

La intensificación "Análisis Inteligente de Datos": una experiencia de Aprendizaje Basado en Proyectos

Ana Debón^a, Sonia Tarazona^a, Josep Domenech^a y Fernando Polo^a

^aFacultad de Administración y Dirección de Empresas, Universitat Politècnica de València

andeau@eio.upv.es; sotacam@eio.upv.es; jdomenech@upvnet.upv.es; fpolo@cegea.upv.es

Cdatcev''''

Vj g" Wpkxgt ukcv' Rqrk³ epkec " f g" Xcni³ pekc " cpf " ku' Hcewnf " qh' Dwukpguu' Cfo kpkat cvkqp " cpf " Ocpci go gpv'j cxg"et gcvgf "c"pgy 'kpvpubkhecckqp."pc o gf. '\$kpvgnki gpv'F cve "Cpcrf uku³. 'y cv'rt qxf gu' yj g'uwf gpv'y kj 'uwtkkpgv'npqy rgi g'v'k'pvgi tcv'f cve "cpcrf uku'k'p' yj g'uoqo gwko gu't qwkp'g'vcuu'qhl'c " eqo rcp{0'

Vj g'uwvukkecn"eqo rrwgt "cpf "REV/t grv'gf "unku'qdvckpgf 'y tqwi j " yj g'Dwukpguu' Cfo kpkat cvkqp "cpf " Ocpci go gpv'f gi tgg"ct g"gpj cpegf "y kj "o qt g"cf xcpgef "uwvukkecn' o qf gru' hqt "o wnkxct kv'g" f cve " cpcrf uku'cpf "y kj "T'r'cpi wci g'rtqi tco o kpi . 'y j kej 'ku'xgt{ 'uwkcdrg' hqt 'uwej 'f cve "cpcrf uku'OCnl' yj gug' unku'ct g'ces wkt gf "wpf gt " yj g' Rt qlgev' Dcu'gf 'Ngctpkpi "o gyj qf qraqi {0'

Vj ku'rt qlgev'u" o ckp"cej kxgo gpv'j cu"dgpp" yj g"eqqtf kpcv'kqp" dgvy ggp" yj g'f hltgt gpv'uwllgew' qh' yj g' kpvpubkhecckqp" v'wug' yj g'uco g' uqhy ct g. "y j kej "j cu' t gumwgf "kp" c "eqpvkpwk'f " hqt " yj g' y c/ "kp" y j kej " uwf gpv'u' y qtnly kj "TUwf kq. T. 'cpf "To ct nfy qy p0Vj ku'j cu'rt qxf gf ' yj go "c' j ki j 'hgxgrlqhl' o cpci go gpv' cpf "kvgi tcvkqp" qh' f cve "cpcrf uku'k'p' yj g'uwf gpv'u' y qtnly qwkp'gu' y j kej "y kn'rcvgt "c' f " yj go "v' dgeqo g" o qt g"s wckk'gf "rt qlgev'kpcnu'0'

Mg'y qtf u' < Dwukpguu' kpvgnki gpeg. Dwukpguu' Cfo kpkat cvkqp "cpf " Ocpci go gpv'f gi tgg. "T' Uqhy ct g"

Tguwo gp''

Nc "Wpkxgt ukcv' Rqrk³ epkec " f g" Xcrgpekc "f. "gp" eqpet gvq. 'uw' Hcewnf " f g" Cfo kpkat cek>p" { "F kt geek>p" f g" Go rt gucu' j c " f gelf kf q "et gct "wpc "pwxc "kpvpubkhecck>p" rco cf c "\$Cp" raku' kpvgnki gpv'f g' F cvqu' s' swg" rt qr qteqpc "cn' guwf kcv'g" eqp'eko kpvqu' uwtkkpgv' rctc "kvgi tct "gn'cp" raku' f g' f cvqu' gp" r'cu" wct gcu' gp' qecukqpgu' t wkpct kcu' f g' r' go rt gucu'0'

Ncu' j cdlk'f cf gu' guwf 'uw' kcu. "kplqt o " v'kcu" { "t grv'ekqpcf cu' eqp" r'cu' VKE "s wg" r wgf gp' qdv'p'gt ug" gp" gn' i tcf q" gp" Cfo kpkat cek>p" { "F kt geek>p" f g" Go rt gucu. "ug" r qv'p'ekcp" eqp" o qf grqu' guwf 'uw' kcu" o " u" cxcp/ cf qu' rctc "gn'cp" raku' f g' f cvqu' o wnkxct kcv'g" { "eqp" r' "rtqi tco cek>p" gp' r'gpi wclg' T. "s wg" gu' o w' "cf gewf q" rctc "gn'cp" raku' f g' f cvqu' Vqf cu' r'cu' j cdlk'f cf gu' o gpekqpcf cu' ug' cf s wkt gp' dclq" r' o gvaf qraqi " f g" Cr' t gp'f k' clg' Dcu'f q" gp' Rt ql gev'u'0'

Gn' rt kpek'cn' rqi tq" f gn' rt gug'v'g" rt ql gev' j c " u'f q" r' " eqqtf kpc'ek>p" gpv' g" cuki pcw'cu' f g" r' " kpvpubkhecck>p" c " v'cx'2' u' f g" r' " wnk'k' cek>p" f gn' o ku' q" uqhy ct g. " { c " s wg" gnu' j c " u' r' w' g' u' q" wpc" eqpvkpwk' cf " gp" r' " hqt o c " f g" v' dclct " f gn' cnw' pq" eqp" TUwf kq. "T" { "To ct nfy qy p0' Vqf q" gnu' j c " tgf w'p' cf q" gp' w' "cn' q' p' k' x' gr' f g" o cpglq" g' k' p' v' g' i t c e k > p " f gn' cp " raku' f g' f cvqu' gp" r'cu' t wkp'cu' f g' v' dclq" f g' h'qu' guwf kcv'g' u' s w' g' r' g' u' c { w' f c t " c " eqpxgt v'k' ug' r' qu' v' g' k' q' t o gpv' g' p' r' t q' h' g' u' k' q' p' c' r' g' u' o " u' ew' r' k' h' e' c' f' q' u' o'

Rcndt cu' r' xg < kpvgnki gpek. f g' p' gi qekq. T tcf q' f g' CF G. Uqhy ct g' T0'

Introducción

Las actuales tendencias en educación superior, así como las nuevas demandas del medio laboral llaman al profesorado universitario a innovar su enseñanza para lograr mejores aprendizajes. Metodologías como el aprendizaje basado en proyectos (ABP) ganan popularidad como herramientas para fomentar las competencias del siglo XXI mediante la exploración, la creación y la construcción de soluciones a problemas (Lafuente-Martínez, 2019).

La evaluación auténtica mediante estrategias como el ABP ha demostrado ser sustantiva para fomentar el trabajo colaborativo, la autonomía y la vinculación con el mundo profesional. Al margen de las diferentes ideas que circundan en el ABP, o project-based learning en la literatura anglosajona, tales como aprendizaje basado en problemas (problem-based learning), aprendizaje basado en la investigación (inquiry-based learning), aprendizaje basado en el descubrimiento (discovery-based learning), etc (Cattaneo, 2017), esta experiencia de innovación se basa en el hecho de incluir los principios siguientes (Lafuente-Martínez, 2019; Chen & Yang, 2019):

1. Planteamiento de una pregunta o cuestión vinculada a algún fenómeno auténtico o perteneciente a la realidad que guía el proyecto.
2. Desarrollo por parte del alumnado de una serie de tareas usualmente complejas y de manera colaborativa, con un alto grado de autonomía y poder de decisión, donde se adopte un papel activo para resolver la cuestión inicial (esto implica dedicar un tiempo considerable al proyecto: más de una sesión de clase).
3. Elaboración de uno o varios productos o artefactos resultantes del intento de responder a la cuestión inicial y de las reflexiones del alumnado.
4. Publicación o presentación de este producto a unas personas determinadas.
5. Planteamiento de objetivos de aprendizaje ligados al desarrollo del proyecto.

La innovación que se presenta se realizó dentro de la intensificación "Análisis Inteligente de Datos" de cuarto curso del grado en Administración y Dirección de Empresas adscrito a la Facultad de Administración y Dirección de Empresas (FADE), en la Universitat Politècnica de València (UPV). Se trata de una intensificación concebida como dos asignaturas de 9 créditos: Inteligencia de negocios I e Inteligencia de negocios II. Estas asignaturas se imparten en el primer cuatrimestre y han comenzado su andadura por primera vez este curso 2020-21. Además, las sesiones teóricas y prácticas de las dos asignaturas están solapadas, y se imparten de forma coordinada. En ellas se propone a los estudiantes la realización de un proyecto por grupos y dirigido por los profesores. El objetivo de los proyectos es brindar a los estudiantes la posibilidad de profundizar en aquellas herramientas de análisis y modelización de datos, trabajando en el desarrollo de un proyecto concreto del ámbito de la economía y la empresa. Por ello, en estas asignaturas es especialmente útil la metodología ABP. En este sentido, ya hay experiencias docentes de éxito de aplicación de metodología ABP en asignaturas de estadística en el ámbito de la Facultad de Farmacia (Corberán-Vallet et al., 2012).

El software utilizado es R Core Team (2020), un entorno de programación formado por un conjunto de herramientas muy flexibles que pueden ampliarse fácilmente mediante paquetes, librerías o definiendo nuestras propias funciones. RStudio Team (2020) es una interfaz gráfica para facilitar la programación en R, con algunas funcionalidades añadidas que permiten utilizarlo de manera más cómoda.

1. Objetivos

1.1. Finalidad del proyecto

El objetivo es implantar una estrategia de ABP que ofrezca a los estudiantes la posibilidad de profundizar en herramientas de análisis y modelización de datos más avanzadas, trabajando en el desarrollo de un proyecto concreto del ámbito de la economía y la empresa.

Con todo ello, se pretende que el estudiante sea capaz de:

1. Automatizar análisis que son repetitivos creando scripts de R.
2. Generar informes reproducibles con ayuda de Rmarkdown, módulo integrado en el entorno R y RStudio.
3. Elaborar gráficos de alta calidad utilizando ggplot2.
4. Descarga de datos desde bases de datos integrando consultas SQL en R.
5. Enfrentarse a desafíos y nuevos problemas utilizando la plataforma Kaggle.

Kaggle es una plataforma con excelentes recursos para aquellos que quieran aprender Machine Learning, cuenta con varias competiciones de Machine Learning que tienen más de 1 millón de dólares de premios y cientos de competidores.

Por último, subrayar que tanto el lenguaje de programación R, como RStudio o Kaggle, van a permitir al profesorado adaptarse al contexto cambiante de la docencia híbrida o bien totalmente on-line. Al ser software libre permite a profesores y estudiantes instalarlo en sus propios ordenadores, aunque también está accesible desde Polilabs. PoliLabs es el servicio de la UPV que nos permite conectar desde cualquier dispositivo (Windows, Linux, MacOS, IOS y Android) a un escritorio o aplicación virtual donde está accesible todo el software.

1.2. Objetivos específicos

Las asignaturas Inteligencia de negocios I y II dentro de la intensificación "Análisis Inteligente de Datos" proporcionan herramientas para el análisis empresarial y el diseño de modelos de negocio basados en la analítica de datos masivos y la construcción de modelos. Los graduados en ADE con la especialidad en "Análisis Inteligente de Datos" adquieren las competencias necesarias para liderar la transición que se está produciendo en el mundo empresarial y económico, en el que se potencian cada vez más las decisiones basadas en la información proporcionada por los datos, ya que los nuevos avances tecnológicos favorecen enormemente la adquisición de dichos datos. Así pues, en esta intensificación, analizamos y modelamos datos para extraer información útil para la toma de decisiones. Para ello, se trabajará con el software libre y gratuito R y RStudio, por su flexibilidad, potencia de cálculo y por el gran abanico de metodologías disponibles para el análisis estadístico. R es un ambiente de programación formado por un conjunto de herramientas muy flexibles que pueden ampliarse fácilmente mediante paquetes, librerías o definiendo nuestras propias funciones.

Con estos antecedentes se han formulado los siguientes objetivos específicos (OE):

OE1: Diseñar proyectos con una pregunta o cuestión vinculada a algún fenómeno económico real que guía el proyecto.

OE2: Elaborar una guía para que el alumnado trabaje de manera colaborativa un proyecto de R y el script asociado para resolver las cuestiones iniciales.

OE3: Rúbrica para la valoración del informe Rmarkdown y de la presentación resultante de responder a las cuestiones iniciales, y que contendrán reflexiones personales del alumnado.

OE4: Diseño de espacios físicos y on-line que favorezcan el aprendizaje por proyectos.

OE5: Evaluación de la experiencia y mejora.

2. Desarrollo de la Innovación

En lo referente al presente proyecto y a la adecuación y capacidad del equipo para llevarlo a cabo, se ha formado un grupo de profesores de dos departamentos diferentes, el de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad (DEIOAC) y el de Economía y Ciencias Sociales (DECS). Las capacidades exigidas para el desarrollo del proyecto de innovación docente eran:

- (a) Experiencia docente amplia en las asignaturas en el grado de ADE,
- (b) Una sólida base, aplicada a sus asignaturas, en el programa R, R Studio y sus librerías.
- (c) Amplios conocimientos del PoliformaT y, en particular, cómo funciona la generación de baterías y exámenes.
- (d) Utilización del software instalado en Polilabs.

Recordemos que éste es un proyecto institucional de FADE. Para poder cubrir con adecuación todas las capacidades consideradas, contamos con profesores de amplia experiencia docente en asignaturas de estadística, economía y contabilidad. Señalar que para la tercera capacidad contamos con el apoyo del ICE pero el profesorado implicado utiliza ya en sus asignaturas las herramientas de PoliformaT. PoliformaT es la plataforma de teleformación de la Universitat Politècnica de València. En esta plataforma los profesores y alumnos pueden compartir toda la información acerca de sus asignaturas y utilizar las herramientas para su gestión: repositorio de contenidos, Tareas, exámenes, etc.

2.1. Plan de trabajo

Para la docencia de las asignaturas ha sido necesaria la creación de materiales de trabajo diversos. En concreto se han creado:

- Prácticas guiadas a resolver con R
- Exámenes de preguntas tipo test
- Tareas de resolución de casos
- Plantilla para la redacción de informes con R a través de Rmarkdown.
- Guía de realización del proyecto

La herramienta fundamental utilizada ha sido Poliformat. A través de la misma hemos confeccionado los exámenes y tareas, las hemos publicado y calificado a los estudiantes.

Por otro lado, los casos prácticos se han resuelto utilizando RStudio, R y Rmarkdown, lo que ha permitido integrar código y explicación, así como reproducir fielmente las herramientas propuestas por el alumno para su resolución.

40800 Kpvgri gpek 'f g'Pgi qekqu'K

Esta primera asignatura ha integrado todos los conocimientos básicos para gestionar y analizar los datos:

- Manejo de bases de datos
- Visualización de datos
- Técnicas de aprendizaje no supervisado.

En esta primera parte los estudiantes han practicado fundamentalmente los contenidos con ejercicios y casos más cerrados y fáciles. De esta forma, se han ido familiarizando con todas las herramientas, en particular, con el software R, las librerías Rmarkdown y ggplot2, y el lenguaje SQL.

40840 *Κρυφι gpek 'f g'P gi qekqu'K'*

El proyecto se ha realizado en la segunda parte de la intensificación, aunque ha utilizado conocimientos de la primera. Se ha llevado a cabo en parejas y con datos diferentes para cada equipo, que han sido seleccionados como muestras aleatorias de una base de datos más grande. Dichos datos describen la situación de desgaste de los empleados de IBM y los estudiantes debían ejecutar el proyecto en varias fases:

1. Preparación de la base de datos
2. Aplicación de técnicas de aprendizaje no supervisado
3. Aplicación de técnicas de aprendizaje supervisado de clasificación o de regresión.
4. Evaluación del modelo utilizado.

El trabajo tenía unos plazos de realización y entrega. Al informe final subido a Tareas de Poliformat, se le pasaba la herramienta de control de plagio “turnitin”. Finalmente, se defendía oralmente en clase.

Asimismo, en esta segunda parte de la intensificación se ha introducido la aplicación de la analítica de datos a un dominio concreto, la auditoría financiera (*Cwf kv'F cv 'Cpcrf vku*), ampliando los conocimientos vistos en Introducción a la Auditoría. El enfoque ha sido eminentemente aplicado, explotando una base de datos relacional sobre la que se han llevado a cabo búsquedas SQL siguiendo un enfoque de “aprender haciendo” (*rgctkpi 'dl 'f qkpi*) los estudiantes han aplicado procedimientos analíticos de auditoría en un entorno en R.

Por último, se ha introducido a los alumnos en modelos de predicción de quiebra, complementando pues un abanico que va desde la revisión de la información contable hasta el empleo de la misma con objeto de predecir el fracaso empresarial.

5. Resultados

En este apartado de resultados vamos a exponer en primer lugar todos los productos obtenidos a partir de la aplicación coordinada del ABP en las asignaturas de inteligencia de negocios y cumplimiento de los objetivos, y en segundo lugar, el rendimiento académico obtenido por nuestros estudiantes.

Para fomentar la integración de los distintos contenidos de la intensificación, se preparó una base de datos común que incluyó todos los conjuntos de datos necesarios para llevar a cabo las distintas prácticas y el proyecto. De esta forma, y a pesar de trabajar técnicas distintas, se consiguió que el alumno tuviera una visión integral de proyecto con acceso a datos centralizados. La formación de los alumnos en SQL se realizó primero mediante el aprendizaje del modelo entidad-relación y la formulación de consultas en DBEaver, para luego trasladar las mismas al entorno de R.

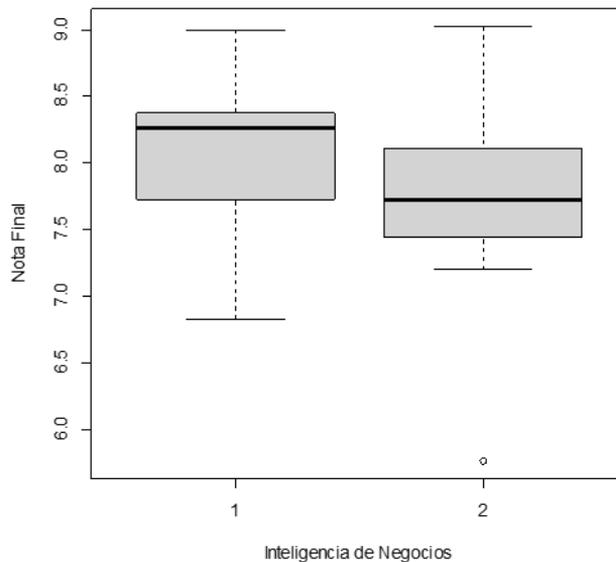
Durante las clases de esta primera parte los estudiantes han resuelto ejercicios específicos para cada técnica y una práctica final que engloba el desarrollo completo para resolver un problema específico de forma guiada lo que ha supuesto la preparación y producción de prácticas con R. Prácticas que han sido evaluadas con exámenes tipo test y tareas.

Además como mencionábamos anteriormente, para la aplicación en combinación con conocimientos del grado en cursos anteriores, se ha preparado un caso de aplicación de la analítica de datos en auditoría financiera (**Cwf kv'F cv 'Cpcrf vku*). En la primera parte del caso, se realizan búsquedas SQL sobre una base de datos relacional de una empresa ficticia al objeto de obtener los datos necesarios para llevar a cabo procedimientos analíticos de auditoría. Debido al elevado volumen de datos se ha empleado la librería `data.table` que proporciona una versión mejorada de `dataframes`. Para las consultas SQL se ha empleado la librería `sqldf`. Asimismo, en algunos procedimientos analíticos se ha empleado la visualización de datos mediante la librería “`ggplot2`”, también vista en Inteligencia de Negocios I. En concreto para la identificación visual de tendencias y puntos atípicos.

Todo ello ha permitido a los alumnos llevar a cabo algunos procedimientos analíticos como la identificación de elementos clave, la identificación de productos sobre los que existe un riesgo de incorrección material y productos que presentan un riesgo de deterioro de valor.

En la segunda parte de la asignatura, dado que se enseña a los alumnos modelización avanzada con técnicas no supervisadas y supervisadas, además de las diapositivas de apoyo con la explicación de las distintas metodologías, se han generado prácticas guiadas con Rmarkdown de los modelos sobre casos prácticos. Esto ha servido a los alumnos como base para desarrollar su propio proyecto de análisis una base de datos sobre el desgaste de los empleados de IBM obtenida de la plataforma Kaggle. Además, se les proporcionó un documento con recomendaciones en la elaboración del informe final del proyecto, generado en formato PDF a partir de Rmarkdown y presentado oralmente al profesorado y resto de compañeros. La evaluación de dicho proyecto se llevó a cabo mediante la rúbrica empleada en la facultad para la valoración de los trabajos final de grado. Como mejora para el próximo curso, en el que se espera incrementar el número de alumnos matriculados en la asignatura, se pretende incorporar la coevaluación y auto-evaluación de los estudiantes en cuanto a su participación en la elaboración del proyecto. Para ello, se está diseñando una rúbrica adecuada a tal fin, en la que los alumnos se puedan basar para realizar la coevaluación.

Los estudiantes han tenido buenos resultados en ambas asignaturas que han sido ligeramente mejores en la primera, Inteligencia de negocios I, tal y como muestra la Figura 1. También puede observarse que un estudiante ha obtenido una nota alejada del resto y peor.



Hli 03'Eqrctce»p'f g'rvu'pqcu'f g'hu'guwf k'pvgr'gp'kpvgrki gpekc 'f g'Pgi qekqu'K³+g'kpvgrki gpekc 'f g'Pgi qekqu'K⁴+'

Puesto que son los mismos estudiantes cabe la pregunta de si han obtenido resultados significativamente diferentes en ambas asignaturas, para lo que hemos realizado un t-test de comparación de medias para muestras pareadas que arroja un p-valor= 0.2346, por lo que podemos concluir que no existe evidencia suficiente para pensar que las medias son significativamente diferentes.

Respecto a las competencias transversales evaluadas, los resultados han sido también satisfactorios, puesto que todos los estudiantes han alcanzado las competencias de trabajo en equipo y liderazgo, aprendizaje permanente, así como el manejo de instrumental específico, la comunicación efectiva y el diseño y proyecto.

6. Conclusiones

Como resultado de la innovación se esperaba proporcionar una intensificación de alto grado de empleabilidad para los estudiantes de ADE. Se trata de aprovechar el contexto tecnológico de nuestro centro pues FADE se halla inmersa en la UPV, por lo que tanto profesores como estudiantes mostramos una alta proactividad al uso de las nuevas tecnologías, en particular al uso del software libre R. Aunque de momento no tenemos datos de empleabilidad de los alumnos, algunos han encontrado prácticas en empresa en consultoras que analizan datos y otros han enfocado su trabajo fin de grado a analizar los datos de las empresas donde están realizando sus prácticas.

La coordinación entre asignaturas de la intensificación a través de la utilización del mismo software ha sido total, hemos generado una continuidad en la forma de trabajar del alumno con RStudio, R y Rmarkdown. Todo ello ha redundado en un alto nivel de manejo e integración del análisis de datos en las rutinas de trabajo de los estudiantes para que posteriormente se conviertan en profesionales altamente cualificados.

Por otro lado, la coordinación entre asignaturas a nivel de contenidos ha sido ordenado. El equipo de profesores formado por dos diferentes departamentos hemos empleado en la medida de lo posible ejemplos comunes, con datos del entorno económico empresarial.

En este sentido, hemos ido recorriendo por este orden exploración y visualización de datos, manejo de bases de datos, modelización y su aplicación a datos de los negocios. Con todo ello y el planteamiento del proyecto final de la asignatura hemos logrado autonomía del estudiante en la utilización de análisis de datos y los diferentes programas informáticos de su futuro profesional. Además, se ha potenciado el trabajo en grupo y se ha valorado la expresión oral en la defensa del mismo.

7. Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado con un proyecto de la convocatoria Aprendizaje + Docencia: Proyectos de Innovación y Mejora educativa (PIME/20-21/200) de la Universitat Politècnica de València.

8. Referencias

CATTANEO, K. H. (2017). "Telling active learning pedagogies apart: From theory to practice". *Journal of New Approaches in Educational Research*, 6(2), 144-152.<
[https://naerjournal.ua.es/article/view/v6n2-8>\(10-07-2020\).](https://naerjournal.ua.es/article/view/v6n2-8>(10-07-2020).)

DOWLE, M. y SRINIVASAN A. (2020). data.table: Extension of `data.frame`. R package version 1.13.6. <https://CRAN.R-project.org/package=data.table>

CHEN, C. H., y YANG, Y. C. (2019). "Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators". *Educational Research Review*, 26, 71-81.

CORBERÁN-VALLET, A., SANTONJA-GÓMEZ, F. J., BERMUDEZ-MORENO, J., y VERCHER-GONZÁLEZ, E. (2012). "El aprendizaje de la estadística basado en proyectos de investigación". *Epsilon: Revista de la Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales*, (81), 63-69.

GROTHENDIECK, G. (2017). sqldf: Manipulate R Data Frames Using SQL. R package version 0.4-11. <https://CRAN.R-project.org/package=sqldf>



LA FUENTE-MARTÍNEZ, M. (2019) ¿Mejora el aprendizaje del alumnado mediante el trabajo por proyectos?. ¿Qué funciona en educación? Institut Català de Polítiques Públiques. Fundació Jaume Bofill.

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

RSTUDIO TEAM (2020). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA <<http://www.rstudio.com/>>

H. WICKHAM. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York, 2016.

JJ ALLAIRE AND YIHUI XIE AND JONATHAN MCPHERSON AND JAVIER LURASCHI AND KEVIN USHEY AND ARON ATKINS AND HADLEY WICKHAM AND JOE CHENG AND WINSTON CHANG AND RICHARD IANNONE (2020). rmarkdown: Dynamic Documents for R. R package version 2.6.<<https://rmarkdown.rstudio.com>>.

YIHUI XIE AND J.J. ALLAIRE AND GARRETT GROLEMUND (2018). R Markdown: The Definitive Guide. Chapman and Hall/CRC. ISBN 9781138359338. <<https://bookdown.org/yihui/rmarkdown>>.

YIHUI XIE AND CHRISTOPHE DERVIEUX AND EMILY RIEDERER (2020). R Markdown Cookbook. Chapman and Hall/CRC. ISBN 9780367563837. <<https://bookdown.org/yihui/rmarkdown-cookbook>>