

© **RIDHyC**, Nº 1.:21-36 (Diciembre, 2014) · ISSN (2386-7795)
www.didacticahumanidadesyciencias.com

EL SOFTWARE LIBRE COMO RECURSO DIDÁCTICO EN LA ENSEÑANZA DE MÉTODOS CUANTITATIVOS EN LOS GRADOS DE ECONOMÍA Y EMPRESAS

Open Access software as a tool to teach quantitative methods in Economic and Business Degree

JESÚS BARREAL PERNAS
Departamento de Fundamentos de Análisis Económica
Universidad de Santiago de Compostela
jesus.barreal@usc.es

ANDREA UGOLINI
Departamento de Fundamentos de Análisis Económica
Universidad de Santiago de Compostela
andreaugolini@me.com

Resumen

En la actualidad existen numerosos programas informáticos de código abierto o libres que pueden ser empleados como recurso docente en la enseñanza de la economía y de las ciencias empresariales. Estas dos ramas de las ciencias sociales necesitan dotar al alumno de herramientas con las que comprender la situación económica. Con esta finalidad, una gran parte del programa de estudios de económicas o empresariales abarcan la enseñanza de métodos cuantitativos. De tal manera, el empleo de herramientas informáticas facilita que el alumno pueda plantear empíricamente los conocimientos adquiridos en este tipo de asignaturas. Para ello se pueden utilizar programas de licencia libre como R-Project, Gretel, Sage, Freemath, Scilab, Octave y LibreOffice para la enseñanza de estas secciones de las ciencias sociales. Con el empleo de este software se dota al alumno de un mejor conocimiento del contenido y aplicabilidad de los temas que engloban los contenidos de matemáticas, estadística o econometría. Además le confiere la posibilidad de estudiar y aplicar estos modelos de manera autónoma. Por otra parte la implantación de estas herramientas informáticas supone una reducción del gasto para la universidad al evitar pagar un número tan alto de licencias. Igualmente ofrece una mayor empleabilidad dada la creciente demanda de profesionales con conocimiento en este tipo de programas.

Palabras clave: Software libre; métodos cuantitativos; Grado en Administración y Dirección de Empresas; Grado en Economía.

Abstract

At present there are many open-source code or free software that can be used as an education resource in the teaching of economics and business. These two branches of the social sciences need to equip students with tools to understand independently the economic situation. For this, a large

part of the study program includes the teaching of quantitative methods. Thus, the use of software enables the student to raise empirically acquired knowledge in the subjects of quantitative methods. For this now can be used license-free programs like R-Project, Gretel, Sage, Freemath, Scilab, Octave and LibreOffice for teaching economics and business. With these programs it provides students a better understanding of the content and applicability of topics that include mathematics, statistics and econometrics. Also gives students the opportunity to apply these models in their self-study. Moreover, the implementation of these tools is a reduction of spending for university to avoid paying licensing or at least as high a number of them.

Keywords: Business Degree; Economy Degree; Open Source Software; quantitative methods.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con los planes del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) en España se estableció una serie de competencias que debe de adquirir el alumno¹. Este nuevo marco prima el proceso de aprendizaje², lo que supone un cambio en los criterios empleados hasta el momento. Por ello las metodologías docentes abarcarán tanto el medio como el largo plazo. Este aprendizaje se evaluará conforme a los nuevos estándares europeos de cualificación o de resultados del aprendizaje³. Para el alumno de Grado se valorará la capacidad de reflexionar sobre los problemas acordes a su rama de estudio, conforme a una serie de datos e informaciones⁴. En este proceso deberá alcanzar conclusiones fundamentadas de acuerdo a los objetivos de la materia. Ello amerita recursos didácticos que ayuden al estudiante a comprender y relacionar de manera autónoma las distintas problemáticas planteadas por las materias del Grado que esté cursando. Esto debe contemplarse en los planes de estudio como herramientas que permitan al alumno adquirir las capacidades básicas que se establecen en la legislación vigente. A partir de esta generalidad, la especificación del empleo de estas herramientas depende de cada propuesta de titulación, así como de cada asignatura planteada⁵.

Los estudios que abarcan este trabajo son el Grado en Economía y el Grado en Administración y Dirección de Empresas (ADE). Para facilitar la implantación de estos estudios la agencia encargada del proceso editó un Libro Blanco sobre los objetivos que estos planes deben alcanzar (ANECA,

¹Punto 3.3 del Anexo 1 del Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.

²En el Preámbulo del Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.

³Art. 7.2 del Real Decreto 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior.

⁴Art. 7.2.c) del Real Decreto 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior.

⁵Punto 5 del Anexo 1 del Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.

2005). En este texto se recogen las principales directrices que dichos grados deberían seguir para alcanzar los objetivos académicos y docentes. En el plan de estudios propuesto para el Grado en ADE y Grado de Economía se establecen las matemáticas y la estadística como conocimientos soporte. Esto implica que el alumno deberá estudiarlos para el correcto aprendizaje y materialización de varios de los conocimientos de carácter específico⁶. Se puede observar que los planes de estudios propuestos por el Libro Blanco plantean una ordenación académica orientada por bloques temáticos para ambos Grados (ANECA, 2005; 423-424). Profundizando en su ordenación académica se encuentra una sección dedicada a la enseñanza de los métodos cuantitativos. En ambos Grados su representatividad es alta si se compara con otras áreas incluidas en los planes de estudio. Esta importancia también se refleja en las estructuras de estudios de estos grados en diversos países de la Unión Europea⁷. Dentro de la enseñanza de los métodos cuantitativos se pueden establecer tres ramas en los Grados de Economía y Grado de ADE; las matemáticas, estadística y econometría.

El software en la enseñanza de economía y ADE se empezó a emplear desde hace décadas. Este uso se inició con el fin de facilitar la enseñanza de la economía y adaptarse al campo de la investigación. Al principio, las herramientas informáticas empleadas fueron principalmente de carácter privado. Sin embargo, con el paso de los años, éstas se fueron abriendo paso hacia modelos de software libre o código abierto. Este proceso de implantación se puede comprender a través del estudio de Weber (2004). En él se analiza el nacimiento y la evolución del software libre desde los inicios hasta la actualidad. Este libro explica los primeros pasos del software libre en un ámbito donde la competencia privada era alta y cómo a través de la cooperación, organización y colaboración consiguió introducirse en la sociedad. También se puede consultar Lerner y Tirole (2002) para profundizar en la comprensión del funcionamiento de las aplicaciones informáticas de código abierto. En este texto explica el fenómeno de este tipo de aplicaciones desde una óptica económica, social y operativa.

Estos programas informáticos se basan en múltiples formas de colaboración y estructuras organizativas que aumentan su competitividad a nivel académico y económico. Siendo este último factor muy importante para la distribución de gastos de las entidades educativas y del sector empresarial. Estudios como el de Hernández (2005) pone de manifiesto esta viabilidad económica a la que añade un componente de análisis técnico y social. En este mismo texto explica cómo se implementó el uso de software libre en el sector público, donde expone el caso de la

⁶Según ANECA (2005; 117), las competencias específicas en esta área son las técnicas y las socioeconómicas. En las primeras se hace referencia a la comprensión del funcionamiento, gestión y control de las diferentes áreas funcionales de la economía o empresa. Mientras que la segunda estudia el entorno en que se desenvuelven la economía o la empresa.

⁷En ANECA (2005) se describen también diversos programas implantados en el resto de la Unión Europea.

Universidad de Lleida. Siguiendo este razonamiento, el empleo de estos programas supondría una reducción de costes, dado que es una herramienta barata y con estabilidad en el tiempo. Así, el empleo de este tipo de software supone una reducción de costes para la estructura económica de la institución sin perjuicio de la calidad docente ni académica. A mayores, le confiere al alumno la posibilidad de poder estudiar de manera autónoma aquellas asignaturas en las que empleen, o puedan emplear, estos programas informáticos. En este sentido, el alumno no tiene que pagar licencias que pueden suponer un alto esfuerzo económico, sino que puede aplicar los conocimientos adquiridos a través de su ordenador sin necesitar un elevado coste⁸.

En el contexto actual de adaptación al EEES, las competencias transferibles son unos de los requisitos que recomiendan incluir en los planes de estudio de Economía y ADE. Éstas pueden definirse como las competencias que acercan a la vida laboral los conocimientos teóricos adquiridos por el alumno (ANECA, 2005; 195). De manera que en los planes de estudio se deben ofrecer al alumno mecanismos para aplicar sus conocimientos. Así debe enseñársele a emplear herramientas de búsqueda de información e investigación, así como favorecer la adquisición de capacidades divulgativas de los principios y dinámicas de la economía. Por lo que, a través de las aplicaciones informáticas de software libre, se puede ofrecer al alumno esa cercanía entre los modelos teóricos y su aplicación en la vida laboral. De esta manera se le ofrece una herramienta de aprendizaje y actualización que abarca más allá del proceso de obtención del Grado y de su vida universitaria (Stallman, 2002). Así el alumno puede actualizar sus conocimientos tras la consecución del título, por lo que su aprendizaje puede ser continuo y autónomo.

Es necesario tener en cuenta la inserción laboral de los graduados, éste es uno de los factores para superar la evaluación de los títulos⁹. Esto facilitaría a las universidades estar interesadas en emplear de herramientas que favorezcan la empleabilidad de sus alumnos. Así, los programas informáticos de código abierto suponen una ventaja académica para la continuidad de las titulaciones. En la actualidad las empresas tienen una demanda creciente de recursos humanos que tengan conocimiento de este tipo de herramientas (Jiménez et al., 2009). La demanda se debe a que estos programas permiten a las empresas un alto grado de especialización y personalización sin tener que hacer grandes inversiones. Siguiendo las necesidades del mercado laboral, el alumno tendrá una mayor posibilidad de éxito laboral, si es capaz de demostrar al empleador sus conocimientos en el manejo y desarrollo de programas informáticos de código abierto. Por lo tanto, una vez terminada la

⁸En Stallman, R. (2002) se describe a los programas informáticos de software libre como una herramienta que el usuario puede emplear cuando desee y puede adaptarlo a sus necesidades. Por lo tanto el alumno puede usarlo tanto en función de las necesidades académicas como de sus inquietudes intelectuales.

⁹ Este factor estratégico está recogido en el Preámbulo del Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales y en ANECA (2005).

titulación, los alumnos pueden conseguir empleo a través de sus conocimientos en software libre. Esto supone a las universidades que implementen este tipo de herramientas tener más posibilidades de obtener informes favorables en la evaluación de sus títulos.

El estudio del software de código abierto abarca numerosos estudios científicos (Lerner y Tirole, 2002; Weber, 2004). En este sentido se encuentra el realizado por Adell y Bernabé (2007), donde se describen los recursos de software libre, así como su filosofía y las ventajas de su empleabilidad. Estudios como el de Chavarría (2005), Delgado y Oliver (2007), Celaya y Martínez (2007) o Alarcón y Sandoval (2011) ponen de manifiesto la importancia de este tipo de recursos como herramienta de apoyo al aprendizaje en los procesos formativos. Asimismo, el empleo del software libre fue propuesto como una herramienta docente en distintas ramas de la enseñanza universitaria (Marzocchi et al., 2010; Cuervo, 2005; Morante y Vallejo 2011). En este sentido, Bayón et al. (2011) proponen el empleo de herramientas de software libre para la enseñanza de las matemáticas. Así mismo describe las ventajas del empleo de este tipo de programas informáticos. De tal manera establece que su programa confiere ventajas económicas, legales, científicas, formativas e incluso filosóficas. Incluso estudios como el de Mixon (2010) o Martín y Aguiar (2004) destacan el uso de programas de uso libre para determinados apartados específicos de la econometría o investigación.

Los objetivos de este estudio se centran en ofrecer una visión de la empleabilidad de herramientas informáticas de código abierto en la enseñanza de Grado en Economía y en el Grado en ADE. Esto sucede específicamente en las asignaturas que abarcan el área de los métodos cuantitativos. Para ello se comienza con una propuesta de programas informáticos que pueden ser empleados para el estudio de las matemáticas, estadística y econometría. Seguidamente, se estudian los planes de estudios de las mejores universidades españolas para observar cuales son las asignaturas y las necesidades docentes. A continuación, se proponen una serie de programas que pueden cubrir las necesidades docentes de las asignaturas del área de métodos cuantitativos. Finalmente, se ofrecen las principales conclusiones obtenidas en el estudio.

2. PROGRAMAS INFORMÁTICOS DE LICENCIA LIBRE

La filosofía del software libre o de código abierto tiene sus principios en el proyecto GNU's Not Unix (GNU). La base de este proyecto se centra en la libertad de los usuarios y de su comunidad (Stallman, 1984). En definitiva, significa que los usuarios tienen libertad para ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, modificar y mejorar el software. Por lo que no se debe de entender la palabra libre como gratuito, sino que se debe interpretar bajo el concepto de libertad. Un software se considera libre o de código abierto cuando sus usuarios tienen cuatro libertades esenciales¹⁰:

¹⁰ Esta clasificación es realizada por www.gnu.org/philosophy/free-sw.it.html en la que describe la filosofía del software libre.

- Libertad 0: el usuario podrá ejecutar libremente el programa como desee y para cualquier propósito.
- Libertad 1: el usuario tendrá la posibilidad de estudiar cómo funciona el programa, así como de adaptarlo para poder realizar las tareas que se ajusten a sus necesidades.
- Libertad 2: el usuario podrá redistribuir copias del programa para ayudar a terceras personas.
- Libertad 3: si el usuario lo desea podrá distribuir copias de sus versiones modificadas a terceros.

A partir de esta filosofía, en 1989 se crea la General Public Licence (GPL) para dar respaldo legal al proyecto GNU. Desde la creación de esta licencia se establece que los programas de código abierto deben tener una serie de características y requisitos en su creación, desarrollo y difusión. En este sentido, el código fuente debe ser legible y permitir al usuario experto realizar modificaciones para poder mantener y promover el fin cooperativo de las aplicaciones. Por ello los desarrollos bajo GPL deben de ser distribuidos con la misma licencia que tenga el código fuente. Esta particularidad ha sido fundamental para que los programas desarrollados bajo esta filosofía alcanzasen una alta utilidad entre los usuarios (Gough, 2009). Esta característica confiere la posibilidad de generar y emplear los diversos desarrollos que lleven a cabo otros usuarios. Esto ayuda al estudiante que emplee estos programas a actualizar sus conocimientos académicos con relativa facilidad. Bajo la visión del software propuesto por la licencia GNU/GLP se pueden proponer una serie de programas informáticos que nos permiten llevar la filosofía del código abierto dentro de las aulas universitarias.

2.1. Gretl

Gretl es un software estadísticos creado para la reelaboración econométrica de datos de diversa naturaleza (estudio trasversal, series temporales o datos de panel, entre otros)¹¹. Ofrece un entorno preciso con el que se puede interactuar a través del *punto y clic* interactivo o de la modalidad *batch* (script o comando). Estas opciones, así como la combinación de ellas, permiten al usuario emplear con relativa rapidez los modelos de análisis econométrico. Gretl presenta una amplia variedad de estimadores basados en mínimos cuadrados (MCO), tanto para las ecuaciones individuales como para los sistemas de ecuaciones. Asimismo, también incluye modelos de vectores autorregresivos y corrección de errores. De la misma manera, incorpora varios estimadores de máxima verosimilitud, como por ejemplo los modelos Probit, ARIMA o GARCH. Por su parte, otros métodos más avanzados son implementados por el usuario. Estos pueden ser la estimación general de máxima verosimilitud o el método de los momentos generalizado no lineales, entre otros.

¹¹En <http://gretl.sourceforge.net/> se puede encontrar información para el uso de este programa informático. De la misma manera se puede descargar el programa compatible con numerosos sistema operativos.

2.2. R-Project

Este programa informático destaca por la gestión y el análisis estadístico, así como por la creación de gráficos para la presentación de datos y resultados¹². R-Project se distingue por su alto grado de implementación entre la comunidad científica. Esto se debe a su madurez, a la cantidad de recursos que ofrece y a su constante actualización. El programa consiste principalmente en un lenguaje de programación que se complementa con un conjunto de librerías en los que se recogen distintos tipos de análisis que el programa puede realizar. Con esto el usuario puede realizar la mayoría de los análisis estadísticos y matemáticos necesarios para la descripción de un fenómeno y su representación gráfica. R-Project se basa en un entorno de líneas de comando, las cuales no son sencillas para un usuario principiante. Por eso se crearon una serie de entornos que facilitan al usuario el empleo de este programa. Con esto, los usuarios pueden utilizar con rapidez y simplicidad este software a través de un entorno de Gráficas de Usuario (GUI). Entre otros, este estudio propone el R-Commander y el R-Studio como ejemplo de este tipo de entornos.

El R-Commander permite acceder con mucha facilidad al entorno estadístico R-Project sin que el usuario tenga que conocer el lenguaje de comandos que emplea. Con este recurso se puede interactuar a través del *punto y click* o de la modalidad *batch* (script o comando). R-Studio es un espacio de trabajo más agradable, productivo y sencillo otros.

2.3. Sage

El Sage (System for Algebra and Geometry Experimentation) es un software matemático en el que se puede desarrollar modelos y teorías relativas al álgebra, geometría o cálculo combinatorio, entre otros¹³. Este programa se basa en el sistema Python, uno de los lenguajes más avanzados y sencillos que el usuario puede encontrar entre este tipo de programas. Comparado con cualquier otro programa de software libre, es el más rápido y accesible. Los algoritmos en numerosos sistemas son de código cerrado y en algunas ocasiones no se publican. Esto dificulta la obtención de algoritmos con aplicación rápida. Teniendo esto en cuenta, el programa Sage quiere ofrecer una alternativa viable, libre y de código abierto. De esta manera facilita los cálculos en comparación con los programas de código cerrado o de uso comercial.

¹²La información de descarga, así como material complementario para el uso de este programa, se puede encontrar en <http://www.r-project.org/>. En esta página se puede observar que este programa se puede emplear en casi todos los sistemas operativos, tanto de pago como de licencia abierta.

¹³A partir de la página oficial de SAGE (www.sagemath.org) se puede obtener información y ficheros de descarga para facilitar el uso y comprensión de este programa.

2.4. Freemath

Este programa proporciona un entorno de análisis numérico y computacional muy similar a otros sistemas comerciales¹⁴. Esta herramienta no puede cubrir la misma variedad de funciones que otros programas con código cerrado. Esto sucede porque no posee algunas de las bibliotecas específicas que dotan a los programas comerciales de mayor versatilidad. Sin embargo, ofrece una gran cantidad de funciones que pueden emplearse en la enseñanza sin menoscabar en la calidad educativa. Este programa puede realizar cálculos complejos, visualizar la información en forma gráfica o resolver ecuaciones utilizando un entorno de scripting avanzado. Aunque este software es poco predictivo para el alumno, la inversión que demanda en términos de aprendizaje se amortiza rápidamente.

2.5. Scilab

Una característica clave de Scilab es la simplicidad para manipular y transformar matrices¹⁵. Este programa contiene cientos de funciones matemáticas predefinidas que emplean algoritmos. Con estas funciones se pueden solucionar numerosos problemas relacionados con las distintas disciplinas de las ciencias aplicadas. Scilab también está equipado con un lenguaje de programación muy elemental, por tanto es fácil de entender y usar incluso por los usuarios más inexpertos. Este software también puede considerarse una réplica de algunos de los programas comerciales más conocidos. Incluso en algunas ocasiones a nivel de la sintaxis las diferencias son mínimas, sin embargo posee la ventaja de que es libre. De tal manera que tiene una ventaja de coste con respecto a sus competidores comerciales.

2.6. Octave

Este programa posee un lenguaje operativo considerado de alto nivel para un usuario medio. Así, Octave está orientado al cálculo numérico, es capaz de multiplicar e invertir matrices; determinar la raíz de ecuaciones lineales y no lineales; manipular polinomios; integrales, diferenciales y crear gráficos¹⁶. La mayor parte de la sección de funciones está orientada a la optimización, estadística o matemáticas financieras. Este programa de código abierto se puede extender y personalizar fácilmente a través de funciones definidas por el usuario. Esta cualidad se puede alcanzar empleando en lenguaje Octave o aplicando módulos. Estos últimos están escritos en otros lenguajes de programación y deben ser cargados dinámicamente. El entorno de este programa posee una línea de

¹⁴Para obtener más información sobre el funcionamiento del programa, se puede consultar <http://freemat.sourceforge.net/>. Así mismo se podrá obtener las distintas versiones del programa para los distintos sistemas operativos que soporta el programa.

¹⁵ Consultando el siguiente enlace <http://www.scilab.org/>, se puede obtener más información a cerca de su funcionamiento, versiones y operatividad.

¹⁶ Información a cerca de su funcionamiento puede consultarse <https://www.gnu.org/software/octave/>. De esta página también se puede obtener los paquetes de descarga u otra información de interés para el usuario.

comandos que es compatible con Matlab de Mathworks, sin embargo no permite la manipulación simbólica de objetos matemáticos.

2.7. LibreOffice

Este software es una pluriplataforma multilingüe de productividad personal que ofrece un total de seis aplicaciones. Dentro de ellas se engloban funciones para la producción y edición de documentos; la confección de presentaciones; la elaboración y estudio de base de dato o para el tratamiento de imágenes, entre otras. De esta manera podemos encontrar recursos como el Writer, Calc, Impress, Draw, Math o Base que cubre muchas de las necesidades académicas del alumno¹⁷. Este programa se considera estable, eficiente y cuenta con una comunidad de usuarios muy activos que actualizan frecuentemente el sistema. LibreOffice dispone de muchas extensiones gratuitas que permite añadir funciones específicas, lo que enriquece su utilidad al poder adaptarse a las necesidades del usuario. El entorno gráfico es sencillo de utilizar y personalizar. Esto provoca que sea muy fácil de asimilar para los usuarios que estén acostumbrados a emplear paquetes comerciales similares a LibreOffice. Además es compatible con los formatos de archivo de sus principales competidores. Así mismo, se puede importar fácilmente archivos en formato .docx, .xlsx, .pptx, entre otros. Además permite ser guardado en las extensiones anteriores.

3. OFERTA ACADÉMICA EN LAS PRINCIPALES UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS EN EL CAMPO DE LOS MÉTODOS CUANTITATIVOS.

Siguiendo el Ranking de Shangai (CWCU, 2014), encontramos seis universidades españolas que figuran entre las 200 mejores del mundo en el campo de la economía y la empresa. Estas son la Universidad Pompeu Fabra, la Universidad Carlos III, la Universidad Autónoma de Barcelona, la Universidad Politécnica de Valencia, Universidad de Sevilla y Universidad de Valencia. Esto supone un gran reconocimiento de la calidad investigadora de dichas universidades. Estos datos cruzados con indicadores de calidad docente propuestos por CYD (2014) y por el ranking de estudios universitarios realizado por el El Mundo (2013) se puede seleccionar las principales universidades. Esta selección se hace de acuerdo con la rama de la ciencias sociales que se estudia en este texto. De tal manera que así se acota y simplifica el estudio. Con esto, los planes de estudios de la Universidad Pompeu Fabra, la Universidad Carlos III, la Universidad Autónoma de Barcelona son los seleccionados para analizar los temarios de las distintas asignaturas de estadística, matemáticas y econometría. Con ello, a continuación se describen las asignaturas pertenecientes a la sección de métodos cuantitativos del Grado en Economía y del Grado en ADE, así como sus principales temarios.

¹⁷ Se puede consultar en www.libreoffice.org los distintos programas que engloban esta red de programas informáticos de código libre. Así mismo, en dicho espacio web, también se puede obtener los archivos de las aplicaciones, así como material, foros o eventos que ayudan al usuario a conocer mejor las funcionalidades de estos programas.

3.1. Titulación de Grado en Economía

En el plan de estudio de Economía se puede observar que existen tres macro-áreas dentro de la enseñanza de los métodos cuantitativos. Éstos son la estadística, la matemática y la econometría. Para analizar la estructura de contenidos se realiza la Tabla 1. En ella se comparan los planes de estudio del Grado en Economía de las tres universidades objeto de estudio. En su realización se tuvo en cuenta los créditos obligatorios, troncales y optativos que engloban el estudio de los métodos cuantitativos en la economía.

Tabla 1: Estructura y contenidos específicos de los planes de estudios del Grado en Economía en las principales universidades españolas.

ÁREA	ASIGNATURAS	CONTENIDO
Estadística	<ul style="list-style-type: none"> - Estadística I/II - Análisis de datos - Estadística Financiera 	<ul style="list-style-type: none"> - Variables aleatorias discretas/continuas. - Estadística descriptiva e inferencia estadística. - Análisis de la bondad del ajuste. - Estimación y Contrastes de hipótesis - Análisis de datos univariantes/bivariante. - Regresión lineal simple/múltiple - Cálculo e interpretación de índices, tasas, porcentajes, variables, gráficos y tablas. - Modelos estadísticos para el análisis financiero e financiación empresarial.
Matemáticas	<ul style="list-style-type: none"> - Matemática I/II - Matemática Avanzada - Matemáticas para finanzas - Álgebra Lineal y Sistemas Dinámicos - Técnicas Aplicadas de Optimización - Análisis Real - Introducción a la Economía Matemática - Investigación Operativa - Matemáticas avanzadas para la economía 	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de Funciones, integración y optimización. - El espacio euclidiano n-dimensional. - Álgebra lineal y matricial. - Funciones de varias variables. - Representación gráfica y curvas de nivel. - Funciones financieras. - Técnicas de estática comparativa. - Programación lineal y multi-criterio. - Topología en espacios métricos. - Teoría de funciones reales, cálculo diferencial e integral. - Espacios Compactos. - Ecuaciones y sistema de ecuaciones en diferencias y diferenciales.
Econometría	<ul style="list-style-type: none"> - Econometría I/II/III - Técnicas de Previsión - Econometría para Finanzas - Econometría Aplicada - Técnicas Econométricas - Macroeconomía Cuantitativa - Microeconomía Cuantitativa - Econometría avanzada 	<ul style="list-style-type: none"> - Modelo de regresión simple/múltiple. - Macroeconometría. - Modelos de ecuaciones simultáneas. - Análisis de series temporales y previsiones. - Modelos de elección discreta. - Modelos de panel de datos. - Modelos auto-regresivos. - Análisis de errores. - Predicción y selección de modelos. - Modelo de regresión lineal/no lineal. - Modelos dinámicos. - Modelos estacionarios/no estacionarios. - Estimadores extremos. - Modelos de Máxima Verosimilitud. - Modelos censurados.

Con los datos de la tabla anterior se observa que los temarios empleados para la enseñanza de los métodos cuantitativos son amplios y diversos. Así, dentro de la enseñanza de la estadística destaca la importancia del análisis descriptivo y del estudio de las relaciones entre

variables. Dentro de la sección de matemáticas se destaca el álgebra o el estudio de funciones como principales temas a abordar. Por último, en el campo de econometría posee mucha importancia los modelos de regresión y la selección de modelos. También se observa que en determinadas asignaturas se emplean técnicas de aprendizaje basados en herramientas informáticas. En algunos planes de estudio se incluye una asignatura que ofrece al alumno la posibilidad de conocer una serie de herramientas informáticas para la búsqueda, almacenamiento, proceso y comunicación de datos estadísticos y económicos¹⁸.

3.2. Titulación de Grado en ADE

El plan de estudio del Grado en ADE descompone en las mismas macro-áreas la enseñanza de los métodos cuantitativos para empresa. Siguiendo los planes de estudio de las universidades seleccionadas se puede establecer los contenidos específicos de acuerdo a la Tabla 2.

Tabla 2: Estructura y contenidos específicos de los planes de estudios del Grado en ADE en las principales universidades españolas.

ÁREA	ASIGNATURAS	CONTENIDO
Estadística	<ul style="list-style-type: none"> - Estadística I/II - Probabilidad y Estadística - Estadística Financiera - Técnicas multivariantes de análisis de datos - Técnicas de Investigación - Técnicas de predicción - Investigación Comercial - Investigación de Mercados 	<ul style="list-style-type: none"> - Medida de la rentabilidad y del riesgo de carteras. - Modelos estadísticos para el análisis financiero. - Análisis estadístico de encuestas. - Análisis univariantes/bivariantes. - Estadística descriptiva e inferencia estadística. - Análisis de regresión lineal simple/múltiple. - Escalamiento Multidimensional. - Análisis de Correspondencias Simple y Múltiple. - Análisis Clúster y discriminante. - Métodos de estimación/predicción. - Estructuras tendenciales y estacionales deterministas. - Predicción con modelos de regresión dinámica y modelos vectoriales. - Variables aleatorias discretas/continuas.
Matemáticas	<ul style="list-style-type: none"> - Matemática I/II/III - Álgebra Lineal y Sistemas Dinámicos - Análisis Multivariante - Análisis Real - Técnicas Aplicadas de Optimización - Temas de Métodos Cuantitativos - Introducción a la Economía Matemática - Redes, Multitudes y Mercados - Matemáticas Financieras - Investigación Operativa 	<ul style="list-style-type: none"> - Funciones reales de una variable. - Cálculo diferencial e integral. - Estudio de funciones. - Técnicas de estática comparativa. - Programación matemática. - Componentes principales y métodos de análisis multivariante. - Teoría de red. - Métodos de descuento de flujos de caja. - Valor presente neto de un contrato. - Programación lineal. - Álgebra Lineal y optimización de funciones.

¹⁸ En la Universidad Pompeu Fabra se establece como obligatoria una asignatura en la que el alumno se tiene que familiarizar con el empleo de herramientas informáticas para aplicar conocimientos estadísticos o matemáticos.

Econometría	<ul style="list-style-type: none"> - Econometría I/II/III - Econometría Aplicada - Técnicas de Previsión - Econometría dinámica y financiera 	<ul style="list-style-type: none"> - Macroeconometría. - Análisis de series temporales y previsiones. - Modelos de elección discreta. - Modelos censurados. - Modelos de duración. - Modelos de panel de datos. - Análisis de series temporales. - Modelos autorregresivos. - Análisis de errores. - Predicción y selección de modelos. - El modelo de regresión simple/múltiple. - Heterocedasticidad. - Mínimos cuadrados en dos etapas. - Estimadores de Máxima Verosimilitud.
-------------	--	---

A partir de la tabla anterior se puede constatar la similitud de contenidos entre el plan de estudios del Grado en Economía y del Grado en ADE. Aun así, existen diferencias de contenido en las materias de matemáticas, estadística o econometría. Cabe destacar que esta diferencia radica principalmente en las asignaturas optativas. Por lo tanto el contenido de las materias troncales u obligatorias son similares.

Dentro de estos planes se observa que algunas asignaturas tienen en cuenta el empleo de herramientas informáticas para la enseñanza de los contenidos que el alumno debe adquirir. Igual que en el Grado en Economía, algún plan incluye una asignatura propia para dotar al alumno de destrezas encaminadas al uso de herramientas informáticas¹⁹. Los contenidos específicos de estadística profundizan en los estudios financieros y comerciales. Todo ello sin olvidarse de previamente formar al alumno en los temas básicos de la materia. Por su parte las matemáticas están más orientadas al área financiera. Aun así no se descuida los principales temas de matemáticas, como puede ser el algebra lineal o el estudio de funciones. La econometría ofrece contenidos sólidos para establecer una buena base en el alumno con el fin de facilitar su aplicación en modelos y problemáticas más complejos.

4. IMPLANTACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE LICENCIA LIBRE EN LAS ASIGNATURAS PERTENECIENTES A MÉTODOS CUANTITATIVOS.

Muchos de los programas informáticos libres o de código abierto tienen un corte transversal en la enseñanza de los métodos cuantitativos. En este sentido pueden ser empleados para los temarios de matemáticas, estadística o econometría. La elección del programa informático de referencia depende del docente y del tipo de materia que se tenga que impartir. Por lo tanto, debe seleccionarse teniendo en cuenta los contenidos del temario, así como la dificultad para el alumno que puede suponer la comprensión de su funcionamiento.

¹⁹La Universidad Pompeu Fabra, al igual que el Grado de Economía, incluye una asignatura en el Grado de Economía orientada al manejo de herramientas informáticas en el ámbito de los métodos cuantitativos.

En numerosas ocasiones el empleo de estos programas se ve dificultado por el tiempo que el docente dispone en clase. En este sentido la necesidad de enseñar los contenidos teóricos de la materia supone una restricción temporal que impide profundizar en el uso de estos programas. Por ello, en muchos casos el alumno tiene que realizar un aprendizaje autónomo del funcionamiento elemental del programa seleccionado. El alumno puede adquirir esta capacidad a través de los caudales de información que ofrecen los distintos soportes de software libre. Además puede emplear otro tipo de materiales que se difunden en la red en formato vídeo, texto o presentación. Con esto el alumno puede llegar incluso a participar en desarrollos o aplicaciones en los que esté interesado. Esta posibilidad surge de la propia característica de los programas, pues se basan en estructuras cooperativas para el desarrollo de nuevas funciones.

4.1. Matemáticas

Para la enseñanza de las materias y contenidos relacionados con las matemáticas en el campo de la Economía y las ciencias empresariales podemos emplear R-Project, Sage, Freemat, Scrib y Octave. De manera que, para divulgar los contenidos relacionados con el álgebra lineal y matricial se puede implementar el uso del programa SAGE en los primeros cursos. Los contenidos de cálculo diferencial, estudio de funciones e integración pueden recomendar uso del programa Freemat. Por otro lado se puede emplear Octave para la comprensión de la matemática financiera y su optimización. Por último, se puede emplear el programa R-Project para los sistemas de redes y programación matemática.

4.2. Estadística

Para el campo de la estadística se puede recomendar el uso de los programas LibreOffice, Octave, Scilab y R-Project. Para la enseñanza de los contenidos básicos se recomienda LibreOffice, dado que el uso de *Calc* facilita la aplicación con muchos de los contenidos de la materia. Con esta herramienta el alumno puede entender los conceptos básicos de estadística desde un punto de vista práctico e intuitivo. Para una estadística más avanzada se recomienda el uso de programas más sofisticados como R-Project u Octave. Se aconseja su uso para la estimación y contraste de hipótesis; análisis de bondad del ajuste; regresión lineal/múltiple o establecer relación entre distintas variables. Por otro lado, para el análisis de carteras y análisis financiero se puede usar Freemat y Scilab.

4.3. Econometría

En las materias relacionadas con los estudios econométricos se puede recomendar el uso de Gretl y R-Project. El primero de los programas es uno de los más avanzados en este campo. En él se pueden emplear las principales funciones que comprenden los temarios de la materia. Lo que permite al alumno una introducción más rápida en los contenidos de la asignatura, esto favorece el aprendizaje de las principales destrezas

recogidas en el temario. Así pueden realizarse fácilmente regresiones lineales/no lineales; modelos de elección discreta o series temporales en los que el alumno puede aprender a seleccionar modelos e interpretar sus resultados. El uso de R-Project puede ser destinado para los mismos fines, pero este programa es menos intuitivo que el anterior, y necesita del usuario un conocimiento avanzado de programación.

5. CONCLUSIONES

El empleo de programas informáticos de código abierto facilita la aplicabilidad de los modelos teóricos planteados en clase. De esta manera, el alumno puede desarrollar de manera autónoma los contenidos aprendidos en el curso. Esto facilita que sea capaz de estudiar modelos matemáticos, estadísticos o econométricos que le ayuden a comprender, analizar o predecir los comportamientos económicos o empresariales. Por otra parte, este tipo de software proporciona a la universidad una vía de reducción de costes. Esto es, si aplica estas herramientas informáticas se evitan pagar un gran número de licencias para los estudiantes, sin que estos pierdan calidad docente. Por otro lado, la universidad puede conseguir una mayor empleabilidad, esto favorecerá la superación de los procesos de evaluación de sus títulos.

Como se ve a lo largo del artículo, existen numerosos programas de código abierto que pueden favorecer la enseñanza de los modelos que engloban las distintas asignaturas de métodos cuantitativos. Su uso debe entenderse desde un corte transversal, lo que no supone que cada uno esté orientado específicamente a una materia o conjunto de contenidos. Su empleo dependerá del profesor, de su conocimiento, de los contenidos de la materia y de las características de los alumnos. Así, entre los programas de código abierto propuestos, el docente seleccionará aquel que mejor se adapte sus necesidades. En el mismo sentido, los programas propuestos solo son los que se aplican con frecuencia en el campo docente, pero puede haber otros que puedan sustituirlos. Esto es, existen otros programas específicos que pueden abarcar un temario específico de la materia y que el docente puede estimar emplearlos por criterios de funcionalidad o aplicabilidad.

Este estudio sólo es una aproximación al uso de las herramientas informáticas de código abierto en la docencia universitaria. Sin embargo, este trabajo se puede ampliar realizando un estudio empírico sobre qué software libre se adapta mejor a las características de los alumnos. Para ello se debe tener en cuenta el contenido general y específico, tanto de la materia como de las distintas áreas de estudio que abarcan el Grado en Economía y el Grado en ADE.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ADELL, J.; BERNABÉ, I. (2007). SOFTWARE LIBRE EN EDUCACIÓN. CABERO, J.(2007)(COORD) TECNOLOGÍA EDUCATIVA. MAC GRAW HILL. MADRID.
- ALARCÓN, A.C.; SANDOVAL, E.M. (2011). REVISTA DE TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN EN EDUCACIÓN 6(1), 115-130.

- ANECA. (2005). LIBRO BLANCO. TITULO DE GRADO EN ECONOMÍA Y EN EMPRESA. MADRID (ESPAÑA).
- BAYÓN, L.; GRAU, J.M.; OTERO, J.A.; RUIZ, M.M.; SUÁREZ; P.M. (2011) USO DE HERRAMIENTAS DE SOFTWARE LIBRE PARA LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS EN LOS NUEVOS GRADOS. XIX CONGRESO UNIVERSITARIO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA EN LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS. BARCELONA, 6 A 8 DE JULIO DE 2011.
- CHAVARRÍA, J.V. (2005). SOFTWARE LIBRE, ALTERNATIVA TECNOLÓGICA PARA LA EDUCACIÓN. REVISTA ELECTRÓNICA" ACTUALIDADES INVESTIGATIVAS EN EDUCACIÓN" 5(2), 1-9
- CELAYA, C.L.; MARTÍNEZ, S.L.D. (2007). USO DE SOFTWARE LIBRE Y DE INTERNET COMO HERRAMIENTAS DE APOYO PARA EL APRENDIZAJE. RIED: REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN A DISTANCIA 10(1), 83-100.
- CUERVO, M.C. (2005). LA INGENIERÍA DE SOFTWARE LIBRE Y SUS HERRAMIENTAS APLICADAS A PROYECTOS INFORMÁTICOS. REPORTES TÉCNICOS EN INGENIERÍA DEL SOFTWARE 7(2), 30-35.
- CWCU. (2014). ACADEMIC RANKING OF WORLD UNIVERSITIES. CENTER FOR WORLD-CLASS UNIVERSITIES OF SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY, SHANGAI (CHINA). DISPONIBLE EN: [HTTP://WWW.SHANGHAIRANKING.COM/INDEX.HTML](http://www.shanghairanking.com/index.html)
- [Último acceso el 14/10/2014]
- CYD. (2014). RANKING DE UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS. FUNDACIÓN CONOCIMIENTO Y DESARROLLO. FUNDACIÓN CONOCIMIENTO Y DESARROLLO. BARCELONA (ESPAÑA).
- DELGADO, A.M.; OLIVER, R. (2007). LA PROMOCIÓN DEL USO DEL SOFTWARE LIBRE POR PARTE DE LAS UNIVERSIDADES. REVISTA DE EDUCACIÓN A DISTANCIA (17).
- EL MUNDO (2013, 8 MAYO). LOS RÁNKING DE EL MUNDO 2013/2014. LAS 50 CARRERAS DÓNDE ESTUDIAR LAS MÁS DEMANDADAS. SUPLEMENTO DOCUMENTOS, NÚM. 71, DE EL MUNDO. MIÉRCOLES 8 DE MAYO DE 2013. DISPONIBLE EN: [HTTP://EUAT.UDC.ES/IMAGES/DOCS_EUAT/VARIOS/SUPLEMENTO-50CARRERAS-ELMUNDO.PDF](http://euat.udc.es/images/docs_euat/varios/suplemento-50carreras-elmundo.pdf)
- [Último acceso el 14/10/2014]
- GOUGH, B. (2009). GNU SCIENTIFIC LIBRARY REFERENCE MANUAL. NETWORK THEORY LTD.
- HEDGEBETH, D. (2007). GAINING COMPETITIVE ADVANTAGE IN A KNOWLEDGE-BASED ECONOMY THROUGH THE UTILIZATION OF OPEN SOURCE SOFTWARE. VINE 37(3), 284-294
- HERNÁNDEZ, J.M. (2005). SOFTWARE LIBRE: TÉCNICAMENTE VIABLE, ECONÓMICAMENTE SOSTENIBLE Y SOCIALMENTE JUSTO. ED. INFONOMIA. BARCELONA (ESPAÑA).
- JIMÉNEZ, D.M.; RAYA, A.A.; MARTÍNEZ, L.B.; MONSALVE, I.F. (2009). ASPECTOS ECONÓMICOS Y MODELOS DE NEGOCIO DEL SOFTWARE LIBRE.
- LERNER J.; TIROLE J. (2002). SOME SIMPLE ECONOMICS OF OPEN SOURCE. THE JOURNAL OF INDUSTRIAL ECONOMICS 50(2), 197-234.

- MARTÍN, M.; AGUIAR, M.V. (2004). HERRAMIENTAS BASADAS EN SOFTWARE LIBRE DISEÑADAS PARA LA RECOGIDA DE DATOS COMO SOPORTE A LA INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS SOCIALES. EDUTEC, BARCELONA.
- MARZOCCHI, V.A.; CAGNOLA, E.A.; D'AMATO, M.A.; VANZETTI, N.A.; LEONARDUZZI, R. (2010). LAS TICS EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA: UNA EXPERIENCIA CON SOFTWARE LIBRE DE VISUALIZACIÓN Y MODELADO MOLECULAR. FABICIB 14(2), 40-45.
- MIXON, J.W.; SMITH, R.J. (2006). TEACHING UNDERGRADUATE ECONOMETRICS WITH GRETL. JOURNAL OF APPLIED ECONOMETRICS 21(7), 1103-1107.
- MORANTE, A.; VALLEJO, J.A. (2011). SOFTWARE LIBRE PARA EL ESTUDIO DE SISTEMAS DINÁMICOS. LA GACETA DE LA RSME 14(1), 111-132.
- STALLMAN, R. (1984). THE GNU MANIFESTO. DISPONIBLE EN: [HTTP://WWW.GNU.ORG/GNU/MANIFESTO.HTML](http://www.gnu.org/gnu/manifesto.html)
[Último acceso el 14/10/2014]
- STALLMAN, R. (2002). FREE SOFTWARE, FREE SOCIETY: SELECTED ESSAYS OF RICHARD M. STALLMAN. LULU. COM.
- WEBER, S. (2004). THE SUCCESS OF OPEN SOURCE (VOL. 368). CAMBRIDGE, MA: HARVARD UNIVERSITY PRESS.