

MEMORIA DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE

CURSO ACADÉMICO 2018/2019

Evaluación de nuevas tecnologías *Cloud Notebooks* para la mejora de la enseñanza de lenguajes de programación.

Código del proyecto: 2018-1-5005

Coordinador

Nombre	Departamento	Grupo Docente
Sebastián Ventura Soto	Informática y Análisis Numérico	4

1. Introducción

En los últimos años, el número de lenguajes de programación ha aumentado considerablemente, dando lugar a la aparición tanto de lenguajes de programación de propósito general (Java, Python, C, etc.) como lenguajes desarrollados para problemas y entornos específicos (Scala, PHP, etc.). A menudo ocurre que un programador que sabe de un lenguaje específico aporta soluciones a cualquier problema usando dicho lenguaje, sin pararse a analizar si éste es el idóneo para tal fin. Por ello, hoy en día se ha visto aumentada la necesidad de que los buenos profesionales conozcan el mayor número de lenguajes posibles y tenga los conocimientos adecuados para saber en qué casos son más indicados unos u otros.

En la actualidad han ido apareciendo distintas herramientas que facilitan el aprendizaje de lenguajes de programación, como es el caso de *IPython* [Per07], un intérprete interactivo para el lenguaje Python que ofrece, entre otras ventajas, el uso de cuadernos de trabajo o *notebooks* [Srn16]. El uso de *notebooks* para la resolución de problemas de programación ofrece ventajas similares a las que ofrece el uso de cuadernos de laboratorio en otros ámbitos, como la posibilidad de trabajar de manera colaborativa o mediante el aprendizaje basado en ejemplos, donde el profesor propone un ejemplo y los alumnos lo van completando. *Jupyter* [Too16] es una herramienta que permite crear tales *notebooks* y compartir información no solo en lenguaje Python, sino en multitud de lenguajes de programación distintos. Así, *Jupyter* se ha convertido en una de las plataformas más utilizadas recientemente, tanto como apoyo al aprendizaje de distintos lenguajes de programación como en cursos de corte más teórico, pero con una componente de programación, destacando su uso en cursos guiados, material de referencia o documentación de software.

Todos los problemas derivados de aprender un lenguaje de programación se acentúan, aún más si cabe, en la docencia universitaria. En este sentido, el uso de *Jupyter* en la docencia de asignaturas de programación, o aquellas que usen programación como apoyo de asimilación de conceptos teóricos, tiene diversas ventajas como: i) elimina la

complejidad al inicio del aprendizaje, ya que los alumnos se centran en los aspectos importantes del propio lenguaje; ii) facilita las pruebas acelerando el aprendizaje, ya que los alumnos pueden escribir y ejecutar de manera rápida pequeños fragmentos de código; iii) permite incrustar contenido de apoyo junto a las celdas de código, como textos explicativos, ecuaciones o imágenes, facilitando el aprendizaje sobre todo en las horas no presenciales del alumno; iv) ofrece gran número de lenguajes de programación gracias a la variedad de *kernels*¹ disponibles, haciendo que pueda ser aplicado a prácticamente cualquier asignatura que requiera de un lenguaje de programación; y v) es un sistema *open-source*, permitiendo que su funcionalidad pueda ser ampliada mediante la instalación de extensiones.

Una de las extensiones más populares de *Jupyter* en el ámbito educativo es *nbgrader* [Jup15], una herramienta que permite la creación y evaluación de cuadernos de tareas. Estas tareas permiten ser resueltas mediante la implementación de código utilizando el lenguaje de programación (cuya evaluación puede ser tanto automática como manual) soportado por el *notebook* correspondiente, o bien mediante respuestas de texto libre. Además, *nbgrader* proporciona una interfaz para la gestión de cursos, profesorado, y alumnos, así como para conocer en tiempo real información relacionada con las tareas completadas por los alumnos.

Dadas las claras ventajas que *Jupyter* proporciona al aprendizaje de lenguajes de programación, pensamos que aún no se ha explotado suficiente su uso en la docencia de las asignaturas de la UCO que presentan actividades de programación. Por tanto, el propósito principal de este proyecto fue analizar el uso de *Jupyter* como apoyo en las clases de teoría y como instrumento de trabajo en las clases de prácticas. Este propósito general ha sido evaluado mediante el análisis de los resultados alcanzados con una serie de encuestas de satisfacción realizadas por los agentes involucrados en el proyecto.

2. Objetivos

El principal objetivo de este proyecto es evaluar las posibilidades de *Jupyter* como herramienta que facilite un aprendizaje orientado a destrezas, colaborativo, gradual y online en asignaturas relacionadas con la práctica de la programación en diferentes lenguajes. Este objetivo principal comprende los siguientes sub-objetivos:

- **Despliegue de la plataforma *Jupyter*.** Este primer objetivo consistió en la instalación, configuración y despliegue de *Jupyter* en un servidor virtual proporcionado por el Servicio de Informática de la Universidad de Córdoba. En dicha configuración, se instaló la extensión *nbgrader* que permite la gestión de profesores, alumnos y cursos, así como la creación y evaluación de *notebooks*. Además, se instalaron diferentes *kernels* de *Jupyter* correspondientes a los distintos lenguajes de programación requeridos por las asignaturas comprendidas en este proyecto. Por último, los pasos seguidos para la correcta instalación y configuración han sido recogidos en un manual disponible para toda la comunidad universitaria y que facilitará la instalación y uso de esta plataforma por otros profesores e instituciones.
- **Diseño e implementación de material de apoyo en teoría y guiones de prácticas.** Se han diseñado tanto material de apoyo para las clases de teoría como

¹ <https://github.com/jupyter/jupyter/wiki/Jupyter-kernels>

guiones de prácticas para cada una de las asignaturas involucradas en este proyecto. Este material cuenta no sólo con ejemplos y esqueletos de código sino también con figuras, ecuaciones y cualquier texto explicativo que sea necesario para las explicaciones y la correcta ejecución de las prácticas. Los diseños han sido implementados en la plataforma *Jupyter*, proporcionando cursos con alto grado de auto-aprendizaje. Además, se ha desarrollado una encuesta de satisfacción global para medir el nivel de aceptación a este tipo de prácticas, y las ventajas o inconvenientes que estas hayan podido derivar.

- **Uso de la plataforma *Jupyter* en clase.** En este objetivo, se ha llevado a cabo la utilización del material previamente implementado en *Jupyter*. Por un lado, el profesorado utilizó el material de apoyo destinado a las clases de teoría en las distintas asignaturas incluidas en el proyecto. Por otro lado, se pretendió que los alumnos utilizaran los guiones de prácticas previamente implementados en *Jupyter* tanto en el aula de prácticas, como en las horas no presenciales, pudiendo así también medir el nivel de auto-aprendizaje conseguido a través de los *notebooks*.
- **Estudio de resultados de satisfacción.** En todas las asignaturas participantes se pasaría tanto a los alumnos como a profesores una encuesta de satisfacción específicamente diseñada para tal fin. Los resultados de dichas encuestas se estudiarían en detalle para sacar conclusiones acerca de la satisfacción de todo el personal involucrado en la aplicación de esta nueva herramienta.

3. Descripción de la experiencia

La experiencia en la que se contrató la utilidad de la plataforma *Jupyter* tuvo lugar en el contexto de la asignatura *Metaheurísticas*, en el tercer curso del Grado en Ingeniería Informática. Nuestra intención inicial era la de probar la plataforma en varias asignaturas distintas. Sin embargo, algunas dificultades técnicas, principalmente asociadas a la estabilidad de los kernels de C y a las diferencias existentes entre el kernel de Octave y el lenguaje de programación Matlab, que era el usado en la asignatura de primero de físicas, y un pequeño retraso en la implementación de la plataforma, impidieron llevar a cabo los experimentos con asignaturas del primer cuatrimestre. A pesar de eso, consideramos que la experiencia realizada es suficientemente ilustrativa y nos anima a seguir trabajando en la dirección de utilizar este recurso en la docencia de múltiples asignaturas relacionadas con la programación de computadoras.

El desarrollo de la experiencia consistió en la planificación y puesta en marcha de varias sesiones en las que se llevó a cabo una práctica de la asignatura utilizando la plataforma *Jupyter*. El contenido de las sesiones se muestra en el anexo *Notebooks*, que se adjunta con esa memoria, y su descripción se lleva a cabo en la sección 4 de este documento.

Dados los resultados obtenidos en las encuestas pasadas al alumnado y su buena opinión general, así como las buenas sensaciones recogidas por el profesorado, consideramos que la experiencia ha sido muy buena, dando oportunidad al desarrollo de más guiones de prácticas utilizando esta herramienta.

Como fruto de esta experiencia, y dada la satisfacción general, el curso que viene se planea crear prácticas completas para la asignatura de *Metaheurísticas* utilizando *Jupyter*. De este modo, buscaremos dos beneficios principales: 1) generar guiones de prácticas fácilmente comprensibles, que combinen tanto fundamentos de teoría como fragmentos de código que puedan ser útiles en las prácticas; y 2) que los alumnos se centren más en

saber desarrollar los contenidos propios de la asignatura, y no tener que gastar tanto tiempo en instalar o configurar otras herramientas

4. Materiales y métodos

4.1. Materiales

Para llevar a cabo este proyecto, en primer lugar, se ha empleado un ordenador del grupo de investigación KDIS de la Universidad de Córdoba. Dicha máquina cuenta con un procesador Intel Core i7-7700, 16 GB de RAM, 150 GB de disco duro, y sistema operativo Debian 8.6. En esta máquina se han realizado las pruebas tanto para instalar *Jupyter* como su extensión *nbgrader*, creación de usuarios y cursos, etc., de cara a familiarizarse con la plataforma.

Posteriormente, la plataforma se instaló en un servidor virtual proporcionado por el Servicio de Informática de la Universidad de Córdoba, donde se trasladó toda la información relativa a cursos y tareas creada en la máquina anteriormente descrita, y siendo accesible para los alumnos mediante una URL². En esta máquina, los alumnos podrían iniciar sesión y acceder a las tareas correspondientes.

Finalmente, se adquirió un dispositivo NAS (*Network Attached Storage*), donde se crearon y desplegaron las encuestas. De este modo, los usuarios pudieron acceder a las encuestas, completarlas, y los resultados quedarán almacenados para su posterior análisis en dicho dispositivo. Además, no solo quedaron almacenados los resultados de las encuestas, sino que también se almacenaron en este dispositivo las prácticas de cada uno de los alumnos, de cara a poder analizarlas en un futuro.

4.2. Métodos

Para alcanzar los objetivos planteados, el proyecto se ha realizado en las siguientes fases:

- **Despliegue de la plataforma *Jupyter*.** En una primera fase, se procedió a la instalación, configuración y despliegue de *Jupyter* y su extensión *nbgrader* en la máquina del grupo KDIS. Además, se instalaron varios *kernels* diferentes para utilizar en las prácticas a realizar. Como resultado de este trabajo, se realizó un manual de usuario para la instalación y despliegue de *Jupyter* y *nbgrader* (véase Anexo A).
- **Diseño e implementación de material de apoyo en teoría y guiones de prácticas.** En esta fase, se procedió primero al diseño del material de apoyo en clase y de los guiones de prácticas necesarios para la asignatura. El proyecto se ejecutó en la asignatura Metaheurísticas, de 3º del Grado en Ingeniería Informática, tanto en el grupo de español como el de inglés. Para ello, se diseñaron varios *notebooks* con la información necesaria para que los alumnos pudiesen apoyarse en ellos para reforzar la parte teórica de la asignatura, así como realizar una práctica sencilla. Una vez que estaba diseñado el contenido a incluir en cada uno de los *notebooks*, se procedió a su implementación en *Jupyter*. Estos *notebooks* contaban con introducciones y explicaciones en modo texto, fragmentos de código que los alumnos podían ejecutar para ver su resultado (o incluso modificarlos si lo desean) y otras celdas con código que tenían que completar o codificar completamente para superar la práctica (véase Anexo B). Además, algunas de estas celdas son

² <http://jupyter.uco.es:8000> (solo accesible actualmente desde la red de la UCO)

evaluadas automáticamente por el sistema, sin que el profesorado tenga que evaluar si funciona o no correctamente el programa implementado. Por último, se diseñaron encuestas de satisfacción para todos los agentes implicados en el proyecto (véase Anexo C).

- **Uso de la plataforma *Jupyter* en clase.** Se procedió a utilizar en una clase de la asignatura Metaheurísticas el material anteriormente implementado. Estos *notebooks* contenían tanto material para fortalecer el aprendizaje del contenido teórico de la asignatura, como para presentar nuevos retos en la realización de una práctica con una librería implementada en Python.
- **Estudio de resultados de satisfacción.** Una vez que los alumnos realizaron esta práctica utilizando *Jupyter*, se pasó una encuesta a los agentes participantes en el proyecto, siendo posteriormente analizados.

5. Resultados obtenidos

Una vez obtenidos los resultados de las encuestas de satisfacción, se analizaron y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Participaron un total de 17 alumnos de la asignatura Metaheurísticas de 3º del Grado en Ingeniería Informática, tanto del grupo de inglés como de español.
- En cuanto a las preguntas relacionadas con la sencillez o facilidad de uso de *Jupyter* (preguntas 1-5), un 95,29% de los alumnos valoraron su satisfacción como buena o muy buena (≥ 4).
- Un 91,18% de los alumnos creen que sería recomendable o muy recomendable utilizar *Jupyter* en clase de prácticas de la universidad o para la realización de tutoriales o material de aprendizaje (preguntas 6-7).
- En cuanto a la valoración global (pregunta 8), un 94,12% de los alumnos consideraron que la experiencia global fue satisfactoria o muy satisfactoria, donde más de un 70% de los alumnos otorgaron la máxima puntuación en la valoración global.
- En el total de todas las preguntas realizadas, un 81,62% de las respuestas obtuvieron una valoración de 5, mientras que un 12,50% obtuvieron una valoración de 4, y por tanto únicamente un 5,88% obtuvieron una puntuación menor o igual que 3.
- Dado que finalmente el uso de esta herramienta se llevó a cabo únicamente en una asignatura, no se realizó una encuesta a el profesorado, aunque todo el profesorado participante finalmente coincidió en los beneficios de utilizar *Jupyter* en clases de prácticas.

En la Figura 1 se muestra un resumen de los resultados obtenidos de la realización de las encuestas por parte del alumnado. Resultados más detallados de la encuesta pueden encontrarse en el Anexo D.

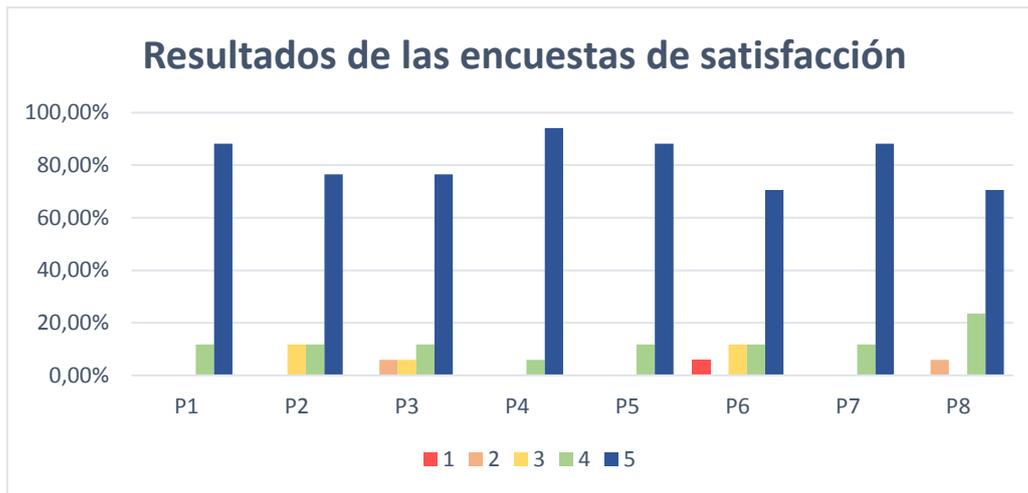


Fig 1. Resultados de la encuesta de satisfacción realizada a los alumnos. La gráfica muestra el porcentaje de valoraciones en el rango [1, 5] por parte de los alumnos para cada una de las preguntas, siendo 1 la puntuación más baja y 5 la más alta.

6. Utilidad

El proyecto presenta como novedad la utilización de la herramienta *Jupyter* como apoyo a la clase de teoría y para la realización de una serie de prácticas en asignaturas que requieran el uso/estudio de lenguajes de programación. En este punto, cabe destacar que, a pesar de que en el proyecto presente se ha llegado a implementar únicamente en una asignatura del Grado en Ingeniería Informática, una gran variedad de asignaturas adicionales de esta e incluso otras titulaciones pueden beneficiarse de las herramientas propuestas.

Dados los buenos resultados de satisfacción por parte del alumnado, esta herramienta podría trasladarse con éxito a múltiples asignaturas y titulaciones. Está claro que estas herramientas serían extensibles en multitud de asignaturas del Grado en Ingeniería Informática, pero también en titulaciones con asignaturas basadas en estadística, o simulación de procesos entre otros, ya que suelen hacer uso de diversos lenguajes de programación. A modo de ejemplo, la asignatura de Métodos y Paquetes Estadísticos del Grado de Ingeniería Forestal hace uso de programación en R, el cual posee un *kernel* específico para *Jupyter*.

Por último, se planea implementar todas las prácticas de Metaheurísticas del curso 2019/20 utilizando *Jupyter notebooks*, dados los buenos resultados obtenidos tras esta primera toma de contacto con dicha herramienta.

7. Bibliografía

[Jup15] Jupyter Development Team. nbgrader documentation. 2015. Disponible online en: <http://nbgrader.readthedocs.org>. Último acceso 09/07/2019.

[Per07] F. Pérez and B.E. Granger. IPython: a System for Interactive Scientific Computing. *Computing in Science and Engineering*, 2007, 9(3), pp. 21-29.

[Srn16] M.N. Srnc, S. Upadhyay, and J.D. Madura. Teaching Reciprocal Space to Undergraduates via Theory and Code Components of an IPython Notebook. *J. Chem. Educ*, 2016, 93(12), pp. 2106-2109.

[Too16] Dan Toomey. *Learning Jupyter*. Packt publishing, noviembre 2016.

8. Mecanismos de difusión

Para favorecer la difusión de las herramientas utilizadas en este proyecto, se adjunta en el Anexo A un manual de instalación y despliegue de *Jupyter* y sus extensiones necesarias. Por otro lado, se plantea la posibilidad de organizar unas jornadas donde se de a conocer la herramienta y su funcionamiento, con el fin de trasladarla con éxito a otras asignaturas y titulaciones, así como divulgar los resultados de satisfacción alcanzados con la ejecución del presente proyecto.

9. Evidencias

Se anexan a la memoria las siguientes evidencias:

- A. Manual de instalación y despliegue de *Jupyter*.
- B. Copia de los notebooks implementados para la asignatura de Metaheurísticas.
- C. Encuestas pasadas al alumnado participante en el proyecto.
- D. Resultados detallados de la realización de las encuestas.