

DOCENCIA PRÁCTICA VIRTUAL Y ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS EN LA FORMACIÓN ESTADÍSTICA DE MAESTROS DURANTE EL CONFINAMIENTO SANITARIO

Francisco Javier Ibáñez-López, Antonio Maurandi-López y José Francisco Castejón-Mochón

En este trabajo se pretende conocer la percepción que tuvo el alumnado del Grado en Educación Primaria de una universidad estatal sobre la implementación virtual de una serie de actividades prácticas durante el confinamiento establecido por la COVID-19, en relación con la adquisición de las competencias en su formación matemático-estadística. Con un diseño cuantitativo descriptivo y la aplicación de una encuesta tipo escala Likert, los resultados reflejan que el alumnado participante consideró que estas actividades ayudan a la consecución de los objetivos del contenido didáctico y de las competencias asociadas, y que las aplicarían en un futuro como profesionales docentes.

Términos clave: Aprendizaje en línea; Formación de futuros docentes; Matemáticas y estadística; TIC

Virtual Practical Teaching and Acquisition of Competencies in the Statistical Training of Teachers during Sanitary Confinement

This work aims to know the perception that the students of the Degree in Primary Education of a state university had on the virtual implementation of a series of practical activities during the confinement caused by the COVID-19, regarding the acquisition of the competences in their mathematical-statistical training. Using a descriptive quantitative design with the application of a Likert scale survey, the results reflect that the participating students considered that this type of activities help to achieve the objectives of the didactic content and associated competences, and that they would use these activities in the future as teaching professionals.

Keywords: Future teachers' training; ICT; Mathematics and Statistics; Online learning

Ibáñez-López, F. J., Maurandi-López, A. y Castejón-Mochón, J. F. (2022). Docencia práctica virtual y adquisición de competencias en la formación estadística de maestros durante el confinamiento sanitario. *PNA*, 16(2), 99-113.

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) ayudan a trabajar los conceptos matemáticos de formas diversas, a descubrir las relaciones existentes entre ellos y a profundizar en su significado. Una forma de hacerlo posible es realizar actividades virtuales que cuenten con rapidez y fiabilidad en su aplicación (Figueras, 2011; Revelo Rosero, 2020; Vaillant et al., 2020). Si, además, para la realización de estas actividades, se emplean herramientas libres disponibles en Internet, entonces se da la situación en la que se pueden plantear pedagogías abiertas con las que los estudiantes pueden experimentar con los contenidos de una materia en cualquier lugar y momento, así como en distintas agrupaciones. Por lo tanto, ya no es necesario limitarse al entorno del aula ni al horario de clase ni a una organización rígida del grupo (Cabero-Almenara y Marín-Díaz, 2014; Mendoza et al., 2019; Santabárbara Serrano y Lasheras, 2020).

Dentro de la línea de investigación cuyos objetivos de estudio son la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, los recursos informáticos de libre acceso y la innovación en la formación de docentes (maestros y profesores de enseñanza secundaria), en este trabajo se desarrolló la aplicación del lenguaje *R* (software libre) en la enseñanza de la estadística y la probabilidad. Diferentes autores han desarrollado herramientas y aplicaciones en entorno web con este software como medio de innovación en la docencia de las matemáticas para los futuros profesionales de la educación (Barriuso et al., 2013; Galindo Alba, 2017; Muñoz Capitán et al., 2019).

Stegmann et al. (2008) señalan los beneficios de la formación *on-line* de las matemáticas y la estadística, entre los que destacan la supresión de restricciones asociadas a la presencialidad del alumnado y su asistencia a las clases magistrales y prácticas, la posibilidad de desarrollar una personalización de los contenidos y actividades a implementar, la mejora de acceso a la educación para estudiantes con discapacidad física y la contribución al desarrollo de habilidades tecnológicas. Por tanto, hay una mejora de la competencia tecnológica de los estudiantes a través de la interacción con software estadísticos, la comunicación por medios virtuales con profesorado y compañeros y la participación en proyectos colaborativos a través de plataformas web.

La introducción de estas innovaciones docentes orientadas a la enseñanza de la probabilidad y la estadística, basadas en recursos interactivos implementados mediante software libre, permite el manejo y tratamiento de datos de una forma sencilla e interactiva (Martínez Abad y Hernández Ramos, 2016; Sánchez Alberca, 2016). El lenguaje *R* es una herramienta libre, multiplataforma y compatible con distintos formatos (The R Development Core Team, 2020). Se trata de 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 en el campo de la educación y, particularmente, en la enseñanza de los contenidos de estadística que corresponden a las etapas educativas de Educación Primaria, Educación Secundaria y Obligatoria, Bachillerato y Educación Superior, tal y como se estructuran en

España. Este lenguaje es una herramienta de gran potencia y es empleada habitualmente por investigadores y profesionales en sus trabajos e investigaciones. Esto justifica y aumenta el interés de presentar y poner en contacto al alumnado con este software desde su formación inicial, cuando se producen sus primeros contactos con las matemáticas y, en particular, con la probabilidad y la estadística, lo que refuerza la necesidad de la formación de los futuros profesionales en su utilización.

En esta línea, en el año 2017, el paquete *Learnr* (Schloerke et al., 2020) fue incorporado al Lenguaje *R*. Este paquete permite generar una página web interactiva que combina 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 adicional de que los ejercicios implementados pueden ejecutarse directamente en el programa explorador de Internet del usuario, no es necesario que el estudiante descargue *R* ni que lo instale localmente en su equipo. Su combinación con otros paquetes, como el paquete *Shiny* para aplicaciones web (Chang et al., 2021) facilita la enseñanza de las matemáticas y la estadística a los estudiantes universitarios o a los futuros maestros, mediante el empleo de simulaciones acompañadas de visualizaciones dinámicas (Doi et al., 2016).

Además, con el objeto de superar las limitaciones que puede suponer para los estudiantes la necesidad de aprender a programar con *R*, este software cuenta con interfaces gráficas de manejo sencillo, como *R Commander*, para incorporar en la docencia (Molina Muñoz y Cobo Rodríguez, 2016) y con la posibilidad de desarrollar paquetes específicos para la docencia y que sean de fácil manejo por parte del alumnado (de Sousa y Gomes, 2018; Sánchez Alberca, 2016). Por último, cuenta con una potente herramienta para plasmar los análisis realizados de forma sencilla en documentos, informes y presentaciones de alta calidad: *R Markdown* (Finch et al., 2021).

Puestas de manifiesto las ventajas del uso *R* en la implementación de materiales para la docencia de la estadística, cabe preguntar qué opinan los estudiantes. ¿Cómo percibe el alumnado este tipo de actividades interactivas? ¿Cumplen, bajo su punto de vista, con su objetivo de ayudarles en la adquisición de las competencias? ¿Se trata de herramientas que utilizarían en un futuro como docentes?

Para dar respuesta a estas preguntas de investigación, en este trabajo se establecieron los siguientes objetivos:

1. Analizar la percepción del alumnado sobre las actividades docentes realizadas en entornos virtuales con la herramienta desarrollada para tal efecto.
2. Evaluar el punto de vista del alumnado sobre el grado de adquisición de las competencias de materia del currículo de matemáticas en su formación superior.

MÉTODO

Diseño

Se implementó un enfoque descriptivo de corte cuantitativo no experimental mediante la aplicación de técnicas e instrumentos cuantitativos (Creswell, 2012). En concreto, se empleó la técnica del cuestionario mediante una encuesta con ítems medidos a través de una escala Likert, con la que se recabaron los datos para su posterior análisis y discusión de resultados.

Participantes y contexto

Esta investigación contó con la participación de 86 estudiantes de la Facultad de Educación de una universidad estatal que cursaban la asignatura “Matemáticas y su Didáctica I” de 2.º de Grado en Educación Primaria durante el curso académico 2019/2020, con un total de 57 mujeres (66,28%), 25 hombres (29,07%) y 4 personas que no indicaron su género (4,65%). Además, entre el alumnado participante, 2 estudiantes habían cursado el Bachillerato en Artes (2,33%); 20, en Ciencias y Tecnología (23,26%); 16, en Humanidades (18,60%); 45, en Ciencias Sociales (52,33%); y, por último, 3 estudiantes no habían cursado Bachillerato (3,49%). Preguntados sobre si habían cursado asignaturas de matemáticas en ambos cursos de Bachillerato, 63 estudiantes afirmaron haberla cursado en 1.º y 2.º (73,26%), 5 solo en 2.º curso (5,81%) y el resto, 18 estudiantes, afirmaron no haber cursado asignaturas de matemáticas en Bachillerato (20,93%).

Instrumento

El instrumento empleado para la recogida de datos fue una encuesta con 10 ítems medidos a través de una escala Likert realizada *ad hoc* con siete valores (donde 1 significaba “Totalmente en desacuerdo” hasta 7 que significaba “Totalmente de acuerdo”). Del quinto al décimo ítem, se preguntó por su percepción sobre si las actividades diseñadas ayudaban a la adquisición de las competencias de materia de la asignatura (CM1 a CM6). Además, inicialmente se preguntaba a los participantes por su sexo, el Bachillerato que cursaron, si habían cursado asignaturas de matemáticas durante la realización del mismo y si habían realizado un examen de matemáticas en la prueba de acceso a la universidad. Los ítems de la encuesta fueron:

1. Me parece una actividad apropiada para mi formación universitaria.
2. Participar ha mejorado mi actitud hacia las matemáticas.
3. Me parece una actividad que pueda adaptar para realizar en el futuro con mis alumnos de Educación Primaria cuando ejerza mi profesión.
4. Cuando sea un/a profesional emplearé métodos parecidos a estos en mi docencia.

5. 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" (competencia CM1).
6. 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" (competencia CM2).
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" (competencia CM3).
8. La actividad ayuda a: "Analizar, razonar y comunicar propuestas matemáticas" (competencia CM4).
9. La actividad ayuda a: "Plantear y resolver problemas vinculados con la vida cotidiana" (competencia CM5).
10. La actividad ayuda a: "Valorar la relación entre matemáticas y ciencias como uno de los pilares del pensamiento científico"(competencia CM6).

Al final del cuestionario se planteaba una pregunta abierta para que los participantes pudieran incluir comentarios o sugerencias sobre la actividad.

A este instrumento se le calculó la fiabilidad y consistencia interna mediante diferentes índices. El *Alfa de Cronbach* arrojó un resultado de $\alpha = 0,94$. Según George y Mallery (2003), este resultado es "excelente". También se obtuvo un índice de *Fiabilidad Compuesta* de 0,94, considerado "muy bueno" (Hair, 2009) y un índice de *Varianza Media Extractada* (AVE) de 0,62, considerado "bueno" (Hair, 2009). Por último, la *Omega de McDonald* ofreció un valor de 0,91, también "excelente" (Ventura-León y Caycho-Rodríguez, 2017). Seguidamente, se realizó una validez de constructo para medir la variable latente "Satisfacción del alumnado con la práctica virtual realizada" mediante un análisis factorial de componentes principales con rotación *varimax*. Se obtuvo un *p-valor* significativo de 0,000 para la prueba de esfericidad de *Bartlett* y un coeficiente de *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) para la proporción de la varianza que tienen en común las variables analizadas de 0,89, coeficiente cercano a la unidad (se considera una buena adecuación muestral a partir de 0,5). Para su posterior análisis y presentación de resultados, se optó por agrupar las cuatro primeras cuestiones referentes a la percepción del alumnado sobre la actividad en sí y el resto de cuestiones referentes a la percepción del alumnado sobre la adquisición de las competencias de la asignatura a través de la realización de la práctica.

Procedimiento

La asignatura de “Matemáticas y su Didáctica I” del 2.º curso del Grado en Educación Primaria de la universidad estatal participante en esta investigación estaba planificada para ser impartida mediante metodologías presenciales a lo largo de ambos cuatrimestres del curso académico.

El coronavirus SARS-CoV-2 provocó una crisis sanitaria internacional durante la segunda mitad del curso 2019/2020, con el consiguiente confinamiento de toda la población española. En este contexto, se implementó un recurso propio basado en el paquete *Learnr* del software estadístico *R* que permitiera a docentes y alumnado la docencia virtual de la parte práctica correspondiente al contenido de estadística y probabilidad de la asignatura, desglosado en:

1. Estadística y sus aplicaciones.
2. Variables estadísticas. Tablas y gráficos.
3. Medidas de tendencia central y de dispersión de una distribución de frecuencias.
4. Aplicaciones de la Distribución Normal.
5. Aplicaciones de la estadística a la vida cotidiana.
6. Materiales y recursos para la enseñanza-aprendizaje de la estadística.

Para ello, se hizo uso de la página interactiva de la asignatura “Matemáticas y su Didáctica I” en el curso 2019/2020 dentro del aula virtual de la institución.

A partir de una exhaustiva revisión bibliográfica, se desarrolló una propuesta de práctica realizada *ad hoc*, generando una página web interactiva propia, en la que se implementaron ejercicios desarrollados en otras propuestas de docencia virtual de gran interés (Barriuso et al., 2013; Castejón Mochón et al., 2021; Ferre et al., 2017; Muñoz-Capitán et al., 2019) y ejercicios que fueron desarrollados por los autores del presente trabajo tomando como orientación la normativa vigente, los contenidos de la asignatura y las referencias bibliográficas más recientes, correspondiendo con el contenido de estadística contemplado en la guía docente de la asignatura.

Estos recursos fueron utilizados en la docencia virtual de la asignatura desarrollada de forma síncrona dentro del horario lectivo. Se planteaban ejercicios sobre simulación de sucesos aleatorios y cálculo de probabilidades, creación de histogramas y diagramas de barras, determinación de parámetros de posición y dispersión, entre otros. La figura 1 muestra un ejemplo de uno de los ejercicios propuestos durante esta práctica, sobre el cálculo de probabilidades asociadas a la extracción de bolas de una urna.

Simulación

Introducir datos

Color de las bolas

Número de bolas de ese color

Introducir dato Reiniciar

Número de simulaciones a realizar

1 100000

Simular

Ejercicio. Introducimos en una urna, 20 bolas blancas, 15 bolas negras, 25 bolas rojas, 10 bolas azules y 30 bolas verdes. Si sacamos una bola al azar sin reemplazamiento, calcular la probabilidad de que sea de uno u otro color.



El programa realizará simulaciones y aproximará la probabilidad de extraer una bola de un determinado color mediante la regla de Laplace y las leyes del azar. Para ello debemos introducir los datos y después, darle a simular. Mostrará primero una tabla con los datos y luego el resultado de la simulación.

V1	V2	V3	V4
azul	verde	amarilla	roja
3	5	1	5

Sacamos 7624 bolas de color azul: 0.21 del total.
 Sacamos 12710 bolas de color verde: 0.36 del total.
 Sacamos 2557 bolas de color amarilla: 0.07 del total.
 Sacamos 12626 bolas de color roja: 0.36 del total.

Figura 1. Ejercicio planteado dentro de la práctica con R

Una vez realizadas las tareas propuestas, los estudiantes realizaron y entregaron un trabajo como parte de la actividad práctica a través del aula virtual institucional, y se les administró el cuestionario de valoración de las actividades y de percepción de las competencias adquiridas para su cumplimentación de forma anónima mediante la herramienta institucional de encuestas.

Análisis de la información

Los datos cuantitativos recogidos mediante la escala Likert se procesaron y analizaron con el paquete estadístico de software libre *R*. Para la búsqueda de diferencias significativas en los ítems según variables sociodemográficas, se aplicaron test no paramétricos, por ser estos test los más robustos para datos ordinales. En concreto, se empleó la *U de Mann-Whitney* para variables independientes con dos niveles de respuesta y el test de *Kruskal-Wallis* (ANOVA no paramétrica) para variables con más de dos niveles (se tomó *p-valor* inferior a 0,05 y nivel de significación $\alpha = 0,05$). Para el *post-hoc*, se realizó el *Pairwise Wilcoxon Rank Sum Test* con corrección de *Bonferroni*. Estos test no paramétricos actúan sobre la mediana de los datos, aunque para una mayor comprensión de los datos analizados, también se presentan en las tablas de estadísticos descriptivos la media y la desviación típica de los mismos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Percepción del alumnado sobre las actividades docentes realizadas virtualmente con la herramienta desarrollada

El análisis de la percepción del alumnado sobre las actividades realizadas puso de manifiesto las ventajas y desventajas del empleo de los materiales diseñados para la docencia virtual de materias que inicialmente suelen ser más complicadas en su comprensión, como es el caso de la estadística (tabla 1 y figura 2). Se observó un alto grado de acuerdo entre los encuestados sobre el hecho de que eran actividades apropiadas para su formación universitaria (75,6% en el ítem 1 con valores de 5 a

7 en la escala), y que usarían métodos parecidos para su docencia cuando sean profesionales en activo (64% en el ítem 4 en el rango 5-7). Además, en consonancia con esta última apreciación, un 59,3% opinó que serían actividades que podrían adaptar en un futuro para realizar con sus estudiantes (ítem 3). Por último, un 57% opinó de forma favorable sobre el hecho de la mejora de su actitud hacia las matemáticas tras la realización de estas actividades, frente a un 26,7% que marcó opciones que mostraban desacuerdo (rango 1 a 3) con esta afirmación (ítem 2).

Tabla 1
Estadísticos vinculados a los datos de la percepción del alumnado sobre las actividades realizadas

I	n	Media	Med.	% 1	% 2	% 3	% 4	% 5	% 6	% 7	DT
I1	86	5,17	5	3,49	4,65	3,49	12,80	29,10	27,90	18,60	1,50
I2	86	4,65	5	4,65	5,81	16,30	16,30	19,80	24,40	12,80	1,66
I3	86	4,76	5	8,14	3,49	11,60	17,40	19,80	19,80	19,80	1,79
I4	86	4,95	5	6,98	5,81	4,65	18,60	17,40	24,40	22,10	1,78

Nota. Se muestran, además de los estadísticos descriptivos principales (media y mediana), el porcentaje de cada uno de los niveles de las cuestiones seleccionado por los participantes (de 1 a 7).

La figura 2 muestra gráficamente los porcentajes asociados a cada valor de la escala en los ítems 1 a 4, tomando como centro del eje vertical el valor intermedio de la escala.

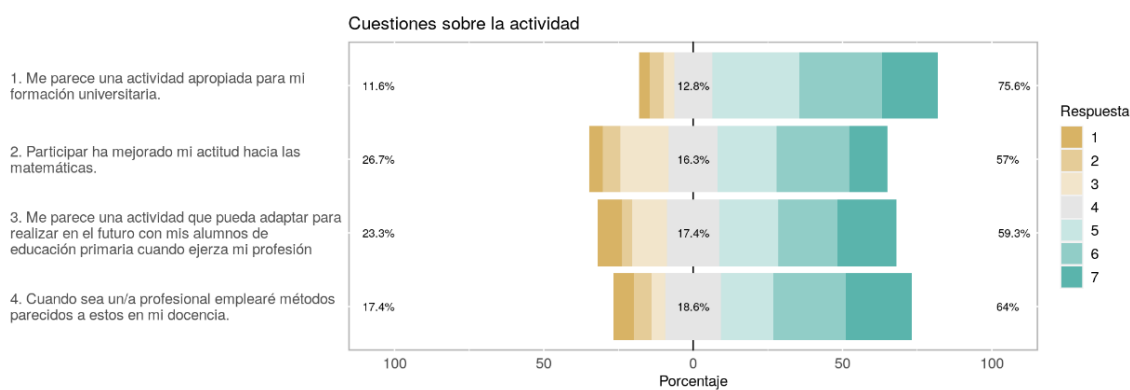


Figura 2. Percepción del alumnado sobre las actividades realizadas

Posteriormente, se abordó la existencia de diferencias estadísticamente significativas en los ítems que medían la percepción del alumnado sobre las actividades realizadas en función del sexo, la modalidad de Bachillerato cursado y el desarrollo de asignaturas de matemáticas en los dos cursos de Bachillerato. Solo se encontraron en el ítem 1, “Me parece una actividad apropiada para mi formación

universitaria”, en función de haber cursado asignaturas de matemáticas en primero y segundo de Bachillerato, en segundo solamente o en ninguno (p -valor = 0,035). Realizado el *post-hoc*, se comprobó que las diferencias estaban entre el alumnado que cursó asignatura de matemáticas solo en segundo curso (\bar{x} = 6,20 y mediana = 6) y el alumnado que no cursó la asignatura en ninguno de los dos cursos (\bar{x} = 4,61 y mediana = 5).

El alumnado participante en este estudio remarcó la idoneidad de estas actividades en su formación universitaria, poniendo de manifiesto la utilidad del desarrollo de este tipo de actividades en la mejora del currículum formativo, los métodos y los materiales formativos, tal y como señalan Steegmann et al. (2008), y afirmando que se trata de métodos que emplearán en un futuro dentro de su docencia. Además, el empleo del software matemático-estadístico provocó beneficios en la actitud del alumnado hacia las matemáticas, puesto que ayuda a una mejor visualización de los conceptos matemáticos y estadísticos, mediante la presentación, por ejemplo, de gráficos descriptivos, y muy especialmente, a la puesta en práctica de estos conceptos con el planteamiento y resolución de problemas cotidianos.

Por otro lado, y aunque los resultados del estudio revelan una mayoría de alumnado con una buena percepción sobre este tipo de actividades, también hay un numeroso grupo que no tiene tan buena percepción. Se puede deber a diferentes motivos, entre los que podría estar su poca experiencia cursando asignaturas de matemáticas, tal y como mostró el análisis de *post-hoc* realizado, y al escaso ánimo de estos estudiantes cuando se tienen que enfrentar a asignaturas de carácter matemático.

Evaluación del punto de vista del alumnado sobre el grado de adquisición de las competencias de materia del currículum de matemáticas

El análisis descriptivo de los ítems que medían la evaluación desde el punto de vista de los participantes sobre el grado de adquisición de las competencias de materia (tabla 2 y figura 3) reveló que el 74,4% de los participantes tuvieron un alto grado de acuerdo (rango 5-7 en la escala) en que la CM3 “Desarrollar y evaluar contenidos del currículum 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” (ítem 7) era una competencia desarrollada con la actividad planteada, seguida en grado de acuerdo por la CM4 “Analizar, razonar y comunicar propuestas matemáticas” (ítem 8) con un 71,8% de estudiantes de acuerdo.

El 67,4% de los participantes consideró que la actividad contribuyó a la adquisición de la competencia CM6 “Valorar la relación entre matemáticas y ciencias como uno de los pilares del pensamiento científico”, mientras que un 62,8% y un 61,6% de los encuestados opinaron haber alcanzado positivamente las competencias “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) y “Plantear y resolver problemas vinculados con la vida cotidiana” (CM5), respectivamente.

Por otro lado, un 30,2% consideró que la competencia menos aplicada fue la CM2 “Conocer el currículo escolar de matemáticas, reflexionando sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje, organización del aula, atención a la diversidad, interdisciplinariedad” (ítem 6), frente a un 50% que sí consideró haber desarrollado esta competencia con la ayuda de la actividad.

Tabla 2

Estadísticos vinculados a los datos de la percepción del alumnado sobre las actividades realizadas

I	n	Media	Med.	% 1	% 2	% 3	% 4	% 5	% 6	% 7	DT
I5	86	4,91	5	0,00	8,14	5,81	23,30	25,60	24,4	12,8	1,40
I6	86	4,26	4,5	8,14	10,50	11,60	19,80	26,70	14,00	9,30	1,70
I7	86	5,30	6	2,33	5,81	6,98	10,50	19,80	27,90	26,70	1,60
I8	86	5,12	5	1,18	4,71	9,41	12,90	28,20	24,70	18,80	1,46
I9	86	4,63	5	6,98	4,65	14,00	12,80	27,90	22,10	11,60	1,67
I10	86	5,06	5	3,49	5,81	6,98	16,30	19,80	27,90	19,80	1,62

Nota. Se muestran, además de los estadísticos descriptivos principales (media y mediana), el porcentaje de cada uno de los niveles de las cuestiones seleccionado por los participantes (de 1 a 7).

La figura 3 muestra gráficamente los porcentajes asociados a cada valor de la escala en los ítems 5 a 10, tomando como centro del eje vertical el valor intermedio.

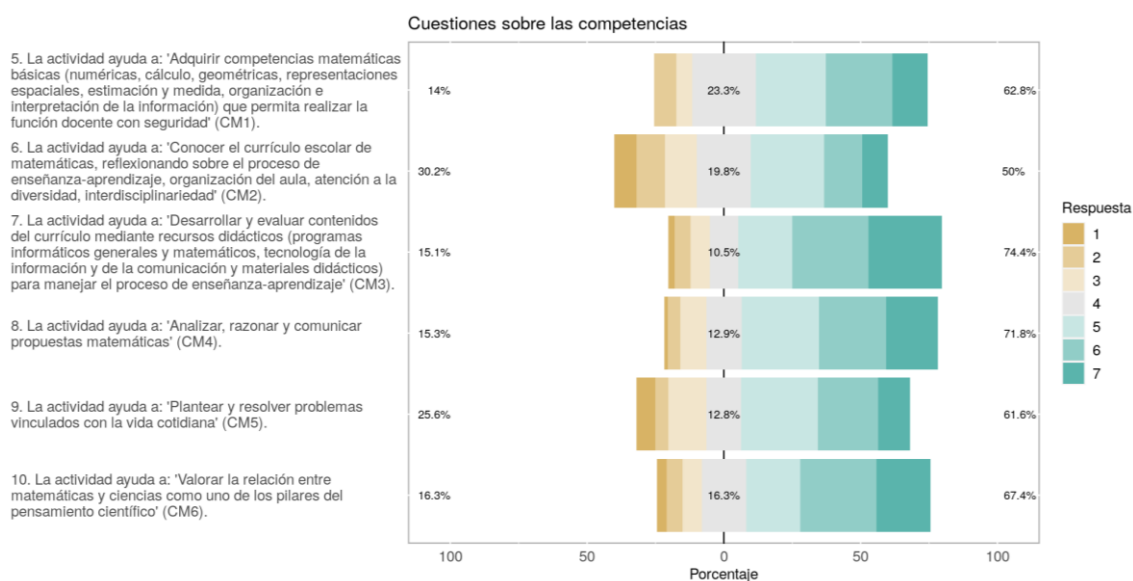


Figura 3. Valoración del alumnado en la adquisición de competencias

En cuanto a la existencia de diferencias estadísticamente significativas en estos ítems según sexo, la modalidad de Bachillerato cursado y el desarrollo de asignaturas de matemáticas en los dos cursos de Bachillerato, nuevamente solo se detectaron diferencias según esta última variable en los ítems 5 y 6, esto es, en las competencias CM1 “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” ($p\text{-valor} = 0,046$) y CM2 “Conocer el currículo escolar de matemáticas, reflexionando sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje, organización del aula, atención a la diversidad, interdisciplinariedad” ($p\text{-valor} = 0,035$). Mediante el *post-hoc* se detectó que en la competencia CM1 las diferencias estaban entre el alumnado que cursó la asignatura de matemáticas solo en segundo curso ($\bar{x} = 6,00$ y mediana = 6) y el alumnado que no cursó la asignatura en ninguno de los dos cursos ($\bar{x} = 4,39$ y mediana = 4); y en la competencia CM2, las diferencias estaban nuevamente entre el alumnado que cursó la asignatura de matemáticas solo en segundo curso ($\bar{x} = 6,00$ y mediana = 6) y el alumnado que no cursó la asignatura en ninguno de los dos cursos ($\bar{x} = 4,11$ y mediana = 4), y entre el alumnado que cursó la asignatura de matemáticas solo en segundo curso con el alumnado que las cursó en primer y segundo curso ($\bar{x} = 4,16$ y mediana = 4).

Tal y como era de esperar, la competencia que desde el punto de vista del alumnado participante fue la más desarrollada a través de las actividades fue la competencia CM3 “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”, por ser la competencia más estrechamente

relacionada con los objetivos desarrollados por la actividad docente. Pero sin duda, llama la atención el amplio respaldo a la competencia CM4 “Analizar, razonar y comunicar propuestas matemáticas”, que nuevamente puso de relieve que, a través de estas actividades desarrolladas en entornos virtuales, se puede conseguir que el tutor transmita de manera eficiente los contenidos de la asignatura y su aplicación mediante un software específico, como una estrategia didáctica para enseñar matemáticas en educación superior desde la educación virtual, tal y como reflejan Mendoza et al. (2019). Algunos comentarios realizados por los estudiantes en la pregunta abierta del final del cuestionario refuerzan esta idea:

- Estudiante 1:* Personalmente me ha gustado tener una sesión dedicada a este tipo de práctica ya que ayuda a la reflexión y a relacionar matemáticas con áreas como ciencias y programación.
- Estudiante 2:* La herramienta me parece muy interesante para poder trabajar la estadística de la mano de la programación, pero me parece muy abstracta para que los alumnos aprendan a realizar los distintos códigos para las operaciones. Para una formación universitaria o de secundaria la veo más apta que para primaria.
- Estudiante 3:* Al principio la página parece complicada de utilizar, pero una vez que el docente la explica es muy sencilla.
- Estudiante 4:* Es un buen ejemplo de actividad para entender y desarrollar los conceptos.

CONCLUSIONES

Esta investigación tuvo por objetivos conocer y analizar la percepción de los estudiantes del Grado en Educación Primaria sobre la implementación de actividades prácticas de manera *on-line* y sobre la adquisición de las competencias de la asignatura “Matemáticas y su Didáctica I” mediante su realización. Se puso de manifiesto la importancia de aprender para enseñar las matemáticas en entornos virtuales mediante software matemático-estadístico que ayuda a su interpretación y dominio. Si además se puede realizar mediante software libre, que implica poder realizar tratamientos estadísticos sin coste alguno y que desarrolla sus propias herramientas para soporte de la docencia, mucho mejor.

Se concluye que aquellos estudiantes que no han cursado la asignatura de matemáticas durante su formación de Bachillerato tienen una peor percepción sobre el desarrollo de estas actividades y sobre la adquisición de las competencias necesarias para la superación del contenido propuesto, lo que indica una falta de familiarización con el necesario proceso de comprensión de los conceptos matemáticos que, por otro lado, es precisamente lo que se intentaba conseguir con esta actividad mediante la facilitación del acceso a escenarios reales sencillos y su ejecución mediante este software. Para solventar este problema, debería contemplarse la posibilidad de desarrollar e implementar este tipo de actividades

no solo durante la etapa de Bachillerato de los estudiantes, sino, si fuera posible, con anterioridad a la misma, como una herramienta que pone al alcance del alumnado otra manera de adquirir y comprender conceptos matemáticos y de estadística. Por supuesto, esto conllevaría la necesaria formación y reciclado en sus metodologías del profesorado no universitario, para adaptarse a estas nuevas formas de enseñanza y aprendizaje.

En general, cabe destacar la buena aceptación por parte del estudiantado de este tipo de actividades. Resulta de total importancia involucrar a los estudiantes del Grado en Educación Primaria, futuros profesionales docentes, en experiencias que pongan de manifiesto la importancia de la estadística y su aplicación para resolver problemas de interés social a través de herramientas estadísticas y su aplicación en entornos virtuales.

En futuras investigaciones se pretenderá mejorar los recursos web empleados para este trabajo, así como los instrumentos de recogida de información, mediante la incorporación de técnicas cualitativas (entrevistas o grupos de discusión con el alumnado) para mejorar las conclusiones. Además, sería de mucho interés ampliar la muestra con estudiantes de todas las asignaturas relacionadas con las matemáticas del grado e incluso, la ampliación a alumnado de otras titulaciones de grado o máster afines a la formación de profesorado.

REFERENCIAS

- Barriuso, J. M., Gómez, V., Haro, M. J. y Parreño, F. (2013). Introducción a la Estadística con R. *Revista SUMA*, 72, 17-30.
- Cabero-Almenara, J. y Marín-Díaz, V. (2014). Posibilidades educativas de las redes sociales y el trabajo en grupo. Percepciones de los alumnos universitarios. *Comunicar*, 21(42), 165-172. <https://doi.org/10.3916/C42-2014-16>
- Castejón Mochón, J. F., Ríos Carrillo, J., Sánchez Jiménez, E. y Maurandi López, A. (2021). Didáctica de las matemáticas, software libre y desarrollo de recursos mediante Learnr y Shiny. *Educateconciencia*, 29(31), 101-121.
- Chang, W., Cheng, J., Allaire, J. J., Sievert, C., Schloerke, B., Xie, Y., Allen, J., McPherson, J., Dipert, A. y Borges, B. (2021). *Shiny: Web Application Framework for R*. R package version 1.7.1. <https://cran.r-project.org/web/packages/shiny/index.html>
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: planning conducting and evaluating quantitative and qualitative research, 4th edition*. Pearson.
- De Sousa, B. y Gomes, D. (2018). Teaching statistics using R at a college or a university level: it can be possible? En M. A. Sorto, A. White y L. Guyot (Eds.), *Looking back, looking forward. Proceedings of the Tenth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS10, July 2018), Kyoto, Japan*. International Association for Statistical Education.

- Doi, J., Potter, G., Wong, J., Alcaraz, I. y Chi, P. (2016). Web application teaching tools for statistics using R and Shiny. *Technology Innovations in Statistics Education*, 9(1), 1-33. <https://doi.org/10.5070/T591027492>
- Ferre, E., Maurandi, A. y Palazón, J. A. (2017). Propuesta metodológica para didáctica de las matemáticas mediante R-Notebook. En T. Ramiro-Sánchez, M. T. Ramiro-Sánchez y M. P. Bermúdez Sánchez (Coords.), *XIV Foro Internacional sobre la Evaluación de la Calidad de la Investigación y de la Educación Superior* (p. 340). Asociación Española de Psicología Conductual y Universidad de Granada, Granada, España.
- Figueras, O. (2011). Atrapados en la explosión del uso de las tecnologías de la información y comunicación. *PNA*, 5(2), 67-82. <https://doi.org/10.30827/pna.v5i2.6155>
- Finch, S., Gordon, I. y Patrick, C. (2021). Taking the aRghhhh out of teaching statistics with R: Using R Markdown. *Teaching Statistics*, 43, S143-S147. <https://doi.org/10.1111/test.12251>
- Galindo Alba, A. (2017). Didáctica con R. Menos cuentas y más pensamiento crítico. *Pensamiento Matemático*, 7(1), 53-73.
- George, D. y Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A Simple Guide and Reference. 11.0 Update, 4th edition*. Allyn & Bacon.
- Hair, J. F. (2009). *Multivariate Data Analysis. 7th ed.* Pearson Prentice Hall.
- Martínez Abad, F. y Hernández Ramos, J. P. (2016). Implementación de la metodología Flipped Classroom con píldoras audiovisuales en la docencia universitaria con software estadístico. En *Edunovatic 2016. I Congreso Virtual internacional de Educación, Innovación y TIC* (pp. 171-180). Red de Investigación e Innovación Educativa, Madrid, España.
- Mendoza, H. H., Burbano, V. M. y Valdivieso, M. A. (2019). El Rol del Docente de Matemáticas en Educación Virtual Universitaria. Un Estudio en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. *Formación Universitaria*, 12(5), 51-60. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062019000500051>
- Molina Muñoz, D. y Cobo Rodríguez, B. (2016). El uso de R Commander en la docencia práctica de la estadística en el grado en Ingeniería Informática. En A. M. Arnal Pons, J. J. Castelló Benavent, I. Epifanio López, C. Galindo Pastor, P. Gregori Huerta, A. M. Lluch Peris y V. Martínez García (Eds.), *Actas del Congreso Virtual: Avances en Tecnologías, Innovación y Desafíos de la Educación Superior ATIDES 2016* (pp. 495-506). Publicacions de la Universitat Jaume I.
- Muñoz Capitán, N., Vicente Monserrat, P., Mateu García, G. y Prado Bayarri, F. J. (2019). Actividades estadísticas para 4.º de la ESO utilizando datos reales. *Números: Revista de didáctica de las matemáticas*, 102, 139-159.
- Revelo Rosero, J. (2020). Impacto del uso de las TIC como herramientas para el aprendizaje de la matemática de los estudiantes de educación media. *Cátedra*, 1(1), 70-91. <https://doi.org/10.29166/catedra.v1i1.764>

- Sánchez Alberca, A. (2016). Innovación en la docencia de Estadística con R y rk.Teaching. *Pensamiento Matemático*, 6(2), 91-103.
- Santabárbara Serrano, J. y Lasheras, I. (2020). Docencia de Bioestadística en Medicina con software gratuito jamovi: una ventana de oportunidad. *Revista Española De Educación Médica*, 1(1), 9-10. <https://doi.org/10.6018/edumed.421421>
- Schloerke, B., Allaire, J. J. y Borges, B. (2020). *Learnr: Interactive Tutorials for R*. R package version 0.10.1. <https://CRAN.R-project.org/package=learnr>
- Steedmann, C., Huertas, M. A., Juan, A. A. y Prat, M. (2008). E-learning de las asignaturas del ámbito matemático-estadístico en las universidades españolas: oportunidades, retos, estado actual y tendencias. *RUSC. Universities & Knowledge Society Journal*, 5(2), 1-14. <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v5i2.329>
- The R Development Core Team (2020). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing.
- Vaillant, D., Rodríguez, E. y Bentancor, G. (2020). Uso de plataformas y herramientas digitales para la enseñanza de la Matemática. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 28(108), 718-740. <https://doi.org/10.1590/s0104-40362020002802241>
- Ventura-León, J. L. y Caycho-Rodríguez, T. (2017). El Coeficiente Omega: Un Método Alternativo para la estimación de la confiabilidad. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez Y Juventud*. 15(1), 625-627.

Francisco Javier Ibáñez-López
Universidad de Murcia, España
fjil@um.es

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

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

Recibido: 27/05/2021. Aceptado: 26/01/2022

doi: 10.30827/pna.v16i2.21364



ISSN: 1887-3987