



UNIVERSIDAD  
**COMPLUTENSE**  
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2022/2023

Nº de proyecto 304

Título del proyecto

Ejercicios creativos y recreativos en Python para primeros cursos de grado

Nombre del responsable del proyecto: M. Isabel Riomoros

Centro: Facultad de Estudios Estadísticos

Departamento: Sistemas Informáticos y Computación

1. **Objetivos propuestos en la presentación del proyecto**
2. **Objetivos alcanzados**
3. **Metodología empleada en el proyecto**
4. **Recursos humanos**
5. **Desarrollo de las actividades**
6. **Anexos**

## **1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto**

Actualmente, Python es uno de los lenguajes de programación más populares y con mayor demanda en el mercado laboral. Su facilidad de aprendizaje y uso, así como el soporte proporcionado por una amplia comunidad de usuarios, junto con la gran cantidad de material y librerías disponibles han propiciado su éxito.

Python es uno de los lenguajes más utilizados para la ciencia de datos, el aprendizaje automático, y en los entornos de cloud computing y big data. Por ello, este lenguaje de programación ha sido elegido como idioma vehicular de la asignatura Informática del primer curso de la Facultad de Ciencias Matemáticas (FCM) y, a partir del curso 2022-2023, también el lenguaje del primer curso de las asignaturas de informática de los grados de Estadística Aplicada y Ciencia de los Datos Aplicada de la Facultad de Estudios Estadísticos (FEE).

Este proyecto inicialmente surgió por dos problemas detectados en la Facultad de Estudios Estadísticos. En primer lugar, nos encontramos con el comienzo de un nuevo grado de Ciencia de Datos en el que el lenguaje de programación es Python. En segundo lugar, nos encontramos con la variedad de lenguajes de programación utilizados en las asignaturas de informática de la Facultad de Estudios Estadísticos para el grado de Estadística Aplicada. Este hecho, ha penalizado el correcto desarrollo de los temarios al invertir parte de las horas lectivas en enseñar un nuevo lenguaje para cada asignatura. Debido a ello, el alumnado ha aumentado su desapego hacia estas materias, lo que repercute en una alta tasa de suspensos. La solución pasa, en parte, por la elección de un único lenguaje como lengua franca para todos los cursos de informática del centro.

De entre las opciones disponibles, Python es uno de los lenguajes de programación modernos más populares y con mayor demanda en el mercado laboral. Su facilidad de aprendizaje y uso, así como el soporte proporcionado por una amplia comunidad de usuarios, junto con la gran cantidad de material y librerías disponibles, han propiciado su éxito. Esta elección minimiza el esfuerzo del estudiante, al aprender un único lenguaje en lugar de cambiar constantemente con cada materia y les facilita la continuación de sus estudios de máster o doctorado.

Gracias a la rápida curva de aprendizaje de Python y su facilidad de uso, los docentes pueden centrarse en resolver las dificultades que suelen encontrar los estudiantes de primero. Entre dichas dificultades observamos problemas en entender los conceptos abstractos y lógicos de los lenguajes de programación, la frustrante lucha continua con la sintaxis de los programas, la dificultad para descomponer un problema en subproblemas más fáciles de resolver, los obstáculos para avanzar en la materia si no dedica el tiempo suficiente a practicar la escritura del código y la necesidad de una retroalimentación clara sobre sus errores y cómo corregirlos. Una vez organizado el proyecto y el equipo de docentes participantes, consideramos que este trabajo podría complementar el conjunto de ejercicios en Python utilizados también por los alumnos de primer curso de Matemáticas.

La meta principal del proyecto de innovación docente es actualizar, adecuar y uniformizar el material docente disponible a este lenguaje de programación. Para ello, nos marcamos los siguientes objetivos:

- La edición de un libro que agrupe los contenidos necesarios para las asignaturas de programación de los primeros cursos de grado en la FEE, y
- La elaboración de un corpus de ejercicios resueltos sobre un entorno de pruebas interactivo, con el que motivar la participación del alumnado en la realización de las tareas.

## 2. Objetivos alcanzados

Este proyecto nos ha servido para coordinar a los profesores que impartimos asignaturas de programación en los cursos iniciales de varios grados y hacer una puesta en común de cómo adecuar y uniformizar los recursos docentes ante la implantación de este nuevo lenguaje de programación. Hemos dado un primer paso, organizando la metodología de trabajo. Hemos comprobando que el alumno está motivado con esta forma de trabajar, más didáctica, interactiva y cercana a lo explicado en clase y a las directrices dadas por el profesorado. La elaboración de un pequeño corpus de ejercicios resueltos de distintos temas, que se irá ampliando curso a curso, ha servido de base para que el alumno se atreva a realizar otros ejercicios propuestos. Anteriormente a la aplicación de nuestro nuevo material y metodología docente, los estudiantes consultaban cualquier página en internet y copiaban códigos que no se ajustaban a lo visto en clase y que no entendían bien, con el consiguiente fracaso. Es cierto que la violenta irrupción de la Inteligencia Artificial parece presagiar que los estudiantes emplearán código generado automáticamente en sustitución de las implementaciones copiadas de forma tradicional, pero como docentes podemos emplear estas herramientas a nuestro favor, mostrando que el diseño de algoritmos requiere no sólo eficiencia sino también creatividad.

Desde el primer momento hemos obtenido un gran impacto en el alumnado, al trasladarles la importancia de la asignatura tanto en el entorno laboral como académico. Este lenguaje es fácil de aprender y utilizar, con soporte proporcionado por una amplia comunidad de usuarios y gran cantidad de material y librerías disponibles, siendo Python, además, uno de los lenguajes más utilizados para la ciencia de datos, el aprendizaje automático, así como en los entornos de cloud computing y big data.

En cuanto a la infraestructura necesaria, hemos ayudado a los estudiantes en la instalación de las herramientas Python en sus portátiles. Además, hemos solicitado que esas mismas herramientas se instalen en los laboratorios de informática, en el caso de que no estuvieran previamente disponibles.

En este primer paso del proyecto hemos centrado los esfuerzos en la creación de un repositorio público con ejercicios en github, la incorporación de varios enunciados de ejercicios en Python, así como en la configuración, prueba y despliegue de un primer

prototipo de corrector automático de ejercicios. Este tipo de plataforma para la autocorrección de ejercicios en Python se ha usado con un grupo de estudiantes de la asignatura de programación en la FEE. Concretamente, se han escrito más de veinte ejercicios separados en ocho hojas temáticas (ejercicios sobre condicionales, bucles, etc.) con soporte para la autocorrección. Estos ejercicios se han usado en las asignaturas de Programación I y II de la Facultad de Estudios Estadística a lo largo del curso 2022/2023. Además, los estudiantes han encontrado especialmente útil el uso de cuadernos de Jupyter Notebook durante la implementación de las prácticas obligatorias de ambas asignaturas. Estas, una vez presentadas, eran evaluadas por el profesor correspondiente; sin embargo, antes de la entrega los alumnos podían comprobar si su propuesta estaba bien encaminada gracias a los casos de prueba del cuaderno correspondiente. De este modo, se pretendía que los estudiantes aprendiesen de sus propios errores, identificando los fragmentos de código incorrectos y solucionando, en la medida de lo posible, los fallos encontrados. Los resultados obtenidos han sido muy positivos, ya que los cuadernos han facilitado no solo el trabajo de los alumnos sino también la labor de los profesores. En este sentido, las calificaciones han sido ligeramente superiores a las obtenidas en cursos pasados, aunque este éxito puede deberse no tanto al uso de los cuadernos como al empleo de Python.

Por otra parte, la utilidad de los cuadernos de Jupyter Notebook no se ha limitado a la autocorrección de los ejercicios y las prácticas. También se han empleado para ilustrar de modo interactivo algunas de las características de Python, como la mutabilidad, así como las propiedades de ciertas estructuras de datos (listas, diccionarios y ficheros), y el uso de módulos básicos como los módulos matemáticos.

Como resultado complementario del proyecto de innovación docente, se ha creado la infraestructura para un borrador de libro web. Este libro web no ha podido completarse a tiempo para este proyecto de innovación docente actual tal y como estaba inicialmente previsto debido a la complejidad técnica de su edición. La misión de este libro es aumentar el corpus de enunciados de problemas auto corregibles disponibles, incluir un mayor número de explicaciones y ejemplos detallados para cada temario, y mejorar la maquetación y accesibilidad de los contenidos a través de un explorador web.

Este primer proyecto ha sido muy efectivo en el desarrollo de una primera colección de ejercicios autocorregibles en el lenguaje de programación Python. Continuaremos trabajando para conseguir la finalización del libro de apuntes futuros proyectos de innovación docente, tomando como punto de partida los libros, el material y los ejercicios redactados por los integrantes del equipo para otros lenguajes de programación y asignaturas.

### **3. Metodología empleada en el proyecto**

El desarrollo del proyecto se ha realizado siguiendo las tareas que se enumeran a continuación.

- 1) Creación del repositorio
- 2) Elaboración de los ejercicios y subida al repositorio.
- 3) Instalación de las herramientas de Python.
- 4) Uso del nuevo entorno por grupos de estudiantes.
- 5) Publicación de la experiencia.

La tarea 1 la realiza un profesor del equipo de trabajo. El repositorio es público y accesible, al que tienen acceso los demás profesores y los alumnos.

En la tarea 2, se aprovecha la experiencia de proyectos anteriores del equipo de trabajo en la redacción del material docente. Los ejercicios de las asignaturas de programación, antes en lenguaje C++, se adecúan al nuevo lenguaje y están disponibles en el repositorio web. Esta adecuación implica no sólo la adaptación de los ejercicios propuestos en cursos anteriores sino también la inclusión de nuevos enunciados.

Después, se ayuda a instalar el nuevo software en los portátiles de los alumnos y se instalan las mismas herramientas en los ordenadores de los laboratorios de informática de la Facultad de Estudios Estadísticos (tarea 3) para que los estudiantes puedan desarrollar sus tareas tanto en casa como durante las sesiones de laboratorio de las asignaturas. En particular, se utiliza el entorno de programación de Jupyter Notebooks, que ofrece una interfaz amigable de programación, similar a una página web, donde se puede intercalar texto con imágenes y celdas para ejecutar interactivamente código Python.

Posteriormente se evalúan las capacidades de los Jupyter Notebook para ofrecer autocorrecciones de los ejercicios y las prácticas obligatorias, las cuales realimentan a los estudiantes. Esta tarea se plantea como un paso previo a la implementación de jueces virtuales más elaborados. Un grupo piloto de alumnos (tarea 4) opina sobre el nuevo entorno de trabajo con el fin de corregir las deficiencias detectadas.

Por último, publicamos la experiencia (tarea 5) en una página web.

#### **4. Recursos humanos**

Para cada una de las etapas de las que consta el proyecto: elaboración de materiales, implementación, evaluación del entorno y retroalimentación, hemos contado con un gran equipo de profesores con larga experiencia docente e investigadora en la Universidad Complutense, junto con personal asociado a tiempo parcial y jóvenes doctores con una amplia experiencia docente en los primeros cursos de grado, en materias relacionadas con la programación y que también han formado parte de otros proyectos de innovación educativa.

Todos ellos han participado en varias ediciones de las asignaturas de programación en la Facultad de Informática, la Facultad de Estudios Estadísticos y la Facultad de Matemáticas, así como en la elaboración de sus programas docentes y material existente actualmente.

## 5. Desarrollo de las actividades

En primer lugar, hemos enseñado a los estudiantes a instalar el entorno y las herramientas del nuevo lenguaje en sus ordenadores personales. La instalación en los equipos portátiles de los alumnos ha usado la misma versión de las herramientas en Python disponible en los laboratorios de informática de la Facultad de Estudios Estadísticos, ya que algunos días utilizan los portátiles en el aula y otros días la clase es en el laboratorio de informática.

Una vez que hemos empezado con la presentación del lenguaje de programación, hemos ido explicando la sintaxis del lenguaje con ejercicios básicos. Gradualmente, hemos subido al repositorio web hojas de ejercicios cada vez más difíciles que hemos ido resolviendo con la participación del grupo, hemos ido mejorando los enunciados y soluciones, y el código final lo hemos dejado en el repositorio en la carpeta correspondiente a ese tema. Hemos procedido así con todos los temas en los que hemos estructurado el curso.

Los ejercicios se encuentran disponibles en la carpeta nbgrader/source del repositorio de Github albergado en [1] en formato Jupyter Notebook. La elección de Jupyter Notebook como formato para la elaboración de hojas de ejercicios en Python radica en su amplia aceptación dentro de la comunidad de ciencia de datos por su sencillez de uso, ejecución y exportación. En particular, los Jupyter Notebook facilitan la interacción entre profesores y alumnos: permiten combinar en un mismo fichero 1) el texto con los enunciados e imágenes de problemas que elabora el docente, 2) la solución que implementan los estudiantes para la resolución de las tareas y 3) un entorno de ejecución interactivo donde ejecutar el código.

La tecnología escogida para lograr que los ejercicios de Python fueran auto evaluables se llama nbgrader [2]. Dicha tecnología consiste en una biblioteca de Python que permite incrustar las soluciones del profesor y un conjunto de tests de prueba junto con los enunciados de las tareas en los ficheros Jupyter Notebook. El estudiante, al terminar su solución, deposita el fichero de Jupyter Notebook en un servidor preconfigurado donde se evalúan automáticamente dichos tests de prueba para puntuar la calificación final.

Por ejemplo, la siguiente imagen ilustra un ejercicio que plantea al estudiante el reto de implementar una función que calcule la longitud de una circunferencia de un radio dado. El fragmento de código incluye la solución del ejercicio propuesta por el profesor (texto entre BEGIN y END SOLUTION), la solución del estudiante (### Escribe aquí tus pruebas), y un test que se ejecuta para puntuar el problema al entregar la tarea (`test_circumference`). El estudiante únicamente ve el enunciado del problema (en este caso, la cabecera de la función `circumference`), mientras que la solución del profesor y el test quedan ocultos hasta el momento de la evaluación.

```
import math
#%%

def circumference(radius: float) -> float:
    ### BEGIN SOLUTION
    return 2 * radius * math.pi
    ### END SOLUTION
#%%
### Escribe aquí tus pruebas

#%%
def test_circumference():
    tests = [(0.0, 0.0),
             (0.5, 3.141592653589793),
             (1.0, 6.283185307179586),
             (1.5, 9.42477796076938),
             (2.0, 12.566370614359172),
             (2.5, 15.707963267948966),
             (3.0, 18.84955592153876),
             (3.5, 21.991148575128552),
             (4.0, 25.132741228718345),
             (4.5, 28.274333882308138),
```

Dentro de la carpeta nbgrader del repositorio web se encuentran los ficheros de configuración que inicializan el servidor de la asignatura, pudiendo añadir nuevos estudiantes u hojas de problemas al curso posteriormente. Por último, como resultado complementario del proyecto de innovación docente, se ha creado un prototipo de libro web (carpeta nbgrader/content). Este prototipo de libro web tiene por objetivo sentar las bases para futuros proyectos de innovación docente. Concretamente, su misión es ampliar la colección de ejercicios autocorregibles con un mayor número de ejemplos y explicaciones, así como para mejorar la maquetación y accesibilidad de los contenidos. Esta sección se basa en la tecnología de Jupyter Books, la cual permite crear libros electrónicos a partir de una serie de fichas en formato de Jupyter Notebook.

[1] [https://github.com/nachorequeno/programacion\\_python](https://github.com/nachorequeno/programacion_python)

[2] <https://nbgrader.readthedocs.io/en/stable/>