográficas expuestas en la Introducción.

Los recursos desarrollados se publicaron en dos páginas web interactivas de acceso libre para cualquier interesado en ejecutarlos. Se impartió docencia práctica virtual mediante el empleo conjunto de las herramientas del aula virtual institucional (<https://www.um.es/aulavirtual/>) y de las páginas interactivas desarrolladas por los autores en este proyecto. El aula virtual de la Universidad de Murcia proporciona: videoconferencia, espacio para compartir recursos digitales, foros, mensajes privados, entrega de tareas y encuestas. Las páginas interactivas implementadas permitían a los alumnos ejecutar las actividades prácticas a través del explorador sin necesidad de descargar R en sus equipos.

En los apartados anteriores se ha explicado que los recursos desarrollados dentro de este proyecto fueron empleados en docencia práctica efectiva con futuros maestros/as que cursaban sus estudios en la Facultad de Educación de Murcia. La crisis sanitaria provocada por el COVID obligó a impartir virtualmente parte de los contenidos previstos para el curso 2019/2020 a pesar de que se había planificado inicialmente una modalidad totalmente presencial como es norma habitual en esta institución. Los recursos desarrollados fueron empleados en la docencia virtual impartida por los profesores/as en las sesiones prácticas desarrolladas de forma síncrona dentro del horario lectivo con el grupo completo. Posteriormente se requería a los alumnos/as el estudio autónomo y la entrega del trabajo realizado a través del aula virtual institucional así como la realización de una encuesta (anónima y voluntaria) de valoración a través de una página web. Esta encuesta de

valoración fue elaborada, configurada y publicada mediante la herramienta de encuestas institucional de la Universidad de Murcia (Área de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones Aplicadas de la Universidad de Murcia [ATICA], 2020), estructurándola en los siguientes bloques: I. Bloque sociodemográfico, II. Bloque sobre actitudes, III. Bloque sobre competencias, IV. Bloque final.

### **Análisis de la información**

Como primera fuente de información se dispuso de la propia experiencia de la intervención en el aula virtual. Se comprobó que la actividad docente pudo desarrollarse con normalidad en el entorno virtual que se había desarrollado mediante software libre. Como segunda fuente de información se disponía de los datos que se recogieron mediante la encuesta (vía web) y que correspondían a valoraciones ajustadas a una escala Likert. Esto permitió recoger las evaluaciones de los alumnos respecto de la mejora en sus actitudes y respecto del desarrollo de sus competencias referentes a las matemáticas. Las valoraciones recopiladas se analizaron con el paquete estadístico de software libre R calculando las medias y las desviaciones estándar correspondientes a cada una de las cuestiones planteadas.

### **Resultados y discusiones**

Los autores implementaron sus propuestas propias empleando las librerías Shiny y Learnr con objeto de que el alumnado pudiera trabajar sobre una serie de actividades prácticas a través del explorador de forma interactiva, desde cualquier ubicación y en cualquier horario, sin necesidad de instalar localmente el lenguaje R. Se incluye a continuación (Figuras 1 a 9) capturas de pantalla de las páginas web interactivas que se implementaron y que están publicadas en las siguientes ubicaciones a disposición pública de cualquier interesado en ejecutar las aplicaciones que contienen:

<https://amaurandi2.shinyapps.io/educaR2/> , <https://joserios.shinyapps.io/APPTFM/> .

Dado su interés, inicialmente se implementaron los ejercicios que Barriuso *et al.* (2013) incluían en su trabajo en la primera de las referencias que fueron analizadas al realizar la revisión bibliográfica. Las actividades recogidas en ese artículo correspondían a “Agrupar en intervalos” y a “Lanzamiento de datos” ejecutadas en un entorno local mediante el uso de comandos; para el presente trabajo se llevó a cabo una actualización de

formatos mediante una implementación de las mismas actividades en un entorno web interactivo que el alumno/a ejecutaba directamente a través de su explorador. Tras la consulta de las referencias posteriores (expuestas en la Introducción) se implementaron actividades adicionales. Finalmente se tiene que los recursos desarrollados permiten desarrollar siguientes actividades:

- **Ejercicios.** Histograma y Diagrama de Barras, Gráfico de Sectores, Parámetros de Posición y Dispersión, Simulación de sucesos aleatorios y cálculos de probabilidad.
- **Prácticas.** 1. Variable Cualitativa. 2. Variable Cuantitativa. 3. Lanzamiento de Dados. 4. Agrupar en Intervalos. 5. Media versus Mediana.

La Figura 1 muestra uno de los ejercicios implementados, se trata de la simulación de un suceso aleatorio, extracción de bolas de una urna, y del cálculo de probabilidades asociadas. En esta aplicación se emplea la librería de Shiny pero aún no se introduce el empleo de la librería Learnr. La captura permite observar el interfaz visual ejecutable a través del explorador que permite al usuario realizar la simulación todas las veces que desee modificando las condiciones de partida.

Figura 1.

*Ejercicio de simulación de un suceso aleatorio y el cálculo de probabilidades.*



Fuente: elaboración propia.

Se muestra la captura de pantalla correspondiente al enunciado de la práctica “Agrupar en intervalos” en la Figura 2.

Figura 2.

Enunciado y objetivos de la actividad “Práctica 4. Agrupar en intervalos”.



Fuente: elaboración propia.

Continuando con la actividad “Agrupar en intervalos” se muestran en las Figuras 3 y 4 las capturas de pantalla correspondiente a la metodología de resolución que se muestra a los alumnos así como el resultado correspondiente a una de las configuraciones (histograma según Sturges). En este caso ya se introduce el empleo de la librería Learnr para la implementación del recurso, se puede apreciar la facilidad que supone poder introducir y ejecutar código R desde el propio explorador con el botón “Run Code” sin necesidad de instalar el lenguaje R en el equipo local. Finalmente, se muestran en la Figura 5 la captura de pantalla correspondiente a la metodología de resolución en la que se propone a los alumnos investigar otras configuraciones.

Figura 3.

Metodología de la actividad “Práctica 4. Agrupar en intervalos”.

Metodología

Los estudiantes generan datos al azar correspondientes a una distribución normal de media 0 y desviación típica 1 con la orden:

```
x = rnorm(10000)
```

A continuación representan el histograma utilizando tres métodos diferentes: sturges, scott y Freedman-Diaconis. Con el primero de ellos calculan el número de intervalos, mientras que con los otros dos calculan la amplitud de los mismos. Para ello utilizarán las tres órdenes siguientes:

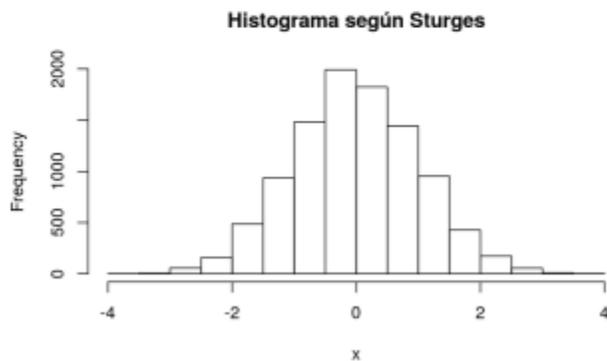
```
Codifica Start Over Run Code
1 hist(x, breaks = "sturges", main = "Histograma según Sturges")
2
3
```

Fuente: elaboración propia.

Figura 4.

Resultados de la actividad “Práctica 4. Agrupar en intervalos”.

```
Codifica Start Over Run Code
1 hist(x, breaks = "sturges", main = "Histograma según Sturges")
2
3
```



Fuente: elaboración propia.

Figura 5.

Otras configuraciones de la “Práctica 4. Agrupar en intervalos”.

Investiga ahora como lo harías utilizando el criterio de Scott, sustituye los asteriscos por la palabra **Scott**:

```
Codifica Start Over Solution Run Code
1 hist(x, breaks = "*****", main = "Histograma según Scott")
2
3
```

Fuente: elaboración propia.

En la Figura 6 se muestra la actividad “Lanzamiento de dados” durante la cual se trabaja sobre simulaciones del experimento aleatorio del lanzamiento de dos dados y obtención de la puntuación correspondiente. Puede verse la captura de pantalla correspondiente al Enunciado y los Objetivos.

Figura 6.

*Enunciado y objetivos de la actividad “Lanzamiento de dados”.*

Trabajaremos ahora una situación de simulación del lanzamiento de dos dados y cálculo de la suma de puntos.

### Enunciado

Utilizando los comandos apropiados simula el lanzamiento de un dado dos veces o de dos dados, y suma los puntos obtenidos. Representa gráficamente los resultados que obtendrás si realizaras el experimento 1000 veces. ¿Cómo se distribuye la suma de puntos?

Simula otro experimento en el que lances 200 dados y sumes los puntos. Haz lo mismo que para el caso de los dos dados. ¿A qué conclusiones llegas?

### Objetivos

1. Razonar sobre el uso de comandos con el fin de cumplir tareas sencillas.
2. Reproducir experimentos cotidianos en estadística.
3. Aplicar los conceptos de experimento aleatorio, variable aleatoria y distribución de probabilidad a situaciones experimentales concretas.
4. Aclarar los conceptos mencionados en el objetivo anterior y darles significado.

Fuente: elaboración propia.

Continuando con la actividad “Lanzamiento de dados” se muestran a continuación las Figuras 7 y 8 donde puede verse las dos capturas de pantalla correspondiente al lanzamiento de las simulaciones así como la obtención y representación de los resultados en el explorador.

Figura 7.

*Simulaciones de la de la actividad “Lanzamiento de dados”.*

Para sumar los puntos podemos utilizar:

```
sum(sample(1:6,2,rep=TRUE))
```

```
## [1] 5
```

Fuente: elaboración propia.

Figura 8.

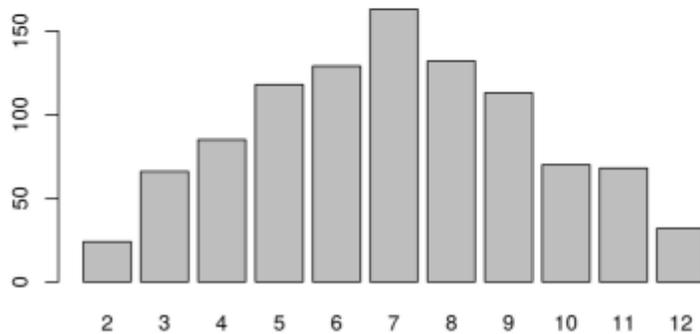
*Simulaciones y representación de resultados de la actividad “Lanzamiento de dados”.*

Si lo que pretendemos es simular el mismo experimento 1000 veces utilizamos la siguiente instrucción:

```
t = sapply(1:1000, function(x) {  
  sum(sample(1:6, 2, rep = TRUE))  
})
```

Para representar gráficamente los datos procedemos con la instrucción:

```
barplot(table(t))
```



Fuente: elaboración propia.

Continuando con la actividad “Lanzamiento de dados” se muestra la Figura 9 donde se propone un ejercicio al alumno/a.

Figura 9.

*Ejercicio propuesto de la actividad “Lanzamiento de dados”.*

¿Puedes estimar la media del experimento que consiste en tirar seis veces un dado de 12 caras (numeradas del 1 al 12) y sumar el resultado de las tres tiradas?

```
Codifica Start Over Solution Run Code
1 t = sapply(*****, function(x) {
2   sum(sample(*****, *****, rep = TRUE))
3 })
4 plot(table(t))
```

Fuente: elaboración propia.

Parte de las actividades recogidas en nuestros recursos web se expusieron en las videoconferencias programadas con el grupo completo, las restantes actividades fueron desarrolladas de forma autónoma por los alumnos/as. Posteriormente se requería la entrega del trabajo realizado y de una encuesta (anónima y voluntaria) de valoración de la formación recibida. Los autores elaboraron la encuesta empleando correspondiente herramienta institucional (ATICA, 2020) y la publicaron en la dirección <https://encuestas.um.es/encuestas/estadistica1.cc> (Figura 10). La encuesta estaba estructurada en cuatro bloques (Figura 10). En el Bloque I se recopilaba información relativa a los alumnos participantes correspondiente tanto a datos de carácter general como a su formación matemática previa. En los Bloques II y III los alumnos/as emitían valoraciones respecto de las cuestiones planteadas en una escala desde el 1: “totalmente en desacuerdo”, hasta el 7: “totalmente de acuerdo”. En el Bloque II las valoraciones correspondían a actitudes de los estudiantes hacia las actividades, hacia las matemáticas en general y respecto de su futuro ejercicio docente. En el Bloque III las valoraciones correspondían a la utilidad que los alumnos/as percibían en las actividades para lograr el desarrollo de competencias previstas en la titulación. El Bloque IV permitía que los alumnos/as añadieran comentarios libremente.

Figura 10.

## Bloques de la encuesta de valoración.

**I. Bloque sociodemográfico**

1. Email (xxxx@xxxx)

2. Estoy cursando la asignatura de Matemáticas y su Didáctica I (2º del Grado en Educación Primaria) y perteneces a un grupo de:

- Mañanas (grupos 1,2,3 o 4)
- Tarde (grupos 5, 6 o 7)
- Otro

3. Edad:

4. Sexo:  Hombre  Mujer

5. Curso Bachiller de:

- Artes
- Ciencias y Tecnología
- Humanidades
- Ciencias Sociales
- No cursé bachiller (Ingresé por otro vía)

6. Curso Matemáticas en bachiller:

- En 1.º y 2.º de bachiller
- Solo en 1.º
- En ningún curso no procede la pregunta

7. Tuviste un examen de matemáticas en la prueba de acceso a la Universidad (EBAU, Selectividad, etc.):  Sí  No

---

**II. Bloque sobre actitudes**

Expresa tu grado de acuerdo o desacuerdo con la sentencia donde: 1 significa "totalmente en desacuerdo" y 7 "totalmente de acuerdo".

	1	2	3	4	5	6	7
8. Me parece una actividad apropiada para mi formación universitaria.	<input type="radio"/>						
9. Participar ha mejorado mi actitud hacia las matemáticas.	<input type="radio"/>						
10. Me parece una actividad que puede ayudar para realizar en el futuro con mis alumnos de educación primaria cuando ejerza mi profesión.	<input type="radio"/>						
11. Cuando sea una profesional ampliaré métodos parecidos a estos en mi docencia.	<input type="radio"/>						

---

**III. Bloque sobre competencias**

¿En qué grado consideras que la actividad mejora las siguientes competencias de materia del currículo de matemáticas?  
 Expresa tu grado de acuerdo o desacuerdo con la sentencia donde: 1 significa "totalmente en desacuerdo" y 7 "totalmente de acuerdo".

	1	2	3	4	5	6	7
12. La actividad ayuda a: "Adquirir competencias matemáticas básicas (numéricas, álgebra, geometría, representaciones espaciales, estimación y medida, organización e interpretación de la información) que permita realizar la función docente con seguridad" (CMB).	<input type="radio"/>						
13. La actividad ayuda a: "Conocer el currículo escolar de matemáticas, reflexionando sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje, organización del aula, atención a la diversidad, metodologías" (CMB).	<input type="radio"/>						
14. La actividad ayuda a: "Desarrollar y evaluar contenidos del currículo mediante recursos, diferentes programas informáticos generales y matemáticos, tecnología de la información y de la comunicación y materiales educativos para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje" (CMB).	<input type="radio"/>						
15. La actividad ayuda a: "Analizar, razonar y comunicar (problemas matemáticos)" (CMB).	<input type="radio"/>						
16. La actividad ayuda a: "Pensar y resolver problemas vinculados con la vida cotidiana" (CMB).	<input type="radio"/>						
17. La actividad ayuda a: "Visión la relación entre matemáticas y ciencias como uno de los pilares del pensamiento científico" (CMB).	<input type="radio"/>						

Fuente: elaboración propia.

Cuando cada alumno/a completaba las encuestas emitía sus valoraciones respecto de las cuestiones planteadas que correspondían a una escala desde el 1: "totalmente en desacuerdo", hasta el 7: "totalmente de acuerdo". En la Tabla 1 se muestra el promedio y la desviación estándar de los datos recopilados. Globalmente se encuentra que los alumnos/as han mostrado un acuerdo general en que la actividades desarrolladas ha mejorado sus actitudes y competencias respecto de las matemáticas, también les ha permitido

experimentar un tipo de actividades y una metodologías que consideran adecuadas para emplear cuando ejerzan la docencia.

Tabla 1.

*Cuestiones planteadas en la encuesta y valoraciones obtenidas.*

<b>Expresa tu grado de acuerdo o desacuerdo con la sentencia donde: 1 significa `totalmente en desacuerdo` y 7 `totalmente de acuerdo`.</b>	<b>Promedio Valoraciones</b>	<b>Desviación Estándar Valoraciones</b>
Me parece una actividad apropiada para mi formación universitaria	5,1	1,5
Participar ha mejorado mi actitud hacia las matemáticas.	4,6	1,7
Me parece una actividad que pueda adaptar para realizar en el futuro con mis alumnos de educación primaria cuando ejerza mi profesión.	4,7	1,8
Cuando sea un/a profesional emplearé métodos parecidos a estos en mi docencia.	4,9	1,8
La actividad ayuda a: "Adquirir competencias matemáticas básicas (numéricas, cálculo, geométricas, representaciones espaciales, estimación y medida, organización e interpretación de la información) que permita realizar la función docente con seguridad" (CM1).	4,9	1,4
La actividad ayuda a: "Conocer el currículo escolar de matemáticas, reflexionando sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje, organización del aula, atención a la diversidad, interdisciplinariedad" (CM2).	4,2	1,7
La actividad ayuda a: "Desarrollar y evaluar contenidos del currículo mediante recursos didácticos (programas informáticos generales y matemáticos, tecnología de la información y de la comunicación y materiales didácticos) para manejar el proceso de enseñanza-aprendizaje" (CM3).	5,3	1,6
La actividad ayuda a: "Analizar, razonar y comunicar propuestas matemáticas" (CM4).	5,1	1,5
La actividad ayuda a: "Plantear y resolver problemas vinculados con la vida cotidiana"(CM5).	4,6	1,7
La actividad ayuda a: "Valorar la relación entre matemáticas y ciencias como uno de los pilares del pensamiento científico"(CM6).	5,0	1,6

Fuente: elaboración propia.

## Conclusiones

En la Introducción se han expuesto referencias previas que ya mostraban el interés del empleo del lenguaje R en la enseñanza de la Estadística y la Probabilidad. A partir de ese contexto se desarrollaron los cuatro objetivos especificados en la Introducción. En este proceso se han introducido tres innovaciones docentes que son las principales aportaciones del trabajo:

1. La implementación en una página web interactiva empleando el paquete (libre) Learnr y aprovechando sus prestaciones.
2. La adaptación de los recursos implementados a las necesidades docentes de la Didáctica de la Matemáticas del Grado de Educación Primaria.
3. El empleo de los recursos implementados en la docencia de carácter práctico en modalidad virtual, con los estudiantes de este Grado (futuros docentes en las etapas preuniversitarias), así como la evaluación por parte de los destinatarios de la formación impartida.

Mediante la valoraciones realizadas por los alumnos se encontró un acuerdo en que la actividades desarrolladas mejoraron sus actitudes respecto de las matemáticas. Primeramente porque consideraron que se trataba de unas actividades apropiadas para su formación universitaria. En segundo lugar porque estos alumnos/as, que ejercieran como Maestros al finalizar sus estudios, mostraron con sus valoraciones que en el futuro ellos plantearan actividades y/o emplearan métodos parecidos a los que experimentaron al recibir la formación correspondiente a esta intervención.

El otro conjunto de valoraciones que los alumnos emitieron indicaban que las actividades les ayudaron a desarrollar las competencias matemáticas (CM) que son propias de su titulación:

- "Adquirir competencias matemáticas básicas (numéricas, cálculo, geométricas, representaciones espaciales, estimación y medida, organización e interpretación de la información) que permita realizar la función docente con seguridad" (CM1).
- "Conocer el currículo escolar de matemáticas, reflexionando sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje, organización del aula, atención a la diversidad, interdisciplinariedad" (CM2).
- "Desarrollar y evaluar contenidos del currículo mediante recursos didácticos (programas informáticos generales y matemáticos, tecnología de la información y de la comunicación y materiales didácticos) para manejar el proceso de enseñanza-aprendizaje" (CM3).

- "Analizar, razonar y comunicar propuestas matemáticas" (CM4).
- "Plantear y resolver problemas vinculados con la vida cotidiana"(CM5).
- "Valorar la relación entre matemáticas y ciencias como uno de los pilares del pensamiento científico"(CM6).

Se obtuvieron las mejores valoraciones (Tabla 1) para el desarrollo de la competencia CM3 que es la que hace referencia de forma explícita al manejo de los programas informáticos en los procesos de enseñanza-aprendizaje escolares. Observamos que para el caso de la competencia CM2 se obtuvieron las valoraciones más bajas (Tabla 1) y que queda margen para intentar mejorar (con futuras intervenciones) las valoraciones de todas las actitudes y competencias que se han estudiado.

En futuras intervenciones se prevé emplear desarrollos mejorados de los recursos web, en este estudio se ha expuesto la aplicación de la primera versión que es la que había sido implementada en ese momento. Para este trabajo se aplicó la metodología virtual sin que estuviera previsto previamente y debido a la situación inesperada que provocó el confinamiento sanitario (Real Decreto 463/2020, 2020). Para futuros estudios es recomendable superar esta limitación realizando una planificación docente con cierta antelación. Además, tendría interés realizar nuevos estudios para ampliar la cantidad de datos disponibles, disponer de valoraciones para distintos grupos de estudiantes y/o con distintos profesores/as y/o para plantear análisis de mayor profundidad mediante herramientas estadísticas más sofisticadas.

### Referencias

- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España. (2014, 1 de marzo). *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*. Boletín Oficial del Estado, núm. 52, <https://www.boe.es/eli/es/rd/2014/02/28/126>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España. (2015, 3 de enero). *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*. Boletín Oficial del Estado, núm. 3. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2014/12/26/1105/con>

- R Core Team (2020, 11 de febrero). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.r-project.org/>
- Maurandi, A., del Río, L., Balsalobre, C. (2013). *Fundamentos Estadísticos para investigación. Introducción a R*. Bubok Publishing S.L.
- Barriuso, J.M., Gómez, V., Haro, M. J., Parreño, F. (2013). Introducción a la Estadística con R. *Suma: Revista sobre Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas*, 72 (3), 17-30.
- Alba, A. G. (2017). Didáctica con R. Menos cuentas y más pensamiento crítico. *Revista Pensamiento Matemático*, 7(1), 53-73.  
[http://www2.camino.upm.es/Departamentos/matematicas/revistapm/revista\\_impresa/vol\\_VII\\_num\\_1/exp\\_doc\\_didactica\\_con\\_r.pdf](http://www2.camino.upm.es/Departamentos/matematicas/revistapm/revista_impresa/vol_VII_num_1/exp_doc_didactica_con_r.pdf)
- Briz, A., & Serrano, A. (2018). Aprendizaje de las matemáticas a través del lenguaje de programación R en Educación Secundaria. *Educación matemática*, 30(1), 133-162.  
<https://doi.org/10.24844/em3001.05>
- Maurandi, A., & Castejón, J. F. (2019). Aplicaciones del lenguaje R en la enseñanza de la estadística de la Enseñanza Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en España: Revisión bibliográfica y propuesta de actividades implementadas en una página web interactiva mediante el paquete Learnr. En J. A. Marín Marín, G. Gómez García, M. Ramos Navas-Parejo, N. Campos Soto Ed.), *Inclusión, Tecnología y Sociedad: investigación e innovación en educación* (pp. 351-360). Dykinson.
- Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, España. (2015, 3 de septiembre). *Decreto n.º 220/2015, de 2 de septiembre de 2015, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia*. Boletín Oficial de la Región de Murcia, Nº 203.  
<https://www.borm.es/eli/es-mc/d/2015/9/2/220/dof/spa/html>
- Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática de España. (2020, 14 de marzo). Real Decreto 463/2020. *Real Decreto 463/2020, de 14 de marzo, por el que se declara el estado de alarma para la gestión de la situación de crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19*. Boletín Oficial del Estado núm. 67.  
<https://www.boe.es/eli/es/rd/2020/03/14/463>
- Pérez, J. J., Arnaldos, F., Delfa, M. T. D., Martínez, Ú. F., Peris, L. M. (2019). Docencia y evaluación en Estadística utilizando aplicaciones interactivas Shiny. *e-Publica*, 24 (2), 37-55. <http://e-publica.unizar.es/es/articulo/docencia-y-evaluacion-en-estadistica-utilizando>
- Capitán, N. M., Monserrat, P. V., García, G. M., & Bayarri, F. J. P. (2019). Actividades estadísticas para 4.º de la ESO utilizando datos reales. *Revista NÚMEROS*, 102, 139-159. [http://www.sinewton.org/numeros/numeros/102/Propuestas\\_01.pdf](http://www.sinewton.org/numeros/numeros/102/Propuestas_01.pdf)

Facultad de Educación de la Universidad de Murcia. (2020, 11 de febrero). *Guías docentes Curso 2020/2021 (Grado en Educación Primaria)*. Universidad de Murcia.  
<https://www.um.es/web/educacion/contenido/estudios/grados/educacion-primaria/2020-21/guias>

Creswell, J. (2012). *Educational research: planning conducting and evaluating quantitative and qualitative research*. Pearson.

Área de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones Aplicadas de la Universidad de Murcia. (2020, 11 de febrero). *Encuestas ATICA*.  
<https://www.um.es/en/web/atika/encuestas>