# Posibilidades docentes de la licencia académica de Matlab y su implantación en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Santiago T. Pérez Suárez\*

Departamento Señales y Comunicaciones, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España

#### **RESUMEN**

Matlab es un paquete software de la empresa MathWorks, su nombre deriva del inglés Matrix Laboratory. Está concebido para el cálculo matemático en su propio lenguaje, que se llama "m", y es interpretado. Además, incluye Simulink, que sirve para diseñar sistemas a nivel de diagrama de bloques. Ofrece muchas facilidades para analizar y visualizar datos. Inicialmente, en esta ponencia se analiza el estado actual de este tipo de herramientas y se hace una revisión de las licencias disponibles en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). Después, se describen los diferentes tipos de licencias de Matlab, en particular la licencia Campus Wide adquirida por esta universidad. Posteriormente se muestra el aspecto de la cuenta de usuario en Matlab y sus utilidades. Finalmente se enumeran una serie de conclusiones. El presente documento pretende mostrar la implantación de la licencia académica de Matlab, particularizando en la ULPGC, y mostrar las capacidades que se obtienen con su uso, tanto para la docencia, como para investigación.

Palabras clave: Matlab, Simulink, entorno de desarrollo integrado, generación de ejercicios interactivos, evaluación automática, sistema de gestión del aprendizaje

# 1. INTRODUCCIÓN

El nombre Matlab deriva del inglés Matrix Laboratory [1], porque se fundamenta en el cálculo con matrices. Esta herramienta permite diseñar algoritmos y efectuar cálculos matemáticos. Para esto usa su propio lenguaje interpretado, llamado "m". Las utilidades de Matlab se agrupan en Toolboxes, actualmente son más de sesenta. Por otro lado, cabe destacar Simulink [2], que permite diseñar sistemas en forma de diagrama de bloques, estos bloques se agrupan en Blocksets, de los que existen más de cuarenta. Tanto los algoritmos de Matlab como los sistemas diseñados con Simulink disponen de utilidades para la visualización y representación de los datos, aunque estos sean de gran complejidad. Los fícheros de Matlab de tipo "m" pueden invocar a sistemas diseñados con Simulink, y al revés; en cualquier caso, se comparte el espacio de variables, donde se almacenan todos los datos durante las ejecuciones. El espacio de variables puede guardarse en forma de fíchero, lo que permite cargarlo la próxima vez que se inicie Matlab. Puede operar con datos en punto flotante [3] o datos en punto fijo [4]; además, puede manejar datos de variable compleja. Por otro lado, permite el uso de tablas, matrices de celdas y matrices de estructuras. Además, Matlab puede usarse para programación orientada a objetos.

La primera versión de Matlab data de los años 70, fue desarrollada por el profesor Cleve Moler [5] y quedó confinada en su entorno académico. La versión de los años 80 fue la primera en ser comercializada, y fue difundida por la empresa MathWorks [6], propietaria hasta la fecha del sistema en sus diferentes versiones. Por tanto, el paquete no es de uso público y se necesita pagar una licencia. Es posible usar el software de forma gratuita con una licencia de demostración, pero está limitada en el tiempo. La importancia de Matlab radica en sus prestaciones y en el hecho de que es usada por millones de usuarios; y multitud de instituciones, empresas y universidades; entre ellas las de mayor prestigio internacional. Por esto Matlab se ha convertido en un estándar de facto entre los entornos de desarrollo integrados (IDE, *Integrated Development Environment*).

En la actualidad existen muchos entornos parecidos a Matlab, hacer una comparación sale fuera de los objetivos de este documento. Pero se puede afirmar que los principales inconvenientes de Matlab son su precio, y su rigidez al ser un sistema propietario. El primer inconveniente queda solventado si la institución dispone de una licencia corporativa. El segundo inconveniente puede quedar compensado por su elevada potencia y versatilidad, integrando actualmente a multitud de dispositivos y fabricantes de hardware; permitiendo incluso la generación de circuitos digitales de forma automática.

\*santiago.perez@ulpgc.es; teléfono 34 928451277

Muchos entornos de desarrollo integrados son libres sin coste económico, pero sus prestaciones son limitadas. Quizás Python [7] sea uno de los entornos más relevantes, pero debe destacarse que no dispone del equivalente a Simulink de Matlab, y no genera código en los lenguajes C o C++ de forma automática para sistemas empotrados. Aunque Python incluye la posibilidad de obtener diseños de circuitos digitales con lenguajes de descripción hardware; no alcanza la metodología de diseño que se obtiene en el entorno Matlab, ni el nivel de integración con fabricantes de dispositivos.

## 2. ANTECEDENTES Y SITUACIÓN PREVIA

A finales del año 2018 el profesorado de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), tenía disponible para instalar la versión de Matlab R2007b; con lo que esto supone en funcionalidad y prestaciones, al tener una versión de más de una década de antigüedad. En paralelo, cada profesor, podría disponer de sus propias licencias: tipo de demostración, de estudiante o cualquier otro origen.

Hasta finales del año 2018 las versiones de Matlab contenían sus propios contenidos de ayuda, tanto para los Toolboxes de Matlab, como para los Blocksets de Simulink. Solo se accedía a la página web de MathWorks en ciertas consultas. Es decir, casi todas las dudas de los usuarios se podían realizar sin conexión a la página web, y en caso de conectar, no se pedía autentificación de usuario. Se suponía que, si el usuario está ejecutando una versión de Matlab, disponía de licencia convenientemente registrada. Esto no es necesariamente cierto en todos los casos, pues son conocidas versiones pirateadas y craqueadas disponibles en internet; situación, por otro lado, no deseable. Debe ponerse de manifiesto, que incluso un usuario avanzado, se ve obligado a consultar repetidamente la ayuda de Matlab o Simulink. Además, la ayuda tiene ejemplos muy ilustrativos. Estas consultas son casi constantes, hasta que el usuario finaliza el sistema a desarrollar.

Otra cosa es que se puedan realizar consultas en Matlab usando un formulario en su web, que es respondida por un especialista de la corporación. Pero esto puede ralentizar el desarrollo, porque cada consulta puede tardar casi un día laborable en ser contestada. Aparte, estas consultas deberían ser acerca de las versiones con licencias debidamente registradas; y no de herramientas y utilidades de las últimas versiones de las que no se tenga licencia.

Pero a finales de 2018 la situación cambia, las nuevas versiones de ese año, entre ellas R2018b, ponen a disposición la ayuda abriendo una ventana de navegación en internet. En ese momento se pide que el usuario se identifique en su cuenta de Matlab, y se verifica si tiene una licencia en vigencia; si no la tiene, la ventana de ayuda no facilita el contenido y aparece vacía, indicando además que es un usuario sin licencia registrada. Conviene resaltar que cualquier persona sin licencia puede tener una cuenta en Matlab, esto es necesario por ejemplo para acceder a los videos tutoriales, o descargar actualizaciones de versiones antiguas.

Este escenario es preocupante, cuando incluso un usuario habitual de Matlab necesita hacer continuas consultas en la documentación de la ayuda. Esto queda arreglado para los usuarios de la ULPGC porque a principios del año 2019 esta institución adquiere la licencia académica. Antes de entrar en los detalles de este tipo de licencia conviene revisar los diferentes tipos de ellas que ofrece Matlab.

## 3. TIPOS DE LICENCIAS DE MATLAB

Existen cuatro modalidades de licencias para Matlab, con diferentes precios y condiciones de uso [8]. Inicialmente se dispone de la licencia *Standard*, de uso individual, de la que se puede pagar un canon anual o de uso perpetuo. La licencia tipo *Home* es de uso privado, pero no permitida para empresas o instituciones. La versión *Student*, pensada para estudiantes, no debe ser usada por personal de empresas, instituciones ni universidades; aunque si se permite su uso por profesores de educación primaria y secundaria. El precio de todas estas licencias depende del país del usuario y de los paquetes que desee añadir; o sea, los Toolboxes y Blocksets. Además, están disponibles para los sistemas operativos Windows, Linux y Macintosh. MathWorks indica en su página web los requisitos del computador para cada sistema operativo [9], además de los compiladores soportados y conjunto de Toolboxes y Blocksets disponibles.

Finalmente, la licencia de tipo *Education* tiene cuatro variantes:

- Academic Use Individual and Designated Computer. Para uso individual sobre un determinado computador. Puede ser de renovación anual o de uso perpetuo.
- Academic Use Concurrent. Puede ser usado por un número de usuarios concertados previamente, sobre el número de licencias que se compren. El número de usuarios puede ser mayor que el número de licencias. Cuando las licencias estén todas en uso, el sistema no permitirá el acceso de más usuarios.

- Classroom Use. Esta licencia está concebida para la impartición de enseñanza universitaria, los instructores pueden usarla solo con el fin de preparar esa docencia. A los profesores y personal de la universidad no se les permite el uso de esta licencia para investigación o cualquier otra tarea.
- Campus Wide Use. Esta licencia está concebida para instituciones docentes, que adquieren el software de forma centralizada. La renovación es anual y se dispone del paquete completo de Matlab, con todas sus opciones. Por lo que sirve tanto para docencia básica como para investigación avanzada. La plantilla de la universidad tiene asesoramiento técnico personalizado y acceso a las nuevas funciones durante el período de la licencia. Los estudiantes pueden hacer consultas acerca de la instalación y la activación, no tienen derecho a realizar consultas individuales, pero si a acceder a los recursos de soporte en línea, incluyendo el repositorio de respuestas que existe en la página web. Este tipo de licencia es solo para uso académico y no se puede utilizar para trabajos comerciales; si se usara para presentar resultados de un proyecto de investigación se ha de pagar un canon por el uso de la licencia, lo que no debe ser un problema al disponerse a priori de fondos suficientes.

# 4. LA LICENCIA ACADÉMICA DE MATLAB TIPO CAMPUS WIDE

# 4.1 Difusión y noticias de prensa

En los últimos días del año 2018 ya se encontraba disponible en la cuenta de Matlab el acceso para la licencia académica, aunque de esto no se había hecho difusión por parte de la ULPGC. Los usuarios lo podían conocer solo si accedían a su registro de usuario en la página web de Matlab. Solo se puede ver este tipo de licencia si el usuario está registrado con una dirección de correo institucional de la ULPGC; vale tanto el formato nuevo nombre.apellido@ulpgc.es, como el formato antiguo inicialnombreapellido@acrónimodepartamento.ulpgc.es. La última versión disponible era la R2018b. Esta versión no se encontraba en la lista de programas descargables desde la página web de la ULPGC, donde permanecía la antigua versión R2007b.

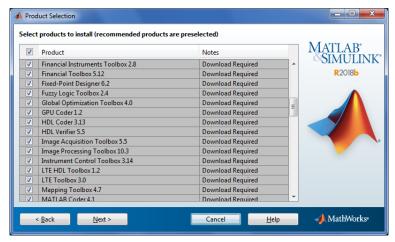
Posteriormente, en febrero del año 2019, llegó un mail de la ULPGC, indicando la disponibilidad de la licencia Campus Wide. Se facilita un enlace a MathWorks, donde el usuario registrado con el correo institucional puede proceder a la descarga. En ese momento se podía instalar hasta la versión R2018b, o cualquiera de las anteriores hasta la R11.1 del año 1999. A partir de entonces aparece la licencia Campus Wide en la lista de programas disponibles en la ULPGC, donde se facilita el mismo enlace y comentarios que en el correo de difusión, simultáneamente desaparece la versión R2007b de la lista.

En marzo de 2019 se realiza la presentación de la licencia Campus Wide de Matlab en la sede institucional de la ULPGC, en la noticia de la web de la ULPGC [10] existe el enlace para acceder a la instalación con la licencia. Cabe destacar la presencia del Rector y del responsable de la comercialización de Matlab, este acto aparece reflejados en artículos de prensa [11,12]. Posteriormente ese mismo mes los docentes de la ULPGC recibimos un correo del Servicio de Informática de esta universidad donde se indica: "Sería también muy recomendable que evaluaran si algunos de los programas que se están usando para la docencia se pudieran sustituir por el uso de Matlab con algún Toolbox en concreto de manera que pudiéramos ahorrarnos el coste de las licencias y aprovecháramos la licencia de Matlab que ya ha adquirido la ULPGC". Esto pone de manifiesto la versatilidad de Matlab, el hecho de que se está convirtiendo en un estándar de hecho y que el desembolso realizado puede ser rentable a corto plazo.

## 4.2 Instalación

Una vez que se accede a la página de MathWorks con el registro de usuario que usa la dirección de correo institucional, se elige la versión de Matlab que se quiere instalar y el sistema operativo sobre el que funcionará. Se descarga un fichero ejecutable, que para la versión R2018b y sistema operativo Windows de 64 bits se llama matlab\_R2018b\_win64.exe, esta es la versión que se describirá en el resto del documento. En esa misma pantalla, entre otra información, se puede verificar los requisitos mínimos y los requisitos recomendados en el ordenador, así como las versiones concretas del sistema operativo. Al ejecutar el fichero anterior se crea un directorio, que para el caso que nos ocupa se llama temp\_matlab\_R2018b\_win64. En él aparece un sistema de directorios para la instalación, y el fichero setup.exe. A continuación, se ejecuta este fichero, y se elige la opción con "Usuario y clave", y "Conexión a internet". En el proceso de instalación se reconoce la licencia de la ULPGC, que es la 40760023 Individual Total Headcount Academic, debe marcarse esta opción y seguir. Seguidamente aparece la ventana de la Figura 1, donde se eligen las utilidades y Tooboxes que se quieren instalar. También en este paso se elige Simulink, que incluirá todos sus Blocksets disponibles en la versión. La licencia de la ULPGC es de tipo Full, lo que quiere decir que se pueden incluir todas las utilidades.

La instalación se realiza en un directorio por defecto, para este caso sería C:\Program Files\MATLAB\R2018b, aunque puede indicarse otro directorio. En este punto se inician descargas adicionales necesarias en la instalación. Después aparece una ventana con el mensaje "Activar Matlab", debe marcarse esa casilla y picar en "Next". Posteriormente surge una ventana con los datos del usuario y el número de licencia. Al final una ventana indica "Activation Complete". La instalación de todas las opciones en la versión R2018b ocupa unos 23 Gbytes en el disco del ordenador. Al iniciar Matlab picando en su icono aparece momentáneamente la ventana de la Figura 2, donde aparte de los datos de la versión, se indica claramente que es para docencia, investigación y cursos en entornos académicos; y no para otro tipo de actividad empresarial o gubernamental.



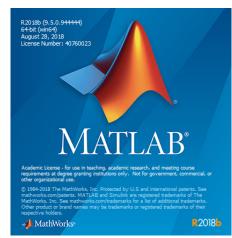
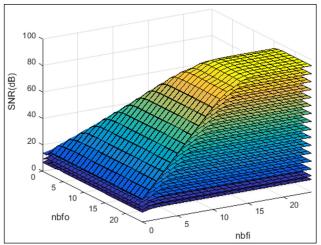


Figura 1. Ventana de elección de las opciones al instalar Matlab.

Figura 2. Ventana temporal al iniciar Matlab.

#### 4.3 Aspecto de Matlab en el entorno de Windows

En la ventana de inicio de Matlab se puede seleccionar el menú activo en la franja superior. En el resto de la ventana se distinguen cuatro zonas básicas. Arriba a la izquierda se encuentra *Current Folder* (Directorio en Curso), donde se muestran los ficheros y subdirectorios del directorio de trabajo elegido. Arriba a la derecha se encuentra *Editor*, donde se pueden abrir y editar los ficheros tipo "m". Abajo a la izquierda se encuentra *Workspace* (Espacio de Variables), donde se muestran las variables activas. Abajo a la derecha se encuentra *Command Window* (Ventana de Comandos), donde el usuario puede ejecutar comandos o ficheros tipo "m", iniciar simulaciones de modelos, etc. En la Figura 3 se muestra un ejemplo de visualización de datos en tres dimensiones. En la Figura 4 se muestra un ejemplo de visualización de datos en Simulink.





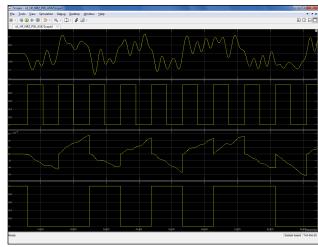


Figura 4. Ejemplo de visualización de datos en Simulink.

#### 4.4 Prestaciones de la licencia Campus Wide

Debe destacarse que la licencia *Campus Wide* es de tipo *Full*; es decir, permite instalar todas las opciones disponibles de Matlab. Por otro lado, el personal y profesores de la universidad pueden instalar Matlab en todos los ordenadores que deseen, sean personales o de la institución. No es necesario que los ordenadores estén conectados a la red de la ULPGC. De igual manera lo pueden instalar los alumnos de esta universidad. Por tanto, en las últimas versiones de Matlab los usuarios de la ULPGC tienen disponible la ayuda en línea. En la Figura 5 se muestra una lista de computadores con licencia de Matlab activadas por un mismo usuario.

Activated Computers  Activate a Computer								
Activation Label	Host ID	Date Activated <b>▼</b>	Operating System	Activated For	Get License File	Deactivate		
E29D51EB	E29D51EB	19 Feb 2019	Windows	Santiago Pérez Suárez	. ₩	8		
EACAFCDE	EACAFCDE	18 Feb 2019	Windows	Santiago Pérez Suárez	. ₩	8		
52534AF7	52534AF7	26 Dec 2018	Windows	Santiago Pérez Suárez	. ₩	8		

Figura 5. Lista de computadores activados con licencia Matlab en la cuenta del usuario.

En principio el usuario puede instalar en un mismo ordenador tantas versiones de Matlab como necesite, y puede dejar activas las versiones anteriores que ya estuviesen funcionando. Obviamente, si se desea instalar una determinada versión usando Campus Wide, y esa misma versión ya está instalada usando otro recurso, esta debe desinstalarse previamente.

Cosa importante es que el usuario puede realizar en la web de MathWorks una consulta, lo que se llama Solicitudes de Servicio (*Service Request*). Este tipo de consulta puede deberse por ejemplo a un error que se produzca por la interacción con el sistema operativo, donde puede faltar por ejemplo la habilitación de una ruta de un directorio. En este tipo de consulta, aparte del error y ficheros asociados, debe indicarse el sistema operativo y la versión de Matlab, el personal del soporte técnico podría verificar si el usuario tiene licencia. Por tanto, hasta la adquisición de Campus Wide, solo se asegura las respuestas a la versión R2007b, que es la anterior válida de la ULPGC. A partir de la adquisición de Campus Wide, pueden hacerse consultas de la versión que se instale usando este recurso, por quedar debidamente registrada para el usuario en su cuenta de MathWorks.

Debe resaltarse que se hizo una consulta usando este recurso, por un error en la versión R2018b, y la respuesta fue justo a las 24 horas. Este plazo puede extenderse si se coincide con días no laborables en la sede. La respuesta fue de la sede en España usando la dirección de correo soporte@mathworks.es.

Curiosamente el personal de la ULPGC adscrito a un departamento puede tener dos cuentas en MathWorks que le darían acceso a la licencia Campus Wide; valdría tanto el formato nuevo nombre.apellido@ulpgc.es, como el formato antiguo inicialnombreapellido@acrónimodepartamento.ulpgc.es, aunque en realidad es la misma cuenta de correo electrónico. Por las mismas razones quien tenga un cargo unipersonal puede disponer de otra cuenta para instalar una versión de Matlab desde el Campus Wide, esto puede ser por acabar la dirección de correo en @ulpgc.es. Se verificó, tras el registro en MathWorks con una cuenta de correo de un instituto universitario de la ULPGC, que esta no está asociada a la licencia Campus Wide. En realidad, las cuentas de correo de los institutos de investigación de la ULPGC están asociadas a las cuentas institucionales del tipo nombre.apellido@ulpgc.es. Hasta el momento, de la licencia Campus Wide solo se conoce que es por renovación anual; se desconocen otros detalles del contrato entre MathWorks y la ULGC, entre ellos su coste.

#### 4.5 Matlab en la nube

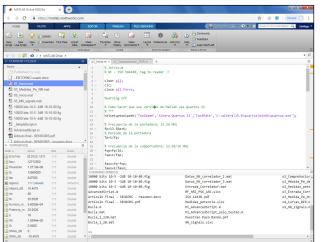
Matlab en la nube (Matlab Cloud, [13]) se compone de: Matlab en línea (Matlab Online, [14]) y la cuenta de almacenamiento de ficheros en Matlab (Matlab Drive, [15]). El uso de Matlab Online puede hacerse desde un navegador de internet sin necesidad de instalar Matlab en el computador del usuario. Estas dos opciones están disponibles cuando el usuario entra en su cuenta de MathWorks. Por supuesto Matlab Cloud está disponible al disfrutar de la licencia Campus Wide. También puede instalarse Matlab para dispositivos móviles (Matlab Mobile, [16]), lo que permite ejecutarlo en este tipo de dispositivos. Esto tiene importantes ventajas docentes, al disponer el profesor de Matlab y los ficheros necesarios para la impartición de docencia en cualquier ubicación física. Los tiempos de ejecución y almacenamiento pueden ser mayores que la versión residente en el computador del usuario; además, en Matlab Online no se puede ejecutar Simulink.

Si el usuario pica en la opción Matlab Online se ejecuta Matlab en línea (MathWorks Online), donde se inicia la última versión de Matlab en una ventana del navegador accediendo a los ficheros almacenados en Matlab Drive, cosa que muestra

la Figura 6. Solo se puede tener una sesión Online en ejecución, si se trata de abrir una segunda sesión, el navegador avisará de que ya existe una sesión; si se insiste en abrir la segunda ejecución, esta se abre, pero se avisa de que se cerrará la iniciada en primer lugar.

También dentro de Matlab Cloud se puede tener acceso al servicio de almacenamiento de ficheros como muestra la Figura 7. Al usar Matlab Drive el usuario puede almacenar, acceder y ejecutar sus ficheros desde cualquier ubicación a través de internet usando diferentes dispositivos. De todas formas, el usuario puede acceder a cualquier otra nube para almacenar sus ficheros; por ejemplo, la plataforma de Amazon Web Services. La capacidad de almacenamiento de Matlab Drive, incluida en la licencia Campus Wide de la ULPGC, es de 5 Gbytes; puede ser suficiente si se usa con fines docentes, pero puede ser escaso si se usa para un proyecto de investigación o desarrollo.

Inicialmente no se pueden subir ficheros de más de 256 Mbytes a Matlab Drive; si se intentase, Matlab aconseja descargar e instalar *Matlab Drive Connector* [17]. Este programa crea un directorio en el computador del usuario, por defecto C:\Users\Nombre de usuario\MATLAB Drive, que se sincroniza con el Matlab Drive de su cuenta. Con esto se pueden subir ficheros de mayor tamaño, copiándolo al directorio sincronizado. Por supuesto, se puede acceder a este directorio del disco duro desde una versión de Matlab ejecutada localmente en el ordenador del usuario.



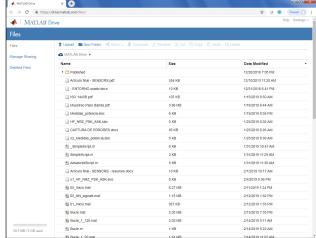


Figura 6. Navegador ejecutando Matlab Online en Windows.

Figura 7. Navegador accediendo a Matlab Drive en Windows.

Por último, pero no menos importante, debe destacarse el recurso en línea Matlab Grader [18]; que permite a los instructores crear series de ejercicios. Los alumnos los contestan usando un navegador y pueden ser orientados en la elaboración de las repuestas; finalmente, la herramienta realiza la corrección y evaluación automática. El alumno puede ver su estadística final, y el instructor los resultados individuales y globales. Esto constituye una gran aportación de MathWorks como sistema de gestión del aprendizaje.

## 5. LA CUENTA DEL USUARIO EN LA WEB DE MATHWORKS

Cuando el usuario accede a su cuenta de usuario en la página web de MathWorks se encuentra la descripción de los productos asociados a Matlab, zona de descarga de versiones, recursos para pedir asesoramiento, cursos, tutoriales en vídeo, etc. Cuando el usuario accede a su cuenta le aparece la licencia disponible como en la Figura 8. También dispone de los enlaces para iniciar Matlab Online y Matlab Drive. Además, existen enlaces para realizar cursos en línea gratuitos; y cursos presenciales, no gratuitos. Por último, se dispone de la opción "petición de servicio", esta opción abre un formulario web donde el usuario puede preguntar por un error, duda o incidencia. Como la ventana del formulario es en

inglés, lo normal es hacer la consulta en inglés; la respuesta es en inglés, aunque desde la sección española de MathWorks. Una vez finalizada y cerrada la consulta se pide al usuario que rellene una pequeña encuesta de satisfacción.

Mi software			
Licencia	Etiqueta	Opción	Usar
40760023	Individual	Total Headcount	Academic



Figura 8. Licencias disponibles en la cuenta de usuario.

Figura 9. Opciones disponibles en la cuenta de usuario.

Conviene hacer un resumen de las diferentes opciones en la cuenta de usuario, atendiendo a los diferentes formatos de direcciones de correo electrónico. En la Tabla 1 se muestran las opciones para las direcciones de correo institucionales y una no institucional.

Tabla 1. Funcionalidades en la cuenta de usuario en función del tipo de correo.

	Campus Wide	Matlab Drive	Matlab Online	Cursos en línea	Solicitudes de servicio
nombre.apellido@ulpgc.es santiago.perez@ulpgc.es	✓	5 Gb	✓	<b>√</b>	✓
<pre>inicialnombreapellido@acrónimodepartamento.ulpgc.es sperez@dsc.ulpgc.es</pre>	✓	5 Gb	<b>✓</b>	<b>✓</b>	<b>✓</b>
inicialnombreapellido@acrónimoinstituto.es sperez@idetic.eu	×	250 Mb	×	<b>✓</b>	<b>✓</b>
chagoperezsuarez@gmail.com	×	250 Mb	×	✓	<b>✓</b>
cargo@ulpgc.es	<b>√</b>	5 Gb	✓	✓	✓

## 6. CONCLUSIONES

Una de las ventajas de Matlab es la facilidad para enseñar matemáticas y algorítmica, y sus prestaciones para visualizar datos en dos y tres dimensiones. Por otro lado, integra gran cantidad de entornos y fabricantes: diseño de circuitos integrados, robótica, electrónica, comunicaciones, sistemas ferroviarios, automoción, energía, defensa, aeronáutica, neurociencia, sistemas biológicos, finanzas, etc. El entorno integrado de Matlab y Simulink permite explorar el espacio de soluciones de un diseño, y elegir el más conveniente en la implementación. Matlab permite estructuras de datos y programación orientada a objetos. Como entorno de desarrollo integrado dispone de un sistema de ayuda y consulta bastante avanzado.

Lo anterior lo convierte en un entorno idóneo para su uso en la docencia, desde grado a doctorado, y en los cursos de extensión universitaria. El lenguaje "m" de Matlab puede ser usado para enseñar programación, y con Simulink puede enseñarse a diseñar sistemas, sobre todo en carreras de ciencias. La adquisición de la licencia Campus Wide puede facilitar su implantación en los planes de estudios, al disponerse siempre de las últimas funcionalidades. Debe destacarse Matlab Grader como sistema de gestión del aprendizaje para la innovación educativa; dada su posibilidad de generar de ejercicios interactivos y su evaluación automática, de forma asíncrona para los estudiantes.

Existen otros entornos de desarrollo integrados, algunos de ellos gratuitos y de carácter abierto, cada uno con sus ventajas e inconvenientes. Debe destacarse que ninguno de ellos dispone de la herramienta Simulink, ni integra al elevado número de fabricantes, entre otros de hardware, lo que da ventaja sustancial a Matlab sobre todo en estudios de ingeniería. El coste de la licencia de Matlab es un claro inconveniente, pero en el entorno de la ULPGC esto queda solventado tras la adquisición de la licencia Campus Wide. La ULPGC sugiere al profesorado si pueden sustituir otros programas de los que

se estén pagando licencias por alguna funcionalidad de Matlab, según se indica en un correo del Servicio de Informática de la ULPGC; esto ayudaría a amortizar la inversión en Campus Wide.

Por otro lado, la rigidez de Matlab, al no ser código abierto puede ser compensado por su potencia y versatilidad. En otros escenarios, puede ser conveniente el uso de otros entornos; por ejemplo, si se consiguen las prestaciones ahorrando el elevado precio de una licencia. Esta difícil decisión, debe ser tomada por los responsables de cada institución; a la vez que estará basada en su propia experiencia. Python se ha convertido en el entorno más usado en los primeros cursos de las universidades americanas [19], pero no existen estudios del uso en los últimos cursos.

Obviamente, tras la adquisición de la licencia de Campus Wide por la ULPGC, que usarán los usuarios habituales de Matlab, se hace obligatorio la renovación de la licencia anual. Esto se refuerza, si como es de esperar el número de usuarios se incrementará, no solo entre el personal académico, sino también entre los estudiantes para la realización de informes, trabajos de asignatura y trabajos fin de título.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece al Vicerrector de Investigación, Innovación y Transferencia de la ULPGC, Dr. José Pablo Suárez Rivero, el envío al autor de información institucional relativa a la licencia Campus Wide. Igualmente, se agradece al Sr. Ángel Sierra, responsable de MathWorks en España para la comunidad académica, el envío de información relativa de Matlab y su licencia para la mencionada universidad.

#### REFERENCIAS

- [1] MATrix LABoratory de MathWorks (Matlab), https://es.mathworks.com/products/matlab.html, (29 de marzo de 2019).
- [2] Simulink de MathWorks, https://es.mathworks.com/products/simulink.html, (29 de marzo de 2019).
- [3] IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic, http://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=4610933, enlace permanente.
- [4] Fixed-Point Designer, https://es.mathworks.com/products/fixed-point-designer.html, (29 de marzo de 2019).
- [5] Cleve Moler, Chief Mathematician, https://es.mathworks.com/company/aboutus/founders/clevemoler.html, (29 de marzo de 2019).
- [6] MathWorks, https://es.mathworks.com/, (29 de marzo de 2019).
- [7] Python Programming Language, https://www.python.org/, (24 de octubre de 2019)
- [8] MathWorks Pricing and Licensing, https://es.mathworks.com/pricing-licensing.html, (29 de marzo de 2019).
- [9] Matlab and Simulink Requirements, https://es.mathworks.com/support/requirements/previous-releases.html, (29 de marzo de 2019).
- [10] Presentación de la Licencia Campus de MATLAB, una potente herramienta de cálculo a disposición de la comunidad universitaria de la ULPGC, https://www.ulpgc.es/noticia/presentacion-licencia-campus-matlab-potente-herramienta-calculo-disposicion-comunidad, (29 de marzo de 2019).
- [11] Matlab hará subir a la ULPGC en los 'ranking' universitarios, https://www.canarias7.es/sociedad/educacion/matlab-hara-subir-a-la-ulpgc-en-los-ranking-universitarios-JL6782830, (29 de marzo de 2019).
- [12] La Universidad de Las Palmas adquiere licencia Matlab para el cálculo técnico, https://www.lavanguardia.com/local/canarias/20190312/461001049836/la-universidad-de-las-palmas-adquiere-licencia-matlab-para-el-calculo-tecnico.html, (29 de marzo de 2019).
- [13] Matlab Cloud, https://es.mathworks.com/cloud.html, (29 de marzo de 2019).
- [14] Matlab Online, https://es.mathworks.com/products/matlab-online.html, (29 de marzo de 2019).
- [15] Matlab Drive, https://es.mathworks.com/products/matlab-drive.html, (29 de marzo de 2019).
- [16] Matlab Mobile, https://es.mathworks.com/products/matlab-mobile.html, (28 de octubre de 2019).
- [17] Matlab Drive Connector, https://es.mathworks.com/help/matlabdrive/ug/install-matlab-drive.html, (29 de marzo de 2019).
- [18] Matlab Grader, https://es.mathworks.com/products/matlab-grader.html#, (27 de octubre de 2019).
- [19] Python Is Now the Most Popular Introductory Teaching Language at Top -U.S. -Universities, https://cacm.acm.org/blogs/blog-cacm/176450-python-is-now-the-most-popular-introductory-teaching-language-at-top-u-s-universities/fulltext, (27 de octubre de 2019).