



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

**Memorias del Programa  
de Redes-I3CE de calidad,  
innovación e investigación  
en docencia universitaria**

**Memòries del Programa  
de Xarxes-I3CE de qualitat,  
innovació i investigació  
en docència universitària**

Convocatoria  
**2020-21**

Convocatòria  
**2020-21**



Satorre Cuerda, Rosana (Coordinación)  
Menargues Marcilla, María Asunción; Díez Ros, Rocío; Pellín Buades, Neus (Eds.)

**UA**

UNIVERSITAT D'ALACANT  
UNIVERSIDAD DE ALICANTE

Vicerectorat de Transformació Digital  
Vicerrectorado de Transformación Digital  
Institut de Ciències de l'Educació  
Instituto de Ciencias de la Educación

*Memorias del Programa de Redes-I3CE de calidad, innovación e investigación en docencia universitaria. Convocatoria 2020-21 / Memòries del Programa de Xarxes-I3CE de qualitat, innovació i investigació en docència universitària. Convocatòria 2020-21*

Organització: Institut de Ciències de l'Educació (Vicerectorat de Transformació Digital) de la Universitat d'Alacant/ *Organización: Instituto de Ciencias de la Educación (Vicerrectorado de Transformación Digital) de la Universidad de Alicante*

Edició / *Edición*: Rosana Satorre Cuerda (Coord.), Asunción Menargues Marcillas, Rocío Díez Ros, Neus Pellin Buades

Revisió i maquetació: ICE de la Universitat d'Alacant/ *Revisión y maquetación: ICE de la Universidad de Alicante*

Primera edició / *Primera edición*: desembre 2021/ diciembre 2021

© De l'edició/ *De la edición*: Rosana Satorre Cuerda, Asunción Menargues Marcillas, Rocío Díez Ros & Neus Pellin Buades

© Del text: les autores i autors / *Del texto: las autoras y autores*

© D'aquesta edició: Universitat d'Alacant / *De esta edición: Universidad de Alicante*

ice@ua.es

Memorias del Programa de Redes-I3CE de calidad, innovación e investigación en docencia universitaria. Convocatoria 2020-21 / Memòries del Programa de Xarxes-I3CE de qualitat, innovació i investigació en docència universitària. Convocatòria 2020-21 © 2021 by Universitat d'Alacant / Universidad de Alicante is licensed under [CC BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) 

ISBN: 978-84-09-34941-8

Qualsevol forma de reproducció, distribució, comunicació pública o transformació d'aquesta obra només pot ser realitzada amb l'autorització dels seus titulars, llevat de les excepcions previstes per la llei. Adreceu-vos a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necessiteu fotocopiar o escanejar algun fragment d'aquesta obra. / *Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.*

Producció: Institut de Ciències de l'Educació (ICE) de la Universitat d'Alacant / *Producción: Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad de Alicante*

Aquesta publicació s'ha fet seguint les directrius d'accessibilitat UNE-EN 301549:2020 / Esta publicación se ha hecho siguiendo las directrices de accesibilidad UNE-EN 301549:2020.

EDITORIAL: Les opinions i continguts dels treballs publicats en aquesta obra són de responsabilitat exclusiva de les autores i dels autors. / *Las opiniones y contenidos de los trabajos publicados en esta obra son de responsabilidad exclusiva de las autoras y de los autores.*

# 185.Creación de videotutoriales para la iniciación al programa R de Estadística en el Grado de Óptica

Clementa Alonso González; Julio Mulero González; María José Nueda Roldán;  
Margarita Rodríguez Álvarez; José Vicente Pérez

[clementa.alonso@ua.es](mailto:clementa.alonso@ua.es); [julio.mulero@ua.es](mailto:julio.mulero@ua.es); [mj.nueda@ua.es](mailto:mj.nueda@ua.es);  
[marga.rodriguez@ua.es](mailto:marga.rodriguez@ua.es); [jose.vicente@ua.es](mailto:jose.vicente@ua.es)

Departamento de Matemáticas

Universidad de Alicante

## Resumen (Abstract)

La asignatura de Estadística en el grado en Óptica y Optometría de la Universidad de Alicante cuenta con apenas seis horas de prácticas con ordenador, en las que se introduce al alumnado en el manejo básico del popular software estadístico de código abierto R. Para poner en valor esas horas y favorecer el aprendizaje de este programa mediante la interfaz conocida por RStudio, hemos decidido crear videotutoriales de corta duración que se han publicado en la plataforma Youtube, mostrando cómo se realizan con R distintas actividades como la obtención de gráficas y medidas descriptivas, y el cálculo de probabilidades. Tras evaluar la experiencia con dos cuestionarios, uno anterior y otro posterior a la misma, concluimos que la acogida global ha sido positiva, que R les parece difícil pero adecuado, y que desconocen en gran medida la importancia de la estadística en su plan de estudios.

**Palabras clave:** píldoras educativas, vídeos, software, aprendizaje, estadística.

# 1. Introducción

La Estadística es una herramienta de gran importancia en las ciencias de la salud, pero es frecuente que los profesionales de esta área ignoren las particularidades teóricas del método estadístico e incurran en el denominado simplismo estadístico, lo que conduce a un inadecuado, deficitario o equívoco análisis de los resultados obtenidos, perdiéndose de esa forma la posibilidad de entregar conclusiones relevantes de la investigación realizada. El hecho de que exista una serie de software eficiente en el manejo de datos no implica que el investigador no deba tener buenos conocimientos en Estadística, ya que hay principios básicos que únicamente se pueden deducir a partir del conocimiento de esta disciplina, como por ejemplo la definición de una variable en un experimento, labor que hace el investigador, y no el software. Éste es uno de los momentos donde el investigador tiene que poner en práctica sus conocimientos en Estadística (González-Torres y Moreno, 2013).

## 1.1 Problema o cuestión específica del objeto de estudio

La experiencia educativa que se describe en esta memoria se ha llevado a cabo en la asignatura de Estadística, de primer curso (segundo cuatrimestre) del Grado en Óptica y Optometría. El problema objeto de estudio surge a partir del hecho que el número de horas oficiales dedicadas a las prácticas con ordenador de esta asignatura es tan sólo de 6 horas. Es obvio que los fundamentos teóricos de la asignatura son esenciales, así como la resolución de problemas en el aula, por lo que una única asignatura de Estadística en el grado no permite interactuar un mayor número de horas con un software adecuado en el ordenador. Dada la transversalidad de la asignatura en casi todos los grados universitarios y la importancia de la Estadística en los problemas de la vida real y en el análisis de datos en particular, resulta muy conveniente el aprendizaje y manejo básico de un software o programa informático libre para trabajar la Estadística como es R (R Core Team, 2020).

Estas seis horas de prácticas con ordenador pueden convertirse en anecdóticas en el currículum del alumnado si no se le da la importancia adecuada, al

representar tan sólo el 10% del total de horas y correspondiendo el grueso de la asignatura (90%) a la teoría y los problemas. Es por ello que, para poner en valor esas horas dedicadas a las prácticas con ordenador, darles un mayor aprovechamiento, reforzar la comprensión de los contenidos teóricos, y crear una base sólida en programación, aunque a nivel de principiante, que pueda ser utilizada en un futuro, se propone la realización de esta experiencia educativa.

Así pues, la innovación docente que se propone en esta red, como respuesta a la cuestión planteada en los párrafos anteriores, consiste en la creación de videotutoriales de corta duración, a modo de píldoras educativas, orientados a facilitar al alumnado de primer curso del Grado en Óptica y Optometría la iniciación y manejo básico del software R para su uso en la resolución de problemas de Estadística. Con este tipo de grabaciones docentes, conocidas en la literatura como píldoras educativas o formativas, se pretende que el alumnado adquiera una rápida familiarización con este software de código abierto, que a su vez es un lenguaje de programación, de tal modo que sea capaz de utilizarlo de forma inmediata, siendo así reforzados los objetivos formativos propuestos para esta asignatura.

Existen una gran cantidad de recursos relativos al aprendizaje de este software, por ello resulta esencial elaborar un material conciso, desde el nivel inicial más básico, adaptado y orientado a las necesidades del alumnado objeto de esta experiencia educativa. Estos primeros pasos en el programa R resultarán de gran ayuda para la realización de las prácticas con ordenador previstas en el plan de estudios para la citada asignatura de Estadística, y además constituirán la base para la realización de cualquier estudio estadístico que el alumnado deba llevar a cabo en etapas posteriores de su vida (ya sea académica -como, por ejemplo, un trabajo fin de grado-, o profesional). Por lo tanto, el hecho de disponer de un material como el que se ha propuesto y realizado puede suponer un apoyo significativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Estadística.

## **1.2 Revisión de la literatura**

Uno de los principales motivos por los que hemos optado por la creación de estos videotutoriales radica en sus fortalezas. Se trata de un recurso TIC clave que facilita al alumnado asumir los contenidos teóricos, debido al incremento del

factor atencional, la motivación por la brevedad de su duración y la posibilidad de reproducción ilimitada (Colomo y Aguilar, 2017). En su concepción, las píldoras formativas (Muñoz et al., 2015) nacen, entre otros motivos, para poder dar una formación específica a necesidades inmediatas sin que la ausencia de un experto en la temática demore la adquisición de los conocimientos abordados. Su utilidad como orientación sobre temas concretos permite captar la atención del estudiante, presentando la información de una manera más dinámica e interactiva.

Estos videotutoriales se pueden reproducir con carácter ilimitado, detener para repetir una secuencia concreta, y visionar desde dispositivos fijos o móviles desde cualquier lugar en función de las necesidades del alumnado, lo que convierte el formato vídeo en un recurso imprescindible para ofrecer una formación de calidad (Seaton et al., 2014). Creemos que se trata de un recurso muy práctico y que es más dinámico, motivador y atractivo que un texto extenso o una presentación con diapositivas, pero sin llegar a ser un fin para conseguir los objetivos que se han fijado a nivel educativo (De la Horra, 2017). Por ello, hemos optado por una duración breve de los videotutoriales, que profundicen en aspectos concretos como material complementario a la propuesta docente.

Las píldoras formativas (o dosis de conocimiento, según otros autores) surgen a partir de la idea de objetos de aprendizaje y los problemas que presentan en su utilización (muchos usuarios necesitan elementos más pequeños, especialmente en circunstancias en las que necesitaban recordar o echar mano de conceptos o definiciones concretas, o entender situaciones específicas), como un intento de dar respuesta a necesidades de inmediatez en el acceso a la formación o información. Las píldoras de conocimiento permiten acceder a información concreta, de forma muy rápida, pero con la restricción de que su contenido es muy limitado y, por tanto, su acción de aprendizaje es muy dirigida (Sánchez Allende, 2008), constituyendo experiencias de innovación educativa orientadas a cubrir determinadas lagunas conceptuales, procedimentales y actitudinales (Rebollo y Espiñeira, 2015).

En el ámbito de la didáctica, las píldoras formativas audiovisuales son pequeñas piezas de material pedagógico, de contenido audiovisual, diseñadas para complementar las estrategias tradicionales de formación y así facilitar la

comprensión de los conceptos (Abad y Hernández-Ramos, 2017). De hecho, la inclusión de contenidos ricos en fotografías e imágenes, vídeos, y otros elementos visuales, ya se ha demostrado efectiva en la enseñanza-aprendizaje de cursos de ingeniería (González et al., 2010), tanto para ayudar a comprender en profundidad un problema (aprendizaje), como para aplicar el conocimiento a la resolución de problemas nuevos (destreza). Estas pequeñas piezas de material didáctico, creadas como objetos de aprendizaje de contenido audiovisual, son diseñadas para complementar las estrategias tradicionales de formación y facilitar la comprensión de algunos aspectos de la materia curricular que presentan una mayor dificultad de comprensión para los estudiantes, ya sea por su hondura conceptual como por su complejidad instrumental (Bengochea, 2011). La disponibilidad de una buena colección de videos de corta duración como parte del material didáctico de una asignatura, puesta a disposición de los estudiantes, permite que éstos las ejecuten y consuman de forma autónoma como complemento formativo, mejorando así la eficacia de la transferencia de conocimientos (Crespo y Sánchez-Saus, 2020). En palabras de Rodríguez-García et al. (2017), “estas herramientas se adaptan a los ritmos de aprendizaje de cada uno. De esta manera, el alumno se convierte en sujeto activo y protagonista de su propio aprendizaje”.

En cuanto a la creación de una píldora formativa en general, o de un videotutorial en particular, recortar de forma excesiva un elemento de conocimiento puede hacer que quede fuera de contexto y sin efectividad real en su objetivo. Por lo tanto, es necesaria una estructura y organización en su construcción. El diseño en forma de piezas de contenido en pequeña escala, con una duración de los vídeos de entre 5 y 10 minutos, está enfocado a integrarse en un contenido formativo más amplio. Con esa duración, una píldora formativa no puede albergar una gran cantidad de información, pero a su vez debe formar una unidad autocontenida. Dada la brevedad de los videotutoriales, es preciso identificar con claridad qué conceptos o técnicas, cuyo aprendizaje es susceptible de poder ser reforzado con este método, aparecen entre los que forman la unidad didáctica que se está creando. Algunos de los elementos que intervienen en este proceso pueden ser los siguientes: definir los objetivos del aprendizaje y el marco tecnológico de desarrollo; diseñar el contenido del aprendizaje; trasladar los

contenidos al entorno tecnológico; probar el desarrollo y verificar en pruebas con usuarios.

### 1.3 Propósitos u objetivos

Los principales objetivos que se persiguen con la realización de la acción educativa llevada a cabo son los siguientes:

1. Introducir al alumnado por primera vez en el lenguaje de programación R dedicado a la computación estadística y gráficos, a través del entorno de desarrollo conocido como RStudio®, el cuál presenta una plataforma o interfaz cuyo manejo resulta más amigable que la del propio programa R. Se trabajará desde su instalación, algunos comandos básicos y algunos ejemplos de su uso en la enseñanza de la estadística.
2. Mediante la grabación de vídeos de corta duración correspondientes a cada uno de los temas que componen los contenidos de la asignatura, se mostrará cómo se realizan con R las distintas actividades propuestas, por ejemplo, obtención de gráficos descriptivos y cálculo de probabilidades. Estos vídeos han de constituir un apoyo para la comprensión de los conceptos estudiados en la asignatura, mientras que el contenido de los mismos se revisará y ampliará adecuadamente en las prácticas reservadas con ordenador.
3. Se pretende igualmente que el alumnado adquiera las competencias básicas de programación que le van a permitir resolver computacionalmente los problemas sencillos de índole estadística que se le presenten en las prácticas, sentando así las bases para abordar problemas de mayor complejidad en cursos posteriores o en su carrera profesional.
4. Finalmente, se desea estudiar, usando la información recogida adecuadamente en los cuestionarios establecidos, si el alumnado cree a priori que el uso de un software estadístico les puede ser de utilidad y les motiva para estudiar la asignatura, y a posteriori para valorar si en realidad esta actividad educativa les ha ayudado a comprender mejor los contenidos.

## 2. Método

### 2.1. Descripción del contexto y de los participantes

Esta experiencia educativa se enmarca dentro de la asignatura Estadística (24019) del Grado en Óptica y Optometría de la Universidad de Alicante. Esta asignatura de seis créditos ECTS corresponde al módulo de formación básica del grado y se imparte en el segundo semestre del grado. La docencia de esta asignatura pertenece al área de Estadística e Investigación Operativa del Departamento de Matemáticas, siendo uno de los miembros de esta red, José Vicente, el coordinador (por primera vez) en este curso académico 2020/21. El número de matriculados en esta asignatura, y por tanto potenciales participantes en la experiencia educativa planteada, es 65.

El objetivo fundamental de esta asignatura es desarrollar en el estudiantado la capacidad para reconocer un problema estadístico bien definido y proporcionar unos conocimientos mínimos de las herramientas estadísticas necesarias para, dependiendo de su dificultad, resolver directamente el problema o bien ser capaz de interaccionar con eficacia con un profesional de la estadística. Sirvan como ejemplos básicos los estudios estadísticos presentados en el Libro blanco de la visión en España (2018) y el Libro blanco de la salud visual en España (2019), en donde se incluyen abundantes datos, estadísticas y gráficos sobre el mercado español de la óptica y la salud visual.

### 2.2. Instrumento utilizado para evaluar la experiencia educativa

Con el fin de evaluar nuestra experiencia educativa consistente en la creación de videotutoriales, la cual describiremos en la siguiente sección, y de obtener información de interés relacionada con la misma por parte del alumnado, se han diseñado dos cuestionarios con la aplicación de Google Forms cuyos enlaces se han compartido convenientemente en la página de MoodleUA de la asignatura, garantizando así que únicamente el alumnado matriculado pudiera acceder a los cuestionarios y preservando a la vez el anonimato en las respuestas. El primero de los dos cuestionarios (cuestionario inicial) se ha realizado antes de llevar a cabo la experiencia educativa, con los objetivos de intuir el nivel de

conocimientos previos de informática del grupo, estimar el uso del ordenador que realizan en la actualidad y testear el interés o la opinión que muestran sobre la Estadística antes de cursar la asignatura.

Una vez concluida la experiencia educativa con la creación y visualización de los videotutoriales, y concluidas también las seis horas de prácticas con ordenador, se ha realizado el segundo cuestionario (cuestionario final) en que se ha preguntado al alumnado de nuevo por su opinión sobre la Estadística en general, sobre el uso de R y RStudio® en particular, y, obviamente, sobre los videotutoriales que han visualizado.

Más concretamente, en el cuestionario inicial, además de la edad y el género, se han planteado cuatro preguntas de respuesta dicotómica Sí/No relativas a los conocimientos previos de informática y de los contenidos de la asignatura, a saber:

Antes de comenzar esta asignatura, ¿tenías nociones de Estadística? ¿Has utilizado algún software para el tratamiento estadístico de datos? (en caso afirmativo, se les ha cuestionado además qué programa/s han usado) ¿Has utilizado alguna vez un lenguaje de programación? ¿Conoces el lenguaje de programación y software estadístico R?

Por otro lado, se han propuesto también cinco cuestiones con respuesta en una escala tipo Likert del 1 (Nada) al 5 (Mucho) relativas al uso que hacen del ordenador en la actualidad, a su opinión sobre la Estadística y las expectativas que tienen previas al comienzo de la asignatura y las prácticas con ordenador.

¿Te gusta la Estadística? ¿Consideras que la Estadística es una asignatura necesaria en el Grado de Óptica y Optometría? ¿Consideras que la Estadística te será de utilidad en tu carrera profesional? ¿Usas el ordenador a menudo? ¿Crees que trabajar la Estadística con un software de ordenador te ayudará a entender mejor la asignatura?

En cuanto al cuestionario final, hemos planteado varias cuestiones cortas de respuesta dicotómica Sí/No relativas a la visualización de los vídeos y el manejo de los programas R y RStudio® (por simplicidad, escribiremos sólo R):

¿Has visto alguno de los vídeos proporcionados? ¿Crees haber aprendido suficientes herramientas estadísticas? ¿Te ha parecido R adecuado?

¿Consideras que R es difícil? ¿Crees que puede ser de ayuda para los futuros graduados de tu titulación? ¿Crees que usarás R más adelante? ¿Crees que la asignatura debería tener más de 6 horas de ordenador?

También hemos planteado otras cuestiones con respuesta en una escala tipo Likert del 1 (Nada) al 5 (Mucho) relativas a su opinión sobre la Estadística (nuevamente) y sobre el material audiovisual de apoyo que se les ha ofrecido con esta experiencia educativa:

¿Te ha ayudado R a comprender mejor la asignatura? ¿Te gusta la Estadística? ¿Consideras la Estadística de utilidad en tu carrera profesional? ¿Consideras la Estadística una asignatura necesaria en tu grado? ¿Muestran suficiente contenido los vídeos? ¿Te han ayudado a resolver problemas con mayor rapidez? ¿Te han resultado fáciles de seguir?

Finalmente, se ha incluido en este cuestionario una última pregunta de texto abierto para recoger los comentarios y sugerencias del alumnado.

### **2.3. Descripción de la experiencia**

La experiencia educativa que se propone en esta red consiste en la creación de videotutoriales de corta duración orientados a facilitar al alumnado del Grado en Óptica y Optometría la iniciación al software R en la asignatura de Estadística. Para la preparación de esta actividad, los participantes de la presente red se han reunido para establecer la cantidad y el contenido adecuado de cada uno de los videotutoriales necesarios para llevar a cabo esta experiencia, en consonancia con el desarrollo de los contenidos de la asignatura y con la programación de las dos prácticas con ordenador (de tres horas cada una) previstas en el horario. Así también, se han preparado las preguntas que han conformado los dos cuestionarios, inicial y final, para la recogida de información por parte del alumnado.

A lo largo del cuatrimestre, se han ido compartiendo los vídeos de forma secuencial y sincronizada con el desarrollo de los contenidos de la asignatura, mostrando en cada uno de ellos la aplicación computacional con el programa R de los aspectos más destacados en relación a los contenidos que se ven en ese momento (mediante ejemplos -nuevos o presentes en los apuntes de teoría- y/o

problemas resueltos en las prácticas de problemas). Los videotutoriales se han creado con el programa OBS Studio, se han publicado en Youtube, y se han compartido los enlaces en la página de MoodleUA de la asignatura. Además, para mayor facilidad, en todos los vídeos excepto en el primero, se ha facilitado al alumnado junto con cada vídeo un archivo de texto con el código en el lenguaje de programación R (*script*) con los comandos que se utilizan en cada vídeo.

Como ya se ha remarcado anteriormente, R es un software (y también un lenguaje de programación) para el análisis y el cálculo estadístico de código abierto y gratuito, lo que lo hace muy popular en los ámbitos académicos. Esto, junto con el hecho de que puede ser instalado en cualquier sistema operativo, hace que R tenga un gran potencial para ser usado en la educación pública. Uno de los inconvenientes para los nuevos usuarios de R es que su interfaz gráfica resulta poco amigable en el sentido de que hay que programar las funciones a ejecutar directamente sobre la línea de comandos, pero debido a su popularidad, se han desarrollado otras interfaces gráficas mucho más amigables para la interacción con el usuario. Entre ellas, destaca RStudio®, que es la que hemos elegido para trabajar en las prácticas con ordenador y, por lo tanto, en los videotutoriales. En cualquier caso, no hay duda que R es una herramienta sumamente útil al proveer operaciones estadísticas y brindar un lenguaje de programación que puede ser usado para crear nuevas funciones, gráficos, y la posibilidad de trabajar desde estadísticas simples hasta tópicos más avanzados como análisis multivariado, etc. (Zamora et al, 2012).

Cronológicamente, el desarrollo de la experiencia docente a lo largo del cuatrimestre, combinada con las prácticas con ordenador oficiales, ha sido como se describe a continuación.

1. **CUESTIONARIO INICIAL.**
2. **VIDEO 1:** Descarga e instalación de R y RStudio. El objetivo de este video es guiar al alumnado en el proceso de descarga e instalación de estos programas que vamos utilizar en las prácticas con ordenador.
3. **VIDEO 2:** Primeros pasos con RStudio. Con este video se pretende familiarizar al alumno con el entorno de RStudio, las principales ventanas y botones, y su funcionamiento (a modo de calculadora) para realizar operaciones y cálculos sencillos.

4. **PRÁCTICA DE ORDENADOR 1** (3 horas): Estadística Descriptiva. En esta clase se trabajan con R las tablas de frecuencias, gráficos y principales medidas numéricas descriptivas de un conjunto de datos, resolviendo en el ordenador algunos problemas propuestos en las clases de teoría.
5. **VIDEO 3**: Repaso de Estadística Descriptiva con R. Se repasan y extienden brevemente los contenidos trabajados en la primera práctica.
6. **VIDEO 4**: Combinatoria. Presentación de funciones o comandos que se usan para calcular combinaciones de números, como por ejemplo el número combinatorio, útiles para el cálculo de probabilidades.
7. **VIDEO 5**: Distribución Binomial. Se presentan en este video los comandos para obtener la función de probabilidad, la función de probabilidad acumulada y los cuantiles de la distribución binomial.
8. **VIDEO 6**: Distribución Poisson. Como en el video anterior, pero con la distribución Poisson.
9. **VIDEO 7**: Distribución Normal. Se presentan aquí los comandos principales para trabajar con la distribución normal.
10. **PRÁCTICA DE ORDENADOR 2** (3 horas): Cálculo de probabilidades y Teorema Central del Límite. Se comentan de nuevo los principales comandos vistos en los videos anteriores para el cálculo de probabilidades y se proponen unos ejercicios, y se justifica gráficamente mediante simulación el Teorema Central del Límite.
11. **CUESTIONARIO FINAL**.

### 3. Resultados

A continuación, exponemos los resultados que se derivan a partir de los datos recogidos en el desarrollo del proyecto al aplicar el instrumento de evaluación descrito en la sección 2.2. Para estudiar estadísticamente los resultados, nos hemos ayudado, como no podía ser de otra manera, del programa R, haciendo uso de la librería *likert* que a su vez necesita de otra llamada *ggplot2*.

En primer lugar, hacemos una breve valoración del grado de participación del alumnado en la experiencia con los datos que se muestran en la Tabla 1. Mientras la acogida fue muy buena, en cuanto al número de participantes que

respondieron al primer cuestionario (60 alumnos de 65 matriculados), el desarrollo del cuatrimestre y la acumulación de tareas pareció hacer mella en la voluntad de los participantes en responder al cuestionario final (47 alumnos). En ambos casos, la proporción por género y grupos de edad fue similar.

Tabla 1. Clasificación de los participantes por género y edad.

Género / Edad	Cuestionario Inicial	Cuestionario Final
Hombre	16 (26.6%)	12 (25.5%)
Mujer	44 (73.3%)	35 (74.5%)
18-19	42 (70%)	33 (70%)
20-21	12 (20%)	12 (26%)
>=22	6 (10%)	2 (4%)
TOTAL	60	47

Respecto del primero de los cuestionarios, nos hemos interesado en primer lugar por los conocimientos previos de los participantes en cuanto al tópico de la asignatura, Estadística, y en cuanto a conocimientos en programación y en programas específicos para estadística. De acuerdo con los resultados mostrados en la Figura 1, el 68% de los participantes afirma no poseer nociones previas de estadística antes del comienzo del cuatrimestre, pero un 35% afirma haber utilizado en alguna ocasión algún software para el tratamiento estadístico de datos, entre los que destacan ampliamente Excel y GeoGebra. Es significativo en cambio el porcentaje de participantes que afirma no haber utilizado nunca un lenguaje de programación, un 75%, algo que sin ninguna duda es mucho más sofisticado y específico. Aun así, hay quien ha trabajado con C++, HTML, Java o Python. Sin embargo, el 95% de los participantes afirman desconocer el software estadístico más popular y que vamos a trabajar en esta asignatura, R. Por otro lado, en cuanto a la opinión de los participantes acerca de la Estadística, tal y como se muestra en la Figura 2, una amplia mayoría (55%) afirma que le gusta algo, mientras que a un 23% les gusta bastante o mucho, y a un 22% les gusta poco o nada. Por tanto, deducimos cierto grado de indiferencia inicial frente

a la assignatura. Sin embargo, un 63% de los participantes cree que el uso del ordenador en las prácticas le ayudará a entender mejor la asignatura. No en vano, un 78% utiliza el ordenador a menudo bastante o mucho, y no hay nadie que no lo utilice a menudo.

Figura 1. Conocimientos previos.

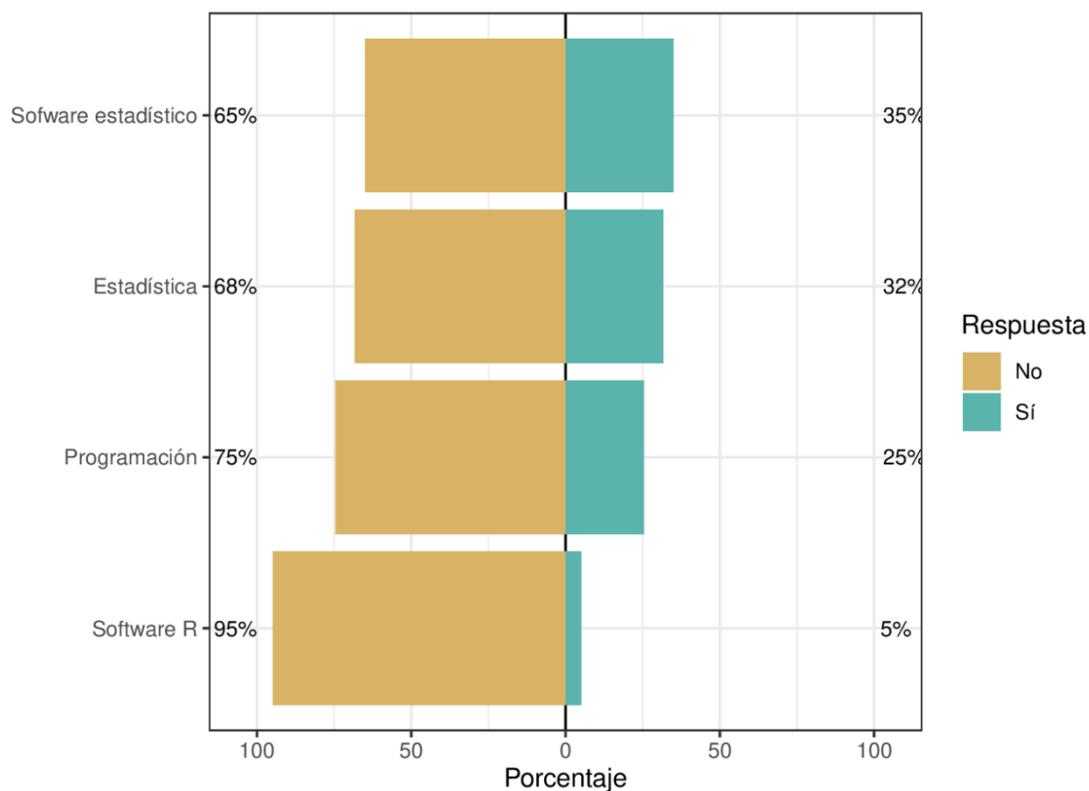
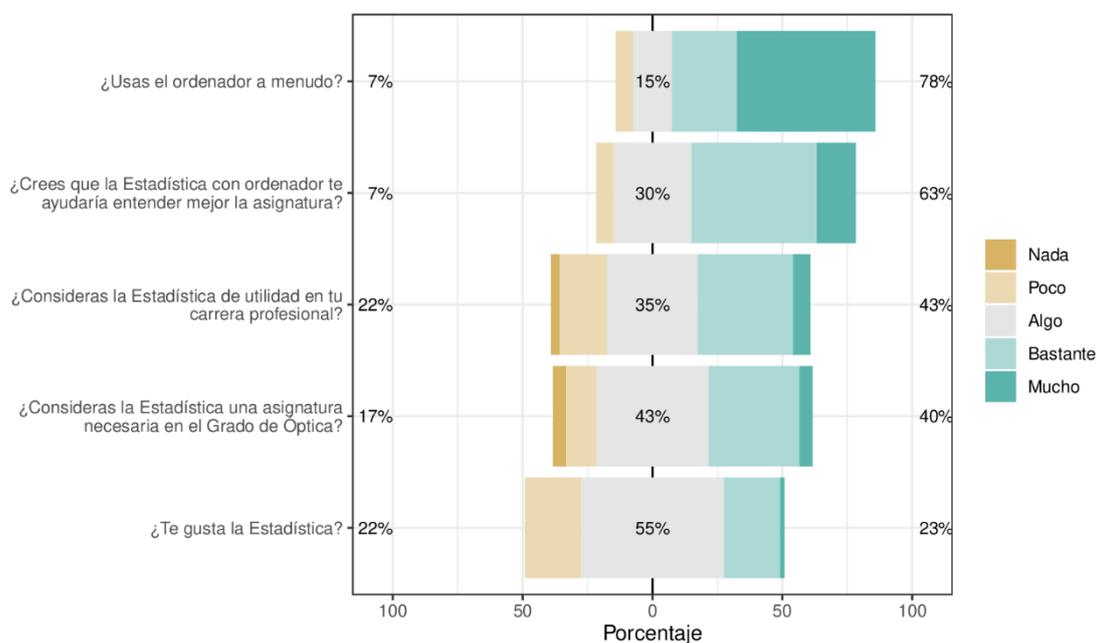


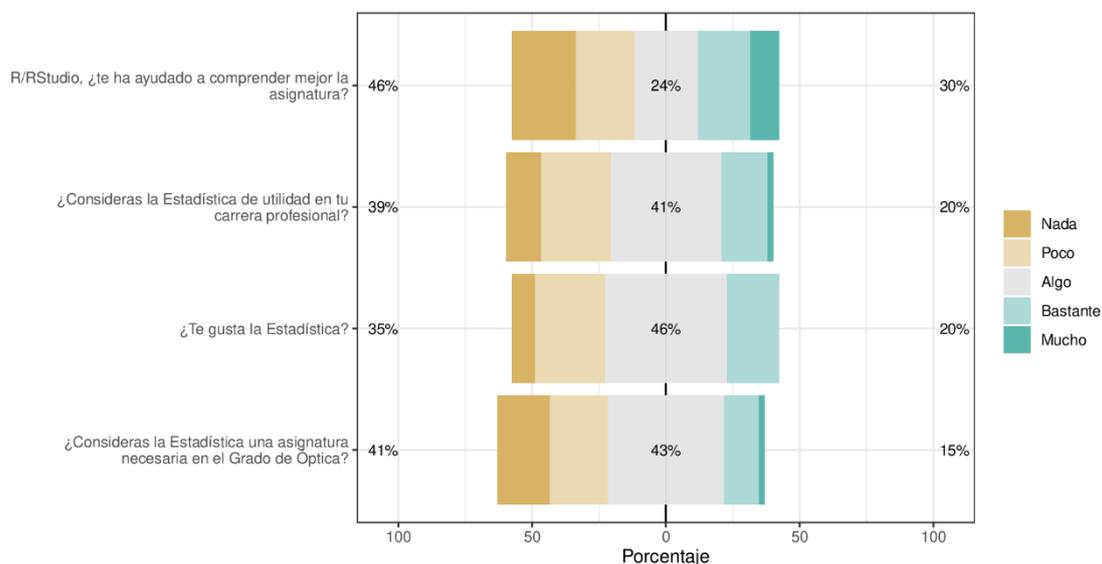
Figura 2. Opinión Estadística Inicial.



La Figura 2 también nos indica que el porcentaje de participantes que considera que la Estadística será bastante o muy útil en su carrera profesional (43%) es superior que al que la considera que será poco o nada útil (22%). Así mismo, un 40% considera que la Estadística es una asignatura bastante o muy necesaria en su titulación, frente a un 17% que considera que es poco o nada útil.

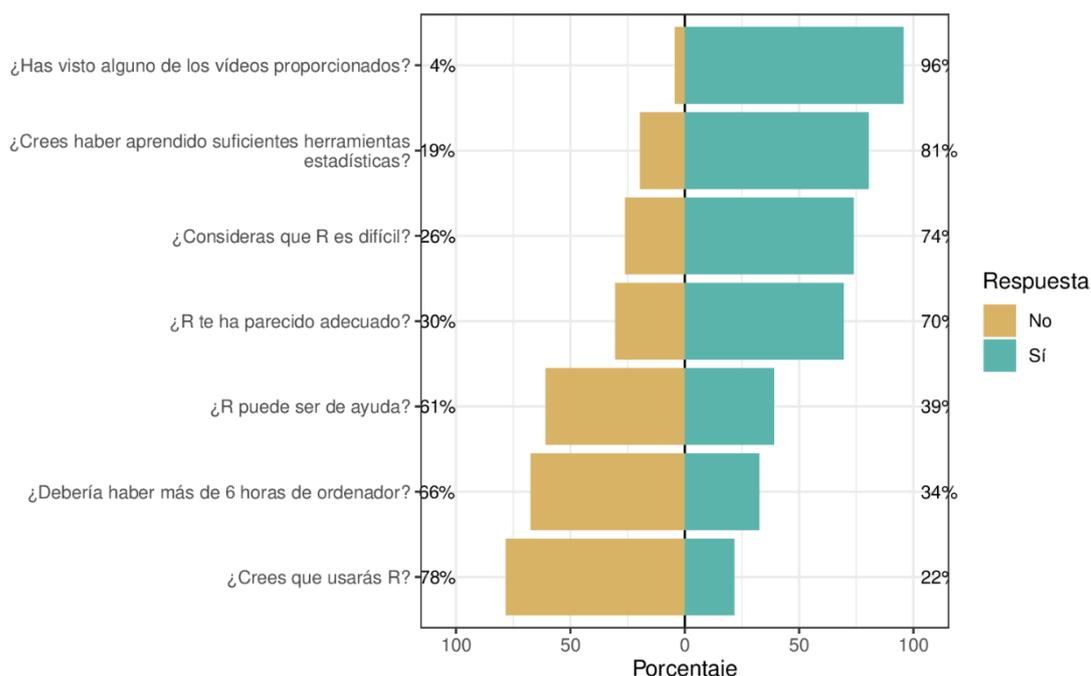
Una vez llevada a cabo nuestra experiencia educativa, aplicada a las horas de prácticas con ordenador establecidas en el horario, y realizado el cuestionario final sobre la misma, obtenemos los siguientes resultados. En primer lugar, creímos conveniente volver a preguntar algunas de las cuestiones que ya se plantearon en el cuestionario inicial, especialmente aquellas dirigidas a conocer su grado de implicación en la asignatura y su opinión sobre la Estadística, para conocer la evolución de los participantes y el resultado de las actividades realizadas. En la Figura 3 observamos que un 54% de los 47 participantes en el cuestionario final considera que el uso de R y RStudio® les ha ayudado a comprender mejor la asignatura algo, bastante o mucho. La comparación con los resultados del cuestionario inicial la haremos en la sección de Conclusiones.

Figura 3. Opinión Estadística Final.



Por otro lado, hemos preguntado al alumnado su opinión sobre R y RStudio®. De acuerdo con la Figura 4, el 81% de los participantes considera haber aprendido suficientes herramientas estadísticas, aunque mayoritariamente (74%) consideran R un software/lenguaje de programación difícil pero adecuado (70%).

Figura 4. Opinió sobre R y RStudio®.



El 96% de los 47 alumnos que respondieron al cuestionario final afirman haber visto alguno de los videotutoriales proporcionados, pero hay 3 alumnos que reconocen no haber visualizado ningún videotutorial por falta de tiempo y por no ser necesario para aprobar la asignatura. A esos 44 alumnos que han respondido afirmativamente, se les ha preguntado por el número de grabaciones que habían visualizado, obteniéndose los resultados que muestra la Tabla 2. Así, todos visualizaron al menos dos videos, pero únicamente diecisiete lo hicieron para la totalidad de los videotutoriales proporcionados. De acuerdo con la Tabla 3, que indica el número de visualizaciones de los videotutoriales recogidos por Youtube, página donde se alojaron las grabaciones, éstas fueron muy visitadas al comienzo de la experiencia, pero posteriormente, con el avance del cuatrimestre y los contenidos, el número de visualizaciones decreció, situándose en números que se sitúan entorno al número de alumnos que habitualmente asistía a clase.

Tabla 2. Número de alumnos que han visto los videotutoriales.

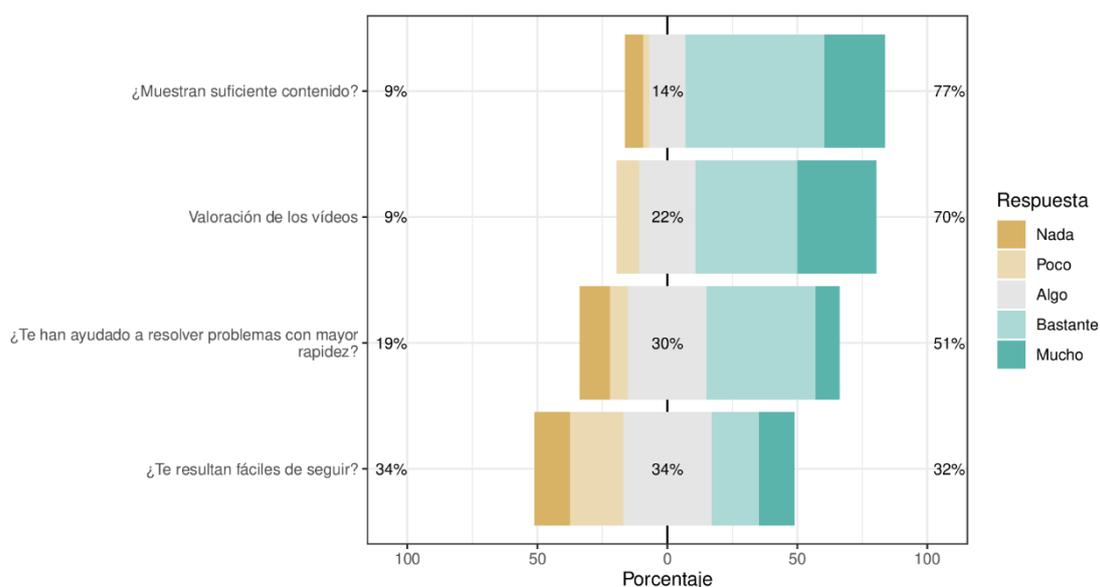
Nº vídeos	2	3	4	5	6	7
Nº alumnos	5	9	2	10	1	17
(%)	(11,4%)	(20,5%)	(4,5%)	(22,7%)	(2,3%)	(38,6%)

Tabla 3. Número de visualizaciones de los videotutoriales. Fuente: Youtube.

Nº vídeos	1	2	3	4	5	6	7
Visualizaciones	98	68	41	36	47	41	32

Finalmente, cuestionados los participantes por su opinión sobre los videotutoriales, la mayoría cree que éstos muestran suficiente contenido, y la valoración acerca de los mismos también resulta positiva en general, como puede observarse en la Figura 5. Un 51% de los participantes considera que los videotutoriales realizados le han ayudado bastante o mucho a resolver problemas con mayor rapidez, aunque los consideran fáciles o difíciles de seguir en la misma medida.

Figura 5. Opinión sobre los videotutoriales.



## 4. Conclusiones

Tras analizar los resultados obtenidos, lo primero que observamos es que el software estadístico y lenguaje de programación R es un auténtico desconocido para el alumnado de primer curso del grado en Óptica y Optometría (apenas un 5% lo conocía antes de comenzar el cuatrimestre). Este hecho puede deducirse de forma natural a partir de la propia encuesta que hemos realizado, y es que

apenas un 25% ha utilizado alguna vez un lenguaje de programación, y los que han utilizado alguna vez un software para trabajar con Estadística, ha sido con Excel u otro tipo de programas. Pero más importante aún es el hecho que un 68% de los participantes afirmase no poseer nociones previas de estadística antes del comienzo del cuatrimestre. Pese al optimismo inicial al considerar un 63% que el uso de un programa en las prácticas con ordenador les ayudaría bastante o mucho a entender mejor la asignatura, lo cierto es que finalmente, concluida la experiencia, este porcentaje apenas representa un 30%.

Una de las conclusiones que más nos sorprende, negativamente, tras el trabajo de motivación que hay tanto en las clases teóricas como en los problemas, es que inicialmente, sólo un 20% aproximadamente consideraba que la Estadística fuese de poca o nula utilidad en sus estudios y en su futura carrera profesional, aumentando este porcentaje entorno al 40% a la conclusión del periodo lectivo (aunque no representa el doble de alumnos al ser menor el número de participantes en el cuestionario final). Uno de los motivos de este resultado podría ser el hecho de que se trata de una asignatura introductoria y el alumnado es de primer curso, por lo que todavía no puede entender la conexión que puede haber entre la estadística y su posible trabajo como graduado en Óptica y Optometría. No obstante, sin duda alguna, es una pena que de los frutos esperados el esfuerzo pedagógico y motivacional para acercar al alumnado una asignatura como la Estadística, transversal y esencial en todos los estudios, no sólo ya de Ciencias, basado en aplicaciones reales y reforzado con el análisis de datos con un software estadístico en el ordenador (aproximándonos de forma somera a la corriente actual del *Big Data*). Sólo resta al profesorado de la asignatura continuar fomentando la importancia de la Estadística en los estudios de Óptica, poniendo énfasis en las situaciones reales para que el alumnado no dude de la necesidad de esta asignatura en su plan de estudios.

A pesar de lo anterior, el 70% de los participantes considera que el programa R es adecuado, una vez conocidas sus herramientas básicas y las posibles funcionalidades que contiene, si bien lo consideran difícil, lo cuál puede explicarse del hecho descrito anteriormente de no conocer ningún lenguaje de programación de forma mayoritaria. Y con lo poco que han visto en las prácticas con ordenador ayudados por los videotutoriales, un 80% considera que ha

aprendido suficientes herramientas estadísticas, mostrándose pesimistas en el sentido que piensan que no usarán R en su futuro profesional. Además, sólo el 34% considera que debería haber más horas de prácticas con ordenador.

En general, la opinión del alumnado sobre la experiencia educativa con la creación de los videotutoriales es muy positiva, lo que va en consonancia con otros estudios con píldoras educativas ya realizados (ver, por ejemplo, Muñoz et al., 2016), y que muestran suficiente contenido, pese a que el seguimiento en base al número de visualizaciones no es satisfactorio. Un punto de mejora en este aspecto lo tenemos en hacer que las grabaciones resulten más fáciles de seguir, lo cual se podría conseguir aumentando la cantidad de videos para separar contenidos.

En resumen, después de llevar a cabo esta experiencia con los videotutoriales para introducir el programa R, podemos extraer las siguientes conclusiones:

- Pese a la motivación propia de la actividad docente, ejemplificada con situaciones reales correspondientes a ciencias de la salud, se observa que el alumnado no es totalmente consciente de la importancia que tiene la Estadística en los estudios de Óptica y Optometría, así como de la importancia del manejo de un software estadístico. En este sentido, la pedagogía ha de ser continua, enriquecida posiblemente con distintas metodologías, lo cuál se puede analizar en posteriores cursos académicos.
- La actitud de los alumnos hacia el estudio de la Estadística ha sido positiva atendiendo a la realización de las prácticas con ordenador y al seguimiento de las grabaciones. Esperamos que la experiencia educativa llevada a cabo suponga un mejor rendimiento en la asignatura, al reconocer el alumnado en gran medida que le ha sido de ayuda.

## 5. Tareas desarrolladas en la red

Participante de la red	Tareas que desarrolla
Clementa Alonso González	Revisión de la literatura Diseño de encuestas Administración de encuestas
Julio Mulero González	Elaboración de videotutoriales Diseño de encuestas Preparación y Análisis de datos
María José Nueda Roldán	Diseño de encuestas Preparación y Análisis de datos Interpretación de resultados
Margarita Rodríguez Álvarez	Revisión de la literatura Interpretación de resultados Redacción de la memoria
José Vicente Pérez (Coordinador)	Elaboración de videotutoriales Administración de encuestas Redacción de la memoria

## 6. Referencias bibliográficas

Abad, F.M. y Hernández-Ramos, J.P. (2017). Flipped classroom con píldoras audiovisuales en prácticas de análisis de datos para la docencia universitaria: percepción de los estudiantes sobre su eficacia. En *Propuesta de Innovación Educativa en la Sociedad de la Información* (pp. 92-105). Eindhoven, NL. Adaya Press.

Bengochea Martínez, L. (2011). Píldoras formativas audiovisuales para el aprendizaje de programación avanzada. JENUI 2011: XVIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (pp. 257-263).

Colomo, E. y Aguilar, A.I. (2017). Píldoras formativas en la educación *online*: posibilidades y limitaciones. En Ruiz-Palmero, J., Sánchez-Rodríguez, J. y Sánchez-Rivas, E. (Eds.), *Innovación docente y uso de las TIC en educación*. Málaga: UMA Editorial.

Crespo Miguel, M. y Sánchez-Saus Laserna, M. (2020). Píldoras formativas para la mejora educativa universitaria: el caso del Trabajo de Fin de Grado en el Grado de Lingüística y Lenguas Aplicadas de la Universidad de Cadiz. *Education in the Knowledge Society*, 21, article 02.

De la Horra, G.I. (2017). Realidad aumentada, una revolución educativa. *Edmetic: revista de Educación Mediática y TIC*, 6, 9-22.

González, M.J., Montero, E., de Heredia, A.B. y Martínez, D. (2010). Integrating digital video resources in teaching e-learning engineering courses. *Education Engineering (EDUCON)*, 2010 IEEE (pp. 1789-1793).

González-Torres, H.J. y Moreno Rossi, A. (2013). Apreciaciones sobre el uso y aplicación de la estadística en ciencias de la salud. *Duazary*, 10(1), 62-66.

Muñoz, J.M., Espiñeira, E.M. y Rebollo, N. (2016). Las píldoras formativas: diseño y desarrollo de un modelo de evaluación en el Espacio Europeo de Educación Superior. *Revista de investigación en educación*, 2(14), 156-169.

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

Rebollo, N. y Espiñeira, E.M. (2015). Una alternativa complementaria a la formación: las píldoras. *Revista de estudios e investigación en psicología de la educación*, Extra (10), 91-94.

Rodríguez-García, A.M., Hinojo Lucena, M.A. y Ágreda Montoro, M. (2017). Análisis del uso de vídeo-tutoriales como herramienta de inclusión educativa. *Publicaciones*, 47, 13-35.

Sánchez Allende, J. (2008). Tómate una píldora... de conocimiento. *Bit*, 169, 37-39.

Seaton, D.T., Nesterko, S., Mullaney, T., Reich, J. y Ho, A.D. (2014). Characterizing video use in the catalogue of MITx MOOCs. *eLearning Papers*, 37, 33-41.

Zamora, J.A., Vallejos, R.T. y Fernández, M. (2012). Aprendiendo estadística con R. VIII Festival Internacional de Matemática. Liberia: Costa Rica.