

Experiencias Docentes

RStudio® Cloud como herramienta didáctica para estadística en educación secundaria

RStudio® Cloud as didactic tool for teaching statistics in high school

Francisco López-Martínez

Antonio Ramón López-Martínez

Revista de Investigación



Volumen XV, pp. 023-040, ISSN 2174-0410

Recepción: 23 Jun'24; Aceptación: 03 Jul'24

1 de abril de 2025

Resumen

Durante las últimas décadas, las herramientas digitales han adquirido un protagonismo fundamental dentro del ámbito educativo. En consecuencia, este trabajo valora la incorporación del programa RStudio® Cloud como una herramienta didáctica adecuada para la docencia de la materia de matemáticas, concretamente, para el bloque de estadística. Como resultado se obtuvo que el programa es una plataforma de aprendizaje factible de la etapa de educación secundaria, pues permite integrar los distintos perfiles competenciales y curriculares. Además, junto con el interés y valoración positiva del alumnado, cabe destacar la capacidad del mismo para integrar el programa y realizar las tareas propuestas.

Palabras Clave: Educación Estadística; Educación Secundaria Obligatoria; Herramientas Digitales; RStudio® Cloud; Software Libre

Abstract

For the last decades, digital tools have acquired a fundamental role in education. Consequently, this work evaluates the incorporation of the RStudio® Cloud program as a suitable teaching tool for the teaching of mathematics, specifically, for the statistics block. As a result, it was found that the program is a feasible learning platform for the secondary education stage, since it allows the integration of the different competency and curricular profiles. In addition, together with the interest and positive assessment of the students, it is worth highlighting their ability to integrate the program and perform the proposed tasks.

Keywords: Digital Tools; High School; Open-source Software; RStudio® Cloud; Statistic Education

1. Introducción

Al contrario que en el sistema educativo anglosajón (Holmes, 2000), la estadística constituye una disciplina científica de relativa reciente incorporación en la mayoría de los currículos europeos de enseñanza primaria, secundaria e, incluso, universitaria (Batanero, 2001; Moreira, 2011). Dentro del marco español, desde la década de los noventa (Batanero et al., 2011; López Centella, 2019) y con inherentes diferencias de diseño (Batanero et al., 2011; Burrill y Biehler, 2011; de Puelles Benítez, 2016), esta disciplina aparece incluida en los currículos no universitarios como parte complementaria de la materia de matemáticas. En este sentido, la Ley Orgánica de Educación¹ (LOE) promovió el mayor impulso a la cultura estadística (Gea et al., 2016), pues esta normativa, de manera opuesta a sus predecesoras, integró la probabilidad en todas las etapas e itinerarios académicos (Gea et al., 2016; López Centella, 2019). Afortunadamente, esta tendencia fue consolidada y ampliada con la recientemente derogada Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa² (LOMCE), legislación que introdujo un bloque específico dedicado a estadística y probabilidad (López Centella, 2019) cuyo desarrollo está íntimamente relacionado con el novedoso enfoque competencial de la misma (Coll Salvador y Martín Ortega, 2021; Ezquerro, 2016).

Sin embargo, pese a los múltiples beneficios (Holmes, 1980; López Centella, 2019; Moreira, 2011) y finalidades (Batanero, 2001; Galindo Alba, 2017; Holmes, 2000) relacionadas con el estudio de la estadística a lo largo de las distintas etapas no universitarias, así como los notorios intereses políticos que rodean la derogación, modificación o aprobación de cada reforma educativa (de Puelles Benítez, 2016), el auténtico cambio de paradigma introducido por la LOE y heredado por la LOMCE estuvo relacionado, fundamentalmente, con dos aspectos básicos. En primer lugar, la relevancia concedida a la estadística por el Informe PISA 2003 (Ministerio de Educación y Cultura, 2003), donde literalmente se indica que el pensamiento estadístico “debería ser parte del equipamiento mental de todo ciudadano inteligente”. Posteriormente, los deficientes resultados obtenidos en el Informe PISA 2009 (Ministerio de Educación, 2010), cuyos datos pusieron en evidencia el insuficiente nivel del alumnado español, muy alejado del promedio de los países de la OCDE para los niveles más altos de comprensión lectora, competencia matemática y científica (Cadenas Sánchez y Huertas-Delgado, 2013). Lamentablemente, los resultados expresados en el último Informe Español elaborado por el Ministerio de Educación y Formación Profesional (MEFP, 2019) revelan que los efectos de la LOMCE tampoco han sido los deseados, pues las puntuaciones medias obtenidas por el alumnado español para matemáticas y ciencias son inferiores tanto a la media de los países de la OCDE como de la Unión Europea.

Por otro lado, además de la incuestionable relevancia que posee la cultura estadística para el alumnado (Arteaga et al., 2016; Batanero, 2001; Burrill y Biehler, 2011; Holmes, 1980; Galindo Alba, 2016; 2017), la normativa encargada de desarrollar académicamente la LOMCE, el Real Decreto 1105/20143, reconoce que, dentro del currículo básico de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato debe potenciarse el desarrollo de las competencias comunicación lingüística, matemática y básica en ciencia y tecnología (art. 2.2). Es decir, la

¹ Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.

² Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa.

³ Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

propia legislación refuerza, directamente, la comprensión y razonamiento que debe alcanzar el alumnado a nivel estadístico, pues múltiples son las fuentes de información que precisan la lectura e interpretación de tablas y gráficos estadísticos (Batanero et al., 2011; Holmes, 1980; Galindo Alba, 2017; López Centella, 2019; Moreira, 2011). Sin embargo, esta prioridad competencial se aleja ligeramente de las orientaciones establecidas por la Unión Europea, donde según su Marco de Referencia (Unión Europea, 2007) la competencia digital debería adquirir idéntico nivel de referencia que las anteriores, pues representa una capacidad clave para el uso de las tecnologías de la sociedad de la información para el trabajo, el ocio y la comunicación (Unión Europea, 2007).

Por consiguiente, es indudable que la competencia digital sustenta el uso e inclusión de una herramienta de relevancia histórica (Batanero, 2001; Vidal Puga, 2006), fundamental (Barberá Cebolla y Fuentes Agustí, 2012; Galindo Alba, 2017; Jiménez Palmero et al., 2016) y multidimensional (Colás Bravo et al., 2018; Daza Pérez et al., 2009; Estévez Carmona, 2012) durante el proceso de enseñanza-aprendizaje: las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). No obstante, pese a que sus antecedentes se remontan a la segunda década del s. XX (Vidal Puga, 2006), su uso constructivo sobre el conocimiento se ha impuesto en las últimas tres décadas (Adell Segura, 1997; Estévez Carmona, 2012; Villarraga et al., 2012) debido a sus aplicaciones (Daza Pérez et al., 2009) y ventajas sobre los tradicionales sistemas docentes (Barberá Cebolla y Fuentes Agustí, 2012; Colás Bravo et al., 2018; Domingo Coscollola y Marqués Graells, 2011; Jiménez Palmero et al., 2016). De hecho, las TIC han sido utilizadas o consideradas para multitud de materias en ESO como biología (Herráez, 2011; Torres Payá, 2011), química (Daza Pérez et al., 2009; Martínez-Arguello et al., 2018), lengua (Estévez Carmona, 2012; Ezquerro, 2016), inglés (Ramírez Orellana et al., 2016) o español para extranjeros (Jiménez Palmero et al., 2016). Sin embargo, aunque este tipo de herramientas han sido desplazadas a un segundo plano (Ramírez Orellana et al., 2016), especialmente en disciplinas no científicas (Barberá Cebolla y Fuentes Agustí, 2012; Estévez Carmona, 2012), a finales del siglo pasado Adell Segura (1997) destacó la importancia de las TIC en los futuros escenarios educativos ya que, según el mismo, cómo son tratadas en el aula representa un fiel reflejo del grado de innovación y calidad alcanzado por el modelo didáctico, modelo que, incluso, ha llegado a ser categorizado (Coll et al., 2008).

En cuanto a la materia de matemáticas, multitud son los trabajos publicados en la literatura científica relativos tanto a la inclusión de las TIC para su docencia en general (p. ej., Cruz Pichardo y Puentes Puente, 2012; Martín Vaquero et al., 2009; Villarraga et al., 2012) en diversos ámbitos en particular, tales como, geometría (Hernández Gómez et al., 2016), álgebra (Calles Burgos, 2015), tasa de variación (Ticse et al., 2023) o trigonometría (García López y Romero Albadalejo, 2009). A su vez, dentro de esta materia, en cuanto a la parte del currículo destinada a la estadística se refiere, aunque constituye una disciplina escasamente valorada por el profesorado (Arteaga et al., 2016; Betancourt et al., 2009; Del Pino Ruiz, 2013; Galindo Alba, 2017), pueden encontrarse diversos trabajos relacionadas con las TIC y su aplicabilidad mediante bancos de recursos (Batanero, 2001; Núñez Rojo, 2009), para calcular y representar variables (Del Pino Ruiz, 2013; Mora, 2014; Segovia y Khaled, 2007), mejorar la comprensión de contenidos (Belfiori, 2014; García López y Romero Albadalejo, 2009; Ticse et al., 2023) o desarrollar la competencia matemática (Cruz Pichardo y Puentes Puente, 2012). En consecuencia, es en este último aspecto donde se centra el presente trabajo, pues pretende reflejar los beneficios didácticos, versatilidad, potencialidad y opinión del alumnado tras introducir durante la etapa de ESO un programa estadístico, concretamente RStudio® Cloud.

1.1 ¿Qué es RStudio® Cloud y por qué debería utilizarse en secundaria?

Desde hace varias décadas, diversos han sido los programas utilizados como herramientas didácticas durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la estadística en las distintas etapas de educación no universitaria (Batanero et al., 2011; Núñez Rojo, 2009; Villarraga et al., 2012). En este sentido, tomando como referencia el trabajo realizado por Batanero (2001), estos programas pueden agruparse en dos grandes bloques: i) los destinados específicamente al análisis estadístico, donde destacan SPSS (Betancourt et al., 2009; Segovia y Khaled, 2007) y R (Alemany Palomo, 2015; Galindo Alba, 2016; 2017) y ii) aquellos de aspecto más genérico, cuya finalidad no versa, exclusivamente, sobre esta disciplina, tales como GeoGebra (Álvarez Luis y Solís Avelino, 2019; Del Pino Ruiz, 2013; Hernández Gómez et al., 2016; Ticse et al., 2023), OpenOffice Calc (García López y Romero Albadalejo, 2009), Excel® (López Noriega et al., 2006) o PowerPoint® (Mora, 2014).

Dentro del primer bloque, es decir, programas estadísticos per se, se encuadra RStudio® Cloud, un entorno de desarrollo integrado en la nube y que utiliza R como lenguaje de programación (RStudio Team, 2021). Esta plataforma web (Figura 1) se lanzó en el año 2019 para obtener una herramienta que permita hacer, compartir, enseñar y aprender ciencia de datos en línea de una forma más ligera y sin necesidad de instalación (solo necesita un registro), pero manteniendo todos los procedimientos, técnicas y opciones gráficas de su predecesor, RStudio® (RStudio Team, 2021).

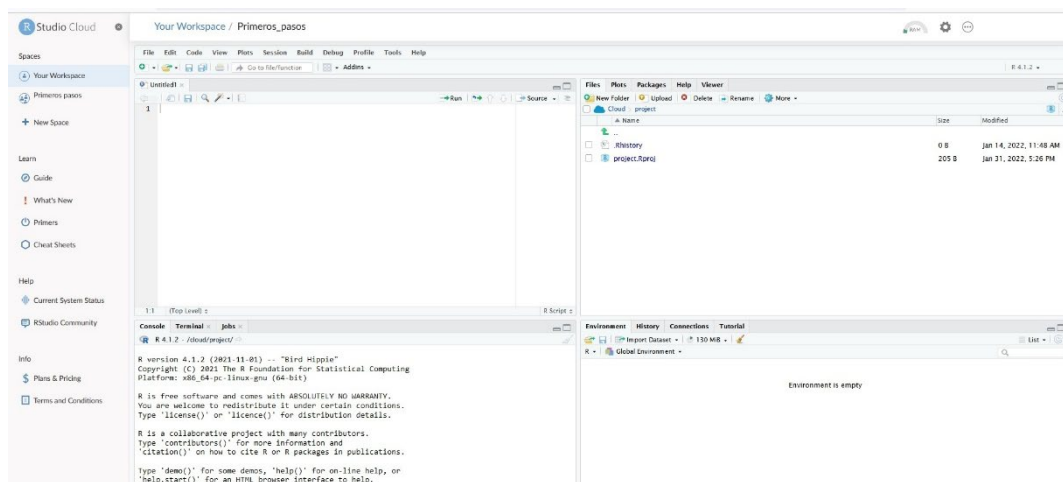


Figura 1. Interfaz de RStudio® Cloud.

Debido a su relativa complejidad inicial, pues dispone de un lenguaje de programación propio (lenguaje S) ejecutado mediante línea de comandos (Galindo Alba, 2016; 2017), RStudio® no ha sido considerado por parte de algunos autores para la docencia de la estadística (Del Pino Ruiz, 2013; López Noriega et al., 2006; Mora, 2014). Sin embargo, RStudio® presenta una amplia batería de ventajas que lo convierten en una alternativa idónea pues, según Maurandi López et al. (2013) supera, con creces, los beneficios aportados por otros programas debido a que:

- Es libre, está distribuido bajo licencia pública general, pudiendo descargarse gratuitamente desde la página web del proyecto⁴.
- Es multiplataforma, existen versiones para los principales sistemas operativos (Windows, Linux y Mac).
- Permite analizar y leer cualquier formato de datos (.csv, .xls, .xlsx, .sas, ...).
- Es muy potente, responde, prácticamente, cualquier necesidad del usuario.
- Posee una capacidad gráfica muy superior al resto de paquetes estadísticos.
- La versión base tiene instaladas multitud de técnicas estadísticas.
- Sus opciones pueden ampliarse libremente.

Por su lado, además de las ventajas indicadas anteriormente, RStudio® Cloud también posee otra serie de facetas resaltables como:

- Es una versión más ligera que permite acceder⁵ online y desde el ámbito doméstico sin necesidad de configurar ni instalar nada.
- Puede utilizarse en cualquier navegador.
- La curva de aprendizaje es acusada en los primeros estadios, pero relativamente sencilla en comparación a otros lenguajes.
- La plataforma permite autocompletar el código utilizado.
- Existen multitud de paquetes, tutoriales y datos en abierto para ayudar o profundizar en su manejo.
- Está respaldado por una importante comunidad científica.
- Permite realizar investigaciones reproducibles, pues el código puede compartirse y/o adaptarse.
- Proporciona los primeros esbozos para un lenguaje de programación, introduciendo al alumnado ante una nueva faceta de alta demanda laboral pero escaso desarrollo curricular.

En resumen y, atendiendo a todo lo expuesto anteriormente, la plataforma RStudio® Cloud se postula como una herramienta didáctica idónea durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la estadística que, según Galindo Alba (2017), puede llegar a considerarse fundamental.

1.2 Objetivos

Por consiguiente, una vez comprobada la importancia de la estadística dentro de la etapa de educación secundaria, su relación con las distintas competencias curricularmente establecidas, así como los multifacéticos beneficios que rodean la plataforma RStudio® Cloud, para esta investigación se han planteado los siguientes objetivos:

- Comprobar si la plataforma RStudio® Cloud constituye una alternativa didáctica válida para el proceso de enseñanza-aprendizaje de estadística en ESO.

⁴ <https://www.rstudio.com/>

⁵ <https://rstudio.cloud/>

- Analizar la versatilidad de RStudio® Cloud para responder a los diferentes requisitos curriculares y diversidad del alumnado.
- Evaluar la opinión e interés del alumnado en la plataforma para la adquisición de contenidos, así como su posible implementación en la materia de matemáticas y en otras de la etapa.

2. Metodología

Tomando como premisa los objetivos ya indicados, a lo largo de los siguientes apartados se recogen las principales características y fases que componen la investigación.

2.1 Población y muestra

En un primer momento, la investigación fue planteada para las distintas asignaturas que componen la materia de matemáticas durante la etapa de ESO en un centro de la Región de Murcia (N = 110). Sin embargo, debido a problemas relacionados tanto con la compatibilidad de horarios como formativos del equipo docente, solo participaron estudiantes de primer curso (n = 27). El grupo (Tabla 1) estaba compuesto por 15 mujeres (55,55%) y 12 hombres (44,44%) con edades comprendidas entre los 11 y 13 años, se trataba de un grupo bastante estable y homogéneo cuya calificación promedio, según secretaría del centro, ronda el 7,5. Además, entre el alumnado participante, aparecía un estudiante repetidor (3,7%) y cuatro con necesidades específicas de apoyo educativo (14,81%). Cabe indicar que durante el desarrollo de la investigación se consideró a todo el estudiantado, pero realizando las respectivas adaptaciones para responder a la diversidad del aula.

Tabla 1. Número y características del alumnado participante.

Total centro	Participantes	Ordinario	Apoyo educativo
110	27	23	4

2.2 Desarrollo de la investigación

Toda la investigación se realizó en el aula de informática durante la sesión dedicada a la asignatura de matemáticas según el calendario y horario académico. Para su puesta en práctica se utilizaron los ordenadores de sobremesa disponibles en el centro que, debido a su cantidad, permitieron a cada participante disponer de acceso individual a un equipo y a su propia cuenta de RStudio® Cloud, tal y como recomienda Galindo Alba (2017). Respecto a su secuenciación (Tabla 2), el estudio ocupó un total de seis sesiones didácticas de 55 minutos cada una (tiempo de una clase ordinaria) que fueron programadas para coincidir temporalmente con el bloque de estadística, es decir, en la tercera evaluación.

Tabla 2. Secuenciación y contenido de las sesiones.

Sesión	Denominación	Contenidos	Recursos
1	Introducción a RStudio® Cloud	Registrarse en RStudio® Cloud ¿Qué es RStudio® Cloud y qué puede hacer?	Presentación en clase y documentación digital

Sesión	Denominación	Contenidos	Recursos
		Asignar variables a caracteres Operadores lógicos Vectores Scripts Ejercicios prácticos	enviada al alumnado por e-mail
2	Aprender a explotar los datos	Introducir datos manualmente Cargar un fichero Obtener una tabla Extraer datos de una columna Ejercicios prácticos	
3	Algunos cálculos básicos	Valor máximo Valor mínimo Cuartiles Número de datos Suma de datos Ejercicios prácticos	
4	Funciones estadísticas elementales	Medidas de centralización Medidas de dispersión Ejercicios prácticos	
5	Representando los datos	Gráficos bidimensionales (puntos, líneas y barras) Gráfico de sectores Histogramas Ejercicios prácticos	
6	Práctica final	Cargar una tabla Medidas de dispersión y centralización Representar los datos Cuestionario sobre el proyecto	Cuestionario online y remisión del código

Por otro lado, cada sesión fue debidamente planificada por el profesor responsable de la actividad, quien elaboró una serie de materiales didáctico-prácticos (Figura 2) progresivamente enriquecidos en base a las competencias curriculares, objetivos curriculares de la etapa, contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables de la asignatura (Tabla 3), así como algunos de los aspectos estadísticos considerados fundamentales (Arteaga et al., 2016; Burrill y Biehler, 2011; Galindo Alba, 2017; Gea et al., 2016).

Sesión 4: Funciones estadísticas elementales

- Introducir los datos
 - Cargar una tabla
- Medidas de centralización
 - Media
 - Mediana
 - Cuartiles
 - Todos los datos anteriores
- Medidas de dispersión
 - Desviación estándar
 - Rango

Introducir los datos

Cargar una tabla

Salvo que introduzcamos los datos de manera manual (recuerda los vectores), el primer paso que tenemos que hacer es cargar nuestros datos, para ello el fichero tiene que estar en extensión `.csv`, que lo hacemos desde Excel.

Para que RStudio lea la tabla de datos usaremos la función `read.table` con los siguientes atributos:

```
datos <- read.table ("datos.csv", # Nombre del fichero que buscamos
                    head = TRUE, # Si la tabla tiene encabezado, sino ponemos "FALSE"
                    sep = ";", # Cómo están separados los datos, por defecto será ;
                    dec = ".") # Cómo están separados los decimales, si fuera una , se sustituye
```

A continuación comprobamos si la tabla se ha cargado bien.

```
datos

##      Alumno Nota1 Nota2 Nota3
## 1 Antonio      5      4      9
## 2 Juan         6      9      5
## 3 Pepe         9      3      1
## 4 Maria        4      2      3
## 5 Cristina     2      5      6
## 6 Paco         6      4      4
## 7 Elena        8      8      8
## 8 Agustín      6      8      7
```

Medidas de centralización

Media

La función `mean()` nos devuelve la media de todos nuestros datos.

Figura 2. Ejemplo de los materiales digitales proporcionado al alumnado durante una de las sesiones.

Tabla 2. Elementos curriculares considerados para el diseño de la investigación.

Competencias
b) Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología. c) Competencia digital. d) Aprender a aprender. f) Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.
Objetivos
e) Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación. f) Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia. g) Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.
Contenidos

<p>Población e individuo. Muestra.</p> <p>Variables estadísticas. Variables cualitativas y cuantitativas.</p> <p>Diagramas de barras, y de sectores. Polígonos de frecuencias.</p> <p>Medidas de tendencia central</p> <p>Medidas de dispersión</p>
<p>Criterios</p>
<p>1. Formular preguntas adecuadas para conocer las características de interés de una población y recoger, organizar y presentar datos relevantes para responderlas, utilizando los métodos estadísticos apropiados y las herramientas adecuadas, organizando los datos en tablas y construyendo gráficas, calculando los parámetros relevantes y obteniendo conclusiones razonables a partir de los resultados obtenidos.</p> <p>2. Utilizar herramientas tecnológicas para organizar datos, generar gráficas estadísticas, calcular parámetros relevantes y comunicar los resultados obtenidos que respondan a las preguntas formuladas previamente sobre la situación estudiada.</p>
<p>Estándares de aprendizaje</p>
<p>1.2. Reconoce y propone ejemplos de distintos tipos de variables estadísticas, tanto cualitativas como cuantitativas.</p> <p>1.4. Calcula la media aritmética, la mediana (intervalo mediano), la moda (intervalo modal), y el rango, y los emplea para resolver problemas.</p> <p>2.1. Emplea la calculadora y herramientas tecnológicas para organizar datos, generar gráficos estadísticos y calcular las medidas de tendencia central y el rango de variables estadísticas cuantitativas.</p> <p>2.2. Utiliza las tecnologías de la información y de la comunicación para comunicar información resumida y relevante sobre una variable estadística analizada.</p>

En último lugar, debido a la dimensión más académica de la etapa (Ramírez Orellana et al., 2016), en las cinco primeras sesiones se siguió un modelo didáctico alternativo (García Pérez, 2000) y metodológicamente activo (Galindo Alba, 2017) compuesto por cuatro fases: i) repaso de contenidos, ii) explicación teórico-práctica, iii) realización de ejercicios reales de investigación y iv) corrección en el aula. Sin embargo, en la última sesión, el alumnado debía realizar y entregar individualmente un fichero donde respondía a distintas tareas planteadas en base a los aspectos teórico-prácticos curriculares y hábitos mentales estadísticos (Burrill y Biehler, 2011). A este respecto, tanto los ejercicios prácticos como la tarea final fueron adaptados en función de las necesidades docentes del alumnado, siguiendo para ello las recomendaciones realizadas por el departamento de orientación del centro y consistentes en aumentar el tiempo de realización y anticipar las tareas a realizar. Posteriormente, siguiendo lo establecido por el Real Decreto 1105/2014, la tarea final fue corregida por el profesor responsable del estudio y calificada entre 1-10 puntos, siendo necesaria una puntuación mínima de 5 para superarla.

2.3 Valoración del alumnado

En la última sesión y tras la entrega de la práctica final, cada participante debía rellenar una encuesta cerrada realizada ad hoc y con 10 ítems medidos en una escala dicotómica de dos valores: "Sí" y "No" (Tabla 4). En la misma se incluyeron cuestiones relacionadas con aspectos didácticos, teóricos y personales de la investigación realizada para, tras el posterior análisis de la misma, responder al tercer objetivo planteado.

Tabla 4. Ítems de la encuesta planteada al alumnado.

Cuestión
1.- ¿Te ha parecido interesante RStudio® Cloud?
2.- ¿Ha sido complicado utilizar RStudio® Cloud?
3.- ¿Consideras positivo el uso de RStudio® Cloud en matemáticas?
4.- ¿Te ha permitido afianzar conocimientos de estadística?
5.- ¿Usarías RStudio® Cloud en otra parte del temario de matemáticas?
6.- ¿Lo recomendarías a otros compañeros/as?
7.- ¿El sistema de autoaprendizaje ha sido beneficioso?
8.- ¿Prefieres este sistema al tradicional?
9.- ¿Crees recomendable introducir programas en otras asignaturas?
10.- ¿Te gustaría seguir aprendiendo RStudio® Cloud?

3. Resultados y discusión

A continuación, se detallan y abordan los distintos resultados obtenidos en función de los objetivos planteados. En este sentido, mientras que en el primer punto se valoran el trabajo y nivel alcanzado por el alumnado para conocer la adecuada implementación de la plataforma (objetivos 1 y 2), en el segundo se muestran las respuestas del mismo a los distintos ítems de la encuesta (objetivo 3).

3.1 La posibilidad de utilizar RStudio® Cloud en ESO y su versatilidad didáctica

Debido a las distintas limitaciones de la investigación, los resultados demuestran el nivel alcanzado por la cohorte del primer curso de ESO. Sin embargo, este escenario didáctico planteado debe considerarse bastante satisfactorio, pues previamente nunca había sido contemplado en las escasas investigaciones que han utilizado (Alemany Palomo, 2015) o, simplemente considerado, tanto RStudio® Cloud como alguna de sus variantes (Galindo Alba, 2016; 2017) en niveles no universitarios. Por lo tanto, si el alumnado de este curso ha sido capaz de solventar satisfactoriamente las exigencias académicas establecidas en la práctica final, se puede asumir que, en etapas superiores, también podrá hacerlo debido, entre otros elementos, al mayor nivel cognitivo e intelectual alcanzado, motivos por el que la mayoría de autores desarrollaron o plantearon sus investigaciones para ciclos o niveles educativos superiores (p. ej., Alemany Palomo, 2015; Álvarez Luis y Solís Avelino, 2019; Betancourt et al., 2009; Galindo Alba, 2017; García López y Romero Albadalejo, 2009; Segovia y Khaled, 2007; Ticse et al., 2023).

Tras corregir los ficheros remitidos por el alumnado donde aparecían sus respuestas a las diferentes tareas planteadas en la práctica final, se comprobó que solo dos alumnos del grupo ordinario y uno de apoyo educativo (11,11%) no superaron la práctica al mostrar total desinterés y no entregar el fichero. Sin embargo, el resto de participantes (88,89%) sí obtuvieron una calificación satisfactoria, es decir, igual o superior a 5 puntos, alcanzado el grupo una nota media de 6,4 y una desviación estándar de 1,7 (Figura 3). Cabe indicar que dichos valores

incluyen las puntuaciones conseguidas por el resto del alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo, para quienes solo fue necesario incrementar el tiempo de realización de la práctica (entre 5 y 15 minutos), proporcionar un archivo con las variables para introducirlas en la plataforma de modo manual y reducir el volumen de las mismas. En general, estos resultados están en consonancia con lo obtenido en otros trabajos de índole similar como los de Alemany Palomo (2015), Álvarez Luis y Solís Avelino (2019), Domingo Coscollola y Marqués Graells (2011), García López y Romero Albadalejo (2009) o Pichardo y Puentes Puente (2012), entre otros, donde se aprecia un alto índice de aprobados tras incluir las TIC durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la estadística.

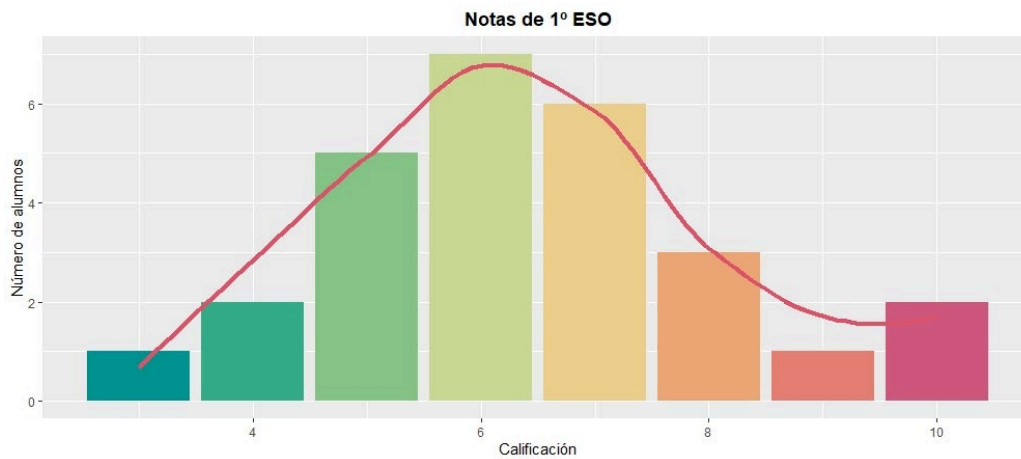


Figura 3. Distribución de las calificaciones del alumnado en la prueba final.

Por otro lado, en cuanto a la calidad de los códigos entregados, se pudo comprobar cómo, prácticamente la totalidad del alumnado, fue capaz de comprender el lenguaje de la plataforma y su dinámica, así como sus principales funciones (Tabla 5). De hecho, algunas de las prácticas entregadas reflejaban un código perfectamente desarrollado y estructurado (Figura 4). Paradójicamente, los resultados de la práctica final contradicen lo expuesto por Del Pino Ruiz (2013), pues se ha demostrado que RStudio® Cloud no es una herramienta que pueda ser utilizada, exclusivamente, durante los últimos niveles de bachillerato o enseñanzas universitarias, sino que con las respectivas adaptaciones didácticas y curriculares es perfectamente accesible tanto para el alumnado ordinario de secundaria como aquel con necesidades específicas de apoyo educativo (Daza Pérez et al., 2009; Domingo Coscollola y Marqués Graells, 2011).

Tabla 5: Porcentaje del alumnado que superó cada tarea incluida en la práctica final. * Las diferencias numéricas entre la segunda y la tercera tarea se deben a que no todo el alumnado accedió a los datos de la misma manera, pues mientras que el grupo ordinario debía cargar una tabla, los de apoyo tuvieron que introducir manualmente los datos.

Tarea	Nº de alumnado	%*
Cargar datos	27	100
Obtener una variable de la tabla	23	85

Tabla 5: Porcentaje del alumnado que superó cada tarea incluida en la práctica final. * Las diferencias numéricas entre la segunda y la tercera tarea se deben a que no todo el alumnado accedió a los datos de la misma manera, pues mientras que el grupo ordinario debía cargar una tabla, los de apoyo tuvieron que introducir manualmente los datos.

Tarea	Nº de alumnado	%*
Calcular estadísticas de una variable	24	89
Representar gráficamente la variable	19	78



```

1 #Práctica final
2 #
3 #
4 #
5 #Datos
6 notas <- read_excel("curso.xlsx")
7
8 notas
9
10 #Mínimo
11 primero = c(notas$`1ESO`)
12 primero
13 min(primerero)
14
15 #Máximo
16 max(primerero)
17
18 #Media
19 mean(primerero)
20
21 #Desviación estándar
22 sd(primerero)
23
24 #Todo
25 summary(primerero)
26
27 #Dibujo
28 plot(primerero)
29
30 plot(primerero, main = "Notas 1 ESO", xlab = "Alumnos", ylab = "Notas", type = "l")
31
32 hist(primerero)
33
34 hist(primerero, main = "Notas 1 ESO", ylab = "Notas", col = "pink")

```

Figura 4. Ejemplo del código elaborado por una alumna

3.2 Valoración del alumnado de RStudio® Cloud

Finalmente, tras la realización y entrega de la práctica final, la totalidad del alumnado participante en el estudio rellenó una encuesta cuyos resultados aparecen reflejados en la Figura 5.

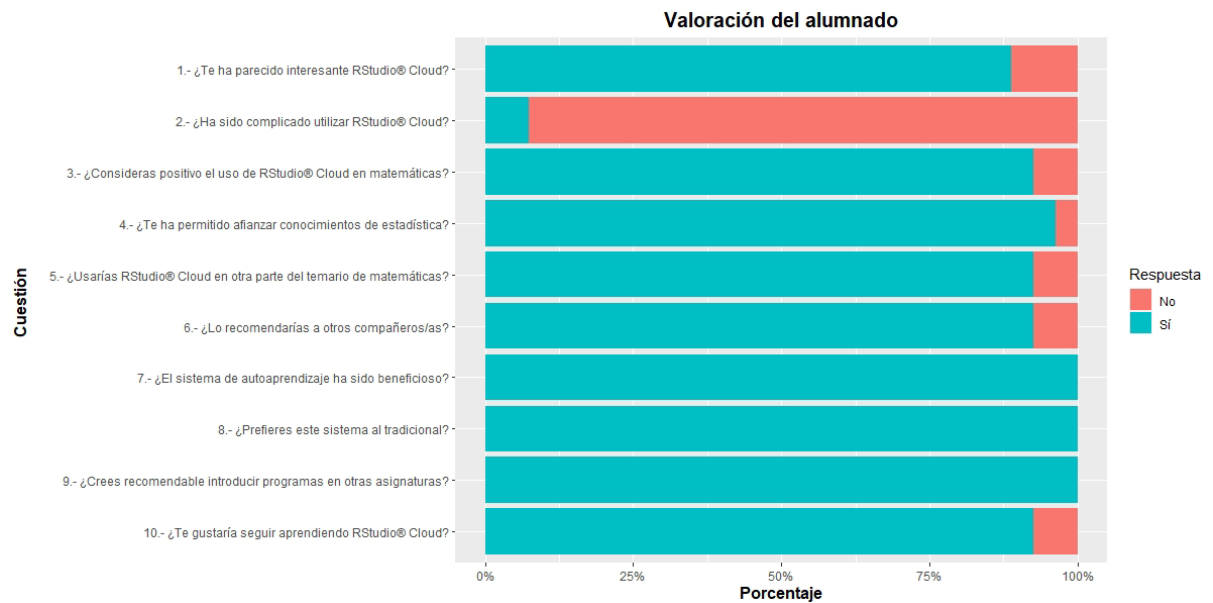


Figura 5. Respuestas del alumnado a las distintas cuestiones planteadas.

Como demuestra la figura anterior, las respuestas mayoritarias del alumnado ante la complejidad de RStudio® Cloud y su uso docente (cuestiones 1 y 2), además de reforzar los resultados expuestos por Alemany Palomo (2015), presentan una doble lectura: i) desecha la plausible desconfianza del alumnado en utilizar programas controlados mediante una consola de comandos y ii) realmente ensalza a RStudio® Cloud como un recurso didáctico perfectamente integrable dentro de la materia de matemáticas. Es decir, independientemente del elemento utilizado, una adecuada formación discente pero, fundamentalmente docente, permite solventar aquellas dificultades relacionadas con el desconocimiento de programas estadísticos detectadas en el profesorado (Arteaga et al., 2016; Betancourt et al., 2009; Mora, 2014; López Noriega et al., 2006; Villarraga et al., 2012). Además, el uso de la plataforma ha sido una actividad interesante y beneficiosa para, prácticamente, la totalidad del alumnado, de hecho, en consonancia con lo obtenido en trabajos previos (Alemany Palomo, 2015; Cruz Pichardo y Puentes Puente, 2012; García López y Romero Albadalejo, 2009; Hernández Gómez et al., 2016), el uso de las TIC tuvo una valoración bastante positiva tanto dentro de la asignatura (cuestión 3 y 4), como del contexto académico, pues los encuestados consideran que debería extrapolarse a otra parte del temario (cuestión 5), asignaturas (cuestión 9) e, incluso, compañeros (cuestión 6). Por consiguiente, puede afirmarse que el alumnado no solo aprovecha las potencialidades que ofertan este tipo de herramientas, sino que demanda su incorporación durante el transcurso de la práctica docente ordinaria (Barberá Cebolla y Fuentes Agustí, 2012).

Por otro lado, también se ha comprobado cómo esta metodología didáctica fundamentada en enriquecer el conocimiento del alumnado (García Pérez, 2000, Galindo Alba, 2017) y donde el autoaprendizaje adquiere un protagonismo esencial (cuestión 7), ha sido valorada muy positivamente por el mismo (Alemany Palomo, 2015; Colás Bravo et al., 2018; García López y Romero Albadalejo, 2009; Hernández Gómez et al., 2016). En este sentido, las puntuaciones registradas indican la preferencia de este modelo didáctico alternativo (cuestión 8) al considerado "tradicional" (García Pérez, 2000) sistema de docencia expositivo (Alemany Palomo, 2015; Calles Burgos, 2015; Cruz Pichardo y Puentes Puente, 2012). Por consiguiente,

estos datos denotan que, efectivamente, las TIC representan un aspecto multifacético básico dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas (Calles Burgos, 2015; Cruz Pichardo y Puentes Puente, 2012; Hernández Gómez et al., 2016) que, adicionalmente, permite trabajar aquellas competencias destacadas por la Unión Europea (2007) y la LOMCE como son la digital, matemática y básicas en ciencia y tecnología. No obstante, tampoco debe obviarse que las TIC también imbrican la integración de otras competencias como aprender a aprender, autonomía e iniciativa personal (Domingo Coscollola y Marqués Graells, 2011; Jiménez Palmero et al., 2016), comunicación lingüística y literaria, tratamiento de la información (Ezquerro, 2016; Jiménez Palmero et al., 2016) o social y ciudadana (Jiménez Palmero et al., 2016). En definitiva, como ya indicó Adell Segura (1997), las TIC aportan al proceso de enseñanza-aprendizaje tanto contenidos como destrezas.

En último lugar, también cabe destacar la respuesta de, prácticamente, la totalidad del alumnado a la última cuestión, pues la misma revela su predisposición a seguir integrando y avanzado con RStudio® Cloud. En definitiva, el interés suscitado por el programa confirma una de las premisas establecidas por Ramírez Orellana et al. (2016), Daza et al. (2009), Ezquerro (2016) y Tisce et al. (2023) respecto al adecuado uso de las TIC: la correlación de la actividad con el patrón docente. Además, dicha respuesta despliega tres nuevas líneas de investigación para garantizar la inserción efectiva de la plataforma: i) su aplicación en otra serie de contenidos de la materia, ii) su aplicación en el resto de asignaturas y iii) su extensión a la totalidad del alumnado con independencia de sus dificultades durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

4. Conclusiones

La investigación surgió con los objetivos de constatar, analizar y valorar la percepción del alumnado sobre la implementación de la plataforma RStudio® Cloud como herramienta didáctica para la etapa de ESO, concretamente, para aquellos contenidos curriculares de la asignatura de matemáticas relacionados con la estadística. Básicamente, con estas premisas se pretende responder, por un lado, a los distintos requerimientos competenciales y curriculares establecidos, como ayudar al profesorado en su labor docente al comprobar la validez de la herramienta para el desarrollo de los contenidos didácticos. En consecuencia, considerando los distintos resultados obtenidos en la misma, pueden establecerse las siguientes conclusiones.

Primeramente, pese a lo arriesgado de la propuesta y posibles prejuicios derivados de utilizar un programa controlado mediante interfaz de comandos, los resultados configuran a RStudio® Cloud como una potente herramienta didáctica gratuita que puede ser perfectamente integrada y adaptada durante el desarrollo ordinario de los distintos contenidos curriculares. Dicha situación aparece fielmente reflejada en las calificaciones obtenidas en la práctica final realizada por el alumnado participante, pues el 89% de los mismos fueron capaces de superarla y con una puntuación bastante alta (media = 7, desviación estándar = 1,7). Además, también se verificó que, con las adaptaciones didácticas pertinentes, prácticamente todo el alumnado puede asimilar el lenguaje de programación utilizado por la plataforma, pues tanto los ejercicios prácticos como la tarea final entregada incluían los comandos adecuados para las distintas tareas solicitadas.

Por otro lado, pese a no constituir un elemento achacable al alumnado aunque sí detectable (Barberá Cebolla y Fuentes Agustí, 2012), cabe resaltar la escasa alfabetización estadística del profesorado tanto a nivel procedimental (Arteaga et al., 2016; Batanero et al., 2011; Galindo

Alba, 2017; Gea et al., 2016), coordinativo (Colás Bravo et al., 2018; Ramírez Orellana et al., 2016), instrumental (Colás Bravo et al., 2018; Daza Pérez et al., 2009), cultural (Arteaga et al., 2016; Batanero et al., 2011; Colás Bravo et al., 2018; Gea et al., 2016) e, incluso, actitudinal (Daza Pérez et al., 2009; Villarraga et al., 2012). Desafortunadamente, esta serie de circunstancias, unidas a las limitaciones intrínsecas a los propios centros educativos como ausencia de recursos materiales y/o digitales, escaso respaldo administrativo, problemas de horario o desinterés del alumnado (p. ej., Barberá Cebolla y Fuentes Agustí, 2012; Colás Bravo et al., 2018; Domingo Coscollola y Marqués Graells, 2011; Galindo Alba, 2017; Jiménez Palmero et al., 2016), conforman un escenario bastante nefasto para garantizar la implementación, eficacia y persistencia de este tipo de herramientas. No obstante, este escenario puede solventarse perfectamente a través de dos vías: i) por iniciativa propia del profesorado en aprender este tipo de herramientas didácticas y ii) por los servicios formativos de las comunidades autónomas, cuya oferta pueden incluir cursos relacionados con las mismas.

En tercer lugar, se ha comprobado el protagonismo fundamental e indispensable que adquieren las TIC durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, pues el alumnado respalda el cambio didáctico, conductual y motivacional introducido por las mismas para determinadas materias de base científico-técnica. Concretamente, estos enormes beneficios didácticos han sido constatados para el bloque de estadística, elemento curricularmente presente en la materia de matemáticas y cuyos contenidos, con mayor o menor nivel de profundidad, están presentes en todos los cursos de ESO. No obstante, tal y como se desprende de los resultados reflejados en la encuesta realizada al alumnado, las TIC son una herramienta fundamental que debe estar presente, con las respectivas adaptaciones necesarias, a cualquier materia presente durante la etapa de secundaria.

Por consiguiente, puede confirmarse que la plataforma RStudio® Cloud representa una alternativa perfectamente viable para la etapa de ESO que, además, facilita el desarrollo y comprensión de los contenidos curriculares y competencias. Asimismo, con una simple adaptación metodológica enfocada tanto en las particularidades de la materia como del alumnado, puede ser utilizado en otros bloques de la materia e, incluso, en cualquier asignatura de base científico-técnica.

Referencias

- [1] ALEMANY PALOMO, N. (2015). La estadística de 1º de Bachillerato a través de proyectos y el software R. [TFM, Universidad Jaime I]. <http://hdl.handle.net/10234/128865>
- [2] ÁLVAREZ LUIS, L. V. y Solís Alvino, K. (2019). Uso de GeoGebra y el aprendizaje de la estadística descriptiva para estudiantes del cuarto grado de educación secundaria de la Institución Educativa Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco. [Tesis, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1543>
- [3] ARTEAGA, P., Batanero, C., Contreras, J. M. y Cañadas, G. (2016). Evaluación de errores en la construcción de gráficos estadísticos elementales por futuros profesores. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 19(1), 15-40. <http://dx.doi.org/10.12802/relime.13.1911>
- [4] BARBERÁ CEBOLLA, J. P. y Fuentes Agustí, M. (2012). Estudios de caso sobre las percepciones de los estudiantes en la inclusión de las TIC en un centro de educación secundaria. *Profesorado, Revista de currículum y formación del profesorado*, 16(3), 285-305

- [5] BATANERO, C. (2001). Didáctica de la Estadística. Universidad de Granada.
- [6] BATANERO, C., Arteaga, P. y Contreras, J. M. (2011). El currículo de estadística en la enseñanza obligatoria. EM TEIA, Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana, 2(2), 1-20.
- [7] BETANCOURT, M., Rivas, Y. y Sarmiento, M. (2016). Desarrollo de una Unidad Didáctica para la Enseñanza Aprendizaje de la Estadística Descriptiva y el SPSS Como Refuerzo Innovador. [Tesis doctoral, Universidad de Los Andes]. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/44396>
- [8] BURRILL, G. y Biehler, R. (2011). Fundamental statistical ideas in the school curriculum and in training teachers. En C. Batanero, G. Burril, G y C. Reading, (Eds.) Teaching statistics in school mathematics-Challenges for teaching and teacher education (pp. 57-69). Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-1131-0_10
- [9] CALLES BURGOS, M. D. M. (2015). Symbaloo como puerta de acceso a las tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza de álgebra. Espiral. Cuadernos del Profesorado, 8(17), 35-45.
- [10] COLÁS BRAVO, M. P., de Pablos Pons, J. y Ballesta Pagán, J. (2018). Incidencia de las TIC en la enseñanza en el sistema educativo español: una revisión de la investigación. Revista de Educación a Distancia (RED), 18(56), 1-23. <http://dx.doi.org/10.6018/red/56/2>
- [11] CRUZ PICHARDO, I. M. y Puentes Puente, Ángel. (2012). Innovación Educativa: Uso de las TIC en la enseñanza de la Matemática Básica. EDMETIC, 1(2), 127-144. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v1i2.2855>
- [12] DAZA PÉREZ, E. P., Gras-Martí, A., Gras-Velázquez, À., Guerrero Guevara, N., Gurrola Togasi, A., Joyce, A., Mora-Torres, E., Pedraza, Y. Ripoll, E. y Santos, J. (2009). Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC. Educación química, 20(3), 320-329.
- [13] DE PUELLES BENÍTEZ, M. (2016). Reflexiones sobre cuarenta años de educación en España o la irresistible seducción de las leyes. Historia y Memoria de la Educación, 3, 15-44. <https://doi.org/10.294.5668.0997.5135760>
- [14] DEL PINO RUIZ, J. (2013). El uso de Geogebra como herramienta para el aprendizaje de las medidas de dispersión. Probabilidad Condicionada: Revista de didáctica de la Estadística, 2, 243-250.
- [15] DOMINGO COSCOLLOLA, M. y Marqués Graells, P. (2011). Aulas 2.0 y uso de las TIC en la práctica docente. Comunicar, 19(37), 169-175. <https://doi.org/10.3916/C37-2011-03-09>
- [16] ESTÉVEZ CARMONA, M. E. (2012). Análisis y beneficios de la incorporación de las TIC en el área de Lengua Castellana y Literatura: un caso práctico. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, 40, 21-34.
- [17] EZQUERRO, A. M. (2016). Las TIC en lengua castellana y literatura: criterios de calidad y recursos didácticos. DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia, 34, 1-10.
- [18] GALINDO ALBA, A. (2016, 4-6 julio). Didáctica de la estadística con R [comunicación]. XVI Congreso de Educación y Aprendizaje de las Matemáticas, Jerez de la Frontera.
- [19] GALINDO ALBA, A. (2017). Didáctica con R. Menos cuentas y más pensamiento crítico.

Pensamiento Matemático, 7(1), 53-73.

- [20] GARCÍA LÓPEZ, M. M. y Romero Albaladejo, I.M. (2017). Influencia de las nuevas tecnologías en la evolución del aprendizaje y las actitudes matemáticas de estudiantes de secundaria. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 7(1), 369-396. <https://doi.org/10.25115/ejrep.v7i17.1346>
- [21] GARCÍA PÉREZ, F. F. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. *Biblio 3w: Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 207, 1-12.
- [22] GEA, M. M., Batanero Bernabeu, M. C., Fernández Sánchez, A. J. y Arteaga Cezón, J. P. (2016). Interpretación de resúmenes estadísticos por futuros profesores de educación secundaria. *Journal of Research in Mathematics Education*, 5(2), 135-157. <http://dx.doi.org/10.4471/redimat.2016.1902>
- [23] HERNÁNDEZ GÓMEZ, E., Briones Peñalver, A. J., Serdeira Azevedo, P. y Medina Vidal (2016). Geogebra y TIC en matemáticas de enseñanza secundaria. *IX Anuario de jóvenes investigadores*, 9, 212-215.
- [24] HOLMES, P. (1980). *Teaching Statistics 11-16*. Sloug: Foulsham Educational.
- [25] HOLMES, P. (2000) What sort of statistics should be taught in schools – and why? En C. Loureiro, F. Oliveira & L. Brunheira (Eds.), *Ensino e aprendizagem da Estatística* (pp. 49-56). Sociedade Portuguesa de Estatística e Associação dos Professores de Matemática.
- [26] JIMÉNEZ PALMERO, D., Mora Núñez, M. y Cuadros Muñoz, R. (2016). La importancia de las nuevas tecnologías en el proceso educativo. Propuesta didáctica TIC para ELE: mELEndien7dias. *Revista Fuentes*, 18(2), 209-223. <http://dx.doi.org/10.12795/revistafuentes.2016.18.2.07>
- [27] LÓPEZ CENTELLA, E. (2019, 21-24 febrero). Breve análisis de las consideraciones curriculares sobre la educación en estadística y probabilidad en España desde 1970 a la actualidad [comunicación]. Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística, Granada.
- [28] MARTÍNEZ-ARGÜELLO, L. D., Hinojo-Lucena, F. J. y Díaz, I. A. (2018). Aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los Procesos de Enseñanza-Aprendizaje por parte de los Profesores de Química. *Información tecnológica*, 29(2), 41-52. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000200041>
- [29] MAURANDI LÓPEZ, A., del Río Alonso, L. y Balsalobre, C. (2013). *Fundamentos estadísticos para investigación. Introducción a R*. Bubok Publishing. <https://gauss.inf.um.es/files/Fundamentos-estadisticos-para-investigacionIntroduccion-a-R.pdf>
- [30] MEFP. (2019). PISA 2018. Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes. Informe español. Ministerio de Educación y Formación Profesional, Gobierno de España. <https://www.educacionyfp.gob.es/inee/evaluaciones-internacionales/pisa/pisa-2018/pisa-2018-informes-es.html>
- [31] MINISTERIO DE EDUCACIÓN. (2010). PISA 2009. Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos. OCDE. Informe Español. Ministerio de Educación, Gobierno de España. <http://www.educacion.gob.es/dctm/ievaluacion/internacional/pisa-2009-con->

[escudo.pdf?documentId=0901e72b808ee4fd](#)

- [32] MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA. (2003). Evaluación PISA 2003. Resumen de los primeros resultados en España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Gobierno de España. <http://thales.cica.es/~epsilon/debate/PISA2004/pisa2003resumenespana.pdf>
- [33] MORA, R. (2014, 1-5 diciembre). Uso del software Power Point a través de la metodología de proyectos: una aplicación para la enseñanza de la estadística en secundaria [comunicación]. IV Encuentro sobre Didáctica de la Estadística, la Probabilidad y el Análisis de Datos, Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- [34] MOREIRA, C. (2011, 3-5 noviembre). La estadística en la enseñanza secundaria en Europa [comunicación]. X Congreso Galego de Estatística e Investigación de Operacións, Universidad de Vigo.
- [35] RAMÍREZ ORELLANA, E., Martín-Domínguez, J. y Madail Santin, M. (2016). Análisis comparativo de las prácticas docentes con recursos TIC. Estudio de casos con profesores de Infantil, Primaria y Secundaria. RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 15(1), 11-29. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.15.1.11>
- [36] RSTUDIO CLOUD (2021). Integrated Development for R. RStudio Cloud, PBC, Boston, MA. URL <https://rstudio.cloud/>
- [37] TICSE, M., Flores Salazar, J. V., & Vivas-Pachas, J. (2023). Trabajo matemático de estudiantes de secundaria en tareas sobre tasa de variación con el uso de GeoGebra. PNA, 17(4), 425-452. <https://doi.org/10.30827/pna.v17i4.24258>
- [38] TORRES PAYÁ, I. (2011, 16-17 abril). El laboratorio de Biología con TIC. I Congreso de Docentes de Ciencias de la Naturaleza, Museo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- [39] UNIÓN EUROPEA. (2007). Competencias clave para el aprendizaje permanente: Un Marco de Referencia Europeo. Dirección General de Educación y Cultura. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.
- [40] VILLARRAGA, M. E., Saavedra, F., Espinosa, Y., Jiménez, C., Sánchez, L. y Sanguino, J. (2012). Acercando al profesorado de matemáticas a las TIC para la enseñanza y aprendizaje. EDMETIC, 1(2), 65-87. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v1i2.2852>

Sobre los autores:

Nombre: Francisco López Martínez

Correo Electrónico: francisco.lopez@uma.es

Institución: Universidad de Málaga, España.

Nombre: Antonio Ramón López Martínez

Correo Electrónico: antonioramon.lopez@murciaeduca.es

Institución: Consejería de Educación de la Región de Murcia, España.