



Aprende Python

Core

1	Introducción	3
1.1	Hablando con la máquina	3
1.2	Algo de historia	7
1.3	Python	13
2	Entornos de desarrollo	21
2.1	Thonny	22
2.2	Contexto real	27
3	Tipos de datos	37
3.1	Datos	38
3.2	Números	49
3.3	Cadenas de texto	64
4	Control de flujo	89
4.1	Condicionales	90
4.2	Bucles	106
5	Estructuras de datos	119
5.1	Listas	120
5.2	Tuplas	147
5.3	Diccionarios	154
5.4	Conjuntos	172
5.5	Ficheros	179
6	Modularidad	187
6.1	Funciones	188
6.2	Objetos y Clases	228
6.3	Excepciones	256
6.4	Módulos	263



Curso gratuito para aprender el lenguaje de programación **Python** con un enfoque **práctico**, incluyendo **ejercicios** y cobertura para distintos **niveles de conocimiento**.¹

Licencia: GNU General Public License v3.0: [GPLv3](#).

Consejo: «Programming is not about typing, it's about thinking.» – Rich Hickey

¹ En la foto de portada aparecen los Monty Python. Fuente: [noticiascyl](#)

CAPÍTULO 1

Introducción

Este capítulo es una introducción a la programación para conocer, desde un enfoque sencillo pero aclaratorio, los mecanismos que hay detrás de ello.

1.1 Hablando con la máquina



Los ordenadores son dispositivos complejos pero están diseñados para hacer una cosa bien: **ejecutar aquello que se les indica**. La cuestión es cómo indicar a un ordenador lo que queremos que execute. Esas indicaciones se llaman técnicamente **instrucciones** y se expresan en un lenguaje. Podríamos decir que **programar** consiste en escribir instrucciones para que sean ejecutadas por un ordenador. El lenguaje que utilizamos para ello se denomina **lenguaje de programación**.¹

1.1.1 Código máquina

Pero aún seguimos con el problema de cómo hacer que un ordenador (o máquina) entienda el lenguaje de programación. A priori podríamos decir que un ordenador sólo entiende un lenguaje muy «simple» denominado **código máquina**. En este lenguaje se utilizan únicamente los símbolos **0** y **1** en representación de los *niveles de tensión* alto y bajo, que al fin y al cabo, son los estados que puede manejar un circuito digital. Hablamos de **sistema binario**. Si tuviéramos que escribir programas de ordenador en este formato sería una tarea ardua, pero afortunadamente se han ido creando con el tiempo lenguajes de programación intermedios que, posteriormente, son convertidos a código máquina.

Si intentamos visualizar un programa en código máquina, únicamente obtendríamos una secuencia de ceros y unos:

```
00001000 00000010 01111011 10101100 10010111 11011001 01000000 01100010  
00110100 00010111 01101111 10111001 01010110 00110001 00101010 00011111  
10000011 11001101 11110101 01001110 01010010 10100001 01101010 00001111  
11101010 00100111 11000100 01110101 11011011 00010110 10011111 01010110
```

1.1.2 Ensamblador

El primer lenguaje de programación que encontramos en esta «escalada» es **ensamblador**. Veamos un ejemplo de código en ensamblador del típico programa que se escribe por primera vez, el «Hello, World»:

```
SYS_SALIDA equ 1

section .data
    msg db "Hello, World",0x0a
    len equ $ - msg ;longitud de msg

section .text
global _start ;para el linker
_start: ;marca la entrada
    mov eax, 4 ;llamada al sistema (sys_write)
```

(continué en la próxima página)

¹ Foto original por Garett Mizunaka en Unsplash.

(proviene de la página anterior)

```

mov ebx, 1 ;descripción de archivo (stdout)
mov ecx, msg ;msg a escribir
mov edx, len ;longitud del mensaje
int 0x80 ;llama al sistema de interrupciones

fin: mov eax, SYS_SALIDA ;llamada al sistema (sys_exit)
    int 0x80

```

Aunque resulte difícil de creer, lo «único» que hace este programa es mostrar en la pantalla de nuestro ordenador la frase «Hello, World», pero además teniendo en cuenta que sólo funcionará para una arquitectura x86.

1.1.3 C

Aunque el lenguaje ensamblador nos facilita un poco la tarea de desarrollar programas, sigue siendo bastante complicado ya que las instrucciones son muy específicas y no proporcionan una semántica entendible. Uno de los lenguajes que vino a suplir – en parte – estos obstáculos fue **C**. Considerado para muchas personas como un referente en cuanto a los lenguajes de programación, permite hacer uso de instrucciones más claras y potentes. El mismo ejemplo anterior del programa «Hello, World» se escribiría así en lenguaje *C*:

```

#include <stdio.h>

int main() {
    printf("Hello, World");
    return 0;
}

```

1.1.4 Python

Si seguimos «subiendo» en esta lista de lenguajes de programación, podemos llegar hasta **Python**. Se dice que es un lenguaje de *más alto nivel* en el sentido de que sus instrucciones son más entendibles por un humano. Veamos cómo se escribiría el programa «Hello, World» en el lenguaje de programación Python:

```
print('Hello, World')
```

¡Pues así de fácil! Hemos pasado de *código máquina* (ceros y unos) a *código Python* en el que se puede entender perfectamente lo que estamos indicando al ordenador. La pregunta que surge es: ¿cómo entiende una máquina lo que tiene que hacer si le pasamos un programa hecho en Python (o cualquier otro lenguaje de alto nivel)? La respuesta es un **compilador**.

1.1.5 Compiladores

Los compiladores son programas que convierten un lenguaje «cualquiera» en *código máquina*. Se pueden ver como traductores, permitiendo a la máquina interpretar lo que queremos hacer.



Figura 1: Esquema de funcionamiento de un compilador²

Nota: Para ser más exactos, en Python hablamos de un **intérprete** en vez de un compilador, pero a los efectos es prácticamente lo mismo. La diferencia está en que el intérprete realiza la «compilación» (*interpretación*) y la «ejecución» de una vez, mientras que el compilador genera un formato «ejecutable» (*código objeto*) que se ejecuta en otra fase posterior.

² Iconos originales por Favicon.

1.2 Algo de historia



La historia de la programación está relacionada directamente con la aparición de los computadores, que ya desde el siglo XV tuvo sus inicios con la construcción de una máquina que realizaba operaciones básicas y raíces cuadradas ([Gottfried Wilhem von Leibniz](#)); aunque en realidad la primera gran influencia hacia la creación de los computadores fue la máquina diferencial para el cálculo de polinomios, proyecto no concluido de [Charles Babbage](#) (1793-1871) con el apoyo de [Lady Ada Countess of Lovelace](#) (1815-1852), primera persona que incursionó en la programación y de quien proviene el nombre del lenguaje de programación [ADA](#) creado por el DoD (Departamento de defensa de Estados Unidos) en la década de 1970.¹

1.2.1 Hitos de la computación

La siguiente tabla es un resumen de los principales hitos en la historia de la computación:

Tabla 1: Hitos en la computación

Personaje	Aporte	Año
Gottfried Leibniz	Máquinas de operaciones básicas	XV
Charles Babbage	Máquina diferencial para el cálculo de polinomios	XVII

continué en la próxima página

¹ Foto original por Dario Veronesi en Unsplash.

Tabla 1 – proviene de la página anterior

Personaje	Aporte	Año
Ada Lovelace	Matemática, informática y escritora británica. Primera programadora de la historia por el desarrollo de algoritmos para la máquina analítica de Babbage	XVII
George Boole	Contribuyó al algebra binaria y a los sistemas de circuitos de computadora (álgebra booleana)	1854
Herman Hollerit	Creador de un sistema para automatizar la pesada tarea del censo	1890
Alan Turing	Máquina de Turing - una máquina capaz de resolver problemas - Aportes de Lógica Matemática - Computadora con tubos de vacío	1936
John Atanasoff	Primera computadora digital electrónica patentada: Atanasoff Berry Computer (ABC)	1942
Howard Aiken	En colaboración con IBM desarrolló el Mark I , una computadora electromecánica de 16 metros de largo y más de dos de alto que podía realizar las cuatro operaciones básicas y trabajar con información almacenada en forma de tablas	1944
Grace Hopper	Primera programadora que utilizó el Mark I	1945
John W. Mauchly	Junto a John Presper Eckert desarrolló una computadora electrónica completamente operacional a gran escala llamada Electronic Numerical Integrator And Computer (ENIAC)	1946
John Von Neumann	Propuso guardar en memoria no solo la información , sino también los programas , acelerando los procesos	1946

Luego los avances en las ciencias informáticas han sido muy acelerados, se reemplazaron los **tubos de vacío** por **transistores** en 1958 y en el mismo año, se sustituyeron por **circuitos integrados**, y en 1961 se miniaturizaron en **chips de silicio**. En 1971 apareció el primer microprocesador de Intel; y en 1973 el primer sistema operativo CP/M. El primer computador personal es comercializado por IBM en el año 1980.

² Fuente: Meatze.



Figura 2: Ada Lovelace: primera programadora de la historia²

1.2.2 De los computadores a la programación

De acuerdo a este breve viaje por la historia, la programación está vinculada a la aparición de los computadores, y los lenguajes tuvieron también su evolución. Inicialmente, como ya hemos visto, se programaba en **código binario**, es decir en cadenas de 0s y 1s, que es el lenguaje que entiende directamente el computador, tarea extremadamente difícil; luego se creó el **lenguaje ensamblador**, que aunque era lo mismo que programar en binario, al estar en letras era más fácil de recordar. Posteriormente aparecieron **lenguajes de alto nivel**, que en general, utilizan palabras en inglés, para dar las órdenes a seguir, para lo cual utilizan un proceso intermedio entre el lenguaje máquina y el nuevo código llamado código fuente, este proceso puede ser un compilador o un intérprete.

Un **compilador** lee todas las instrucciones y genera un resultado; un **intérprete** ejecuta y genera resultados línea a línea. En cualquier caso han aparecido nuevos lenguajes de programación, unos denominados estructurados y en la actualidad en cambio los lenguajes orientados a objetos y los lenguajes orientados a eventos.³

1.2.3 Cronología de lenguajes de programación

Desde la década de 1950 se han sucedido multitud de lenguajes de programación que cada vez incorporan más funcionalidades destinadas a cubrir las necesidades del desarrollo de aplicaciones. A continuación se muestra una tabla con la historia de los lenguajes de programación más destacados:

El **número** actual de lenguajes de programación depende de lo que se considere un *lenguaje de programación* y a *quién se pregunte*. Según [TIOBE](#) más de 250; según [Wikipedia](#) más de 700, según [Language List](#) más de 2500; y para una cifra muy alta podemos considerar a [Online Historical Encyclopaedia of Programming Languages](#) que se acerca a los **9000**.

1.2.4 Creadores de lenguajes de programación

El avance de la computación está íntimamente relacionado con el desarrollo de los lenguajes de programación. Sus creadores y creadoras juegan un *rol fundamental* en la historia tecnológica. Veamos algunas de estas personas:⁴

Tabla 2: Creadores de lenguajes de programación

Personaje	Aporte
Alan Cooper	Desarrollador de Visual Basic
Alan Kay	Pionero en programación orientada a objetos. Creador de Smalltalk

continué en la próxima página

³ Fuente: Universidad Técnica del Norte.

⁴ Fuente: Wikipedia.

Tabla 2 – proviene de la página anterior

Personaje	Aporte
Anders Hejlsberg	Desarrollador de Turbo Pascal, Delphi y C#
Bertrand Meyer	Inventor de Eiffel
Bill Joy	Inventor de vi . Autor de BSD Unix . Creador de SunOS , el cual se convirtió en Solaris
Bjarne Stroustrup	Desarrollador de C++
Brian Kernighan	Coautor del primer libro de programación en lenguaje C con Dennis Ritchie y coautor de los lenguajes de programación AWK y AMPL
Dennis Ritchie	Inventor de C. Sistema Operativo Unix
Edsger W. Dijkstra	Desarrolló las bases para la programación estructurada
Grace Hopper	Desarrolladora de Flow-Matic , influenciando el lenguaje COBOL
Guido van Rossum	Creador de Python
James Gosling	Desarrollador de Oak . Precursor de Java
Joe Armstrong	Creador de Erlang
John Backus	Inventor de Fortran
John McCarthy	Inventor de LISP
John von Neumann	Creador del concepto de sistema operativo
Ken Thompson	Inventor de B. Desarrollador de Go . Coautor del sistema operativo Unix
Kenneth E. Iverson	Desarrollador de APL . Co-desarrollador de J junto a Roger Hui
Larry Wall	Creador de Perl y Perl 6
Martin Odersky	Creador de Scala . Previamente contribuyó en el diseño de Java
Mitchel Resnick	Creador del lenguaje visual Scratch
Nathaniel Rochester	Inventor del primer lenguaje en ensamblador simbólico (IBM 701)
Niklaus Wirth	Inventor de Pascal, Modula y Oberon
Robin Milner	Inventor de ML . Compartió crédito en el método Hindley–Milner de inferencia de tipo polimórfica
Seymour Papert	Pionero de la inteligencia artificial. Inventor del lenguaje de programación Logo en 1968
Stephen Wolfram	Creador de Mathematica
Yukihiro Matsumoto	Creador de Ruby

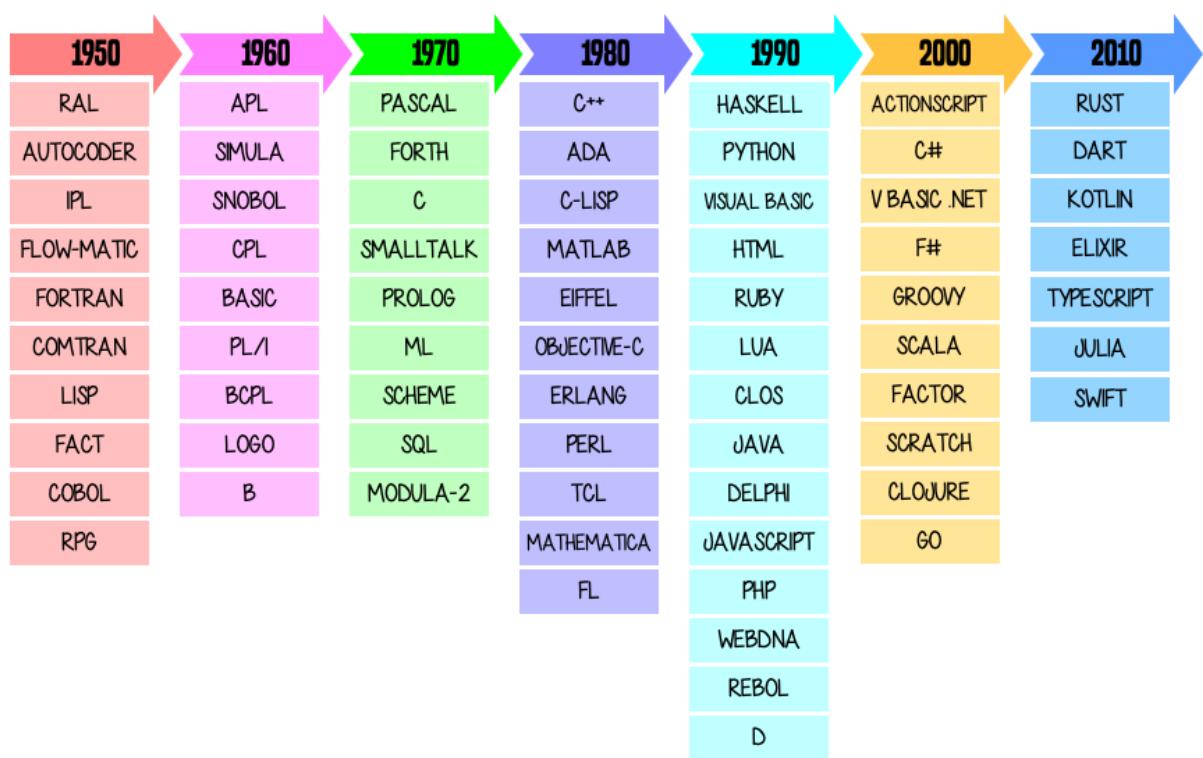


Figura 3: Cronología de los lenguajes de programación más destacados

1.3 Python



Python es un lenguaje de programación de *alto nivel* creado a finales de los 80/principios de los 90 por Guido van Rossum, holandés que trabajaba por aquella época en el *Centro para las Matemáticas y la Informática* de los Países Bajos. Sus instrucciones están muy cercanas al **lenguaje natural** en inglés y se hace hincapié en la **legibilidad** del código. Toma su nombre de los **Monty Python**, grupo humorista de los 60 que gustaban mucho a Guido. Python fue creado como sucesor del lenguaje ABC.¹

1.3.1 Características del lenguaje

A partir de su definición de la Wikipedia:

- Python es un lenguaje de programación **interpretado** y **multiplataforma** cuya filosofía hace hincapié en una sintaxis que favorezca un **código legible**.
- Se trata de un lenguaje de programación **multiparadigma**, ya que soporta **orientación a objetos**, **programación imperativa** y, en menor medida, programación funcional.
- Añadiría, como característica destacada, que se trata de un lenguaje de **propósito general**.

¹ Foto original por Markéta Marcellová en Unsplash.

Ventajas

- Libre y gratuito (OpenSource).
- Fácil de leer, parecido a pseudocódigo.
- Aprendizaje relativamente fácil y rápido: claro, intuitivo....
- Alto nivel.
- Alta Productividad: simple y rápido.
- Tiende a producir un buen código: orden, limpieza, elegancia, flexibilidad, ...
- Multiplataforma. Portable.
- Multiparadigma: programación imperativa, orientada a objetos, funcional, ...
- Interactivo, modular, dinámico.
- Librerías extensivas («pilas incluídas»).
- Gran cantidad de librerías de terceros.
- Extensible (C++, C, ...) y «embebible».
- Gran comunidad, amplio soporte.
- Interpretado.
- Tipado dinámico⁵.
- Fuertemente tipado⁶.
- Hay diferentes implementaciones: CPython, PyPy, Jython, IronPython, MicroPython,
...

Desventajas

- Interpretado (velocidad de ejecución, multithread vs GIL, etc.).
- Consumo de memoria.
- Errores durante la ejecución.
- Dos versiones mayores no del todo compatibles (v2 vs v3).
- Desarrollo móvil.
- Documentación a veces dispersa e incompleta.

⁵ Tipado dinámico significa que una variable puede cambiar de tipo durante el tiempo de vida de un programa. C es un lenguaje de tipado estático.

⁶ Fuertemente tipado significa que, de manera nativa, no podemos operar con dos variables de tipos distintos, a menos que realice una conversión explícita. Javascript es un lenguaje débilmente tipado.

- Varios módulos para la misma funcionalidad.
- Librerías de terceros no siempre del todo maduras.

1.3.2 Uso de Python

Al ser un lenguaje de propósito general, podemos encontrar aplicaciones prácticamente en todos los campos científico-tecnológicos:

- Análisis de datos.
- Aplicaciones de escritorio.
- Bases de datos relacionales / NoSQL
- Buenas prácticas de programación / Patrones de diseño.
- Conurrencia.
- Criptomonedas / Blockchain.
- Desarrollo de aplicaciones multimedia.
- Desarrollo de juegos.
- Desarrollo en dispositivos embebidos.
- Desarrollo móvil.
- Desarrollo web.
- DevOps / Administración de sistemas / Scripts de automatización.
- Gráficos por ordenador.
- Inteligencia artificial.
- Internet de las cosas.
- Machine Learning.
- Programación de parsers / scrapers / crawlers.
- Programación de redes.
- Propósitos educativos.
- Prototipado de software.
- Seguridad.
- Tests automatizados.

De igual modo son muchas las empresas, instituciones y organismos que utilizan Python en su día a día para mejorar sus sistemas de información. Veamos algunas de las más relevantes:



Figura 4: Grandes empresas y organismos que usan Python

Existen rankings y estudios de mercado que sitúan a Python como uno de los lenguajes más *usados* y la vez, más *amados* dentro del mundo del desarrollo de software.

En el momento de la escritura de este documento, la última actualización del Índice TIOBE es de *febrero de 2022* en el que Python ocupaba el **primer lugar de los lenguajes de programación más usados**, por delante de *C* y *Java*.

Feb 2022	Feb 2021	Change	Programming Language	Ratings	Change
1	3	▲	Python	15.33%	+4.47%
2	1	▼	C	14.08%	-2.26%
3	2	▼	Java	12.13%	+0.84%

Figura 5: Índice TIOBE 2022

Igualmente en la encuesta a desarrolladores de Stack Overflow *hecha en 2021*, Python ocupaba el **tercer puesto de los lenguajes de programación más populares**, sólo por detrás de *Javascript* y *HTML/CSS*.



Figura 6: Encuesta Stack Overflow 2021

1.3.3 Python2 vs Python3

En el momento de la escritura de este material, se muestra a continuación la evolución de las versiones mayores de Python a lo largo de la historia:³

Versión	Fecha de lanzamiento
Python 1.0	Enero 1994
Python 1.5	Diciembre 1997
Python 1.6	Septiembre 2000
Python 2.0	Octubre 2000
Python 2.1	Abril 2001
Python 2.2	Diciembre 2001
Python 2.3	Julio 2003
Python 2.4	Noviembre 2004
Python 2.5	Septiembre 2006
Python 2.6	Octubre 2008
Python 2.7	Julio 2010
Python 3.0	Diciembre 2008
Python 3.1	Junio 2009
Python 3.2	Febrero 2011
Python 3.3	Septiembre 2012
Python 3.4	Marzo 2014
Python 3.5	Septiembre 2015
Python 3.6	Diciembre 2016
Python 3.7	Junio 2018
Python 3.8	Octubre 2019
Python 3.9	Octubre 2020
Python 3.10	Octubre 2021

El cambio de **Python 2** a **Python 3** fue bastante «traumático» ya que se **perdió la compatibilidad** en muchas de las estructuras del lenguaje. Los «core-developers»⁴, con *Guido van Rossum* a la cabeza, vieron la necesidad de aplicar estas modificaciones en beneficio del rendimiento y expresividad del lenguaje de programación. Este cambio implicaba que el código escrito en Python 2 no funcionaría (de manera inmediata) en Python 3.3. Python

El pasado **1 de enero de 2020** finalizó oficialmente el **soporte a la versión 2.7** del lenguaje de programación Python. Es por ello que se recomienda lo siguiente:

Importante: Únete a **Python 3** y aprovecha todas sus ventajas.

1.3.4 Zen de Python

Existen una serie de *reglas* «filosóficas» que indican una manera de hacer y de pensar dentro del mundo **pitónico**² creadas por [Tim Peters](#), llamadas el **Zen de Python** y que se pueden aplicar incluso más allá de la programación:

```
>>> import this
The Zen of Python, by Tim Peters

Beautiful is better than ugly.
Explicit is better than implicit.
Simple is better than complex.
Complex is better than complicated.
Flat is better than nested.
Sparse is better than dense.
Readability counts.
Special cases aren't special enough to break the rules.
Although practicality beats purity.
Errors should never pass silently.
Unless explicitly silenced.
In the face of ambiguity, refuse the temptation to guess.
There should be one-- and preferably only one --obvious way to do it.
Although that way may not be obvious at first unless you're Dutch.
Now is better than never.
Although never is often better than *right* now.
If the implementation is hard to explain, it's a bad idea.
If the implementation is easy to explain, it may be a good idea.
Namespaces are one honking great idea -- let's do more of those!
```

En su [traducción de la Wikipedia](#):

- Bello es mejor que feo.
- Explícito es mejor que implícito.
- Simple es mejor que complejo.
- Complejo es mejor que complicado.
- Plano es mejor que anidado.
- Espaciado es mejor que denso.

² Dícese de algo/alguien que sigue las convenciones de Python.

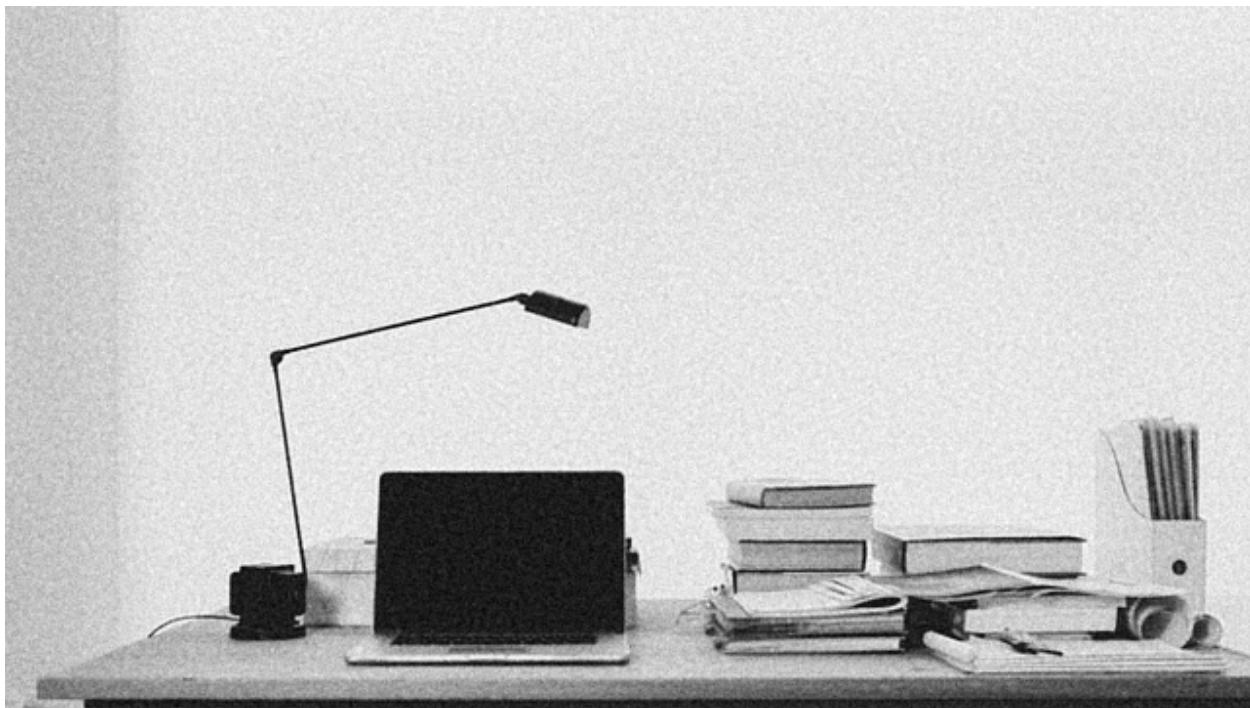
- La legibilidad es importante.
- Los casos especiales no son lo suficientemente especiales como para romper las reglas.
- Sin embargo la practicidad le gana a la pureza.
- Los errores nunca deberían pasar silenciosamente.
- A menos que se silencien explícitamente.
- Frente a la ambigüedad, evitar la tentación de adivinar.
- Debería haber una, y preferiblemente solo una, manera obvia de hacerlo.
- A pesar de que esa manera no sea obvia a menos que seas Holandés.
- Ahora es mejor que nunca.
- A pesar de que nunca es muchas veces mejor que *ahora* mismo.
- Si la implementación es difícil de explicar, es una mala idea.
- Si la implementación es fácil de explicar, puede que sea una buena idea.
- Los espacios de nombres son una gran idea, ¡tengamos más de esos!

CAPÍTULO 2

Entornos de desarrollo

Para poder utilizar Python debemos preparar nuestra máquina con las herramientas necesarias. Este capítulo trata sobre la instalación y configuración de los elementos adecuados para el desarrollo con el lenguaje de programación Python.

2.1 Thonny



Cuando vamos a trabajar con Python debemos tener instalado, como mínimo, un *intérprete* del lenguaje (para otros lenguajes sería un *compilador*). El **intérprete** nos permitirá *ejecutar* nuestro código para obtener los resultados deseados. La idea del intérprete es lanzar instrucciones «sueltas» para probar determinados aspectos.

Pero normalmente queremos ir un poco más allá y poder escribir programas algo más largos, por lo que también necesitaremos un **editor**. Un editor es un programa que nos permite crear ficheros de código (en nuestro caso con extensión `*.py`), que luego son ejecutados por el intérprete.

Hay otra herramienta interesante dentro del entorno de desarrollo que sería el **depurador**. Lo podemos encontrar habitualmente en la bibliografía por su nombre inglés *debugger*. Es el módulo que nos permite ejecutar paso a paso nuestro código y visualizar qué está ocurriendo en cada momento. Se suele usar normalmente para encontrar fallos (*bugs*) en nuestros programas y poder solucionarlos (*debug/fix*).

Thonny es un programa muy interesante para empezar a aprender Python ya que engloba estas tres herramientas: intérprete, editor y depurador.¹

¹ Foto original de portada por freddie marriage en Unsplash.

2.1.1 Instalación

Para instalar Thonny debemos acceder a su [web](#) y descargar la aplicación para nuestro sistema operativo. La ventaja es que está disponible tanto para **Windows**, **Mac** y **Linux**. Una vez descargado el fichero lo ejecutamos y seguimos su instalación paso por paso.

Una vez terminada la instalación ya podemos lanzar la aplicación que se verá parecida a la siguiente imagen:

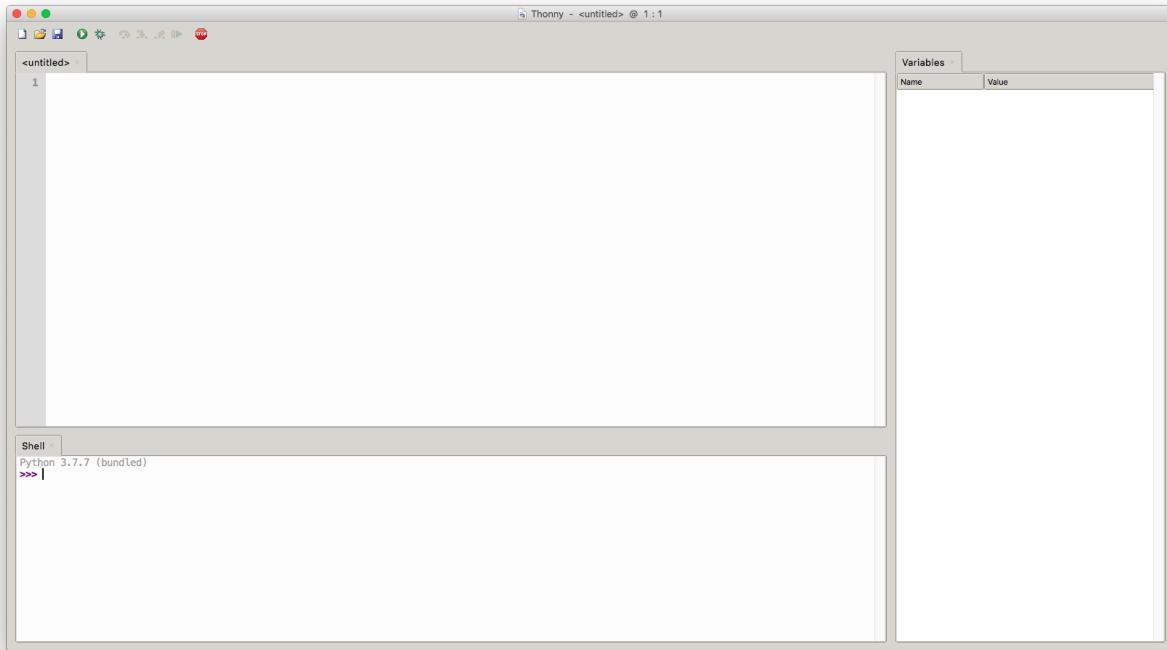


Figura 1: Aspecto de Thonny al arrancarlo

Nota: Es posible que el aspecto del programa varíe ligeramente según el sistema operativo, configuración de escritorio, versión utilizada o idioma (*en mi caso está en inglés*), pero a efectos de funcionamiento no hay diferencia.

Podemos observar que la pantalla está dividida en 3 paneles:

- *Panel principal* que contiene el **editor** e incluye la etiqueta **<untitled>** donde escribiremos nuestro *código fuente* Python.
- *Panel inferior* con la etiqueta **Shell** que contiene el **intérprete** de Python. En el momento de la escritura del presente documento, Thonny incluye la versión de Python 3.7.7.
- *Panel derecho* que contiene el **depurador**. Más concretamente se trata de la ventana de variables donde podemos *inspeccionar* el valor de las mismas.

Versiones de Python

Existen múltiples versiones de Python. Desde el lanzamiento de la versión 1.0 en 1994 se han ido liberando versiones, cada vez, con nuevas características que aportan riqueza al lenguaje:

Versión	Fecha de lanzamiento
Python 1.0	Enero 1994
Python 1.5	Diciembre 1997
Python 1.6	Septiembre 2000
Python 2.0	Octubre 2000
Python 2.1	Abril 2001
Python 2.2	Diciembre 2001
Python 2.3	Julio 2003
Python 2.4	Noviembre 2004
Python 2.5	Septiembre 2006
Python 2.6	Octubre 2008
Python 2.7	Julio 2010
Python 3.0	Diciembre 2008
Python 3.1	Junio 2009
Python 3.2	Febrero 2011
Python 3.3	Septiembre 2012
Python 3.4	Marzo 2014
Python 3.5	Septiembre 2015
Python 3.6	Diciembre 2016
Python 3.7	Junio 2018
Python 3.8	Octubre 2019
Python 3.9	Octubre 2020
Python 3.10	Octubre 2021

Nota: Para ser exactos, esta tabla (y en general todo este manual) versa sobre una implementación concreta de Python denominada [CPython](#), pero existen otras implementaciones alternativas de Python. A los efectos de aprendizaje del lenguaje podemos referirnos a *Python* (aunque realmente estaríamos hablando de *CPython*).

2.1.2 Probando el intérprete

El intérprete de Python (por lo general) se identifica claramente porque posee un **prompt**² con tres angulos hacia la derecha >>>. En Thonny lo podemos encontrar en el panel inferior, pero se debe tener en cuenta que el intérprete de Python es una herramienta autocontenido y que la podemos ejecutar desde el símbolo del sistema o la terminal:

Lista 1: Invocando el intérprete de Python 3.7 desde una terminal en MacOS

```
$ python3.7
Python 3.7.4 (v3.7.4:e09359112e, Jul  8 2019, 14:54:52)
[Clang 6.0 (clang-600.0.57)] on darwin
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>>
```

Para hacer una prueba inicial del intérprete vamos a retomar el primer programa que se suele hacer. Es el llamado «*Hello, World*». Para ello escribimos lo siguiente en el intérprete y pulsamos la tecla ENTER:

```
>>> print('Hello, World')
Hello, World
```

Lo que hemos hecho es indicarle a Python que ejecute como **entrada** la instrucción `print('Hello, World')`. La **salida** es el texto `Hello, World` que lo vemos en la siguiente línea (*ya sin el prompt >>>*).

2.1.3 Probando el editor

Ahora vamos a realizar la misma operación, pero en vez de ejecutar la instrucción directamente en el intérprete, vamos a crear un fichero y guardarla con la sentencia que nos interesa. Para ello escribimos `print('Hello, World')` en el panel de edición (*superior*) y luego guardamos el archivo con el nombre `helloworld.py`³:

Importante: Los ficheros que contienen programas hechos en Python siempre deben tener la extensión `.py`

Ahora ya podemos *ejecutar* nuestro fichero `helloworld.py`. Para ello pulsamos el botón verde con triángulo blanco (en la barra de herramientas) o bien damos a la tecla F5. Veremos que en el panel de *Shell* nos aparece la salida esperada. Lo que está pasando «entre bambalinas»

² Término inglés que se refiere al símbolo que precede la línea de comandos.

³ La carpeta donde se guarden los archivos de código no es crítico para su ejecución, pero sí es importante mantener un orden y una organización para tener localizados nuestros ficheros y proyectos.

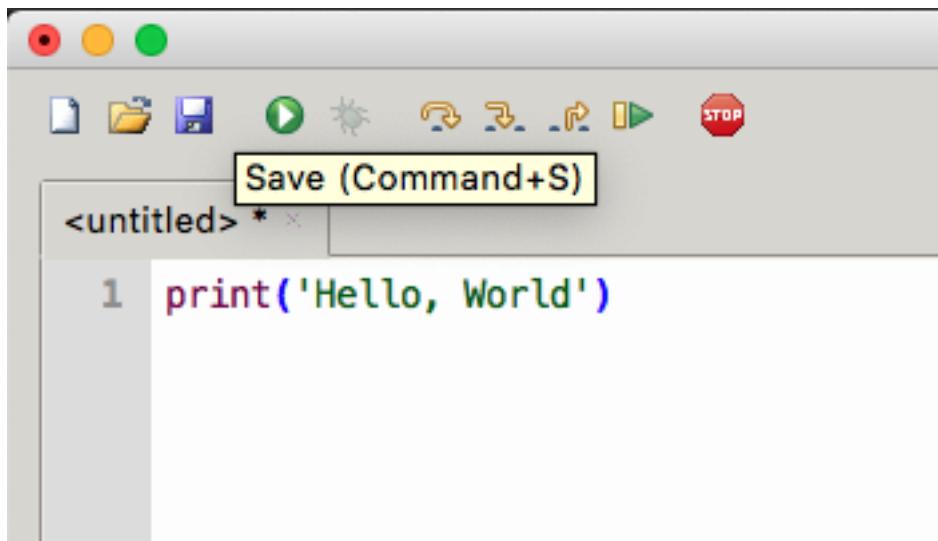


Figura 2: Guardando nuestro primer programa en Python

es que el intérprete de Python está recibiendo como entrada el fichero que hemos creado; lo ejecuta y devuelve la salida para que Thonny nos lo muestre en el panel correspondiente.

2.1.4 Probando el depurador

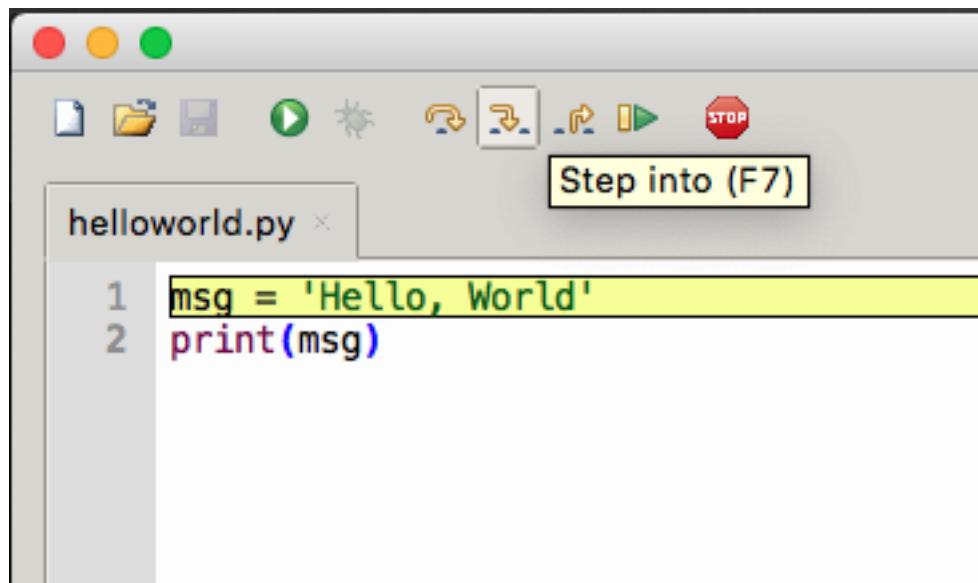
Nos falta por probar el depurador o «debugger». Aunque su funcionamiento va mucho más allá, de momento nos vamos a quedar en la posibilidad de inspeccionar las variables de nuestro programa. Desafortunadamente `helloworld.py` es muy simple y ni siquiera contiene variables, pero podemos hacer una pequeña modificación al programa para poder incorporarlas:

```
1 msg = 'Hello, World'  
2 print(msg)
```

Aunque ya lo veremos en profundidad, lo que hemos hecho es añadir una variable `msg` en la *línea 1* para luego utilizarla al mostrar por pantalla su contenido. Si ahora volvemos a ejecutar nuestro programa veremos que en el panel de variables nos aparece la siguiente información:

Name	Value
msg	'Hello, World'

También existe la posibilidad, a través del depurador, de ir ejecutando nuestro programa **paso a paso**. Para ello basta con pulsar en el botón que tiene un *insecto*. Ahí comienza la sesión de depuración y podemos avanzar instrucción por instrucción usando la tecla F7:



A screenshot of the Thonny Python IDE. The window title is "helloworld.py". The code editor contains the following Python script:

```
1 msg = 'Hello, World'
2 print(msg)
```

The first line of code, "msg = 'Hello, World'", is highlighted with a yellow background. A yellow rectangular box highlights the text "Step into (F7)" in the toolbar.

Figura 3: Depurando nuestro primer programa en Python

2.2 Contexto real



Hemos visto que *Thonny* es una herramienta especialmente diseñada para el aprendizaje de Python, integrando diferentes módulos que facilitan su gestión. Si bien lo podemos utilizar para un desarrollo más «serio», se suele recurrir a un flujo de trabajo algo diferente en

contextos más reales.¹

2.2.1 Python

La forma más habitual de instalar Python (junto con sus librerías) es descargarlo e instalarlo desde su página oficial:

- Versiones de Python para Windows
- Versiones de Python para Mac
- Versiones de Python para Linux

Truco: Tutorial para instalar Python en Windows.

Anaconda

Otra de las alternativas para disponer de Python en nuestro sistema y que además es muy utilizada, es **Anaconda**. Se trata de un *conjunto de herramientas*, orientadas en principio a la *ciencia de datos*, pero que podemos utilizarlas para desarrollo general en Python (junto con otras librerías adicionales).

Existen versiones de pago, pero la distribución *Individual Edition* es «open-source» y gratuita. Se puede descargar desde su página web. Anaconda trae por defecto una gran cantidad de paquetes Python en su distribución.

Ver también:

Miniconda es un instalador mínimo que trae por defecto Python y un pequeño número de paquetes útiles.

2.2.2 Gestión de paquetes

La instalación limpia² de Python ya ofrece de por sí muchos paquetes y módulos que vienen por defecto. Es lo que se llama la *librería estándar*. Pero una de las características más destacables de Python es su inmenso «ecosistema» de paquetes disponibles en el *Python Package Index (PyPI)*.

Para gestionar los paquetes que tenemos en nuestro sistema se utiliza la herramienta *pip*, una utilidad que también se incluye en la instalación de Python. Con ella podremos instalar,

¹ Foto original de portada por [SpaceX](#) en Unsplash.

² También llamada «vanilla installation» ya que es la que viene por defecto y no se hace ninguna personalización.

desinstalar y actualizar paquetes, según nuestras necesidades. A continuación se muestran las instrucciones que usaríamos para cada una de estas operaciones:

Lista 2: Instalación, desinstalación y actualización del paquete pandas utilizando pip

```
$ pip install pandas  
$ pip uninstall pandas  
$ pip install pandas --upgrade
```

Consejo: Para el caso de *Anaconda* usaríamos `conda install pandas` (aunque ya viene preinstalado).

2.2.3 Entornos virtuales

Nivel intermedio

Cuando trabajamos en distintos proyectos, no todos ellos requieren los mismos paquetes ni siquiera la misma versión de Python. La gestión de estas situaciones no es sencilla si únicamente instalamos paquetes y manejamos configuraciones a nivel global (*a nivel de máquina*). Es por ello que surge el concepto de **entornos virtuales**. Como su propio nombre indica se trata de crear distintos entornos en función de las necesidades de cada proyecto, y esto nos permite establecer qué versión de Python usaremos y qué paquetes instalaremos.

La manera más sencilla de crear un entorno virtual es la siguiente:

```
1 $ cd myproject  
2 $ python3 -m venv .venv  
3 $ source .venv/bin/activate
```

- *Línea 1*: Entrar en la carpeta de nuestro proyecto.
- *Línea 2*: Crear una carpeta `.venv` con los ficheros que constituyen el entorno virtual.
- *Línea 3*: Activar el entorno virtual. A partir de aquí todo lo que se instale quedará dentro del entorno virtual.

virtualenv

El paquete de Python que nos proporciona la funcionalidad de crear y gestionar entornos virtuales se denomina `virtualenv`. Su instalación es sencilla a través del gestor de paquetes `pip`:

```
$ pip install virtualenv
```

Si bien con `virtualenv` tenemos las funcionalidades necesarias para trabajar con entornos virtuales, destacaría una herramienta llamada `virtualenvwrapper` que funciona *por encima* de `virtualenv` y que facilita las operaciones sobre entornos virtuales. Su instalación es equivalente a cualquier otro paquete Python:

```
$ pip install virtualenvwrapper
```

Veamos a continuación algunos de los comandos que nos ofrece:

```
$ ~/project1 > mkvirtualenv env1
Using base prefix '/Library/Frameworks/Python.framework/Versions/3.7'
New python executable in /Users/sdelquin/.virtualenvs/env1/bin/python3.7
Also creating executable in /Users/sdelquin/.virtualenvs/env1/bin/python
Installing setuptools, pip, wheel...
done.
virtualenvwrapper.user_scripts creating /Users/sdelquin/.virtualenvs/env1/bin/
  ↵predeactivate
virtualenvwrapper.user_scripts creating /Users/sdelquin/.virtualenvs/env1/bin/
  ↵postdeactivate
virtualenvwrapper.user_scripts creating /Users/sdelquin/.virtualenvs/env1/bin/
  ↵preactivate
virtualenvwrapper.user_scripts creating /Users/sdelquin/.virtualenvs/env1/bin/
  ↵postactivate
virtualenvwrapper.user_scripts creating /Users/sdelquin/.virtualenvs/env1/bin/get_
  ↵env_details
$ (env1) ~/project1 > pip install requests
Collecting requests
Using cached requests-2.24.0-py2.py3-none-any.whl (61 kB)
Collecting idna<3,>=2.5
Using cached idna-2.10-py2.py3-none-any.whl (58 kB)
Collecting certifi>=2017.4.17
Using cached certifi-2020.6.20-py2.py3-none-any.whl (156 kB)
Collecting urllib3!=1.25.0,!=1.25.1,<1.26,>=1.21.1
Using cached urllib3-1.25.10-py2.py3-none-any.whl (127 kB)
Collecting chardet<4,>=3.0.2
Using cached chardet-3.0.4-py2.py3-none-any.whl (133 kB)
Installing collected packages: idna, certifi, urllib3, chardet, requests
Successfully installed certifi-2020.6.20 chardet-3.0.4 idna-2.10 requests-2.24.0
  ↵urllib3-1.25.10
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```
$ (env1) ~/project1 > deactivate
$ ~/project1 > workon env1
$ (env1) ~/project1 > ls sitepackages
__pycache__           distutils-precedence.pth    pkg_resources
↳ urllib3-1.25.10.dist-info
_distutils_hack       easy_install.py          requests
↳ wheel
certifi                idna                  requests-2.24.0.dist-info
↳ wheel-0.34.2.dist-info
certifi-2020.6.20.dist-info idna-2.10.dist-info setuptools
chardet                pip                   setuptools-49.3.2.dist-info
chardet-3.0.4.dist-info  pip-20.2.2.dist-info  urllib3
$ (env1) ~/project1 >
```

- \$ mkvirtualenv env1: crea un entorno virtual llamado env1
- \$ pip install requests: instala el paquete requests dentro del entorno virtual env1
- \$ workon env1: activa el entorno virtual env1
- \$ ls sitepackages: lista los paquetes instalados en el entorno virtual activo

pyenv

pyenv permite cambiar fácilmente entre múltiples versiones de Python en un mismo sistema. Su instalación engloba varios pasos y está bien explicada en la [página del proyecto](#).

La mayor diferencia con respecto a *virtualenv* es que no instala las distintas versiones de Python a nivel global del sistema. En vez de eso, se suele crear una carpeta .pyenv en el HOME del usuario, donde todo está aislado sin generar intrusión en el sistema operativo.

Podemos hacer cosas como:

- Listar las versiones de Python instaladas:

```
$ pyenv versions
3.7.4
* 3.5.0 (set by /Users/yuu/.pyenv/version)
miniconda3-3.16.0
pypy-2.6.0
```

- Descubrir la versión global «activa» de Python:

```
$ python --version
Python 3.5.0
```

- Cambiar la versión global «activa» de Python:

```
$ pyenv global 3.7.4
```

```
$ python --version
Python 3.7.4
```

- Instalar una nueva versión de Python:

```
$ pyenv install 3.9.1
...
```

- Activar una versión de Python local por carpetas:

```
$ cd /cool-project
$ pyenv local 3.9.1
$ python --version
Python 3.9.1
```

También existe un módulo denominado `pyenv-virtualenv` para manejar entornos virtuales utilizando las ventajas que proporciona `pyenv`.

2.2.4 Editores

Existen multitud de editores en el mercado que nos pueden servir perfectamente para escribir código Python. Algunos de ellos incorporan funcionalidades extra y otros simplemente nos permiten editar ficheros. Cabe destacar aquí el concepto de **Entorno de Desarrollo Integrado**, más conocido por sus siglas en inglés **IDE**³. Se trata de una aplicación informática que proporciona servicios integrales para el desarrollo de software.

Podríamos decir que `Thonny` es un IDE de aprendizaje, pero existen muchos otros. Veamos un listado de editores de código que se suelen utilizar para desarrollo en Python:

- **Editores generales o IDEs con soporte para Python:**

- `Eclipse + PyDev`
- `Sublime Text`
- `Atom`
- `GNU Emacs`
- `Vi-Vim`
- `Visual Studio (+ Python Tools)`
- `Visual Studio Code (+ Python Tools)`

- **Editores o IDEs específicos para Python:**

³ Integrated Development Environment.

- PyCharm
- Spyder
- Thonny

Cada editor tiene sus características (ventajas e inconvenientes). Supongo que la preferencia por alguno de ellos estará en base a la experiencia y a las necesidades que surjan. La parte buena es que hay diversidad de opciones para elegir.

2.2.5 Jupyter Notebook

Jupyter Notebook es una aplicación «open-source» que permite crear y compartir documentos que contienen código, ecuaciones, visualizaciones y texto narrativo. Podemos utilizarlo para propósito general aunque suele estar más enfocado a *ciencia de datos*: limpieza y transformación de datos, simulación numérica, modelado estadístico, visualización o «machine-learning»⁴.

Podemos verlo como un intérprete de Python (contiene un «kernel»⁵ que permite ejecutar código) con la capacidad de incluir documentación en formato [Markdown](#), lo que potencia sus funcionalidades y lo hace adecuado para preparar cualquier tipo de material vinculado con lenguajes de programación.

Aunque su uso está más extendido en el mundo Python, existen muchos otros «kernels» sobre los que trabajar en Jupyter Notebook.

Ver también:

Sección sobre [Jupyter](#).

Truco: Visual Studio Code también dispone de integración con Jupyter Notebooks.

2.2.6 repl.it

repl.it es un **servicio web que ofrece un entorno de desarrollo integrado** para programar en más de 50 lenguajes (Python incluido).

Es gratuito y de uso colaborativo. Se requiere una cuenta en el sistema para utilizarlo. El hecho de no requerir instalación ni configuración previa lo hace atractivo en determinadas circunstancias.

En su versión gratuita ofrece:

⁴ Término inglés utilizado para hacer referencia a algoritmos de aprendizaje automático.

⁵ Proceso específico para un lenguaje de programación que ejecuta instrucciones y actúa como interfaz de entrada/salida.

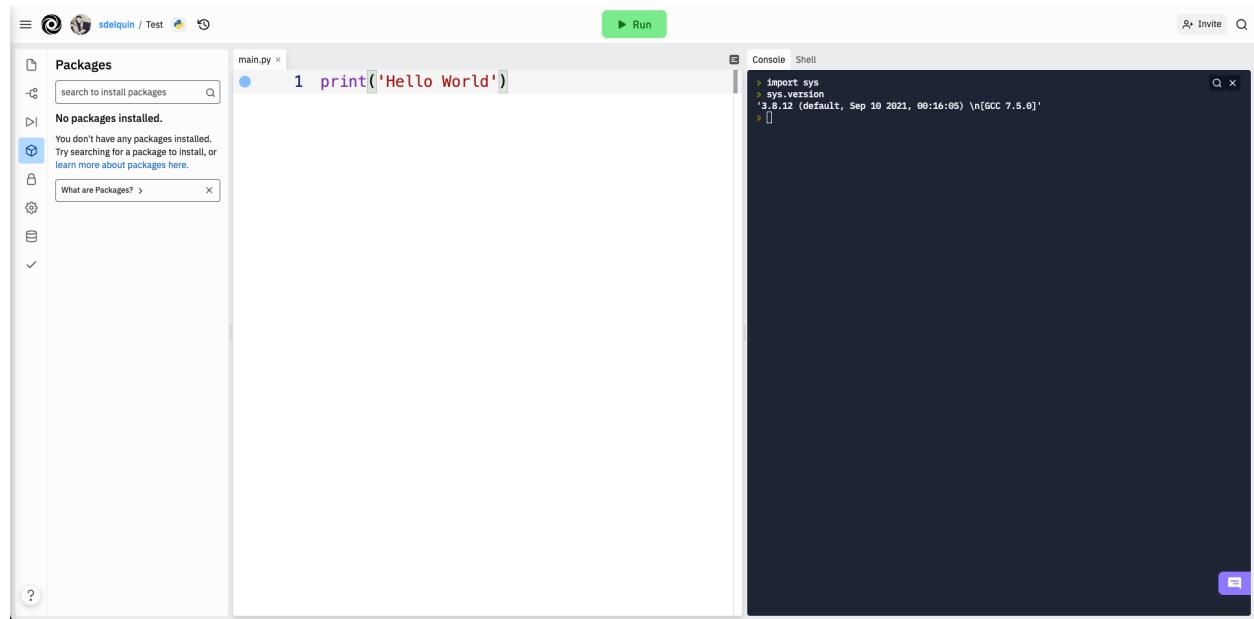


Figura 4: repl.it

- Almacenamiento de 500MB.
- Python 3.8.2 (febrero de 2022).
- 117 paquetes preinstalados (febrero de 2022).
- Navegador (y subida) de ficheros integrado.
- Gestor de paquetes integrado.
- Integración con GitHub.
- Gestión de secretos (datos sensibles).
- Base de datos clave-valor ya integrada.
- Acceso (limitado) al sistema operativo y sistema de ficheros.

2.2.7 WSL

Si estamos trabajando en un sistema **Windows 10** es posible que nos encontremos más cómodos usando una terminal tipo «Linux», entre otras cosas para poder usar con facilidad las herramientas vistas en esta sección y preparar el entorno de desarrollo Python. Durante mucho tiempo esto fue difícil de conseguir hasta que *Microsoft* sacó WSL.

WSL⁶ nos proporciona una *consola con entorno Linux* que podemos utilizar en nuestro *Windows 10* sin necesidad de instalar una máquina virtual o crear una partición para un

⁶ Windows Subsystem for Linux.

Linux nativo. Es importante también saber que existen dos versiones de WSL hoy en día: WSL y WSL2. La segunda es bastante reciente (publicada a mediados de 2019), tiene mejor rendimiento y se adhiere más al comportamiento de un Linux nativo.

Para la instalación de WSL⁷ hay que seguir los siguientes pasos:

1. Lanzamos Powershell con permisos de administrador.
2. Activamos la característica de WSL:

```
$ Enable-WindowsOptionalFeature -Online -FeatureName Microsoft-Windows-  
↪Subsystem-Linux
```

3. Descargamos la imagen de Ubuntu 20.04 que usaremos:

```
$ Invoke-WebRequest -Uri https://aka.ms/wslubuntu2004 -OutFile Ubuntu.appx -  
↪UseBasicParsing
```

4. Finalmente, la instalamos:

```
$ Add-AppxPackage .\Ubuntu.appx
```

En este punto, WSL debería estar instalado correctamente, y debería también aparecer en el menú *Inicio*.

⁷ Tutorial de instalación de WSL.

CAPÍTULO 3

Tipos de datos

Igual que en el mundo real cada objeto pertenece a una categoría, en programación manejamos objetos que tienen asociado un tipo determinado. En este capítulo se verán los tipos de datos básicos con los que podemos trabajar en Python.

3.1 Datos



Los programas están formados por **código** y **datos**. Pero a nivel interno de la memoria del ordenador no son más que una secuencia de bits. La interpretación de estos bits depende del lenguaje de programación, que almacena en la memoria no sólo el puro dato sino distintos metadatos.¹

Cada «trozo» de memoria contiene realmente un objeto, de ahí que se diga que en Python **todo son objetos**. Y cada objeto tiene, al menos, los siguientes campos:

- Un **tipo** del dato almacenado.
- Un **identificador** único para distinguirlo de otros objetos.
- Un **valor** consistente con su tipo.

3.1.1 Tipos de datos

A continuación se muestran los distintos **tipos de datos** que podemos encontrar en Python, sin incluir aquellos que proveen paquetes externos:

¹ Foto original de portada por Alexander Sinn en Unsplash.

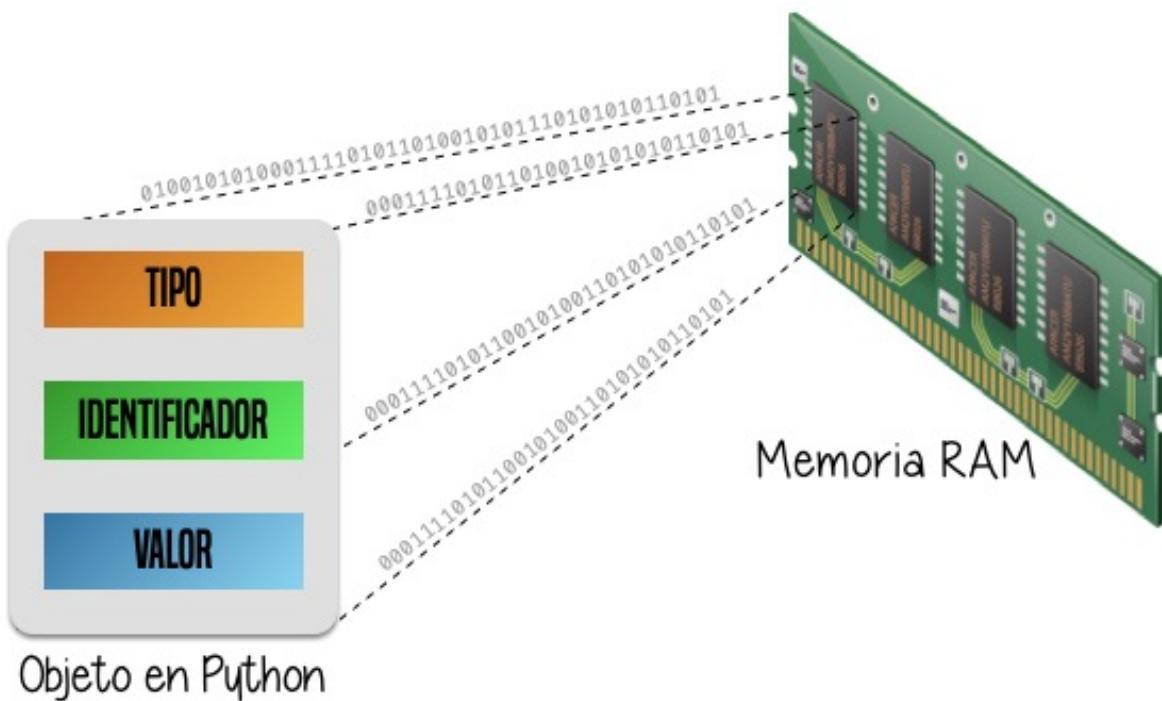


Figura 1: Esquema (*metadatos*) de un objeto en Python

Tabla 1: Tipos de datos en Python

Nombre	Tipo	Ejemplos
Booleano	bool	True, False
Entero	int	21, 34500, 34_500
Flotante	float	3.14, 1.5e3
Complejo	complex	2j, 3 + 5j
Cadena	str	'tfn', '''tenerife - islas canarias'''
Tupla	tuple	(1, 3, 5)
Lista	list	['Chrome', 'Firefox']
Conjunto	set	set([2, 4, 6])
Diccionario	dict	{'Chrome': 'v79', 'Firefox': 'v71'}

3.1.2 Variables

Las **variables** son fundamentales ya que permiten definir **nombres** para los **valores** que tenemos en memoria y que vamos a usar en nuestro programa.



nombre = valor

Figura 2: Uso de un *nombre* de variable

Reglas para nombrar variables

En Python existen una serie de reglas para los nombres de variables:

1. Sólo pueden contener los siguientes caracteres²:
 - Letras minúsculas.
 - Letras mayúsculas.
 - Dígitos.
 - Guiones bajos (_).
2. Deben empezar con una letra o un guión bajo, nunca con un dígito.
3. No pueden ser una palabra reservada del lenguaje («keywords»).

² Para ser exactos, sí se pueden utilizar otros caracteres, e incluso *emojis* en los nombres de variables, aunque no suele ser una práctica extendida, ya que podría dificultar la legibilidad.

Podemos obtener un listado de las palabras reservadas del lenguaje de la siguiente forma:

```
>>> help('keywords')

Here is a list of the Python keywords. Enter any keyword to get more help.

False      class      from       or
None       continue   global     pass
True       def        if         raise
and        del        import    return
as         elif       in         try
assert    else       is         while
async     except    lambda   with
await     finally   nonlocal yield
break    for       not
```

Nota: Por lo general se prefiere dar nombres **en inglés** a las variables que utilicemos, ya que así hacemos nuestro código más «internacional» y con la posibilidad de que otras personas puedan leerlo, entenderlo y – llegado el caso – modificarlo. Es sólo una recomendación, nada impide que se haga en castellano.

Importante: Los nombres de variables son «case-sensitive»³. Por ejemplo, `stuff` y `Stuff` son nombres diferentes.

Ejemplos de nombres de variables

Veamos a continuación una tabla con nombres de variables:

Tabla 2: Ejemplos de nombres de variables

Válido	Inválido	Razón
a	3	Empieza por un dígito
a3	3a	Empieza por un dígito
a_b_c___95	another-name	Contiene un carácter no permitido
_abc	with	Es una palabra reservada del lenguaje
_3a	3_a	Empieza por un dígito

³ Sensible a cambios en mayúsculas y minúsculas.

Convenciones para nombres

Mientras se sigan las *reglas* que hemos visto para nombrar variables no hay problema en la forma en la que se escriban, pero sí existe una convención para la **nomenclatura de las variables**. Se utiliza el llamado **snake_case** en el que utilizamos **caracteres en minúsculas** (incluyendo dígitos si procede) junto con **guiones bajos** – cuando sean necesarios para su legibilidad ⁴. Por ejemplo, para nombrar una variable que almacene el número de canciones en nuestro ordenador, podríamos usar `num_songs`.

Esta convención, y muchas otras, están definidas en un documento denominado **PEP 8**. Se trata de una **guía de estilo** para escribir código en Python. Los **PEPs**⁵ son las propuestas que se hacen para la mejora del lenguaje.

Aunque hay múltiples herramientas disponibles para la comprobación del estilo de código, una bastante accesible es <http://pep8online.com/> ya que no necesita instalación, simplemente pegar nuestro código y verificar.

Constantes

Un caso especial y que vale la pena destacar son las **constantes**. Podríamos decir que es un tipo de variable pero que su valor no cambia a lo largo de nuestro programa. Por ejemplo la velocidad de la luz. Sabemos que su valor es constante de 300.000 km/s. En el caso de las constantes utilizamos **mayúsculas** (incluyendo guiones bajos si es necesario) para nombrarlas. Para la velocidad de la luz nuestra constante se podría llamar: `LIGHT_SPEED`.

Elegir buenos nombres

Se suele decir que una persona programadora (con cierta experiencia), a lo que dedica más tiempo, es a buscar un buen nombre para sus variables. Quizás pueda resultar algo excesivo pero da una idea de lo importante que es esta tarea. Es fundamental que los nombres de variables sean **autoexplicativos**, pero siempre llegando a un compromiso entre ser concisos y claros.

Supongamos que queremos buscar un nombre de variable para almacenar el número de elementos que se deben manejar en un pedido:

1. `n`
2. `num_elements`
3. `number_of_elements`
4. `number_of_elements_to_be_handled`

⁴ Más información sobre convenciones de nombres en **PEP 8**.

⁵ Del término inglés «Python Enhancement Proposals».

No existe una regla mágica que nos diga cuál es el nombre perfecto, pero podemos aplicar el *sentido común* y, a través de la experiencia, ir detectando aquellos nombres que sean más adecuados. En el ejemplo anterior, quizás podríamos descartar de principio la opción 1 y la 4 (por ser demasiado cortas o demasiado largas); nos quedaríamos con las otras dos. Si nos fijamos bien, casi no hay mucha información adicional de la opción 3 con respecto a la 2. Así que podríamos concluir que la opción 2 es válida para nuestras necesidades. En cualquier caso esto dependerá siempre del contexto del problema que estemos tratando.

Como regla general:

- Usar **nombres** para *variables* (ejemplo `article`).
- Usar **verbos** para *funciones* (ejemplo `get_article()`).
- Usar **adjetivos** para *booleanos* (ejemplo `available`).

3.1.3 Asignación

En Python se usa el símbolo `=` para **asignar** un valor a una variable:



Figura 3: Asignación de *valor* a *nombre* de variable

Nota: Hay que diferenciar la asignación en Python con la igualación en matemáticas. El símbolo `=` lo hemos aprendido desde siempre como una *equivalencia* entre dos *expresiones algebraicas*, sin embargo en Python nos indica una *sentencia de asignación*, del valor (en la derecha) al nombre (en la izquierda).

Algunos ejemplos de asignaciones a *variables*:

```
>>> total_population = 157503
>>> avg_temperature = 16.8
>>> city_name = 'San Cristóbal de La Laguna'
```

Algunos ejemplos de asignaciones a *constants*:

```
>>> SOUND_SPEED = 343.2
>>> WATER_DENSITY = 997
>>> EARTH_NAME = 'La Tierra'
```

Python nos ofrece la posibilidad de hacer una **asignación múltiple** de la siguiente manera:

```
>>> tres = three = drei = 3
```

En este caso las tres variables utilizadas en el «lado izquierdo» tomarán el valor 3.

Recordemos que los nombres de variables deben seguir unas *reglas establecidas*, de lo contrario obtendremos un **error sintáctico** del intérprete de Python:

```
>>> 7floor = 40 # el nombre empieza por un dígito
File "<stdin>", line 1
    7floor = 40
    ^
SyntaxError: invalid syntax

>>> for = 'Bucle' # el nombre usa la palabra reservada "for"
File "<stdin>", line 1
    for = 'Bucle'
    ^
SyntaxError: invalid syntax

>>> screen-size = 14 # el nombre usa un carácter no válido
File "<stdin>", line 1
SyntaxError: can't assign to operator
```

Asignando una variable a otra variable

Las asignaciones que hemos hecho hasta ahora han sido de un **valor literal** a una variable. Pero nada impide que podamos hacer asignaciones de una variable a otra variable:

```
>>> people = 157503
>>> total_population = people
>>> total_population
157503
```

Eso sí, la variable que utilicemos como valor de asignación **debe existir previamente**, ya que si no es así, obtendremos un error informando de que no está definida:

```
>>> total_population = lot_of_people
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
NameError: name 'lot_of_people' is not defined
```

De hecho, en el *lado derecho* de la asignación pueden aparecer *expresiones* más complejas que se verán en su momento.

Conocer el valor de una variable

Hemos visto previamente cómo asignar un valor a una variable, pero aún no sabemos cómo «comprobar» el valor que tiene dicha variable. Para ello podemos utilizar dos estrategias:

1. Si estamos en una «shell» de Python, basta con que usemos el nombre de la variable:

```
>>> final_stock = 38934  
>>> final_stock  
38934
```

2. Si estamos escribiendo un programa desde el editor, podemos hacer uso de `print`:

```
final_stock = 38934  
print(final_stock)
```

Nota: `print` sirve también cuando estamos en una sesión interactiva de Python («shell»)

Conocer el tipo de una variable

Para poder descubrir el tipo de un literal o una variable, Python nos ofrece la función `type()`. Veamos algunos ejemplos de su uso:

```
>>> type(9)  
int  
  
>>> type(1.2)  
float  
  
>>> height = 3718  
>>> type(height)  
int  
  
>>> sound_speed = 343.2  
>>> type(sound_speed)  
float
```

Ejercicio

1. Asigna un valor entero 2001 a la variable `space_odyssey` y muestra su valor.

2. Descubre el tipo del literal 'Good night & Good luck'.
 3. Identifica el tipo del literal True.
 4. Asigna la expresión `10 * 3.0` a la variable `result` y muestra su tipo.
-

3.1.4 Mutabilidad

Nivel avanzado

Las variables son nombres, no lugares. Detrás de esta frase se esconde la reflexión de que cuando asignamos un valor a una variable, lo que realmente está ocurriendo es que se hace **apuntar** el nombre de la variable a una zona de memoria en el que se representa el objeto (con su valor).

Si realizamos la asignación de una variable a un valor lo que está ocurriendo es que el nombre de la variable es una **referencia** al valor, no el valor en sí mismo:

```
>>> a = 5
```

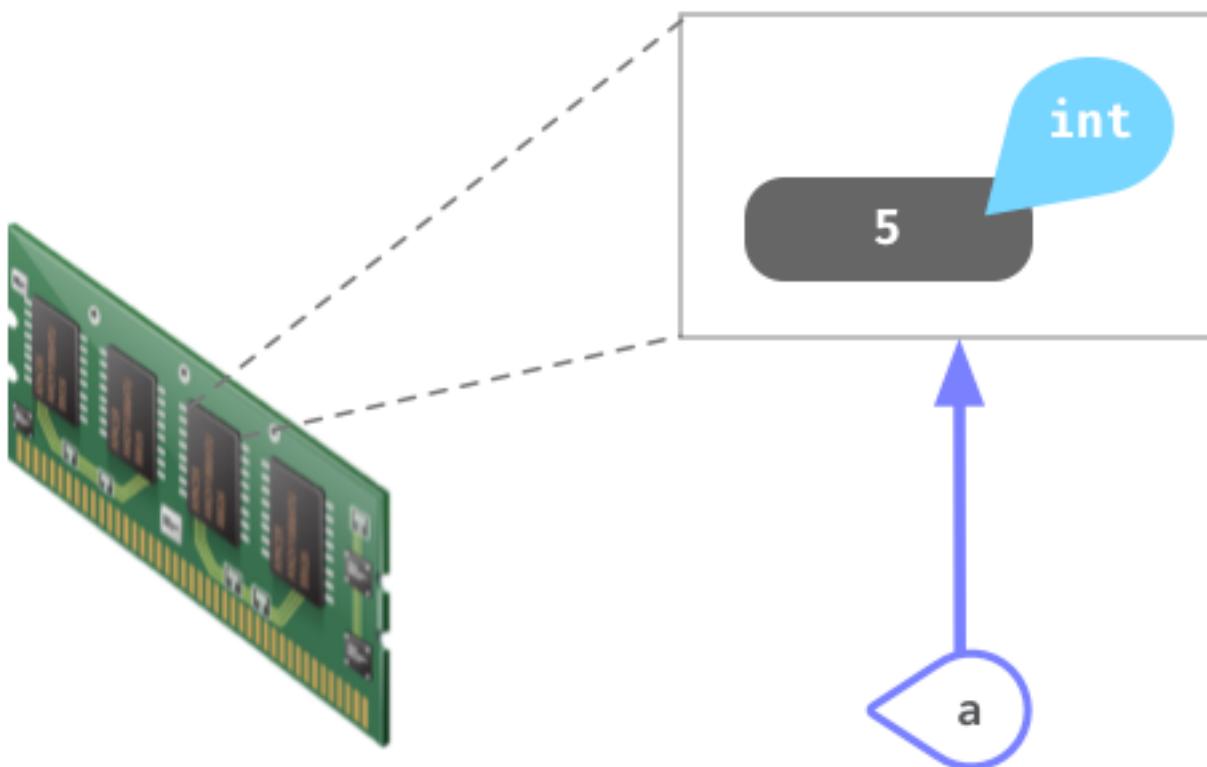


Figura 4: Representación de la asignación de valor a variable

Si ahora «copiamos» el valor de **a** en otra variable **b** se podría esperar que hubiera otro espacio en memoria para dicho valor, pero como ya hemos dicho, son referencias a memoria:

```
>>> b = a
```

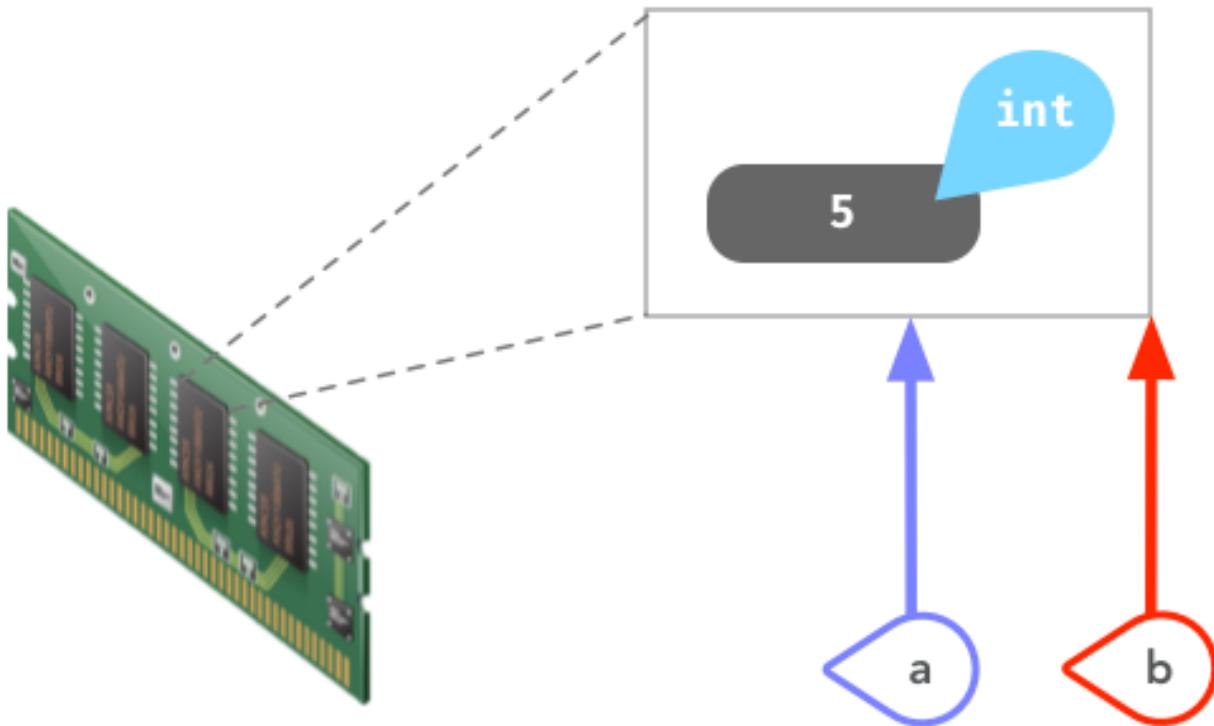


Figura 5: Representación de la asignación de una variable a otra variable

La función **`id()`** nos permite conocer la dirección de memoria⁶ de un objeto en Python. A través de ella podemos comprobar que los dos objetos que hemos creado «apuntan» a la misma zona de memoria:

```
>>> id(a)
4445989712

>>> id(b)
4445989712
```

¿Y esto qué tiene que ver con la **mutabilidad**? Pues se dice, por ejemplo, que un **entero** es **inmutable** ya que a la hora de modificar su valor obtenemos una nueva *zona de memoria*, o lo que es lo mismo, un nuevo objeto:

```
>>> a = 5
>>> id(a)
```

(continué en la próxima página)

⁶ Esto es un detalle de implementación de CPython.

(provien de la página anterior)

```
4310690224
```

```
>>> a = 7  
>>> id(a)  
4310690288
```

Sin embargo, si tratamos con **listas**, podemos ver que la modificación de alguno de sus valores no implica un cambio en la posición de memoria de la variable, por lo que se habla de objetos **mutables**.

Ejecución **paso a paso** a través de *Python Tutor*:

<https://cutt.ly/lvCyXeL>

La característica de que los nombres de variables sean referencias a objetos en memoria es la que hace posible diferenciar entre **objetos mutables e inmutables**:

Inmutable	Mutable
bool	list
int	set
float	dict
str	
tuple	

Importante: El hecho de que un tipo de datos sea inmutable significa que no podemos modificar su valor «in-situ», pero siempre podremos asignarle un nuevo valor (hacerlo apuntar a otra zona de memoria).

3.1.5 Funciones «built-in»

Nivel intermedio

Hemos ido usando una serie de *funciones* sin ser especialmente conscientes de ello. Esto se debe a que son funciones «built-in» o incorporadas por defecto en el propio lenguaje Python.

Tabla 3: Funciones «built-in»

abs()	delattr()	hash()	memoryview()	set()
all()	dict()	help()	min()	setattr()
any()	any()	hex()	next()	slice()
ascii()	divmod()	id()	object()	sorted()
bin()	enumerate()	input()	oct()	staticmethod()

continué en la próxima página

Tabla 3 – proviene de la página anterior

bool()	eval()	int()	open()	str()
breakpoint()	exec()	isinstance()	ord()	sum()
bytearray()	filter()	issubclass()	pow()	super()
bytes()	float()	iter()	print()	tuple()
callable()	format()	len()	property()	type()
chr()	frozenset()	list()	range()	vars()
classmethod()	getattr()	locals()	repr()	zip()
compile()	globals()	map()	reversed()	__import__()
complex()	hasattr()	max()	round()	

Los detalles de estas funciones se puede consultar en la [documentación oficial de Python](#).

AMPLIAR CONOCIMIENTOS

- Basic Data Types in Python
- Variables in Python
- Immutability in Python

3.2 Números



En esta sección veremos los tipos de datos numéricos que ofrece Python centrándonos en **booleanos, enteros y flotantes**.¹

3.2.1 Booleanos

George Boole es considerado como uno de los fundadores del campo de las ciencias de la computación y fue el creador del [Álgebra de Boole](#) que da lugar, entre otras estructuras algebraicas, a la [Lógica binaria](#). En esta lógica las variables sólo pueden tomar dos valores discretos: **verdadero** o **falso**.

El tipo de datos `bool` proviene de lo explicado anteriormente y admite dos posibles valores:

- `True` que se corresponde con *verdadero* (y también con **1** en su representación numérica).
- `False` que se corresponde con *falso* (y también con **0** en su representación numérica).

Veamos un ejemplo de su uso:

```
>>> is_opened = True
>>> is_opened
True

>>> has_sugar = False
>>> has_sugar
False
```

La primera variable `is_opened` está representando el hecho de que algo esté abierto, y al tomar el valor `True` podemos concluir que sí. La segunda variable `has_sugar` nos indica si una bebida tiene azúcar; dado que toma el valor `False` inferimos que no lleva azúcar.

Atención: Tal y como se explicó en [este apartado](#), los nombres de variables son «case-sensitive». De igual modo el tipo booleano toma valores `True` y `False` con **la primera letra en mayúsculas**. De no ser así obtendríamos un error sintáctico.

```
>>> is_opened = true
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
NameError: name 'true' is not defined
>>> has_sugar = false
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
NameError: name 'false' is not defined
```

¹ Foto original de portada por Brett Jordan en Unsplash.

3.2.2 Enteros

Los números enteros no tienen decimales pero sí pueden contener signo y estar expresados en alguna base distinta de la usual (base 10).

Literales enteros

Veamos algunos ejemplos de números enteros:

```
>>> 8
8
>>> 0
0
>>> 08
File "<stdin>", line 1
  08
  ^
SyntaxError: invalid token
>>> 99
99
>>> +99
99
>>> -99
-99
>>> 3000000
3000000
>>> 3_000_000
3000000
```

Dos detalles a tener en cuenta:

- No podemos comenzar un número entero por `0`.
- Python permite dividir los números enteros con *guiones bajos* `_` para clarificar su lectura/escritura. A efectos prácticos es como si esos guiones bajos no existieran.

Operaciones con enteros

A continuación se muestra una tabla con las distintas operaciones sobre enteros que podemos realizar en Python:

Tabla 4: Operaciones con enteros en Python

Operador	Descripción	Ejemplo	Resultado
<code>+</code>	Suma	<code>3 + 9</code>	12

continué en la próxima página

Tabla 4 – proviene de la página anterior

Operador	Descripción	Ejemplo	Resultado
-	Resta	6 - 2	4
*	Multiplicación	5 * 5	25
/	División flotante	9 / 2	4.5
//	División entera	9 // 2	4
%	Módulo	9 % 4	1
**	Exponenciación	2 ** 4	16

Veamos algunas pruebas de estos operadores:

```
>>> 2 + 8 + 4  
14  
>>> 4 ** 4  
256  
>>> 7 / 3  
2.3333333333333335  
>>> 7 // 3  
2  
>>> 6 / 0  
Traceback (most recent call last):  
  File "<stdin>", line 1, in <module>  
ZeroDivisionError: division by zero
```

Es de buen estilo de programación **dejar un espacio** entre cada operador. Además hay que tener en cuenta que podemos obtener errores dependiendo de la operación (más bien de los *operando*s) que estemos utilizando, como es el caso de la *división por cero*.

Asignación aumentada

Python nos ofrece la posibilidad de escribir una asignación aumentada mezclando la *asignación* y un *operador*.



Figura 6: Asignación aumentada en Python

Supongamos que disponemos de 100 vehículos en stock y que durante el pasado mes se han

vendido 20 de ellos. Veamos cómo sería el código con asignación tradicional vs. asignación aumentada:

Lista 1: Asignación tradicional

```
>>> total_cars = 100
>>> sold_cars = 20
>>> total_cars = total_cars - sold_cars
>>> total_cars
80
```

Lista 2: Asignación aumentada

```
>>> total_cars = 100
>>> sold_cars = 20
>>> total_cars -= sold_cars
>>> total_cars
80
```

Estas dos formas son equivalentes a nivel de resultados y funcionalidad, pero obviamente tienen diferencias de escritura y legibilidad. De este mismo modo, podemos aplicar un formato compacto al resto de operaciones:

```
>>> random_number = 15

>>> random_number += 5
>>> random_number
20

>>> random_number *= 3
>>> random_number
60

>>> random_number //=
>>> random_number
15

>>> random_number **= 1
>>> random_number
15
```

Módulo

La operación **módulo** (también llamado **resto**), cuyo símbolo en Python es %, se define como el resto de dividir dos números. Veamos un ejemplo para entender bien su funcionamiento:

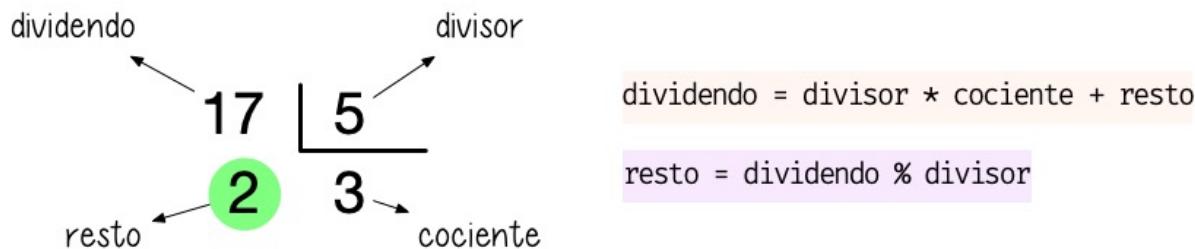


Figura 7: Operador «módulo» en Python

```
>>> dividendo = 17
>>> divisor = 5

>>> cociente = dividendo // divisor  # división entera
>>> resto = dividendo % divisor

>>> cociente
3
>>> resto
2
```

Exponenciación

Para elevar un número a otro en Python utilizamos el operador de exponenciación **:

```
>>> 4 ** 3
64
>>> 4 * 4 * 4
64
```

Se debe tener en cuenta que también podemos elevar un número entero a un **número decimal**. En este caso es como si estuviéramos haciendo una *raíz*². Por ejemplo:

$$4^{\frac{1}{2}} = 4^{0.5} = \sqrt{4} = 2$$

Hecho en Python:

² No siempre es una raíz cuadrada porque se invierten numerador y denominador.

```
>>> 4 ** 0.5
2.0
```

Ejercicio

Una ecuación de segundo grado se define como $ax^2 + bx + c = 0$, y (en determinados casos) tiene dos soluciones:

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Dados los coeficientes $a=4$, $b=-6$ y $c=2$ calcule sus dos soluciones. Tenga en cuenta subdividir los cálculos y reutilizar variables (por ejemplo el [discriminante](#)).

La solución para los valores anteriores es:

- $x1 = 1$
- $x2 = 0.5$

Recuerde que la **raíz cuadrada** se puede calcular como la exponenciación a $\frac{1}{2}$.

Puede comprobar los resultados para otros valores de entrada con esta [aplicación para resolver ecuaciones cuadráticas](#).

Valor absoluto

Python ofrece la función `abs()` para obtener el valor absoluto de un número:

```
>>> abs(-1)
1

>>> abs(1)
1

>>> abs(-3.14)
3.14

>>> abs(3.14)
3.14
```

Límite de un entero

Nivel avanzado

¿Cómo de grande puede ser un `int` en Python? La respuesta es **de cualquier tamaño**. Por poner un ejemplo, supongamos que queremos representar un `centillón`. Este valor viene a ser un «1» seguido por ¡600 ceros! ¿Será capaz Python de almacenarlo?

Nota: En muchos lenguajes tratar con enteros tan largos causaría un «integer overflow». No es el caso de Python que puede manejar estos valores sin problema.

3.2.3 Flotantes

Los números en **punto flotante**³ tienen **parte decimal**. Veamos algunos ejemplos de flotantes en Python.

³ Punto o coma flotante es una notación científica usada por computadores.

Lista 3: Distintas formas de escribir el flotante *4.0*

```
>>> 4.0
4.0
>>> 4.
4.0
>>> 04.0
4.0
>>> 04.
4.0
>>> 4.000_000
4.0
>>> 4e0 # 4.0 * (10 ** 0)
4.0
```

Conversión de tipos

El hecho de que existan distintos tipos de datos en Python (y en el resto de lenguajes de programación) es una ventaja a la hora de representar la información del mundo real de la mejor manera posible. Pero también se hace necesario buscar mecanismos para convertir unos tipos de datos en otros.

Conversión implícita

Cuando mezclamos enteros, booleanos y flotantes, Python realiza automáticamente una conversión implícita (o **promoción**) de los valores al tipo de «mayor rango». Veamos algunos ejemplos de esto:

```
>>> True + 25
26
>>> 7 * False
0
>>> True + False
1
>>> 21.8 + True
22.8
>>> 10 + 11.3
21.3
```

Podemos resumir la conversión implícita en la siguiente tabla:

Tipo 1	Tipo 2	Resultado
bool	int	int
bool	float	float
int	float	float

Se puede ver claramente que la conversión numérica de los valores booleanos es:

- `True` ➡ 1
- `False` ➡ 0

Conversión explícita

Aunque más adelante veremos el concepto de **función**, desde ahora podemos decir que existen una serie de funciones para realizar conversiones explícitas de un tipo a otro:

bool() Convierte el tipo a *booleano*.

int() Convierte el tipo a *entero*.

float() Convierte el tipo a *flotante*.

Veamos algunos ejemplos de estas funciones:

```
>>> bool(1)
True
>>> bool(0)
False
>>> int(True)
1
>>> int(False)
0
>>> float(1)
1.0
>>> float(0)
0.0
>>> float(True)
1.0
>>> float(False)
0.0
```

En el caso de que usemos la función `int()` sobre un valor flotante, nos retorna su **parte baja**:

$$\text{int}(x) = \lfloor x \rfloor$$

Por ejemplo:

```
>>> int(3.1)
3
>>> int(3.5)
3
>>> int(3.9)
3
```

Para **obtener el tipo** de una variable podemos hacer uso de la función `type()`:

```
>>> is_raining = False

>>> type(is_raining)
<class 'bool'>

>>> sound_level = 35
>>> type(sound_level)
<class 'int'>

>>> temperature = 36.6
>>> type(temperature)
<class 'float'>
```

Igualmente existe la posibilidad de **comprobar el tipo** que tiene una variable mediante la función `isinstance()`:

```
>>> isinstance(is_raining, bool)
True
>>> isinstance(sound_level, int)
True
>>> isinstance(temperature, float)
True
```

Ejercicio

Existe una aproximación al seno de un ángulo x expresado en *grados*:

$$\sin(x) \approx \frac{4x(180 - x)}{40500 - x(180 - x)}$$

Calcule dicha aproximación utilizando operaciones en Python. Descomponga la expresión en subcálculos almacenados en variables. Tenga en cuenta aquellas expresiones comunes para no repetir cálculos y seguir el principio DRY.

¿Qué tal funciona la aproximación? Compare sus resultados con estos:

- $\sin(90) = 1.0$
- $\sin(45) = 0.7071067811865475$

- $\sin(50) = 0.766044443118978$
-

Errores de aproximación

Nivel intermedio

Supongamos el siguiente cálculo:

```
>>> (19 / 155) * (155 / 19)
0.9999999999999999
```

Debería dar 1.0, pero no es así puesto que la representación interna de los valores en **coma flotante** sigue el estándar **IEEE 754** y estamos trabajando con **aritmética finita**.

Aunque existen distintas formas de solventar esta limitación, de momento veremos una de las más sencillas utilizando la función «built-in» `round()` que nos permite redondear un número flotante a un número determinado de decimales:

```
>>> pi = 3.14159265359
>>> round(pi)
3
>>> round(pi, 1)
3.1
>>> round(pi, 2)
3.14
>>> round(pi, 3)
3.142
>>> round(pi, 4)
3.1416
>>> round(pi, 5)
3.14159
```

Para el caso del error de aproximación que nos ocupa:

```
>>> result = (19 / 155) * (155 / 19)
>>> round(result, 1)
1.0
```

Prudencia: `round()` aproxima al valor más cercano, mientras que `int()` obtiene siempre el entero «por abajo».

Límite de un flotante

A diferencia de los *enteros*, los números flotantes sí que tienen un límite en Python. Para descubrirlo podemos ejecutar el siguiente código:

```
>>> import sys  
  
>>> sys.float_info.min  
2.2250738585072014e-308  
  
>>> sys.float_info.max  
1.7976931348623157e+308
```

3.2.4 Bases

Nivel intermedio

Los valores numéricos con los que estamos acostumbrados a trabajar están en **base 10** (o decimal). Esto indica que disponemos de 10 «símbolos» para representar las cantidades. En este caso del 0 al 9.

Pero también es posible representar números en **otras bases**. Python nos ofrece una serie de **prefijos** y **funciones** para este cometido.

Base binaria

Cuenta con **2** símbolos para representar los valores: 0 y 1.

Prefijo: 0b

```
>>> 0b1001  
9  
>>> 0b1100  
12
```

Función: bin()

```
>>> bin(9)  
'0b1001'  
>>> bin(12)  
'0b1100'
```

Base octal

Cuenta con **8** símbolos para representar los valores: **0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7**.

Prefijo: **0o**

```
>>> 0o6243  
3235  
>>> 0o1257  
687
```

Función: **oct()**

```
>>> oct(3235)  
'0o6243'  
>>> oct(687)  
'0o1257'
```

Base hexadecimal

Cuenta con **16** símbolos para representar los valores: **0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E y F**.

Prefijo: **0x**

```
>>> 0x7F2A  
32554  
>>> 0x48FF  
18687
```

Función: **hex()**

```
>>> hex(32554)  
'0x7f2a'  
>>> hex(18687)  
'0x48ff'
```

Nota: Las letras para la representación hexadecimal no atienden a mayúsculas y minúsculas.

EJERCICIOS DE REPASO

1. Escriba un programa en Python que acepte el radio de un círculo y compute su área ([solución](#)).

Entrada: 5

Salida: 78.5

2. Escriba un programa en Python que acepte el radio de una esfera y obtenga su volumen ([solución](#)).

Entrada: 5

Salida: 523.333333333334

3. Escriba un programa en Python que acepte la base y la altura de un triángulo y compute su área ([solución](#)).

Entrada: base=4; altura=5

Salida: 10.0

4. Escriba un programa en Python que compute el futuro valor de una cantidad de dinero, a partir del capital inicial, el tipo de interés y el número de años ([solución](#)).

Entrada: capital=10000; interés=3.5; años=7

Salida: 12722.792627665729

5. Escriba un programa en Python que calcule la distancia euclídea entre dos puntos (x_1, y_1) y (x_2, y_2) ([solución](#)).

Entrada: $(x_1 = 3, y_1 = 5); (x_2 = -7, y_2 = -4)$

Salida: 13.45362404707371

AMPLIAR CONOCIMIENTOS

- [The Python Square Root Function](#)
- [How to Round Numbers in Python](#)
- [Operators and Expressions in Python](#)

3.3 Cadenas de texto



Las cadenas de texto son **secuencias de caracteres**. También se les conoce como «strings» y nos permiten almacenar información textual de forma muy cómoda.¹

Es importante destacar que Python 3 almacena los caracteres codificados en el estándar [Unicode](#), lo que es una gran ventaja con respecto a versiones antiguas del lenguaje. Además permite representar una cantidad ingente de símbolos incluyendo los famosos emojis 😎.

3.3.1 Creando «strings»

Para escribir una cadena de texto en Python basta con rodear los caracteres con comillas simples⁶:

```
>>> 'Mi primera cadena en Python'  
'Mi primera cadena en Python'
```

Para incluir *comillas dobles* dentro de la cadena de texto no hay mayor inconveniente:

```
>>> 'Los llamados "strings" son secuencias de caracteres'  
'Los llamados "strings" son secuencias de caracteres'
```

¹ Foto original de portada por [Roman Kraft](#) en Unsplash.

⁶ También es posible utilizar comillas dobles. Yo me he decantado por las comillas simples ya que quedan más limpias y suele ser el formato que devuelve el propio intérprete de Python.

Puede surgir la duda de cómo incluimos *comillas simples* dentro de la propia cadena de texto. Veamos soluciones para ello:

Lista 4: Comillas simples escapadas

```
>>> 'Los llamados \'strings\' son secuencias de caracteres'
"Los llamados 'strings' son secuencias de caracteres"
```

Lista 5: Comillas simples dentro de comillas dobles

```
>>> "Los llamados 'strings' son secuencias de caracteres"
"Los llamados 'strings' son secuencias de caracteres"
```

En la primera opción estamos **escapando** las comillas simples para que no sean tratadas como caracteres especiales. En la segunda opción estamos creando el «string» con comillas dobles (por fuera) para poder incluir directamente las comillas simples (por dentro). Python también nos ofrece esta posibilidad.

Comillas triples

Hay una forma alternativa de crear cadenas de texto utilizando *comillas triples*. Su uso está pensado principalmente para **cadenas multilínea**:

```
>>> poem = '''To be, or not to be, that is the question:
... Whether 'tis nobler in the mind to suffer
... The slings and arrows of outrageous fortune,
... Or to take arms against a sea of troubles'''
```

Importante: Los tres puntos ... que aparecen a la izquierda de las líneas no están incluidos en la cadena de texto. Es el símbolo que ofrece el intérprete de Python cuando saltamos de línea.

Cadena vacía

La cadena vacía es aquella que no contiene ningún carácter. Aunque a priori no lo pueda parecer, es un recurso importante en cualquier código. Su representación en Python es la siguiente:

```
>>> ''
''
```

3.3.2 Conversión

Podemos crear «strings» a partir de otros tipos de datos usando la función `str()`:

```
>>> str(True)
'True'
>>> str(10)
'10'
>>> str(21.7)
'21.7'
```

3.3.3 Secuencias de escape

Python permite **escapar** el significado de algunos caracteres para conseguir otros resultados. Si escribimos una barra invertida \ antes del carácter en cuestión, le otorgamos un significado especial.

Quizás la *secuencia de escape* más conocida es \n que representa un *salto de línea*, pero existen muchas otras:

```
# Salto de línea
>>> msg = 'Primera línea\nSegunda línea\nTercera línea'
>>> print(msg)
Primera línea
Segunda línea
Tercera línea

# Tabulador
>>> msg = 'Valor = \t40'
>>> print(msg)
Valor =      40

# Comilla simple
>>> msg = 'Necesitamos \'escapar\' la comilla simple'
>>> print(msg)
Necesitamos 'escapar' la comilla simple

# Barra invertida
>>> msg = 'Capítulo \\ Sección \\\ Encabezado'
>>> print(msg)
Capítulo \ Sección \ Encabezado
```

Nota: Al utilizar la función `print()` es cuando vemos realmente el resultado de utilizar los caracteres escapados.

Expresiones literales

Nivel intermedio

Hay situaciones en las que nos interesa que los caracteres especiales pierdan ese significado y poder usarlos de otra manera. Existe un modificador de cadena que proporciona Python para tratar el texto *en bruto*. Es el llamado «raw data» y se aplica anteponiendo una `r` a la cadena de texto.

Veamos algunos ejemplos:

```
>>> text = 'abc\ndef'
>>> print(text)
abc
def

>>> text = r'abc\ndef'
>>> print(text)
abc\ndef

>>> text = 'a\tb\tc'
>>> print(text)
a      b      c

>>> text = r'a\tb\tc'
>>> print(text)
a\tb\tc
```

Consejo: El modificador `r''` es muy utilizado para la escritura de **expresiones regulares**.

3.3.4 Más sobre `print()`

Hemos estado utilizando la función `print()` de forma sencilla, pero admite algunos parámetros interesantes:

```
1 >>> msg1 = '¿Sabes por qué estoy acá?'
2 >>> msg2 = 'Porque me apasiona'
3
4 >>> print(msg1, msg2)
5 ¿Sabes por qué estoy acá? Porque me apasiona
6
7 >>> print(msg1, msg2, sep='|')
8 ¿Sabes por qué estoy acá?|Porque me apasiona
9
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```
10 >>> print(msg2, end='!!!')
11 Porque me apasiona!!
```

Línea 4: Podemos imprimir todas las variables que queramos separándolas por comas.

Línea 7: El *separador por defecto* entre las variables es un *espacio*, podemos cambiar el carácter que se utiliza como separador entre cadenas.

Línea 10: El *carácter de final de texto* es un *salto de línea*, podemos cambiar el carácter que se utiliza como final de texto.

3.3.5 Leer datos desde teclado

Los programas se hacen para tener interacción con el usuario. Una de las formas de interacción es solicitar la entrada de datos por teclado. Como muchos otros lenguajes de programación, Python también nos ofrece la posibilidad de leer la información introducida por teclado. Para ello se utiliza la función `input()`:

```
>>> name = input('Introduzca su nombre: ')
Introduzca su nombre: Sergio
>>> name
'Sergio'
>>> type(name)
str

>>> age = input('Introduzca su edad: ')
Introduzca su edad: 41
>>> age
'41'
>>> type(age)
str
```

Nota: La función `input()` siempre nos devuelve un objeto de tipo cadena de texto o `str`. Tenerlo muy en cuenta a la hora de trabajar con números, ya que debemos realizar una *conversión explícita*.

Ejercicio

Escriba un programa en Python que lea por teclado dos números enteros y muestre por pantalla el resultado de realizar las operaciones básicas entre ellos.

Ejemplo

- Valores de entrada 7 y 4.

- Salida esperada:

```
7+4=11  
7-4=3  
7*4=28  
7/4=1.75
```

Consejo: Aproveche todo el potencial que ofrece `print()` para conseguir la salida esperada.

3.3.6 Operaciones con «strings»

Combinar cadenas

Podemos combinar dos o más cadenas de texto utilizando el operador +:

```
>>> proverb1 = 'Cuando el río suena'  
>>> proverb2 = 'agua lleva'  
  
>>> proverb1 + proverb2  
'Cuando el río suenaagua lleva'  
  
>>> proverb1 + ', ' + proverb2 # incluimos una coma  
'Cuando el río suena, agua lleva'
```

Repetir cadenas

Podemos repetir dos o más cadenas de texto utilizando el operador *:

```
>>> reaction = 'Wow'  
  
>>> reaction * 4  
'WowWowWowWow'
```

Obtener un carácter

Los «strings» están **indexados** y cada carácter tiene su propia posición. Para obtener un único carácter dentro de una cadena de texto es necesario especificar su **índice** dentro de corchetes [...].

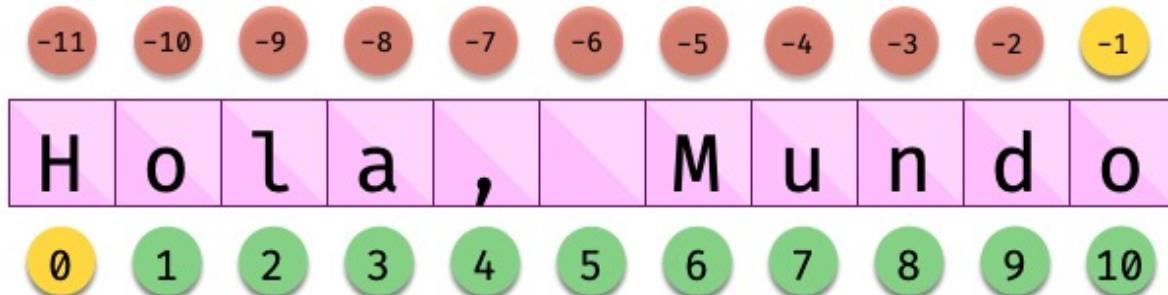


Figura 8: Indexado de una cadena de texto

Veamos algunos ejemplos de acceso a caracteres:

```
>>> sentence = 'Hola, Mundo'

>>> sentence[0]
'H'
>>> sentence[-1]
'o'
>>> sentence[4]
', '
>>> sentence[-5]
'M'
```

Truco: Nótese que existen tanto **índices positivos** como **índices negativos** para acceder a cada carácter de la cadena de texto. A priori puede parecer redundante, pero es muy útil en determinados casos.

En caso de que intentemos acceder a un índice que no existe, obtendremos un error por *fuerza de rango*:

```
>>> sentence[50]
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
IndexError: string index out of range
```

Advertencia: Téngase en cuenta que el indexado de una cadena de texto siempre empieza en **0** y termina en **una unidad menos de la longitud** de la cadena.

Las cadenas de texto son tipos de datos *inmutables*. Es por ello que no podemos modificar un carácter directamente:

```
>>> song = 'Hey Jude'

>>> song[4] = 'D'
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: 'str' object does not support item assignment
```

Truco: Existen formas de modificar una cadena de texto que veremos más adelante, aunque realmente no estemos transformando el original sino creando un nuevo objeto con las modificaciones.

Trocear una cadena

Es posible extraer «trozos» («rebanadas») de una cadena de texto². Tenemos varias aproximaciones para ello:

[:] Extrae la secuencia entera desde el comienzo hasta el final. Es una especie de **copia** de toda la cadena de texto.

[start:] Extrae desde **start** hasta el final de la cadena.

[:end] Extrae desde el comienzo de la cadena hasta **end menos 1**.

[start:end] Extrae desde **start** hasta **end menos 1**.

[start:end:step] Extrae desde **start** hasta **end menos 1** haciendo saltos de tamaño **step**.

Veamos la aplicación de cada uno de estos accesos a través de un ejemplo:

```
>>> proverb = 'Agua pasada no mueve molino'

>>> proverb[:]
'Agua pasada no mueve molino'

>>> proverb[12:]
'no mueve molino'
```

(continué en la próxima página)

² El término usado en inglés es *slice*.

(provien de la página anterior)

```
>>> proverb[:11]
'Agua pasada'

>>> proverb[5:11]
'pasada'

>>> proverb[5:11:2]
'psd'
```

Importante: El troceado siempre llega a una unidad menos del índice final que hayamos especificado. Sin embargo el comienzo sí coincide con el que hemos puesto.

Longitud de una cadena

Para obtener la longitud de una cadena podemos hacer uso de `len()`, una función común a prácticamente todos los tipos y estructuras de datos en Python:

```
>>> proverb = 'Lo cortés no quita lo valiente'
>>> len(proverb)
27

>>> empty = ''
>>> len(empty)
0
```

Pertenencia de un elemento

Si queremos comprobar que una determinada subcadena se encuentra en una cadena de texto utilizamos el operador `in` para ello. Se trata de una expresión que tiene como resultado un valor «booleano» verdadero o falso:

```
>>> proverb = 'Más vale malo conocido que bueno por conocer'

>>> 'malo' in proverb
True

>>> 'bueno' in proverb
True
```

(continué en la próxima página)

(provien de la página anterior)

```
>>> 'regular' in proverb
False
```

Habrá que prestar atención al caso en el que intentamos descubrir si una subcadena **no está** en la cadena de texto:

```
>>> dna_sequence = 'ATGAAATTGAAATGGGA'

>>> not('C' in dna_sequence) # Primera aproximación
True

>>> 'C' not in dna_sequence # Forma pitónica
True
```

Dividir una cadena

Una tarea muy común al trabajar con cadenas de texto es dividirlas por algún tipo de *separador*. En este sentido, Python nos ofrece la función `split()`, que debemos usar anteponiendo el «string» que queramos dividir:

```
>>> proverb = 'No hay mal que por bien no venga'
>>> proverb.split()
['No', 'hay', 'mal', 'que', 'por', 'bien', 'no', 'venga']

>>> tools = 'Martillo,Sierra,Destornillador'
>>> tools.split(',')
['Martillo', 'Sierra', 'Destornillador']
```

Nota: Si no se especifica un separador, `split()` usa por defecto cualquier secuencia de espacios en blanco, tabuladores y saltos de línea.

Aunque aún no lo hemos visto, lo que devuelve `split()` es una *lista* (otro tipo de datos en Python) donde cada elemento es una parte de la cadena de texto original:

```
>>> game = 'piedra-papel-tijera'

>>> type(game.split('-'))
list
```

Ejercicio

Sabiendo que la longitud de una lista se calcula igual que la *longitud de una cadena de texto*, obtenga el número de palabras que contiene la siguiente cadena de texto:

```
quote = 'Before software can be reusable, it first has to be usable'
```

Existe una forma algo más avanzada de dividir una cadena a través del **particionado**. Para ello podemos valernos de la función **partition()** que proporciona Python.

Esta función toma un argumento como separador, y divide la cadena de texto en 3 partes: lo que queda a la izquierda del separador, el separador en sí mismo y lo que queda a la derecha del separador:

```
>>> text = '3 + 4'  
  
>>> text.partition('+')  
('3 ', '+', ' 4')
```

Limpiar cadenas

Cuando leemos datos del usuario o de cualquier fuente externa de información, es bastante probable que se incluyan en esas cadenas de texto, *caracteres de relleno*³ al comienzo y al final. Python nos ofrece la posibilidad de eliminar estos caracteres u otros que no nos interesen.

La función **strip()** se utiliza para eliminar caracteres del principio y del final de un «string». También existen variantes de esta función para aplicarla únicamente al comienzo o únicamente al final de la cadena de texto.

Supongamos que debemos procesar un fichero con números de serie de un determinado artículo. Cada línea contiene el valor que nos interesa pero se han «colado» ciertos caracteres de relleno que debemos limpiar:

```
>>> serial_number = '\n\t \n 48374983274832 \n\n\t \t \n'  
  
>>> serial_number.strip()  
'48374983274832'
```

Nota: Si no se especifican los caracteres a eliminar, **strip()** usa por defecto cualquier combinación de *espacios en blanco*, *saltos de línea* \n y *tabuladores* \t.

A continuación vamos a hacer «limpieza» por la izquierda (*comienzo*) y por la derecha (*final*) utilizando la función **lstrip()** y **rstrip()** respectivamente:

³ Se suele utilizar el término inglés «padding» para referirse a estos caracteres.

Lista 6: «Left strip»

```
>>> serial_number.lstrip()
'48374983274832  \n\n\t  \t  \n'
```

Lista 7: «Right strip»

```
>>> serial_number.rstrip()  
\n\t \n 48374983274832
```

Como habíamos comentado, también existe la posibilidad de especificar los caracteres que queremos borrar:

```
>>> serial_number.strip('\n')  
'\t\t\n 48374983274832\t\n\t\t\t\t'
```

Importante: La función `strip()` no modifica la cadena que estamos usando (*algo obvio porque los «strings» son inmutables*) sino que devuelve una nueva cadena de texto con las modificaciones pertinentes.

Realizar búsquedas

Aunque hemos visto que la forma pitónica de saber si una subcadena se encuentra dentro de otra es *a través del operador in*, Python nos ofrece distintas alternativas para realizar búsquedas en cadenas de texto.

Vamos a partir de una variable que contiene un trozo de la canción *Mediterráneo* de *Joan Manuel Serrat* para exemplificar las distintas opciones que tenemos:

```
>>> lyrics = '''Quizás porque mi niñez  
... Sigue jugando en tu playa  
... Y escondido tras las cañas  
... Duerme mi primer amor  
... Llevo tu luz y tu olor  
... Por dondequiera que vaya'''
```

Comprobar si una cadena de texto empieza o termina por alguna subcadena:

```
>>> lyrics.startswith('Quizás')
True

>>> lyrics.endswith('Final')
False
```

Encontrar la **primera ocurrencia** de alguna subcadena:

```
>>> lyrics.find('amor')
93

>>> lyrics.index('amor') # Same behaviour?
93
```

Tanto `find()` como `index()` devuelven el **índice** de la primera ocurrencia de la subcadena que estemos buscando, pero se diferencian en su comportamiento cuando la subcadena buscada no existe:

```
>>> lyrics.find('universo')
-1

>>> lyrics.index('universo')
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ValueError: substring not found
```

Contabilizar el **número de veces que aparece** una subcadena:

```
>>> lyrics.count('mi')
2

>>> lyrics.count('tu')
3

>>> lyrics.count('él')
0
```

Ejercicio

Dada la siguiente letra⁵, obtenga la misma pero sustituyendo la palabra `voices` por `sounds`:

```
>>> song = '''You look so beautiful in this light
... Your silhouette over me
... The way it brings out the blue in your eyes
... Is the Tenerife sea
... And all of the voices surrounding us here
... They just fade out when you take a breath
... Just say the word and I will disappear
... Into the wilderness'''
```

Utilice para ello únicamente búsqueda, concatenación y troceado de cadenas de texto.

⁵ «Tenerife Sea» por Ed Sheeran.

Reemplazar elementos

Podemos usar la función `replace()` indicando la *subcadena a reemplazar*, la *subcadena de reemplazo* y *cuántas instancias* se deben reemplazar. Si no se especifica este último argumento, la sustitución se hará en todas las instancias encontradas:

```
>>> proverb = 'Quien mal anda mal acaba'  
  
>>> proverb.replace('mal', 'bien')  
'Quien bien anda bien acaba'  
  
>>> proverb.replace('mal', 'bien', 1) # sólo 1 reemplazo  
'Quien bien anda mal acaba'
```

Mayúsculas y minúsculas

Python nos permite realizar variaciones en los caracteres de una cadena de texto para pasarlos a mayúsculas y/o minúsculas. Veamos las distintas opciones disponibles:

```
>>> proverb = 'quien a buen árbol se arrima Buena Sombra le cobija'  
  
>>> proverb  
'quien a buen árbol se arrima Buena Sombra le cobija'  
  
>>> proverb.capitalize()  
'Quien a buen árbol se arrima buena sombra le cobija'  
  
>>> proverb.title()  
'Quien A Buen Árbol Se Arrima Buena Sombra Le Cobija'  
  
>>> proverb.upper()  
'QUIEN A BUEN ÁRBOL SE ARRIMA BUENA SOMBRA LE COBIJA'  
  
>>> proverb.lower()  
'quien a buen árbol se arrima buena sombra le cobija'  
  
>>> proverb.swapcase()  
'QUIEN A BUEN ÁRBOL SE ARRIMA bUENA sOMBRA LE COBIJA'
```

Identificando caracteres

Hay veces que recibimos información textual de distintas fuentes de las que necesitamos identificar qué tipo de caracteres contienen. Para ello Python nos ofrece un grupo de funciones.

Veamos **algunas** de estas funciones:

Lista 8: Detectar si todos los caracteres son letras o números

```
>>> 'R2D2'.isalnum()
True
>>> 'C3-PO'.isalnum()
False
```

Lista 9: Detectar si todos los caracteres son números

```
>>> '314'.isnumeric()
True
>>> '3.14'.isnumeric()
False
```

Lista 10: Detectar si todos los caracteres son letras

```
>>> 'abc'.isalpha()
True
>>> 'a-b-c'.isalpha()
False
```

Lista 11: Detectar mayúsculas/minúsculas

```
>>> 'BIG'.isupper()
True
>>> 'small'.islower()
True
>>> 'First Heading'.istitle()
True
```

3.3.7 Interpolación de cadenas

En este apartado veremos cómo **interpolar** valores dentro de cadenas de texto utilizando diferentes formatos. Interpolar (en este contexto) significa sustituir una variable por su valor dentro de una cadena de texto.

Veamos los estilos que proporciona Python para este cometido:

Nombre	Símbolo	Soportado
Estilo antiguo	%	>= Python2
Estilo «nuevo»	.format	>= Python2.6
«f-strings»	f ''	>= Python3.6

Aunque aún podemos encontrar código con el **estilo antiguo** y el **estilo nuevo** en el **formateo de cadenas**, vamos a centrarnos en el análisis de los **«f-strings»** que se están utilizando bastante en la actualidad.

«f-strings»

Los **f-strings** aparecieron en **Python 3.6** y se suelen usar en código de nueva creación. Es la forma más potente – y en muchas ocasiones más eficiente – de formar cadenas de texto incluyendo valores de otras variables.

La **interpolación** en cadenas de texto es un concepto que existe en la gran mayoría de lenguajes de programación y hace referencia al hecho de sustituir los nombres de variables por sus valores cuando se construye un «string».

Para indicar en Python que una cadena es un «f-string» basta con precederla de una **f** e incluir las variables o expresiones a interpolar entre llaves **{...}**.

Supongamos que disponemos de los datos de una persona y queremos formar una frase de bienvenida con ellos:

```
>>> name = 'Elon Musk'  
>>> age = 49  
>>> fortune = 43_300  
  
>>> f'Me llamo {name}, tengo {age} años y una fortuna de {fortune} millones'  
'Me llamo Elon Musk, tengo 49 años y una fortuna de 43300 millones'
```

Advertencia: Si olvidamos poner la **f** delante del «string» no conseguiremos sustitución de variables.

Podría surgir la duda de cómo incluir llaves dentro de la cadena de texto, teniendo en cuenta que las llaves son símbolos especiales para la interpolación de variables. La respuesta es duplicar las llaves:

```
>>> x = 10  
  
>>> f'The variable is {{ x = {x} }}'  
'The variable is { x = 10 }'
```

Formateando cadenas

Nivel intermedio

Los «f-strings» proporcionan una gran variedad de **opciones de formateado**: ancho del texto, número de decimales, tamaño de la cifra, alineación, etc. Muchas de estas facilidades se pueden consultar en el artículo [Best of Python3.6 f-strings⁴](#)

Dando formato a valores enteros:

```
>>> mount_height = 3718  
  
>>> f'{mount_height:10d}'  
'3718'  
  
>>> f'{mount_height:010d}'  
'0000003718'
```

Dando formato a otras bases:

```
>>> value = 0b10010011
```

(continué en la próxima página)

⁴ Escrito por Nirant Kasliwal en Medium.

(provien de la página anterior)

```
>>> f'{value}'
'147'
>>> f'{value:b}'
'10010011'

>>> value = 0o47622
>>> f'{value}'
'20370'
>>> f'{value:o}'
'47622'

>>> value = 0xab217
>>> f'{value}'
'700951'
>>> f'{value:x}'
'ab217'
```

Dando formato a valores flotantes:

```
>>> pi = 3.14159265

>>> f'{pi:f}' # 6 decimales por defecto (se rellenan con ceros si procede)
'3.141593'

>>> f'{pi:.3f}'
'3.142'

>>> f'{pi:12f}'
'      3.141593'

>>> f'{pi:7.2f}'
'   3.14'

>>> f'{pi:07.2f}'
'0003.14'

>>> f'{pi:.010f}'
'3.1415926500'

>>> f'{pi:e}'
'3.141593e+00'
```

Alineando valores:

```
>>> text1 = 'how'
```

(continué en la próxima página)

(provien de la página anterior)

```
>>> text2 = 'are'  
>>> text3 = 'you'  
  
>>> f'{text1:<7s}|{text2:^11s}|{text3:>7s}'  
'how      |    are      |    you'  
  
>>> f'{text1:-<7s}|{text2:·^11s}|{text3:->7s}'  
'how----|· · · · are · · · |----you'
```

Modo «debug»

A partir de Python 3.8, los «f-strings» permiten imprimir el nombre de la variable y su valor, como un atajo para depurar nuestro código. Para ello sólo tenemos que incluir un símbolo = después del nombre de la variable:

```
>>> serie = 'The Simpsons'  
>>> imdb_rating = 8.7  
>>> num_seasons = 30  
  
>>> f'{serie=}'  
"serie='The Simpsons'"  
  
>>> f'{imdb_rating=}'  
'imdb_rating=8.7'  
  
>>> f'{serie[4:]=}' # incluso podemos añadir expresiones!  
"serie[4:]='Simpsons'"  
  
>>> f'{imdb_rating / num_seasons=}'  
'imdb_rating / num_seasons=0.29'
```

Ejercicio

Dada la variable:

```
e = 2.71828
```

, obtenga los siguientes resultados utilizando «f-strings»:

```
'2.718'  
'2.718280'  
'    2.72' # 4 espacios en blanco  
'2.718280e+00'
```

(continué en la próxima página)

(provine de la página anterior)

```
'00002.7183'
'           2.71828' # 12 espacios en blanco
```

3.3.8 Caracteres Unicode

Python trabaja *por defecto* con caracteres **Unicode**. Eso significa que tenemos acceso a la amplia carta de caracteres que nos ofrece este estándar de codificación.

Supongamos un ejemplo sobre el típico «emoji» de un **cohete** definido [en este cuadro](#):



Figura 9: Representación Unicode del carácter ROCKET

La función `chr()` permite representar un carácter **a partir de su código**:

```
>>> rocket_code = 0x1F680
>>> rocket = chr(rocket_code)
>>> rocket
'🚀'
```

La función `ord()` permite obtener el código (decimal) de un carácter **a partir de su representación**:

```
>>> rocket_code = hex(ord('rocket'))
>>> rocket_code
'0x1f680'
```

El modificador `\N{ROCKET}` permite representar un carácter **a partir de su nombre**:

```
>>> '\N{ROCKET}'
'🚀'
```

3.3.9 Casos de uso

Nivel avanzado

Hemos estado usando muchas funciones de objetos tipo «string» (y de otros tipos previamente). Pero quizás no sabemos aún como podemos descubrir todo lo que podemos hacer con ellos y los **casos de uso** que nos ofrece.

Python proporciona una *función «built-in»* llamada `dir()` para inspeccionar un determinado tipo de objeto:

```
>>> text = 'This is it!'

>>> dir(text)
['__add__', '__class__', '__contains__', '__delattr__', '__dir__', '__doc__', '__eq__', '__format__', '__ge__', '__getattribute__', '__getitem__', '__getnewargs__', '__gt__', '__hash__', '__init__', '__init_subclass__', '__iter__', '__le__', '__len__', '__lt__', '__mod__', '__mul__', '__ne__', '__new__', '__reduce__', '__reduce_ex__', '__repr__', '__rmod__', '__rmul__', '__setattr__', '__sizeof__', '__str__', '__subclasshook__']
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```
'capitalize',
'casefold',
'center',
'count',
'encode',
'endswith',
'expandtabs',
'find',
'format',
'format_map',
'index',
'isalnum',
'isalpha',
'isascii',
'isdecimal',
'isdigit',
'isidentifier',
'islower',
'isnumeric',
'isprintable',
'isspace',
'istitle',
'isupper',
'join',
'ljust',
'lower',
'lstrip',
'maketrans',
'partition',
'replace',
'rfind',
'rindex',
'rjust',
'rpartition',
'rsplit',
'rstrip',
'split',
'splitlines',
'startswith',
'strip',
'swapcase',
'title',
'translate',
'upper',
'zfill']
```

Esto es aplicable tanto a variables como a literales e incluso a tipos de datos (clases) explícitos:

```
>>> dir(10)
['__abs__', '__add__', '__and__', '__bool__', ...
 'imag', 'numerator', 'real', 'to_bytes']

>>> dir(float)
['__abs__', '__add__', '__bool__', '__class__', ...
 'hex', 'imag', 'is_integer', 'real']
```

EJERCICIOS DE REPASO

1. Escriba un programa en Python que acepte el nombre y los apellidos de una persona y los imprima en orden inverso separados por una coma. Utilice *f-strings* para implementarlo ([solución](#)).

Entrada: nombre=Sergio; apellidos=Delgado Quintero

Salida: Delgado Quintero, Sergio

2. Escriba un programa en Python que acepte una ruta remota de recurso samba, y lo separe en nombre(IP) del equipo y ruta (**solución**).

Entrada: //1.1.1.1/eoj/python

Salida: equipo=1.1.1.1; ruta=/eoi/python

3. Escriba un programa en Python que acepte un «string» con los 8 dígitos de un NIF, y calcule su dígito de control (solución).

Entrada: 12345678

Salida: 12345678Z

4. Escriba un programa en Python que acepte un entero n y compute el valor de $n + nn + nnn$ ([solución](#)).

Entrada: 5

Salida: 615

5. Escriba un programa en Python que acepte una palabra en castellano y calcule una métrica que sea el número total de caracteres de la palabra multiplicado por el número total de vocales que contiene la palabra ([solución](#)).

Entrada: ordenador

Salida: 36

AMPLIAR CONOCIMIENTOS

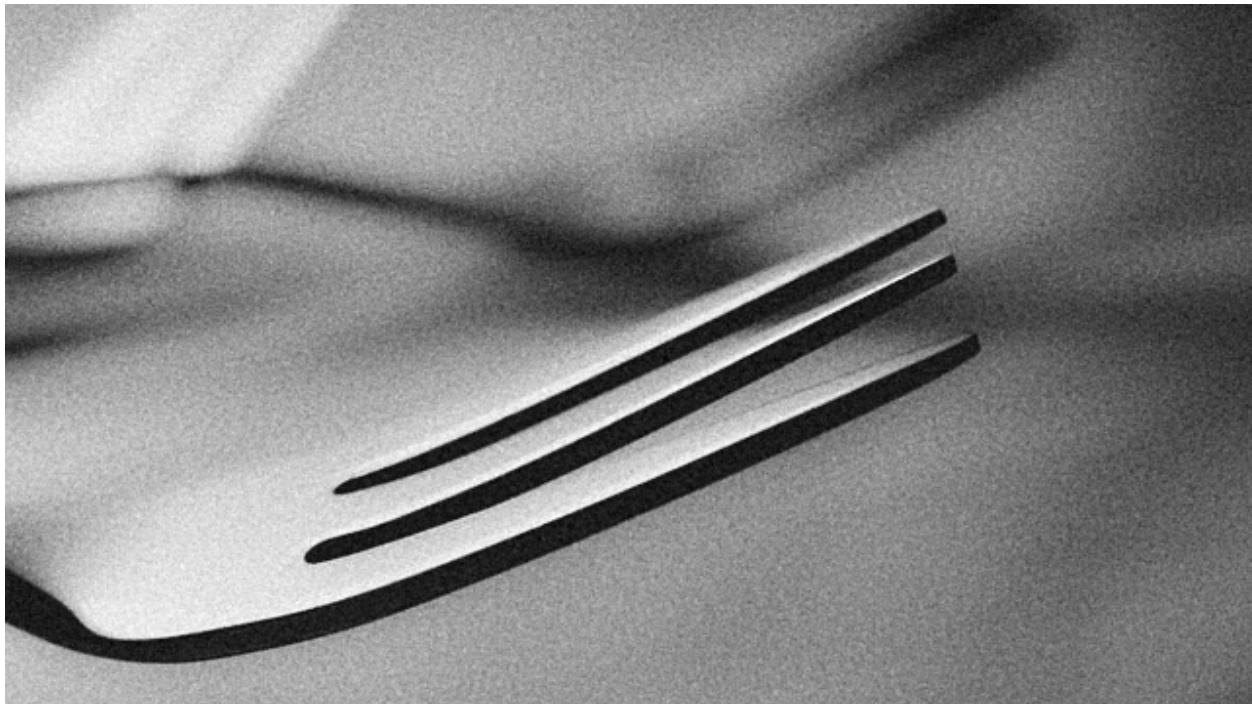
- [A Guide to the Newer Python String Format Techniques](#)
- [Strings and Character Data in Python](#)
- [How to Convert a Python String to int](#)
- [Your Guide to the Python print<> Function](#)
- [Basic Input, Output, and String Formatting in Python](#)
- [Unicode & Character Encodings in Python: A Painless Guide](#)
- [Python String Formatting Tips & Best Practices](#)
- [Python 3's f-Strings: An Improved String Formatting Syntax](#)
- [Splitting, Concatenating, and Joining Strings in Python](#)
- [Conditional Statements in Python](#)
- [Python String Formatting Best Practices](#)

CAPÍTULO 4

Control de flujo

Todo programa informático está formado por *instrucciones* que se ejecutan en forma secuencial de «arriba» a «abajo», de igual manera que leeríamos un libro. Este orden constituye el llamado **flujo** del programa. Es posible modificar este flujo secuencial para que tome *bifurcaciones* o repita ciertas instrucciones. Las sentencias que nos permiten hacer estas modificaciones se engloban en el *control de flujo*.

4.1 Condicionales



En esta sección veremos las sentencias `if` y `match-case` junto a las distintas variantes que pueden asumir, pero antes de eso introduciremos algunas cuestiones generales de *escritura de código*.¹

4.1.1 Definición de bloques

A diferencia de otros lenguajes que utilizan llaves para definir los bloques de código, cuando Guido Van Rossum *creó el lenguaje* quiso evitar estos caracteres por considerarlos innecesarios. Es por ello que en Python los bloques de código se definen a través de **espacios en blanco, preferiblemente 4**.² En términos técnicos se habla del **tamaño de indentación**.

Consejo: Esto puede resultar extraño e incómodo a personas que vienen de otros lenguajes de programación pero desaparece rápido y se siente natural a medida que se escribe código.

¹ Foto original de portada por [ali nafezarefi](#) en Unsplash.

² Reglas de indentación definidas en PEP 8

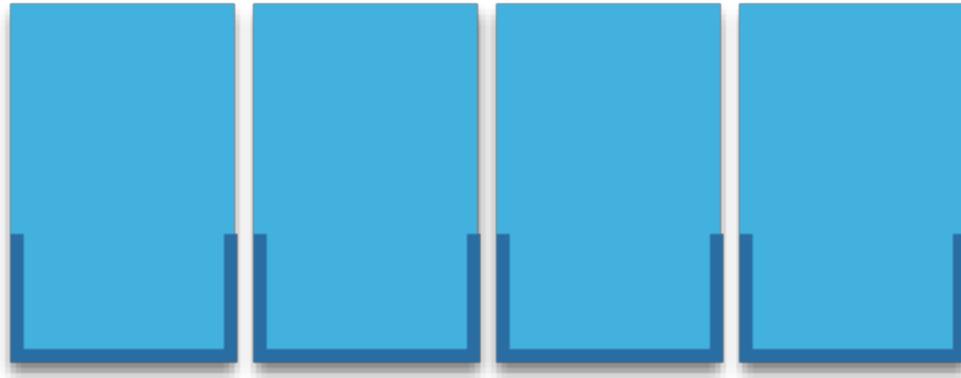


Figura 1: Python recomienda 4 espacios en blanco para indentar

4.1.2 Comentarios

Los comentarios son anotaciones que podemos incluir en nuestro programa y que nos permiten aclarar ciertos aspectos del código. Estas indicaciones son ignoradas por el intérprete de Python.

Los comentarios se incluyen usando el símbolo almohadilla # y comprenden hasta el final de la línea.

Lista 1: Comentario en bloque

```
# Universe age expressed in days
universe_age = 13800 * (10 ** 6) * 365
```

Los comentarios también pueden aparecer en la misma línea de código, aunque [la guía de estilo de Python](#) no aconseja usarlos en demasia:

Lista 2: Comentario en línea

```
stock = 0    # Release additional articles
```

4.1.3 Ancho del código

Los programas suelen ser más legibles cuando las líneas no son excesivamente largas. La longitud máxima de línea recomendada por [la guía de estilo de Python](#) es de **80 caracteres**.

Sin embargo, esto genera una cierta polémica hoy en día, ya que los tamaños de pantalla han aumentado y las resoluciones son mucho mayores que hace años. Así las líneas de más de 80 caracteres se siguen visualizando correctamente. Hay personas que son más estrictas en este límite y otras más flexibles.

En caso de que queramos **romper una línea de código** demasiado larga, tenemos dos

opciones:

1. Usar la *barra invertida* \:

```
>>> factorial = 4 * 3 * 2 * 1  
  
>>> factorial = 4 * \  
...      3 * \  
...      2 * \  
...      1
```

2. Usar los *paréntesis* (...):

```
>>> factorial = 4 * 3 * 2 * 1  
  
>>> factorial = (4 *  
...      3 *  
...      2 *  
...      1)
```

4.1.4 La sentencia if

La sentencia condicional en Python (al igual que en muchos otros lenguajes de programación) es **if**. En su escritura debemos añadir una **expresión de comparación** terminando con dos puntos al final de la línea. Veamos un ejemplo:

```
>>> temperature = 40  
  
>>> if temperature > 35:  
...     print('Aviso por alta temperatura')  
  
Aviso por alta temperatura
```

Nota: Nótese que en Python no es necesario incluir paréntesis (y) al escribir condiciones. Hay veces que es recomendable por claridad o por establecer prioridades.

En el caso anterior se puede ver claramente que la condición se cumple y por tanto se ejecuta la instrucción que tenemos dentro del cuerpo de la condición. Pero podría no ser así. Para controlar ese caso existe la sentencia **else**. Veamos el mismo ejemplo anterior pero añadiendo esta variante:

```
>>> temperature = 20  
  
>>> if temperature > 35:
```

(continué en la próxima página)

(provine de la página anterior)

```

...     print('Aviso por alta temperatura')
... else:
...     print('Parámetros normales')
...
Parámetros normales

```

Podríamos tener incluso condiciones dentro de condiciones, lo que se viene a llamar técnicamente **condiciones anidadas**³. Veamos un ejemplo ampliando el caso anterior:

```

>>> temperature = 28

>>> if temperature < 20:
...     if temperature < 10:
...         print('Nivel azul')
...     else:
...         print('Nivel verde')
... else:
...     if temperature < 30:
...         print('Nivel naranja')
...     else:
...         print('Nivel rojo')
...
Nivel naranja

```

Python nos ofrece una mejora en la escritura de condiciones anidadas cuando aparecen consecutivamente un `else` y un `if`. Podemos sustituirlos por la sentencia `elif`:

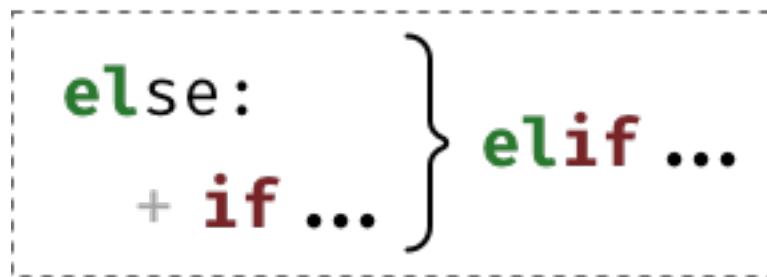


Figura 2: Construcción de la sentencia `elif`

Apliquemos esta mejora al código del ejemplo anterior:

```

>>> temperature = 28

>>> if temperature < 20:

```

(continué en la próxima página)

³ El anidamiento (o «nesting») hace referencia a incorporar sentencias unas dentro de otras mediante la inclusión de diversos niveles de profundidad (indentación).

(provine de la página anterior)

```
...     if temperature < 10:
...         print('Nivel azul')
...     else:
...         print('Nivel verde')
... elif temperature < 30:
...     print('Nivel naranja')
... else:
...     print('Nivel rojo')
...
Nivel naranja
```

Ejecución **paso a paso** a través de *Python Tutor*:

<https://cutt.ly/wd58B4t>

4.1.5 Operadores de comparación

Cuando escribimos condiciones debemos incluir alguna expresión de comparación. Para usar estas expresiones es fundamental conocer los operadores que nos ofrece Python:

Operador	Símbolo
Igualdad	<code>==</code>
Desigualdad	<code>!=</code>
Menor que	<code><</code>
Menor o igual que	<code><=</code>
Mayor que	<code>></code>
Mayor o igual que	<code>>=</code>

A continuación vamos a ver una serie de ejemplos con expresiones de comparación. Téngase en cuenta que estas expresiones habría que incluirlas dentro de la sentencia condicional en el caso de que quisiéramos tomar una acción concreta:

```
# Asignación de valor inicial
>>> value = 8

>>> value == 8
True

>>> value != 8
False

>>> value < 12
True
```

(continué en la próxima página)

(provine de la página anterior)

```
>>> value <= 7
False

>>> value > 4
True

>>> value >= 9
False
```

Podemos escribir condiciones más complejas usando los operadores lógicos:

- and
- or
- not

```
# Asignación de valor inicial
>>> x = 8

>>> x > 4 or x > 12 # True or False
True

>>> x < 4 or x > 12 # False or False
False

>>> x > 4 and x > 12 # True and False
False

>>> x > 4 and x < 12 # True and True
True

>>> not(x != 8) # not False
True
```

Python ofrece la posibilidad de ver si un valor está entre dos límites de manera directa. Así, por ejemplo, para descubrir si `value` está entre `4` y `12` haríamos:

```
>>> 4 <= value <= 12
True
```

Nota:

1. Una expresión de comparación siempre devuelve un valor *booleano*, es decir `True` o `False`.

2. El uso de paréntesis, en función del caso, puede aclarar la expresión de comparación.

Ejercicio

Dada una variable `year` con un valor entero, compruebe si dicho año es **bisiesto** o no lo es.

i Un año es bisiesto en el calendario Gregoriano, si es divisible entre 4 y no divisible entre 100, o bien si es divisible entre 400. Puedes hacer la comprobación en [esta lista de años bisiestos](#).

Ejemplo

- Entrada: 2008
 - Salida: Es un año bisiesto
-

«Booleanos» en condiciones

Cuando queremos preguntar por la **veracidad** de una determinada variable «booleana» en una condición, la primera aproximación que parece razonable es la siguiente:

```
>>> is_cold = True

>>> if is_cold == True:
...     print('Coge chaqueta')
... else:
...     print('Usa camiseta')
...
Coge chaqueta
```

Pero podemos *simplificar* esta condición tal que así:

```
>>> if is_cold:
...     print('Coge chaqueta')
... else:
...     print('Usa camiseta')
...
Coge chaqueta
```

Hemos visto una comparación para un valor «booleano» verdadero (`True`). En el caso de que la comparación fuera para un valor falso lo haríamos así:

```
>>> is_cold = False

>>> if not is_cold: # Equivalente a if is_cold == False
```

(continué en la próxima página)

(provien de la página anterior)

```
...     print('Usa camiseta')
... else:
...     print('Coge chaqueta')
...
Usa camiseta
```

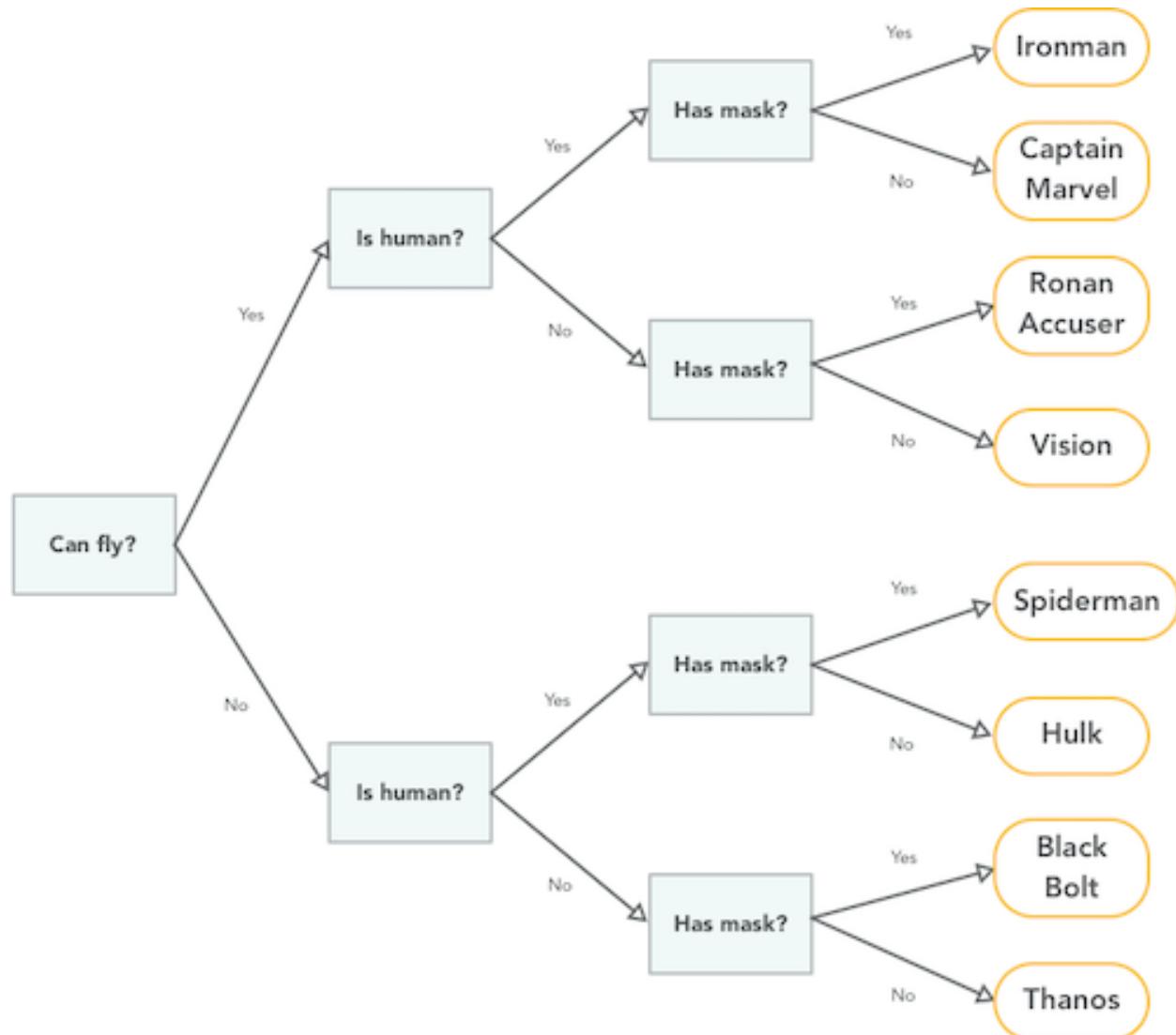
De hecho, si lo pensamos, estamos reproduciendo bastante bien el *lenguaje natural*:

- Si hace frío, coge chaqueta.
- Si no hace frío, usa camiseta.

Ejercicio

Escriba un programa que permita adivinar un personaje de Marvel en base a las tres preguntas siguientes:

1. ¿Puede volar?
2. ¿Es humano?
3. ¿Tiene máscara?



Ejemplo

- Entrada: can_fly = True, is_human = True y has_mask = True
- Salida: Ironman

Es una especie de Akinator para personajes de Marvel...

Valor nulo

Nivel intermedio

`None` es un valor especial de Python que almacena el **valor nulo**⁴. Veamos cómo se comporta al incorporarlo en condiciones de veracidad:

```
>>> value = None

>>> if value:
...     print('Value has some useful value')
... else:
...     # value podría contener None, False (u otro)
...     print('Value seems to be void')
...
Value seems to be void
```

Para distinguir `None` de los valores propiamente booleanos, se recomienda el uso del operador `is`. Veamos un ejemplo en el que tratamos de averiguar si un valor **es nulo**:

```
>>> value = None

>>> if value is None:
...     print('Value is clearly None')
... else:
...     # value podría contener True, False (u otro)
...     print('Value has some useful value')
...
Value is clearly void
```

De igual forma, podemos usar esta construcción para el caso contrario. La forma «pitónica» de preguntar si algo **no es nulo** es la siguiente:

```
>>> value = 99

>>> if value is not None:
...     print(f'{value=}')
...
value=99
```

⁴ Lo que en otros lenguajes se conoce como `nil`, `null`, `nothing`.

4.1.6 Sentencia match-case

Una de las novedades más esperadas (y quizás controvertidas) de Python 3.10 fue el llamado [Structural Pattern Matching](#) que introdujo en el lenguaje una nueva sentencia condicional. Ésta se podría asemejar a la sentencia «switch» que ya existe en otros lenguajes de programación.

Comparando valores

En su versión más simple, el «pattern matching» permite comparar un valor de entrada con una serie de literales. Algo así como un conjunto de sentencias «if» encadenadas. Veamos esta aproximación mediante un ejemplo:

```
>>> color = '#FF0000'

>>> match color:
...     case '#FF0000':
...         print('🔴')
...     case '#00FF00':
...         print('🟢')
...     case '#0000FF':
...         print('🔵')
...
...
🔴
```

¿Qué ocurre si el valor que comparamos no existe entre las opciones disponibles? Pues en principio, nada, ya que este caso no está cubierto. Si lo queremos controlar, hay que añadir una nueva regla utilizando el subguion `_` como patrón:

```
>>> color = '#AF549B'

>>> match color:
...     case '#FF0000':
...         print('🔴')
...     case '#00FF00':
...         print('🟢')
...     case '#0000FF':
...         print('🔵')
...     case _:
...         print('Unknown color!')
...
Unknown color!
```

Ejercicio

Escriba un programa en Python que pida (por separado) dos valores numéricos y un operando (suma, resta, multiplicación, división) y calcule el resultado de la operación, usando para ello la sentencia `match-case`.

Controlar que la operación no sea una de las cuatro predefinidas. En este caso dar un mensaje de error y no mostrar resultado final.

Ejemplo

- Entrada: 4, 3, +
- Salida: 4+3=7

Patrones avanzados

Nivel avanzado

La sentencia `match-case` va mucho más allá de una simple comparación de valores. Con ella podremos deconstruir estructuras de datos, capturar elementos o mapear valores.

Para ejemplificar varias de sus funcionalidades, vamos a partir de una *tupla* que representará un punto en el plano (2 coordenadas) o en el espacio (3 coordenadas). Lo primero que vamos a hacer es detectar en qué dimensión se encuentra el punto:

```
>>> point = (2, 5)

>>> match point:
...     case (x, y):
...         print(f'({x},{y}) is in plane')
...     case (x, y, z):
...         print(f'({x},{y},{z}) is in space')
...
(2,5) is in plane

>>> point = (3, 1, 7)

>>> match point:
...     case (x, y):
...         print(f'({x},{y}) is in plane')
...     case (x, y, z):
...         print(f'({x},{y},{z}) is in space')
...
(3,1,7) is in space
```

En cualquier caso, esta aproximación permitiría un punto formado por «strings»:

```
>>> point = ('2', '5')

>>> match point:
...     case (x, y):
...         print(f'{x},{y} is in plane')
...     case (x, y, z):
...         print(f'{x},{y},{z} is in space')
...
(2,5) is in plane
```

Por lo tanto, en un siguiente paso, podemos restringir nuestros patrones a valores enteros:

```
>>> point = ('2', '5')

>>> match point:
...     case (int(), int()):
...         print(f'{point} is in plane')
...     case (int(), int(), int()):
...         print(f'{point} is in space')
...     case _:
...         print('Unknown!')

Unknown!

>>> point = (3, 9, 1)

>>> match point:
...     case (int(), int()):
...         print(f'{point} is in plane')
...     case (int(), int(), int()):
...         print(f'{point} is in space')
...     case _:
...         print('Unknown!')

(3, 9, 1) is in space
```

Imaginemos ahora que nos piden calcular la distancia del punto al origen. Debemos tener en cuenta que, a priori, desconocemos si el punto está en el plano o en el espacio:

```
>>> point = (8, 3, 5)

>>> match point:
...     case (int(x), int(y)):
...         dist_to_origin = (x ** 2 + y ** 2) ** (1 / 2)
...     case (int(x), int(y), int(z)):
...         dist_to_origin = (x ** 2 + y ** 2 + z ** 2) ** (1 / 2)
```

(continué en la próxima página)

(provine de la página anterior)

```

...
    case _:
        print('Unknown!')
...
>>> dist_to_origin
9.899494936611665

```

Con este enfoque, nos aseguramos que los puntos de entrada deben tener todas sus coordenadas como valores enteros:

```

>>> point = ('8', 3, 5) # Nótese el 8 como "string"

>>> match point:
...     case (int(x), int(y)):
...         dist_to_origin = (x ** 2 + y ** 2) ** (1 / 2)
...     case (int(x), int(y), int(z)):
...         dist_to_origin = (x ** 2 + y ** 2 + z ** 2) ** (1 / 2)
...     case _:
...         print('Unknown!')
...
Unknown!

```

Cambiando de ejemplo, veamos un fragmento de código en el que tenemos que **comprobar la estructura de un bloque de autenticación** definido mediante un *diccionario*. Los métodos válidos de autenticación son únicamente dos: bien usando nombre de usuario y contraseña, o bien usando correo electrónico y «token» de acceso. Además, los valores deben venir en formato cadena de texto:

```

1 >>> # Lista de diccionarios
2 >>> auths = [
3 ...     {'username': 'sdelquin', 'password': '1234'},
4 ...     {'email': 'sdelquin@gmail.com', 'token': '4321'},
5 ...     {'email': 'test@test.com', 'password': 'ABCD'},
6 ...     {'username': 'sdelquin', 'password': 1234}
7 ... ]
8
9 >>> for auth in auths:
10 ...     print(auth)
11 ...     match auth:
12 ...         case {'username': str(username), 'password': str(password)}:
13 ...             print('Authenticating with username and password')
14 ...             print(f'{username}: {password}')
15 ...         case {'email': str(email), 'token': str(token)}:
16 ...             print('Authenticating with email and token')
17 ...             print(f'{email}: {token}')

```

(continué en la próxima página)

(provine de la página anterior)

```
18 ...     case _:
19 ...         print('Authenticating method not valid!')
20 ...         print('---')
21 ...
22 {'username': 'sdelquin', 'password': '1234'}
23 Authenticating with username and password
24 sdelquin: 1234
25 ---
26 {'email': 'sdelquin@gmail.com', 'token': '4321'}
27 Authenticating with email and token
28 sdelquin@gmail.com: 4321
29 ---
30 {'email': 'test@test.com', 'password': 'ABCD'}
31 Authenticating method not valid!
32 ---
33 {'username': 'sdelquin', 'password': 1234}
34 Authenticating method not valid!
35 ---
```

4.1.7 Operador morsa

Nivel avanzado

A partir de Python 3.8 se incorpora el **operador morsa**⁵ que permite unificar **sentencias de asignación dentro de expresiones**. Su nombre proviene de la forma que adquiere :=

Supongamos un ejemplo en el que computamos el perímetro de una circunferencia, indicando al usuario que debe incrementarlo siempre y cuando no llegue a un mínimo establecido.

Versión tradicional

```
>>> radius = 4.25
... perimeter = 2 * 3.14 * radius
... if perimeter < 100:
...     print('Increase radius to reach minimum perimeter')
...     print('Actual perimeter: ', perimeter)
...
Increase radius to reach minimum perimeter
Actual perimeter:  26.69
```

Versión con operador morsa

⁵ Se denomina así porque el operador := tiene similitud con los colmillos de una morsa.

```
>>> radius = 4.25
... if (perimeter := 2 * 3.14 * radius) < 100:
...     print('Increase radius to reach minimum perimeter')
...     print('Actual perimeter: ', perimeter)
...
Increase radius to reach minimum perimeter
Actual perimeter:  26.69
```

Consejo: Como hemos comprobado, el operador morsa permite realizar asignaciones dentro de expresiones, lo que, en muchas ocasiones, permite obtener un código más compacto. Sería conveniente encontrar un equilibrio entre la expresividad y la legibilidad.

EJERCICIOS DE REPASO

1. Escriba un programa en Python que acepte la opción de dos jugadoras en Piedra-Papel-Tijera y decida el resultado ([solución](#)).

Entrada: persona1=piedra; persona2=papel

Salida: Gana persona2: El papel envuelve a la piedra

2. Escriba un programa en Python que acepte 3 números y calcule el mínimo ([solución](#)).

Entrada: 7, 4, 9

Salida: 4

3. Escriba un programa en Python que acepte un país (como «string») y muestre por pantalla su bandera (como «emoji»). *Puede restringirlo a un conjunto limitado de países* ([solución](#)).

Entrada: Italia

Salida:

4. Escriba un programa en Python que acepte 3 códigos de teclas y muestre por pantalla la acción que se lleva a cabo en sistemas Ubuntu Linux ([solución](#)).

Entrada: tecla1=Ctrl; tecla2=Alt; tecla3=Del;

Salida: Log out

5. Escriba un programa en Python que acepte edad, peso, pulso y plaquetas, y determine si una persona cumple con [estos requisitos](#) para donar sangre.

Entrada: edad=34; peso=81; heartbeat=70; plaquetas=150000

Salida: Apto para donar sangre

AMPLIAR CONOCIMIENTOS

- How to Use the Python or Operator
- Conditional Statements in Python (if/elif/else)

4.2 Bucles



Cuando queremos hacer algo más de una vez, necesitamos recurrir a un **bucle**. En esta sección veremos las distintas sentencias en Python que nos permiten repetir un bloque de código.¹

4.2.1 La sentencia while

El primer mecanismo que existe en Python para repetir instrucciones es usar la sentencia **while**. La semántica tras esta sentencia es: «Mientras se cumpla la condición haz algo». Veamos un sencillo bucle que muestra por pantalla los números del 1 al 4:

```
>>> value = 1  
  
>>> while value <= 4:
```

(continué en la próxima página)

¹ Foto original de portada por Gary Lopater en Unsplash.

(proviene de la página anterior)

```
...     print(value)
...     value += 1
...
1
2
3
4
```

Ejecución **paso a paso** a través de *Python Tutor*:

<https://cutt.ly/RgM2HYn>

La condición del bucle se comprueba en cada nueva repetición. En este caso chequeamos que la variable `value` sea menor o igual que 4. Dentro del cuerpo del bucle estamos incrementando esa variable en 1 unidad.

Romper un bucle while

Python ofrece la posibilidad de *romper* o finalizar un bucle *antes de que se cumpla la condición de parada*. Supongamos un ejemplo en el que estamos buscando el primer número múltiplo de 3 yendo desde 20 hasta 1:

```
>>> num = 20

>>> while num >= 1:
...     if num % 3 == 0:
...         print(num)
...         break
...     num -= 1
...
18
```

Ejecución **paso a paso** a través de *Python Tutor*:

<https://cutt.ly/wfrKnHl>

Como hemos visto en este ejemplo, `break` nos permite finalizar el bucle una vez que hemos encontrado nuestro objetivo: el primer múltiplo de 3. Pero si no lo hubiéramos encontrado, el bucle habría seguido decrementando la variable `num` hasta valer 0, y la condición del bucle `while` hubiera resultado falsa.

Comprobar la rotura

Nivel intermedio

Python nos ofrece la posibilidad de **detectar si el bucle ha acabado de forma ordinaria**, esto es, ha finalizado por no cumplirse la condición establecida. Para ello podemos hacer uso de la sentencia `else` como parte del propio bucle. Si el bucle while finaliza normalmente (sin llamada a `break`) el flujo de control pasa a la sentencia opcional `else`.

Veamos un ejemplo en el que tratamos de encontrar un múltiplo de 9 en el rango [1, 8] (es obvio que no sucederá):

```
>>> num = 8

>>> while num >= 1:
...     if num % 9 == 0:
...         print(f'{num} is a multiple of 9!')
...         break
...     num -= 1
... else:
...     print('No multiples of 9 found!')
...
No multiples of 9 found!
```

Ejecución **paso a paso** a través de *Python Tutor*:

<https://cutt.ly/CgYQFjA>

Continuar un bucle

Nivel intermedio

Hay situaciones en las que, en vez de romper un bucle, nos interesa **saltar adelante hacia la siguiente repetición**. Para ello Python nos ofrece la sentencia `continue` que hace precisamente eso, descartar el resto del código del bucle y saltar a la siguiente iteración.

Veamos un ejemplo en el que usaremos esta estrategia para mostrar todos los números en el rango [1, 20] ignorando aquellos que sean múltiplos de 3:

```
>>> num = 21

>>> while num >= 1:
...     num -= 1
...     if num % 3 == 0:
...         continue
...     print(num, end=', ') # Evitar salto de línea
```

(continué en la próxima página)

(provine de la página anterior)

```
...
20, 19, 17, 16, 14, 13, 11, 10, 8, 7, 5, 4, 2, 1,
```

Ejecución **paso a paso** a través de *Python Tutor*:

<https://cutt.ly/YgYQ3m6>

Bucle infinito

Si no establecemos correctamente la **condición de parada** o bien el valor de alguna variable está fuera de control, es posible que lleguemos a una situación de bucle infinito, del que nunca podamos salir. Veamos un ejemplo de esto:

```
>>> num = 1

>>> while num != 10:
...     num += 2
...
# CTRL-C
KeyboardInterrupt
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
```

El problema que surje es que la variable `num` toma los valores 1, 3, 5, 7, 9, 11, ... por lo que nunca se cumple la condición de parada del bucle. Esto hace que repitamos «eternamente» la instrucción de incremento.

Ejecución **paso a paso** a través de *Python Tutor*:

<https://cutt.ly/AfrZroa>

Una posible solución a este error es reescribir la condición de parada en el bucle:

```
>>> num = 1

>>> while num < 10:
...     num += 2
...
```

Truco: Para abortar una situación de *bucle infinito* podemos pulsar en el teclado la combinación CTRL-C. Se puede ver reflejado en el intérprete de Python por `KeyboardInterrupt`.

Ejercicio

Escriba un programa que calcule la *distancia hamming* entre dos *cadenas de texto* de la misma longitud.

Ejemplo

- Entrada: 0001010011101 y 0000110010001
 - Salida: 4
-

4.2.2 La sentencia for

Python permite recorrer aquellos tipos de datos que sean **iterables**, es decir, que admitan *iterar*² sobre ellos. Algunos ejemplos de tipos y estructuras de datos que permiten ser iteradas (*recorridas*) son: cadenas de texto, listas, diccionarios, ficheros, etc. La sentencia **for** nos permite realizar esta acción.

A continuación se plantea un ejemplo en el que vamos a recorrer (iterar) una cadena de texto:

```
>>> word = 'Python'

>>> for letter in word:
...     print(letter)
...
P
y
t
h
o
n
```

La clave aquí está en darse cuenta que el bucle va tomando, en cada iteración, cada uno de los elementos de la variable que especifiquemos. En este caso concreto **letter** va tomando cada una de las letras que existen en **word**, porque una cadena de texto está formada por elementos que son caracteres.

Ejecución **paso a paso** a través de *Python Tutor*:

<https://cutt.ly/Pft6R2e>

Importante: La variable que utilizamos en el bucle **for** para ir tomando los valores puede tener **cualquier nombre**. Al fin y al cabo es una variable que definimos según nuestras necesidades. Tener en cuenta que se suele usar un nombre en singular.

² Realizar cierta acción varias veces. En este caso la acción es tomar cada elemento.

Romper un bucle `for`

Una sentencia `break` dentro de un `for` rompe el bucle, *igual que veíamos* para los bucles `while`. Veamos un ejemplo con el código anterior. En este caso vamos a recorrer una cadena de texto y pararemos el bucle cuando encontremos una letra *t* minúscula:

```
>>> word = 'Python'  
  
>>> for letter in word:  
...     if letter == 't':  
...         break  
...     print(letter)  
...  
P  
y
```

Ejecución **paso a paso** a través de *Python Tutor*:

<https://cutt.ly/zfyqkbJ>

Truco: Tanto la *comprobación de rotura de un bucle* como la *continuación a la siguiente iteración* se llevan a cabo del mismo modo que hemos visto con los bucles de tipo `while`.

Ejercicio

Dada una cadena de texto, indique el número de vocales que tiene.

Ejemplo

- Entrada: Supercalifragilisticoespialidoso
 - Salida: 15
-

Secuencias de números

Es muy habitual hacer uso de secuencias de números en bucles. Python no tiene una instrucción específica para ello. Lo que sí aporta es una función `range()` que devuelve un *flujo de números* en el rango especificado. Una de las grandes ventajas es que la «lista» generada no se construye explícitamente, sino que cada valor se genera bajo demanda. Esta técnica mejora el consumo de recursos, especialmente en términos de memoria.

La técnica para la generación de secuencias de números es muy similar a la utilizada en los «*slices*» de cadenas de texto. En este caso disponemos de la función `range(start, stop, step)`:

- **start**: Es *opcional* y tiene valor por defecto **0**.
- **stop**: es *obligatorio* (siempre se llega a 1 menos que este valor).
- **step**: es *opcional* y tiene valor por defecto **1**.

`range()` devuelve un *objeto iterable*, así que iremos obteniendo los valores paso a paso con una sentencia `for ... in3`. Veamos diferentes ejemplos de uso:

Rango: [0, 1, 2]

```
>>> for i in range(0, 3):
...     print(i)
...
0
1
2

>>> for i in range(3):
...     print(i)
...
0
1
2
```

Rango: [1, 3, 5]

```
>>> for i in range(1, 6, 2):
...     print(i)
...
1
3
5
```

Rango: [2, 1, 0]

```
>>> for i in range(2, -1, -1):
...     print(i)
...
2
1
0
```

Ejecución **paso a paso** a través de *Python Tutor*:

<https://cutt.ly/vfywE45>

Truco: Se suelen utilizar nombres de variables `i`, `j`, `k` para lo que se denominan **contadores**.

³ O convertir el objeto a una secuencia como una lista.

Este tipo de variables toman valores numéricos enteros como en los ejemplos anteriores. No conviene generalizar el uso de estas variables a situaciones en las que, claramente, tenemos la posibilidad de asignar un nombre semánticamente más significativo. Esto viene de tiempos antiguos en FORTRAN donde *i* era la primera letra que tenía valor entero por defecto.

Ejercicio

Determine si un número dado es un número primo.

No es necesario implementar ningún algoritmo en concreto. La idea es probar los números menores al dado e ir viendo si las divisiones tienen resto cero o no.

¿Podrías optimizar tu código? ¿Realmente es necesario probar con tantos divisores?

Ejemplo

- Entrada: 11
 - Salida: Es primo
-

Usando el guión bajo

Nivel avanzado

Hay situaciones en las que **no necesitamos usar la variable** que toma valores en el rango, sino que únicamente queremos repetir una acción un número determinado de veces.

Para estos casos se suele recomendar usar el **guión bajo _** como **nombre de variable**, que da a entender que no estamos usando esta variable de forma explícita:

```
>>> for _ in range(10):
...     print('Repeat me 10 times!')
...
Repeat me 10 times!
```

4.2.3 Bucles anidados

Como ya vimos en las *sentencias condicionales*, el *anidamiento* es una técnica por la que incluimos distintos niveles de encapsulamiento de sentencias, unas dentro de otras, con mayor nivel de profundidad. En el caso de los bucles también es posible hacer anidamiento.

Veamos un ejemplo de 2 bucles anidados en el que generamos todas las tablas de multiplicar:

```
>>> for i in range(1, 10):
...     for j in range(1, 10):
...         result = i * j
...         print(f'{i} * {j} = {result}')
...
1 x 1 = 1
1 x 2 = 2
1 x 3 = 3
1 x 4 = 4
1 x 5 = 5
1 x 6 = 6
1 x 7 = 7
1 x 8 = 8
1 x 9 = 9
2 x 1 = 2
2 x 2 = 4
2 x 3 = 6
2 x 4 = 8
2 x 5 = 10
2 x 6 = 12
2 x 7 = 14
2 x 8 = 16
2 x 9 = 18
3 x 1 = 3
3 x 2 = 6
3 x 3 = 9
3 x 4 = 12
3 x 5 = 15
3 x 6 = 18
3 x 7 = 21
3 x 8 = 24
3 x 9 = 27
4 x 1 = 4
4 x 2 = 8
4 x 3 = 12
4 x 4 = 16
4 x 5 = 20
4 x 6 = 24
4 x 7 = 28
```

(continuó en la próxima página)

(provien de la página anterior)

```
4 x 8 = 32
4 x 9 = 36
5 x 1 = 5
5 x 2 = 10
5 x 3 = 15
5 x 4 = 20
5 x 5 = 25
5 x 6 = 30
5 x 7 = 35
5 x 8 = 40
5 x 9 = 45
6 x 1 = 6
6 x 2 = 12
6 x 3 = 18
6 x 4 = 24
6 x 5 = 30
6 x 6 = 36
6 x 7 = 42
6 x 8 = 48
6 x 9 = 54
7 x 1 = 7
7 x 2 = 14
7 x 3 = 21
7 x 4 = 28
7 x 5 = 35
7 x 6 = 42
7 x 7 = 49
7 x 8 = 56
7 x 9 = 63
8 x 1 = 8
8 x 2 = 16
8 x 3 = 24
8 x 4 = 32
8 x 5 = 40
8 x 6 = 48
8 x 7 = 56
8 x 8 = 64
8 x 9 = 72
9 x 1 = 9
9 x 2 = 18
9 x 3 = 27
9 x 4 = 36
9 x 5 = 45
9 x 6 = 54
9 x 7 = 63
```

(continué en la próxima página)

(provien de la página anterior)

```
9 * 8 = 72  
9 * 9 = 81
```

Lo que está ocurriendo en este código es que, para cada valor que toma la variable `i`, la otra variable `j` toma todos sus valores. Como resultado tenemos una combinación completa de los valores en el rango especificado.

Ejecución **paso a paso** a través de *Python Tutor*:

<https://cutt.ly/vfyewv>

Nota:

- Podemos añadir todos los niveles de anidamiento que queramos. Eso sí, hay que tener en cuenta que cada nuevo nivel de anidamiento supone un importante aumento de la **complejidad ciclomática** de nuestro código, lo que se traduce en mayores tiempos de ejecución.
 - Los bucles anidados también se pueden aplicar en la sentencia `while`.
-

Ejercicio

Imprima los 100 primeros números de la sucesión de Fibonacci:
0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, ...

EJERCICIOS DE REPASO

1. Escriba un programa en Python que realice las siguientes 9 multiplicaciones. ¿Nota algo raro? ([solución](#))

$$\begin{aligned} & 1 \cdot 1 \\ & 11 \cdot 11 \\ & 111 \cdot 111 \\ & \vdots \\ & 111111111 \cdot 111111111 \end{aligned}$$

2. Escriba un programa en Python que acepte una cadena de texto e indique si todos sus caracteres son alfabéticos ([solución](#)).

Entrada: hello-world

Salida: Se han encontrado caracteres no alfabéticos

3. Escriba un programa en Python que acepte un número entero n y realice el siguiente cálculo de productos sucesivos ([solución](#)):

$$\prod_{i=1}^n x_i^2 = x_0^2 \cdot x_1^2 \cdot x_2^2 \cdot \dots \cdot x_n^2$$

4. Escriba un programa en Python que acepte dos cadenas de texto y compute el [producto cartesiano](#) letra a letra entre ellas ([solución](#)).

Entrada: cadena1=abc; cadena2=123

Salida: a1 a2 a3 b1 b2 b3 c1 c2 c3

5. Escriba un programa en Python que acepte dos valores enteros (x e y) que representarán un punto (objetivo) en el plano. El programa simulará el movimiento de un «caballo» de ajedrez moviéndose de forma alterna: 2 posiciones en $x + 1$ posición en y . El siguiente movimiento que toque sería para moverse 1 posición en $x + 2$ posiciones en y . El programa deberá ir mostrando los puntos por los que va pasando el «caballo» hasta llegar al punto objetivo ([solución](#)).

Entrada: objetivo_x=7; objetivo_y=8;

Salida: (0, 0) (1, 2) (3, 3) (4, 5) (6, 6) (7, 8)

AMPLIAR CONOCIMIENTOS

- The Python range() Function
- How to Write Pythonic Loops
- For Loops in Python (Definite Iteration)
- Python «while» Loops (Indefinite Iteration)

CAPÍTULO 5

Estructuras de datos

Si bien ya hemos visto una sección sobre *Tipos de datos*, podríamos hablar de tipos de datos más complejos en Python que se constituyen en **estructuras de datos**. Si pensamos en estos elementos como *átomos*, las estructuras de datos que vamos a ver sería *moléculas*. Es decir, combinamos los tipos básicos de formas más complejas. De hecho, esta distinción se hace en el [Tutorial oficial de Python](#). Trataremos distintas estructuras de datos como listas, tuplas, diccionarios y conjuntos.

5.1 Listas



Las listas permiten **almacenar objetos** mediante un **orden definido** y con posibilidad de duplicados. Las listas son estructuras de datos **mutables**, lo que significa que podemos añadir, eliminar o modificar sus elementos.¹

5.1.1 Creando listas

Una lista está compuesta por *cero o más elementos*. En Python debemos escribir estos elementos separados por *comas* y dentro de *corchetes*. Veamos algunos ejemplos de listas:

```
>>> empty_list = []

>>> languages = ['Python', 'Ruby', 'Javascript']

>>> fibonacci = [0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13]

>>> data = ['Tenerife', {'cielo': 'limpio', 'temp': 24}, 3718, (28.2933947, -16.
  ↵5226597)]
```

Nota: Una lista puede contener tipos de **datos heterogéneos**, lo que la hace una estructura

¹ Foto original de portada por [Mike Arney](#) en Unsplash.

de datos muy versátil.

Ejecución **paso a paso** a través de *Python Tutor*:

<https://cutt.ly/Ofiare>

5.1.2 Conversión

Para convertir otros tipos de datos en una lista podemos usar la función `list()`:

```
>>> # conversión desde una cadena de texto
>>> list('Python')
['P', 'y', 't', 'h', 'o', 'n']
```

Si nos fijamos en lo que ha pasado, al convertir la cadena de texto Python se ha creado una lista con 6 elementos, donde cada uno de ellos representa un carácter de la cadena. Podemos *extender* este comportamiento a cualquier otro tipo de datos que permita ser iterado (*iterables*).

Lista vacía

Existe una manera particular de usar `list()` y es no pasarle ningún argumento. En este caso estaremos queriendo convertir el «vacío» en una lista, con lo que obtendremos una *lista vacía*:

```
>>> list()
[]
```

Truco: Para crear una lista vacía, se suele recomendar el uso de `[]` frente a `list()`, no sólo por ser más *pitónico* sino por tener (en promedio) un mejor rendimiento en tiempos de ejecución.

5.1.3 Operaciones con listas

Obtener un elemento

Igual que en el caso de las *cadenas de texto*, podemos obtener un elemento de una lista a través del **índice** (lugar) que ocupa. Veamos un ejemplo:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite']

>>> shopping[0]
'Agua'

>>> shopping[1]
'Huevos'

>>> shopping[2]
'Aceite'

>>> shopping[-1] # acceso con índice negativo
'Aceite'
```

El *índice* que usemos para acceder a los elementos de una lista tiene que estar comprendido entre los límites de la misma. Si usamos un índice antes del comienzo o después del final obtendremos un error (*excepción*):

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite']

>>> shopping[3]
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
IndexError: list index out of range

>>> shopping[-5]
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
IndexError: list index out of range
```

Trocear una lista

El troceado de listas funciona de manera totalmente análoga al *troceado de cadenas*. Veamos algunos ejemplos:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Sal', 'Limón']

>>> shopping[0:3]
['Agua', 'Huevos', 'Aceite']

>>> shopping[:3]
['Agua', 'Huevos', 'Aceite']

>>> shopping[2:4]
['Aceite', 'Sal']
```

(continué en la próxima página)

(provine de la página anterior)

```
>>> shopping[-1:-4:-1]
['Limón', 'Sal', 'Aceite']

>>> # Equivale a invertir la lista
>>> shopping[::-1]
['Limón', 'Sal', 'Aceite', 'Huevos', 'Agua']
```

En el troceado de listas, a diferencia de lo que ocurre al obtener elementos, no debemos preocuparnos por acceder a *índices inválidos* (fuera de rango) ya que Python los restringirá a los límites de la lista:

```
>>> shopping
['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Sal', 'Limón']

>>> shopping[10:]
[]

>>> shopping[-100:2]
['Agua', 'Huevos']

>>> shopping[2:100]
['Aceite', 'Sal', 'Limón']
```

Importante: Ninguna de las operaciones anteriores modifican la lista original, simplemente devuelven una lista nueva.

Invertir una lista

Python nos ofrece, al menos, tres mecanismos para invertir los elementos de una lista:

Conservando la lista original: Mediante *troceado* de listas con *step* negativo:

```
>>> shopping
['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Sal', 'Limón']

>>> shopping[::-1]
['Limón', 'Sal', 'Aceite', 'Huevos', 'Agua']
```

Conservando la lista original: Mediante la función `reversed()`:

```
>>> shopping
['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Sal', 'Limón']
```

(continué en la próxima página)

(provine de la página anterior)

```
>>> list(reversed(shopping))
['Limón', 'Sal', 'Aceite', 'Huevos', 'Agua']
```

Modificando la lista original: Utilizando la función `reverse()` (nótese que es sin «*d*» al final):

```
>>> shopping
['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Sal', 'Limón']

>>> shopping.reverse()

>>> shopping
['Limón', 'Sal', 'Aceite', 'Huevos', 'Agua']
```

Añadir al final de la lista

Una de las operaciones más utilizadas en listas es añadir elementos al final de las mismas. Para ello Python nos ofrece la función `append()`. Se trata de un método *destructivo* que modifica la lista original:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite']

>>> shopping.append('Atún')

>>> shopping
['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Atún']
```

Creando desde vacío

Una forma muy habitual de trabajar con listas es empezar con una vacía e ir añadiendo elementos poco a poco. Se podría hablar de un **patrón creación**.

Supongamos un ejemplo en el que queremos construir una lista con los números pares del 1 al 20:

```
>>> even_numbers = []

>>> for i in range(20):
...     if i % 2 == 0:
...         even_numbers.append(i)
... 
```

(continué en la próxima página)

(provine de la página anterior)

```
>>> even_numbers
[0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18]
```

Ejecución **paso a paso** a través de *Python Tutor*:

<https://cutt.ly/2fiS9Ax>

Añadir en cualquier posición de una lista

Ya hemos visto cómo añadir elementos al final de una lista. Sin embargo, Python ofrece una función `insert()` que vendría a ser una generalización de la anterior, para incorporar elementos en cualquier posición. Simplemente debemos especificar el índice de inserción y el elemento en cuestión. También se trata de una función *destructiva*²:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite']

>>> shopping.insert(1, 'Jamón')

>>> shopping
['Agua', 'Jamón', 'Huevos', 'Aceite']

>>> shopping.insert(3, 'Queso')

>>> shopping
['Agua', 'Jamón', 'Huevos', 'Queso', 'Aceite']
```

Nota: El índice que especificamos en la función `insert()` lo podemos intepretar como la posición *delante* (a la izquierda) de la cual vamos a colocar el nuevo valor en la lista.

Al igual que ocurría con el *troceado de listas*, en este tipo de inserciones no obtendremos un error si especificamos índices fuera de los límites de la lista. Estos se ajustarán al principio o al final en función del valor que indiquemos:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite']

>>> shopping.insert(100, 'Mermelada')

>>> shopping
['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Mermelada']
```

(continué en la próxima página)

² Cuando hablamos de que una función/método es «destructiva/o» significa que modifica la lista (objeto) original, no que la destruye.

(provien de la página anterior)

```
>>> shopping.insert(-100, 'Arroz')

>>> shopping
['Arroz', 'Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Mermelada']
```

Consejo: Aunque es posible utilizar `insert()` para añadir **elementos al final de una lista**, siempre se recomienda usar `append()` por su mayor legibilidad:

```
>>> values = [1, 2, 3]
>>> values.append(4)
>>> values
[1, 2, 3, 4]

>>> values = [1, 2, 3]
>>> values.insert(len(values), 4) # don't do it!
>>> values
[1, 2, 3, 4]
```

Repetir elementos

Al igual que con las *cadenas de texto*, el operador `*` nos permite repetir los elementos de una lista:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite']

>>> shopping * 3
['Agua',
 'Huevos',
 'Aceite',
 'Agua',
 'Huevos',
 'Aceite',
 'Agua',
 'Huevos',
 'Aceite']
```

Combinar listas

Python nos ofrece dos aproximaciones para combinar listas:

Conservando la lista original: Mediante el operador + o +=:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite']
>>> fruitshop = ['Naranja', 'Manzana', 'Piña']

>>> shopping + fruitshop
['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Naranja', 'Manzana', 'Piña']
```

Modificando la lista original: Mediante la función extend():

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite']
>>> fruitshop = ['Naranja', 'Manzana', 'Piña']

>>> shopping.extend(fruitshop)

>>> shopping
['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Naranja', 'Manzana', 'Piña']
```

Hay que tener en cuenta que `extend()` funciona adecuadamente si pasamos una **lista como argumento**. En otro caso, quizás los resultados no sean los esperados. Veamos un ejemplo:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite']

>>> shopping.extend('Limón')

>>> shopping
['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'L', 'í', 'm', 'ó', 'n']
```

El motivo es que `extend()` «recorre» (o itera) sobre cada uno de los elementos del objeto en cuestión. En el caso anterior, al ser una cadena de texto, está formada por caracteres. De ahí el resultado que obtenemos.

Se podría pensar en el uso de `append()` para combinar listas. La realidad es que no funciona exactamente como esperamos; la segunda lista se añadiría como una *sublista* de la principal:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite']

>>> fruitshop = ['Naranja', 'Manzana', 'Piña']

>>> shopping.append(fruitshop)

>>> shopping
['Agua', 'Huevos', 'Aceite', ['Naranja', 'Manzana', 'Piña']]
```

Modificar una lista

Del mismo modo que se *accede a un elemento* utilizando su índice, también podemos modificarlo:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite']

>>> shopping[0]
'Agua'

>>> shopping[0] = 'Jugo'

>>> shopping
['Jugo', 'Huevos', 'Aceite']
```

En el caso de acceder a un *índice no válido* de la lista, incluso para modificar, obtendremos un error:

```
>>> shopping[100] = 'Chocolate'
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
IndexError: list assignment index out of range
```

Modificar con troceado

No sólo es posible modificar un elemento de cada vez, sino que podemos asignar valores a trozos de una lista:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Sal', 'Limón']

>>> shopping[1:4]
['Huevos', 'Aceite', 'Sal']

>>> shopping[1:4] = ['Atún', 'Pasta']

>>> shopping
['Agua', 'Atún', 'Pasta', 'Limón']
```

Nota: La lista que asignamos no necesariamente debe tener la misma longitud que el trozo que sustituimos.

Borrar elementos

Python nos ofrece, al menos, cuatro formas para borrar elementos en una lista:

Por su índice: Mediante la función `del()`:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Sal', 'Limón']

>>> del(shopping[3])

>>> shopping
['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Limón']
```

Por su valor: Mediante la función `remove()`:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Sal', 'Limón']

>>> shopping.remove('Sal')

>>> shopping
['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Limón']
```

Advertencia: Si existen valores duplicados, la función `remove()` sólo borrará la primera ocurrencia.

Por su índice (con extracción): Las dos funciones anteriores `del()` y `remove()` efectivamente borran el elemento indicado de la lista, pero no «devuelven»³ nada. Sin embargo, Python nos ofrece la función `pop()` que además de borrar, nos «recupera» el elemento; algo así como una *extracción*. Lo podemos ver como una combinación de *acceso + borrado*:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Sal', 'Limón']

>>> shopping.pop()
'Limón'

>>> shopping
['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Sal']

>>> shopping.pop(2)
'Aceite'
```

(continué en la próxima página)

³ Más adelante veremos el comportamiento de las funciones. Devolver o retornar un valor es el resultado de aplicar una función.

(provine de la página anterior)

```
>>> shopping  
['Agua', 'Huevos', 'Sal']
```

Nota: Si usamos la función `pop()` sin pasarle ningún argumento, por defecto usará el índice `-1`, es decir, el último elemento de la lista. Pero también podemos indicarle el índice del elemento a extraer.

Por su rango: Mediante troceado de listas:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Sal', 'Limón']  
  
>>> shopping[1:4] = []  
  
>>> shopping  
['Agua', 'Limón']
```

Borrado completo de la lista

Python nos ofrece, al menos, dos formas para borrar una lista por completo:

1. Utilizando la función `clear()`:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Sal', 'Limón']  
  
>>> shopping.clear() # Borrado in-situ  
  
>>> shopping  
[]
```

2. «Reinicializando» la lista a vacío con `[]`:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Sal', 'Limón']  
  
>>> shopping = [] # Nueva zona de memoria  
  
>>> shopping  
[]
```

Nota: La diferencia entre ambos métodos tiene que ver con cuestiones internas de gestión de memoria y de rendimiento.

Encontrar un elemento

Si queremos descubrir el **índice** que corresponde a un determinado valor dentro la lista podemos usar la función **index()** para ello:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Sal', 'Limón']  
  
>>> shopping.index('Huevos')  
1
```

Tener en cuenta que si el elemento que buscamos no está en la lista, obtendremos un error:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Sal', 'Limón']  
  
>>> shopping.index('Pollo')  
Traceback (most recent call last):  
  File "<stdin>", line 1, in <module>  
ValueError: 'Pollo' is not in list
```

Nota: Si buscamos un valor que existe más de una vez en una lista, la función **index()** sólo nos devolverá el índice de la primera ocurrencia.

Pertenencia de un elemento

Si queremos comprobar la existencia de un determinado elemento en una lista, podríamos buscar su índice, pero la forma **pitónica** de hacerlo es utilizar el operador **in**:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Sal', 'Limón']  
  
>>> 'Aceite' in shopping  
True  
  
>>> 'Pollo' in shopping  
False
```

Nota: El operador **in** siempre devuelve un valor booleano, es decir, verdadero o falso.

Ejercicio

Determine si una cadena de texto dada es un **isograma**, es decir, no se repite ninguna letra.

Ejemplos válidos de isogramas:

- *lumberjacks*
 - *background*
 - *downstream*
 - *six-year-old*
-

Número de ocurrencias

Para contar cuántas veces aparece un determinado valor dentro de una lista podemos usar la función `count()`:

```
>>> sheldon_greeting = ['Penny', 'Penny', 'Penny']

>>> sheldon_greeting.count('Howard')
0

>>> sheldon_greeting.count('Penny')
3
```

Convertir lista a cadena de texto

Dada una lista, podemos convertirla a una cadena de texto, uniendo todos sus elementos mediante algún **separador**. Para ello hacemos uso de la función `join()` con la siguiente estructura:



Figura 1: Estructura de llamada a la función `join()`

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Sal', 'Limón']

>>> ', '.join(shopping)
'Agua,Huevos,Aceite,Sal,Limón'
```

(continué en la próxima página)

(provien de la página anterior)

```
>>> ' '.join(shopping)
'Agua Huevos Aceite Sal Limón'

>>> '|'.join(shopping)
'Agua|Huevos|Aceite|Sal|Limón'
```

Hay que tener en cuenta que `join()` sólo funciona si *todos sus elementos son cadenas de texto*:

```
>>> ', '.join([1, 2, 3, 4, 5])
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: sequence item 0: expected str instance, int found
```

Truco: Esta función `join()` es realmente la **opuesta** a la de `split()` para *dividir una cadena*.

Ejercicio

Consiga la siguiente transformación:

12/31/20 → 31-12-2020

Ordenar una lista

Python proporciona, al menos, dos formas de ordenar los elementos de una lista:

Conservando lista original: Mediante la función `sorted()` que devuelve una nueva lista ordenada:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Sal', 'Limón']

>>> sorted(shopping)
['Aceite', 'Agua', 'Huevos', 'Limón', 'Sal']
```

Modificando la lista original: Mediante la función `sort()`:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Sal', 'Limón']

>>> shopping.sort()
```

(continué en la próxima página)

(provien de la página anterior)

```
>>> shopping  
['Aceite', 'Agua', 'Huevos', 'Limón', 'Sal']
```

Ambos métodos admiten un *parámetro booleano* `reverse` para indicar si queremos que la ordenación se haga en **sentido inverso**:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Sal', 'Limón']  
  
>>> sorted(shopping, reverse=True)  
['Sal', 'Limón', 'Huevos', 'Agua', 'Aceite']
```

Longitud de una lista

Podemos conocer el número de elementos que tiene una lista con la función `len()`:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Sal', 'Limón']  
  
>>> len(shopping)  
5
```

Iterar sobre una lista

Al igual que *hemos visto con las cadenas de texto*, también podemos *iterar* sobre los elementos de una lista utilizando la sentencia `for`:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Sal', 'Limón']  
  
>>> for product in shopping:  
...     print(product)  
  
Agua  
Huevos  
Aceite  
Sal  
Limón
```

Nota: También es posible usar la sentencia `break` en este tipo de bucles para abortar su ejecución en algún momento que nos interese.

Iterar usando enumeración

Hay veces que no sólo nos interesa «visitar» cada uno de los elementos de una lista, sino que también queremos **saber su índice** dentro de la misma. Para ello Python nos ofrece la función `enumerate()`:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Huevos', 'Aceite', 'Sal', 'Limón']

>>> for i, product in enumerate(shopping):
...     print(i, product)
...
0 Agua
1 Huevos
2 Aceite
3 Sal
4 Limón
```

Ejecución **paso a paso** a través de *Python Tutor*:

<https://cutt.ly/TfiuIZ0>

Iterar sobre múltiples listas

Python ofrece la posibilidad de iterar sobre **múltiples listas en paralelo** utilizando la función `zip()`:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Aceite', 'Arroz']
>>> details = ['mineral natural', 'de oliva virgen', 'basmati']

>>> for product, detail in zip(shopping, details):
...     print(product, detail)
...
Agua mineral natural
Aceite de oliva virgen
Arroz basmati
```

Ejecución **paso a paso** a través de *Python Tutor*:

<https://cutt.ly/lfioilG>

Nota: En el caso de que las listas no tengan la misma longitud, la función `zip()` realiza la combinación hasta que se agota la lista más corta.

Dado que `zip()` produce un *iterador*, si queremos obtener una **lista explícita** con la combinación en paralelo de las listas, debemos construir dicha lista de la siguiente manera:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Aceite', 'Arroz']
>>> details = ['mineral natural', 'de oliva virgen', 'basmati']

>>> list(zip(shopping, details))
[('Agua', 'mineral natural'),
 ('Aceite', 'de oliva virgen'),
 ('Arroz', 'basmati')]
```

Ejercicio

Dados dos vectores (listas) de la misma dimensión, utilice la función `zip()` para calcular su producto escalar.

Ejemplo

- Entrada:

```
v1 = [4, 3, 8, 1]
v2 = [9, 2, 7, 3]
```

- Salida: 101

$$v1 \times v2 = [4 \cdot 9 + 3 \cdot 2 + 8 \cdot 7 + 1 \cdot 3] = 101$$

5.1.4 Cuidado con las copias

Nivel intermedio

Las listas son estructuras de datos *mutables* y esta característica nos obliga a tener cuidado cuando realizamos copias de listas, ya que la modificación de una de ellas puede afectar a la otra.

Veamos un ejemplo sencillo:

```
>>> original_list = [4, 3, 7, 1]

>>> copy_list = original_list

>>> original_list[0] = 15

>>> original_list
[15, 3, 7, 1]

>>> copy_list
[15, 3, 7, 1]
```

Ejecución **paso a paso** a través de *Python Tutor*:

<https://cutt.ly/pfi5PC5>

Nota: A través de *Python Tutor* se puede ver claramente el motivo de por qué ocurre esto. Dado que las variables «apuntan» a la misma zona de memoria, al modificar una de ellas, el cambio también se ve reflejado en la otra.

Una **posible solución** a este problema es hacer una «copia dura». Para ello Python proporciona la función `copy()`:

```
>>> original_list = [4, 3, 7, 1]

>>> copy_list = original_list.copy()

>>> original_list[0] = 15

>>> original_list
[15, 3, 7, 1]

>>> copy_list
[4, 3, 7, 1]
```

Ejecución **paso a paso** a través de *Python Tutor*:

<https://cutt.ly/Dfi6oLk>

Truco: En el caso de que estemos trabajando con listas que contienen elementos mutables, debemos hacer uso de la función `deepcopy()` dentro del módulo `copy` de la librería estándar.

5.1.5 Veracidad múltiple

Si bien podemos usar *sentencias condicionales* para comprobar la veracidad de determinadas expresiones, Python nos ofrece dos funciones «built-in» con las que podemos evaluar si se cumplen **todas** las condiciones `all()` o si se cumple **alguna** condición `any()`. Estas funciones trabajan sobre iterables, y el caso más evidente es una **lista**.

Supongamos un ejemplo en el que queremos comprobar si una determinada palabra cumple las siguientes condiciones:

- Su longitud total es mayor que 4.
- Empieza por «p».
- Contiene, al menos, una «y».

Aprende Python

Veamos la **versión clásica**:

```
>>> word = 'python'

>>> if len(word) > 4 and word.startswith('p') and word.count('y') >= 1:
...     print('Cool word!')
... else:
...     print('No thanks')
...
Cool word!
```

Veamos la **versión con veracidad múltiple** usando `all()`, donde se comprueba que se cumplan **todas** las expresiones:

```
>>> word = 'python'

>>> enough_length = len(word) > 4           # True
>>> right_beginning = word.startswith('p')    # True
>>> min_ys = word.count('y') >= 1           # True

>>> is_cool_word = all([enough_length, right_beginning, min_ys])

>>> if is_cool_word:
...     print('Cool word!')
... else:
...     print('No thanks')
...
Cool word!
```

Veamos la **versión con veracidad múltiple** usando `any()`, donde se comprueba que se cumpla **alguna** expresión:

```
>>> word = 'yeah'

>>> enough_length = len(word) > 4           # False
>>> right_beginning = word.startswith('p')    # False
>>> min_ys = word.count('y') >= 1           # True

>>> is_fine_word = any([enough_length, right_beginning, min_ys])

>>> if is_fine_word:
...     print('Fine word!')
... else:
...     print('No thanks')
...
Fine word!
```

Consejo: Este enfoque puede ser interesante cuando se manejan muchas condiciones o bien cuando queremos separar las condiciones y agruparlas en una única lista.

5.1.6 Listas por comprensión

Nivel intermedio

Las **listas por comprensión** establecen una técnica para crear listas de forma más **compacta** basándose en el concepto matemático de conjuntos definidos por comprensión.

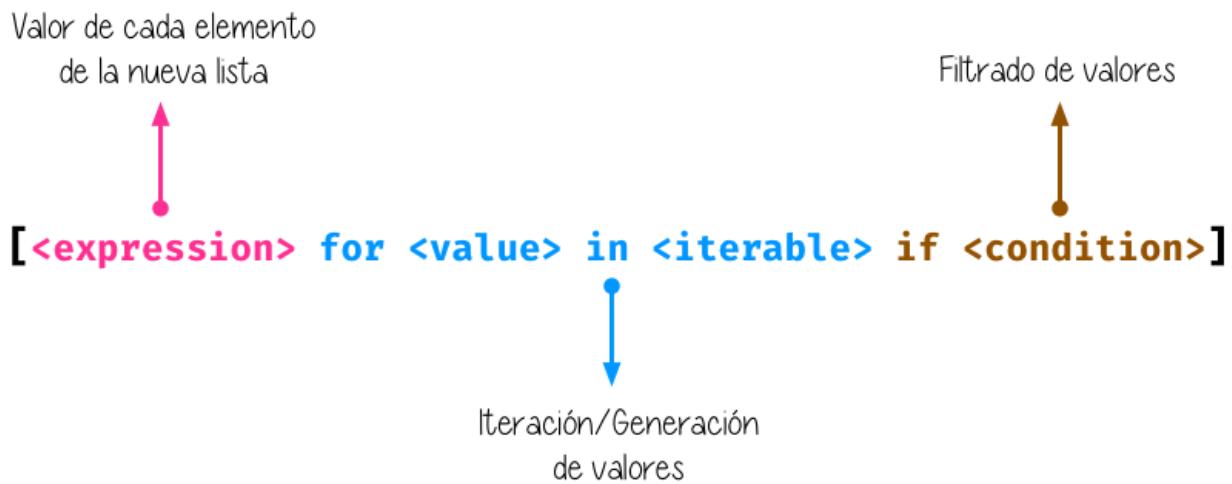


Figura 2: Estructura de una lista por comprensión

En primer lugar veamos un ejemplo en el que convertimos una cadena de texto con valores numéricos en una lista con los mismos valores pero convertidos a enteros. En su **versión clásica** haríamos algo tal que así:

```
>>> values = '32,45,11,87,20,48'

>>> int_values = []

>>> for value in values.split(','):
...     int_value = int(value)
...     int_values.append(int_value)
...

>>> int_values
[32, 45, 11, 87, 20, 48]
```

Ahora veamos el código utilizando una **lista por comprensión**:

```
>>> values = '32,45,11,87,20,48'  
  
>>> int_values = [int(value) for value in values.split(',')]  
  
>>> int_values  
[32, 45, 11, 87, 20, 48]
```

Condiciones en comprensiones

También existe la posibilidad de incluir condiciones en las **listas por comprensión**.

Continuando con el ejemplo anterior, supongamos que sólo queremos crear la lista con aquellos valores que empiecen por el dígito 4:

```
>>> values = '32,45,11,87,20,48'  
  
>>> int_values = [int(v) for v in values.split(',') if v.startswith('4')]  
  
>>> int_values  
[45, 48]
```

Anidamiento en comprensiones

Nivel avanzado

En la iteración que usamos dentro de la lista por comprensión es posible usar *bucles anidados*.

Veamos un ejemplo en el que generamos todas las combinaciones de una serie de valores:

```
>>> values = '32,45,11,87,20,48'  
>>> svalues = values.split(',')  
  
>>> combinations = [f'{v1}{x}{v2}' for v1 in svalues for v2 in svalues]  
  
>>> combinations  
['32x32',  
 '32x45',  
 '32x11',  
 '32x87',  
 '32x20',  
 '32x48',  
 '45x32',  
 '45x45',  
 ...]
```

(continué en la próxima página)

(provine de la página anterior)

```
'48x45',
'48x11',
'48x87',
'48x20',
'48x48']
```

Consejo: Las listas por comprensión son una herramienta muy potente y nos ayuda en muchas ocasiones, pero hay que tener cuidado de no generar **expresiones excesivamente complejas**. En estos casos es mejor una *aproximación clásica*.

Ejercicio

Utilizando listas por comprensión, cree una lista que contenga el resultado de aplicar la función $f(x) = 3x + 2$ para $x \in [0, 20]$.

Salida esperada: [2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29, 32, 35, 38, 41, 44, 47, 50, 53, 56, 59]

5.1.7 sys.argv

Cuando queramos ejecutar un programa Python desde **línea de comandos**, tendremos la posibilidad de acceder a los argumentos de dicho programa. Para ello se utiliza una lista que la encontramos dentro del módulo **sys** y que se denomina **argv**:

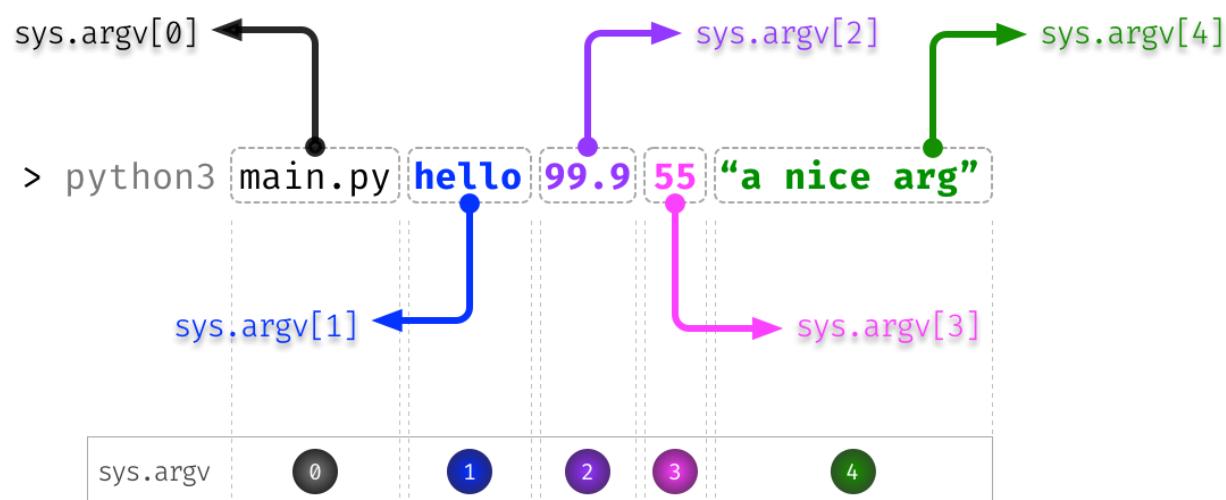


Figura 3: Acceso a parámetros en línea de comandos

Veamos un ejemplo de código en el que simulamos el paso de parámetros recogido en la figura anterior:

get-args.py

```
1 import sys
2
3 filename = sys.argv[0]
4 arg1 = sys.argv[1]
5 arg2 = float(sys.argv[2])
6 arg3 = int(sys.argv[3])
7 arg4 = sys.argv[4]
8
9 print(f'{arg1=}')
10 print(f'{arg2=}')
11 print(f'{arg3=}')
12 print(f'{arg4=}')
```

Si lo ejecutamos obtenemos lo siguiente:

```
$ python3 get-args.py hello 99.9 55 "a nice arg"
arg1='hello'
arg2=99.9
arg3=55
arg4='a nice arg'
```

5.1.8 Funciones matemáticas

Python nos ofrece, entre otras⁴, estas tres funciones matemáticas básicas que se pueden aplicar sobre listas.

Suma de todos los valores: Mediante la función `sum()`:

```
>>> data = [5, 3, 2, 8, 9, 1]
>>> sum(data)
28
```

Mínimo de todos los valores: Mediante la función `min()`:

```
>>> data = [5, 3, 2, 8, 9, 1]
>>> min(data)
1
```

⁴ Existen multitud de paquetes científicos en Python para trabajar con listas o vectores numéricos. Una de las más famosas es la librería `Numpy`.

Máximo de todos los valores: Mediante la función `max()`:

```
>>> data = [5, 3, 2, 8, 9, 1]
>>> max(data)
9
```

Ejercicio

Lea *desde línea de comandos* una serie de números y obtenga la media de dichos valores (*muestre el resultado con 2 decimales*).

La llamada se haría de la siguiente manera:

```
$ python3 avg.py 32 56 21 99 12 17
```

Plantilla de código para el programa:

```
import sys

# En values tendremos una lista con los valores (como strings)
values = sys.argv[1:]

# Su código debajo de aquí
```

Ejemplo

- Entrada: 32 56 21 99 12 17
 - Salida: 39.50
-

5.1.9 Listas de listas

Nivel intermedio

Como ya hemos visto en varias ocasiones, las listas son estructuras de datos que pueden contener elementos heterogéneos. Estos elementos pueden ser a su vez listas.

A continuación planteamos un ejemplo del mundo deportivo. Un equipo de fútbol suele tener una disposición en el campo organizada en líneas de jugadores. En aquella alineación con la que España [ganó la copa del mundo](#) en 2010 había una disposición 4-3-3 con los siguientes jugadores:

Veamos una posible representación de este equipo de fútbol usando una lista compuesta de listas. Primero definimos cada una de las líneas:



Figura 4: Lista de listas (como equipo de fútbol)

```
>>> goalkeeper = 'Casillas'
>>> defenders = ['Capdevila', 'Piqué', 'Puyol', 'Ramos']
>>> midfielders = ['Xabi', 'Busquets', 'X. Alonso']
>>> forwards = ['Iniesta', 'Villa', 'Pedro']
```

Y ahora las juntamos en una única lista:

```
>>> team = [goalkeeper, defenders, midfielders, forwards]

>>> team
['Casillas',
 ['Capdevila', 'Piqué', 'Puyol', 'Ramos'],
 ['Xabi', 'Busquets', 'X. Alonso'],
 ['Iniesta', 'Villa', 'Pedro']]
```

Podemos comprobar el acceso a distintos elementos:

```
>>> team[0] # portero
'Casillas'

>>> team[1][0] # lateral izquierdo
'Capdevila'

>>> team[2] # centrocampistas
['Xabi', 'Busquets', 'X. Alonso']

>>> team[3][1] # delantero centro
'Villa'
```

Ejercicio

Escriba un programa que permita multiplicar únicamente matrices de 2 filas por 2 columnas. Veamos un ejemplo concreto:

```
A = [[6, 4], [8, 9]]
B = [[3, 2], [1, 7]]
```

El producto $\mathbb{P} = A \times B$ se calcula siguiendo la multiplicación de matrices tal y como se indica a continuación:

$$\begin{aligned}\mathbb{P} &= \begin{pmatrix} 6_{[00]} & 4_{[01]} \\ 8_{[10]} & 9_{[11]} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 3_{[00]} & 2_{[01]} \\ 1_{[10]} & 7_{[11]} \end{pmatrix} = \\ &\quad \begin{pmatrix} 6 \cdot 3 + 4 \cdot 1 & 6 \cdot 2 + 4 \cdot 7 \\ 8 \cdot 3 + 9 \cdot 1 & 8 \cdot 2 + 9 \cdot 7 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 22 & 40 \\ 33 & 79 \end{pmatrix}\end{aligned}$$

EJERCICIOS DE REPASO

1. Escriba un programa en Python que acepte una lista de valores numéricos y obtenga su valor máximo **sin utilizar** la función «built-in» `max()` (**solución**).

Entrada: [6, 3, 9, 2, 10, 31, 15, 7]

Salida: 2

2. Escriba un programa en Python que acepte una lista y elimine sus elementos duplicados (**solución**).

Entrada: ["this", "is", "a", "real", "real", "real", "story"]

Salida: ["this", "is", "a", "real", "story"]

3. Escriba un programa en Python que acepte una lista – que puede contener sublistas (sólo en 1 nivel de anidamiento) – y genere otra lista «aplanada» (**solución**).

Entrada: [0, 10, [20, 30], 40, 50, [60, 70, 80], [90, 100, 110, 120]]

Salida: [0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120]

4. Escriba un programa en Python que acepte una lista y genere otra lista eliminando los elementos duplicados consecutivos (**solución**).

Entrada: [0, 0, 1, 2, 3, 4, 4, 5, 6, 6, 6, 7, 8, 9, 4, 4]

Salida: [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 4]

5. Escriba un programa en Python que acepte una lista de listas representando una matriz numérica y compute la suma de los elementos de la diagonal principal (**solución**).

Entrada: [[4, 6, 1], [2, 9, 3], [1, 7, 7]]

Salida: 20

AMPLIAR CONOCIMIENTOS

- [Linked Lists in Python: An Introduction](#)
- [Python Command Line Arguments](#)
- [Sorting Data With Python](#)
- [When to Use a List Comprehension in Python](#)
- [Using the Python zip\(\) Function for Parallel Iteration](#)
- [Lists and Tuples in Python](#)
- [How to Use sorted\(\) and sort\(\) in Python](#)
- [Using List Comprehensions Effectively](#)

5.2 Tuplas



El concepto de **tupla** es muy similar al de *lista*. Aunque hay algunas diferencias menores, lo fundamental es que, mientras una *lista* es mutable y se puede modificar, una *tupla* no admite cambios y por lo tanto, es **inmutable**.¹

5.2.1 Creando tuplas

Podemos pensar en crear tuplas tal y como *lo hacíamos con listas*, pero usando **paréntesis** en lugar de *corchetes*:

```
>>> empty_tuple = ()  
  
>>> tenerife_geoloc = (28.46824, -16.25462)  
  
>>> three_wise_men = ('Melchor', 'Gaspar', 'Baltasar')
```

¹ Foto original de portada por engin akyurt en Unsplash.

Tuplas de un elemento

Hay que prestar especial atención cuando vamos a crear una **tupla de un único elemento**. La intención primera sería hacerlo de la siguiente manera:

```
>>> one_item_tuple = ('Papá Noel')

>>> one_item_tuple
'Papá Noel'

>>> type(one_item_tuple)
str
```

Realmente, hemos creado una variable de tipo **str** (cadena de texto). Para crear una tupla de un elemento debemos añadir una **coma** al final:

```
>>> one_item_tuple = ('Papá Noel',)

>>> one_item_tuple
('Papá Noel',)

>>> type(one_item_tuple)
tuple
```

Tuplas sin paréntesis

Según el caso, hay veces que nos podemos encontrar con tuplas que no llevan paréntesis. Quizás no está tan extendido, pero a efectos prácticos tiene el mismo resultado. Veamos algunos ejemplos de ello:

```
>>> one_item_tuple = 'Papá Noel',

>>> three_wise_men = 'Melchor', 'Gaspar', 'Baltasar'

>>> tenerife_geoloc = 28.46824, -16.25462
```

5.2.2 Modificar una tupla

Como ya hemos comentado previamente, las tuplas con estructuras de datos **inmutables**. Una vez que las creamos con un valor, no podemos modificarlas. Veamos qué ocurre si lo intentamos:

```
>>> three_wise_men = 'Melchor', 'Gaspar', 'Baltasar'  
  
>>> three_wise_men[0] = 'Tom Hanks'  
Traceback (most recent call last):  
  File "<stdin>", line 1, in <module>  
TypeError: 'tuple' object does not support item assignment
```

5.2.3 Conversión

Para convertir otros tipos de datos en una tupla podemos usar la función `tuple()`:

```
>>> shopping = ['Agua', 'Aceite', 'Arroz']  
  
>>> tuple(shopping)  
('Agua', 'Aceite', 'Arroz')
```

Esta conversión es válida para aquellos tipos de datos que sean *iterables*: cadenas de caracteres, listas, diccionarios, conjuntos, etc. Un ejemplo que no funciona es intentar convertir un número en una tupla:

```
>>> tuple(5)  
Traceback (most recent call last):  
  File "<stdin>", line 1, in <module>  
TypeError: 'int' object is not iterable
```

El uso de la función `tuple()` sin argumentos equivale a crear una tupla vacía:

```
>>> tuple()  
()
```

Truco: Para crear una tupla vacía, se suele recomendar el uso de `()` frente a `tuple()`, no sólo por ser más *pitónico* sino por tener (en promedio) un mejor rendimiento en tiempos de ejecución.

5.2.4 Operaciones con tuplas

Con las tuplas podemos realizar *todas las operaciones que vimos con listas salvo las que conlleven una modificación «in-situ» de la misma:*

- `reverse()`
- `append()`
- `extend()`
- `remove()`
- `clear()`
- `sort()`

5.2.5 Desempaquetado de tuplas

El **desempaquetado** es una característica de las tuplas que nos permite *asignar una tupla a variables independientes*:

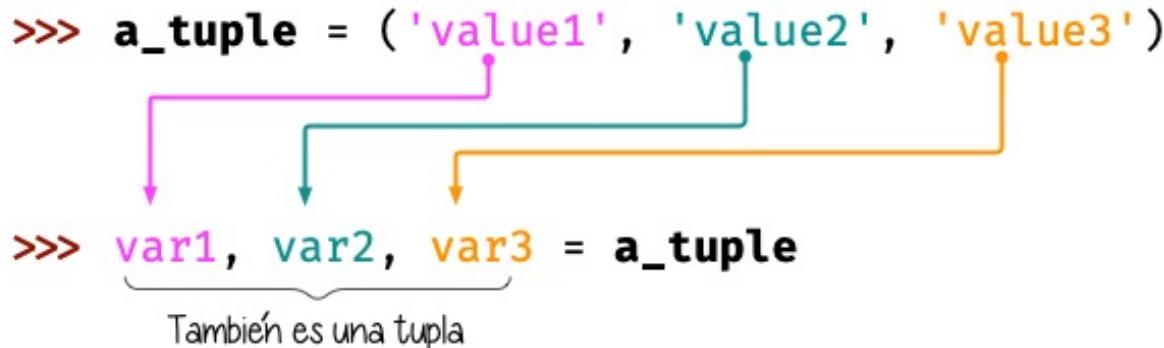


Figura 5: Desempaquetado de tuplas

Veamos un ejemplo con código:

```
>>> three_wise_men = ('Melchor', 'Gaspar', 'Baltasar')

>>> king1, king2, king3 = three_wise_men

>>> king1
'Melchor'
>>> king2
'Gaspar'
```

(continué en la próxima página)

(provine de la página anterior)

```
>>> king3  
'Baltasar'
```

Python proporciona la función «built-in» `divmod()` que devuelve el cociente y el resto de una división usando una única llamada. Lo interesante (para el caso que nos ocupa) es que se suele utilizar el desempaquetado de tuplas para obtener los valores:

```
>>> quotient, remainder = divmod(7, 3)  
  
>>> quotient  
2  
>>> remainder  
1
```

Intercambio de valores

A través del desempaquetado de tuplas podemos llevar a cabo *el intercambio de los valores de dos variables* de manera directa:

```
>>> value1 = 40  
>>> value2 = 20  
  
>>> value1, value2 = value2, value1  
  
>>> value1  
20  
>>> value2  
40
```

Nota: A priori puede parecer que esto es algo «natural», pero en la gran mayoría de lenguajes de programación no es posible hacer este intercambio de forma «directa» ya que necesitamos recurrir a una tercera variable «auxiliar» como almacén temporal en el paso intermedio de traspaso de valores.

Desempaquetado extendido

No tenemos que ceñirnos a realizar desempaquetado uno a uno. También podemos extenderlo e indicar ciertos «grupos» de elementos mediante el operador *.

Veamos un ejemplo:

```
>>> ranking = ('G', 'A', 'R', 'Y', 'W')

>>> head, *body, tail = ranking

>>> head
'G'

>>> body
['A', 'R', 'Y']

>>> tail
'W'
```

Desempaquetado genérico

El desempaquetado de tuplas es extensible a cualquier tipo de datos que sea **iterable**. Veamos algunos ejemplos de ello.

Sobre cadenas de texto:

```
>>> oxygen = 'O2'
>>> first, last = oxygen
>>> first, last
('O', '2')

>>> text = 'Hello, World!'
>>> head, *body, tail = text
>>> head, body, tail
('H', ['e', 'l', 'l', 'o', ',', ' ', 'W', 'o', 'r', 'l', 'd'], '!')
```

Sobre listas:

```
>>> writer1, writer2, writer3 = ['Virginia Woolf', 'Jane Austen', 'Mary Shelley']
>>> writer1, writer2, writer3
('Virginia Woolf', 'Jane Austen', 'Mary Shelley')

>>> text = 'Hello, World!'
>>> word1, word2 = text.split()
>>> word1, word2
('Hello,', 'World!')
```

5.2.6 ¿Tuplas por comprensión?

Los tipos de datos mutables (*listas, diccionarios y conjuntos*) sí permiten comprensiones pero no así los tipos de datos inmutables como *cadenas de texto y tuplas*.

Si intentamos crear una **tupla por comprensión** utilizando paréntesis alrededor de la expresión, vemos que no obtenemos ningún error al ejecutarlo:

```
>>> myrange = (number for number in range(1, 6))
```

Sin embargo no hemos conseguido una tupla por comprensión sino un generador:

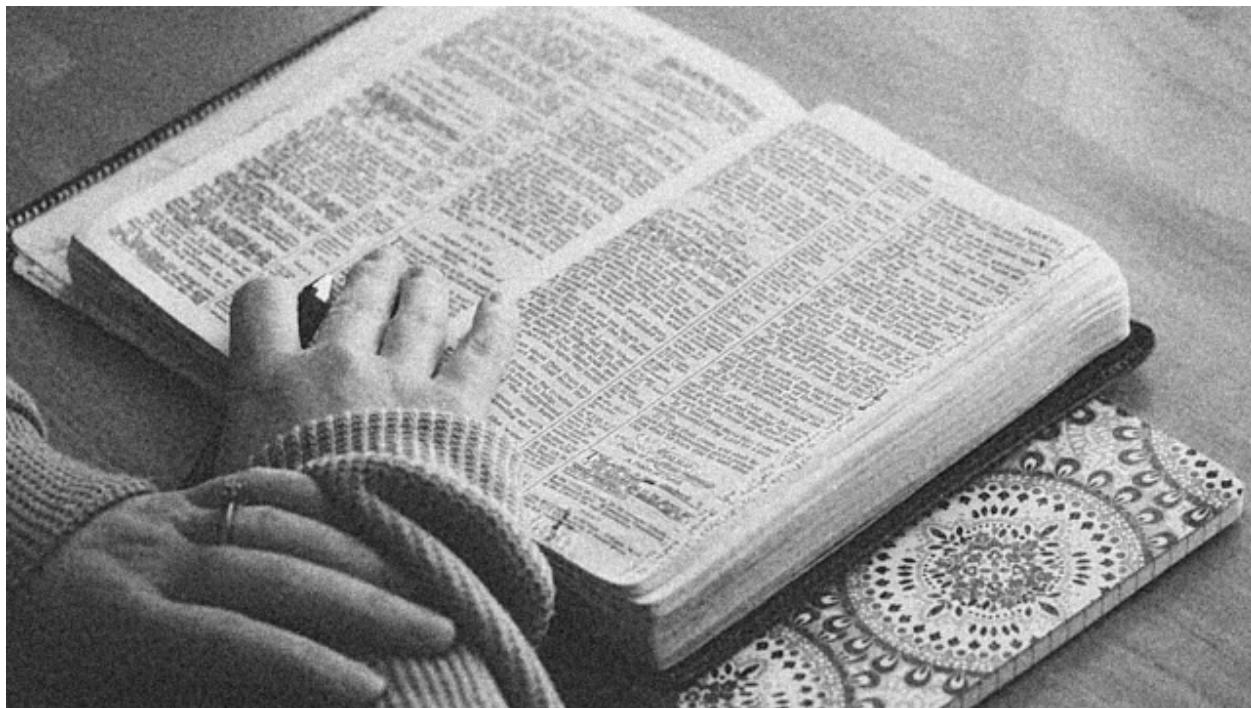
```
>>> myrange
<generator object <genexpr> at 0x10b3732e0>
```

5.2.7 Tuplas vs Listas

Aunque puedan parecer estructuras de datos muy similares, sabemos que las tuplas carecen de ciertas operaciones, especialmente las que tienen que ver con la modificación de sus valores, ya que no son inmutables. Si las listas son más flexibles y potentes, ¿por qué íbamos a necesitar tuplas? Veamos 4 potenciales ventajas del uso de tuplas frente a las listas:

1. Las tuplas ocupan **menos espacio** en memoria.
2. En las tuplas existe **protección** frente a cambios indeseados.
3. Las tuplas se pueden usar como **claves de diccionarios** (son «*hashables*»).
4. Las **namedtuples** son una alternativa sencilla a los objetos.

5.3 Diccionarios



Podemos trasladar el concepto de *diccionario* de la vida real al de *diccionario* en Python. Al fin y al cabo un diccionario es un objeto que contiene palabras, y cada palabra tiene asociado un significado. Haciendo el paralelismo, diríamos que en Python un diccionario es también un objeto indexado por **claves** (las palabras) que tienen asociados unos **valores** (los significados).¹

Los diccionarios en Python tienen las siguientes *características*:

- Mantienen el **orden** en el que se insertan las claves.²
- Son **mutables**, con lo que admiten añadir, borrar y modificar sus elementos.
- Las **claves** deben ser **únicas**. A menudo se utilizan las *cadenas de texto* como claves, pero en realidad podría ser cualquier tipo de datos inmutable: enteros, flotantes, tuplas (entre otros).
- Tienen un **acceso muy rápido** a sus elementos, debido a la forma en la que están implementados internamente.³

Nota: En otros lenguajes de programación, a los diccionarios se les conoce como *arrays*

¹ Foto original de portada por Aaron Burden en Unsplash.

² Aunque históricamente Python no establecía que las claves de los diccionarios tuvieran que mantener su orden de inserción, a partir de Python 3.7 este comportamiento cambió y se garantizó el orden de inserción de las claves como [parte oficial de la especificación del lenguaje](#).

³ Véase este [análisis de complejidad y rendimiento](#) de distintas estructuras de datos en CPython.

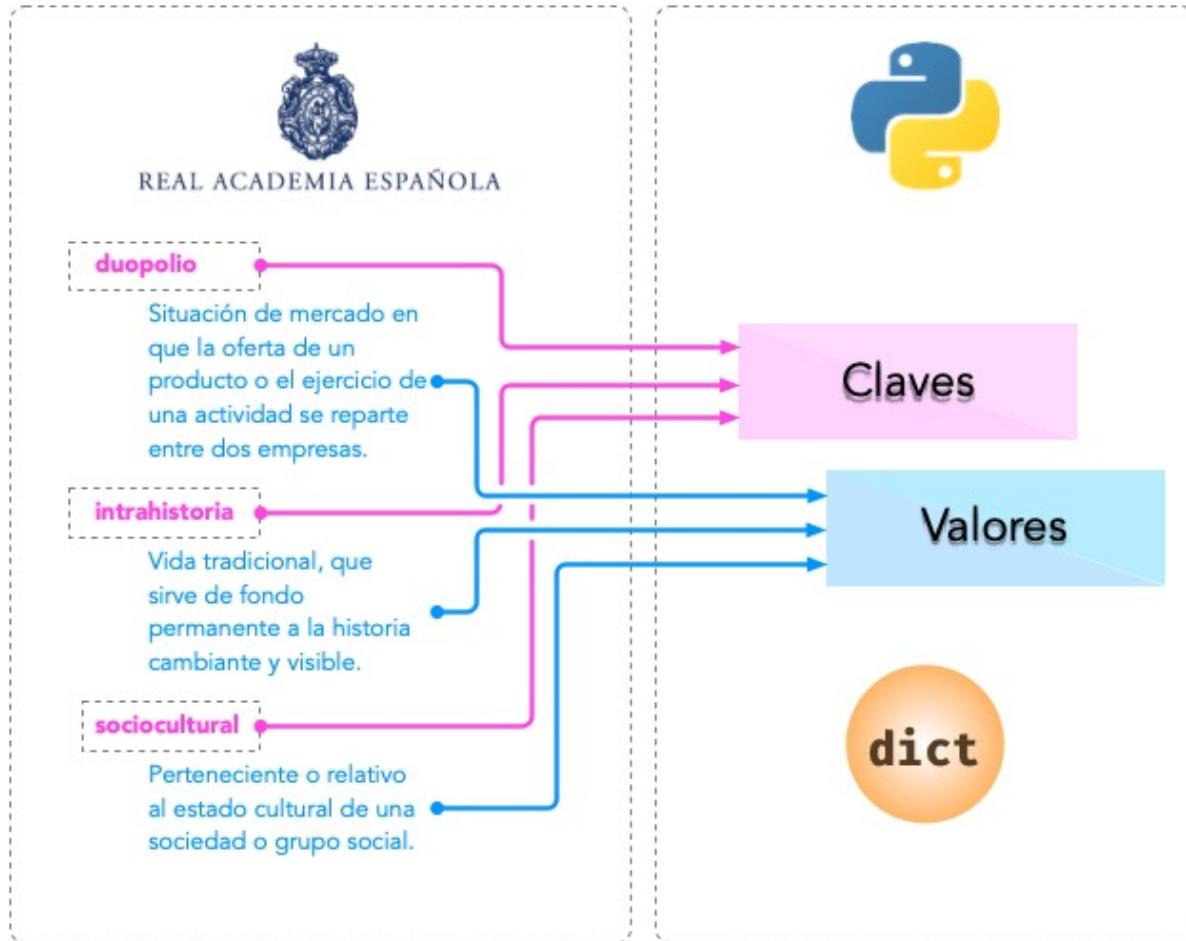


Figura 6: Analogía de un diccionario en Python

asociativos, «hashes» o «hashmaps».

5.3.1 Creando diccionarios

Para crear un diccionario usamos llaves {} rodeando asignaciones clave: valor que están separadas por comas. Veamos algunos ejemplos de diccionarios:

```
>>> empty_dict = {}

>>> rae = {
...     'bifronte': 'De dos frentes o dos caras',
...     'anarcoide': 'Que tiende al desorden',
...     'montuvio': 'Campesino de la costa'
... }

>>> population_can = {
...     2015: 2_135_209,
...     2016: 2_154_924,
...     2017: 2_177_048,
...     2018: 2_206_901,
...     2019: 2_220_270
... }
```

En el código anterior podemos observar la creación de un diccionario vacío, otro donde sus claves y sus valores son cadenas de texto y otro donde las claves y los valores son valores enteros.

Ejecución **paso a paso** a través de *Python Tutor*:

<https://cutt.ly/Sfav2Yw>

Ejercicio

Cree un diccionario con los nombres de 5 personas de su familia y sus edades.

5.3.2 Conversión

Para convertir otros tipos de datos en un diccionario podemos usar la función dict():

```
>>> # Diccionario a partir de una lista de cadenas de texto
>>> dict(['a1', 'b2'])
{'a': '1', 'b': '2'}
```

(continué en la próxima página)

(provien de la página anterior)

```
>>> # Diccionario a partir de una tupla de cadenas de texto
>>> dict(('a1', 'b2'))
{'a': '1', 'b': '2'}
```



```
>>> # Diccionario a partir de una lista de listas
>>> dict([['a', 1], ['b', 2]])
{'a': 1, 'b': 2}
```

Nota: Si nos fijamos bien, cualquier iterable que tenga una estructura interna de 2 elementos es susceptible de convertirse en un diccionario a través de la función `dict()`.

Diccionario vacío

Existe una manera particular de usar `dict()` y es no pasarle ningún argumento. En este caso estaremos queriendo convertir el «vacío» en un diccionario, con lo que obtendremos un *diccionario vacío*:

```
>>> dict()
{}
```

Truco: Para crear un diccionario vacío, se suele recomendar el uso de `{}` frente a `dict()`, no sólo por ser más *pitónico* sino por tener (en promedio) un mejor rendimiento en tiempos de ejecución.

Creación con `dict()`

También es posible utilizar la función `dict()` para crear diccionarios y no tener que utilizar llaves y comillas:

Supongamos que queremos transformar la siguiente tabla en un diccionario:

Atributo	Valor
name	Guido
surname	Van Rossum
job	Python creator

Utilizando la construcción mediante `dict` podemos pasar clave y valor como **argumentos** de la función:

```
>>> person = dict(  
...     name='Guido',  
...     surname='Van Rossum',  
...     job='Python creator'  
... )  
  
>>> person  
{'name': 'Guido', 'surname': 'Van Rossum', 'job': 'Python creator'}
```

El inconveniente que tiene esta aproximación es que las **claves deben ser identificadores válidos** en Python. Por ejemplo, no se permiten espacios:

```
>>> person = dict(  
...     name='Guido van Rossum',  
...     date of birth='31/01/1956'  
File "<stdin>", line 3  
    date of birth='31/01/1956'  
          ^  
SyntaxError: invalid syntax
```

Nivel intermedio

Es posible crear un diccionario especificando sus claves y un único valor de «relleno»:

```
>>> dict.fromkeys('aeiou', 0)  
{'a': 0, 'e': 0, 'i': 0, 'o': 0, 'u': 0}
```

Nota: Es válido pasar cualquier «iterable» como referencia a las claves.

5.3.3 Operaciones con diccionarios

Obtener un elemento

Para obtener un elemento de un diccionario basta con escribir la **clave** entre corchetes. Veamos un ejemplo:

```
>>> rae = {  
...     'bifronte': 'De dos frentes o dos caras',  
...     'anarcoide': 'Que tiende al desorden',  
...     'montuvio': 'Campesino de la costa'  
... }
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```
>>> rae['anarcoide']
'Que tiende al desorden'
```

Si intentamos acceder a una clave que no existe, obtendremos un error:

```
>>> rae['acceso']
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
KeyError: 'acceso'
```

Usando get()

Existe una función muy útil para «superar» los posibles errores de acceso por claves inexistentes. Se trata de `get()` y su comportamiento es el siguiente:

1. Si la clave que buscamos existe, nos devuelve su valor.
2. Si la clave que buscamos no existe, nos devuelve `None`⁴ salvo que le indiquemos otro valor por defecto, pero en ninguno de los dos casos obtendremos un error.

```
1  >>> rae
2  {'bifronte': 'De dos frentes o dos caras',
3  'anarcoide': 'Que tiende al desorden',
4  'montuvio': 'Campesino de la costa'}
5
6  >>> rae.get('bifronte')
7  'De dos frentes o dos caras'
8
9  >>> rae.get('programación')
10
11 >>> rae.get('programación', 'No disponible')
12  'No disponible'
```

Línea 6: Equivalente a `rae['bifronte']`.

Línea 9: La clave buscada no existe y obtenemos `None`.⁵

Línea 11: La clave buscada no existe y nos devuelve el valor que hemos aportado por defecto.

⁴ `None` es la palabra reservada en Python para la «nada». Más información en [esta web](#).

⁵ Realmente no estamos viendo nada en la consola de Python porque la representación en cadena de texto es vacía.

Añadir o modificar un elemento

Para añadir un elemento a un diccionario sólo es necesario hacer referencia a la *clave* y asignarle un *valor*:

- Si la clave **ya existía** en el diccionario, **se reemplaza** el valor existente por el nuevo.
- Si la clave **es nueva**, **se añade** al diccionario con su valor. *No vamos a obtener un error a diferencia de las listas.*

Partimos del siguiente diccionario para exemplificar estas acciones:

```
>>> rae = {  
...     'bifronte': 'De dos frentes o dos caras',  
...     'anarcoide': 'Que tiende al desorden',  
...     'montuvio': 'Campesino de la costa'  
... }
```

Vamos a **añadir** la palabra *enjuiciar* a nuestro diccionario de la Real Academia de La Lengua:

```
>>> rae['enjuiciar'] = 'Someter una cuestión a examen, discusión y juicio'  
  
>>> rae  
{'bifronte': 'De dos frentes o dos caras',  
 'anarcoide': 'Que tiende al desorden',  
 'montuvio': 'Campesino de la costa',  
 'enjuiciar': 'Someter una cuestión a examen, discusión y juicio'}
```

Supongamos ahora que queremos **modificar** el significado de la palabra *enjuiciar* por otra acepción:

```
>>> rae['enjuiciar'] = 'Instruir, juzgar o sentenciar una causa'  
  
>>> rae  
{'bifronte': 'De dos frentes o dos caras',  
 'anarcoide': 'Que tiende al desorden',  
 'montuvio': 'Campesino de la costa',  
 'enjuiciar': 'Instruir, juzgar o sentenciar una causa'}
```

Ejercicio

Construya un diccionario partiendo de una cadena de texto con el siguiente formato:

<city>:<population>;<city>:<population>;<city>:<population>;....

- Claves: **ciudades**.
- Valores: **habitantes** (*como enteros*).

Ejemplo

- Entrada: Tokyo:38_140_000;Delhi:26_454_000;Shanghai:24_484_000; Mumbai:21_357_000;São Paulo:21_297_000
 - Salida: {'Tokyo': 38140000, 'Delhi': 26454000, 'Shanghai': 24484000, 'Mumbai': 21357000, 'São Paulo': 21297000}
-

Creando desde vacío

Una forma muy habitual de trabajar con diccionarios es utilizar el **patrón creación** partiendo de uno vacío e ir añadiendo elementos poco a poco.

Supongamos un ejemplo en el que queremos construir un diccionario donde las claves son las letras vocales y los valores son sus posiciones:

```
>>> VOWELS = 'aeiou'

>>> enum_vowels = {}

>>> for i, vowel in enumerate(VOWELS):
...     enum_vowels[vowel] = i + 1
...

>>> enum_vowels
{'a': 1, 'e': 2, 'i': 3, 'o': 4, 'u': 5}
```

Nota: Hemos utilizado la función `enumerate()` que ya vimos para las listas en el apartado: *Iterar usando enumeración*.

Pertenencia de una clave

La forma **pitónica** de comprobar la existencia de una clave dentro de un diccionario, es utilizar el operador `in`:

```
>>> 'bifronte' in rae
True

>>> 'almohada' in rae
False

>>> 'montuvio' not in rae
False
```

Nota: El operador `in` siempre devuelve un valor booleano, es decir, verdadero o falso.

Ejercicio

Usando un diccionario, cuente el número de veces que se repite cada letra en una cadena de texto dada.

Ejemplo

- Entrada: 'boom'
 - Salida: { 'b': 1, 'o': 2, 'm': 1}
-

Obtener todos los elementos

Python ofrece mecanismos para obtener todos los elementos de un diccionario. Partimos del siguiente diccionario:

```
>>> rae
{'bifronte': 'De dos frentes o dos caras',
'anarcoide': 'Que tiende al desorden',
'montuvio': 'Campesino de la costa',
'enjuiciar': 'Instruir, juzgar o sentenciar una causa'}
```

Obtener todas las claves de un diccionario: Mediante la función `keys()`:

```
>>> rae.keys()
dict_keys(['bifronte', 'anarcoide', 'montuvio', 'enjuiciar'])
```

Obtener todos los valores de un diccionario: Mediante la función `values()`:

```
>>> rae.values()
dict_values([
    'De dos frentes o dos caras',
    'Que tiende al desorden',
    'Campesino de la costa',
    'Instruir, juzgar o sentenciar una causa'
])
```

Obtener todos los pares «clave-valor» de un diccionario: Mediante la función `items()`:

```
>>> rae.items()
dict_items([
    ('bifronte', 'De dos frentes o dos caras'),
    ('anarcoide', 'Que tiende al desorden'),
    ('montuvio', 'Campesino de la costa'),
    ('enjuiciar', 'Instruir, juzgar o sentenciar una causa')
])
```

Nota: Para este último caso cabe destacar que los «items» se devuelven como una lista de *tuplas*, donde cada tupla tiene dos elementos: el primero representa la clave y el segundo representa el valor.

Longitud de un diccionario

Podemos conocer el número de elementos («clave-valor») que tiene un diccionario con la función `len()`:

```
>>> rae
{'bifronte': 'De dos frentes o dos caras',
 'anarcoide': 'Que tiende al desorden',
 'montuvio': 'Campesino de la costa',
 'enjuiciar': 'Instruir, juzgar o sentenciar una causa'}

>>> len(rae)
4
```

Iterar sobre un diccionario

En base a *los elementos que podemos obtener*, Python nos proporciona tres maneras de iterar sobre un diccionario.

Iterar sobre claves:

```
>>> for word in rae.keys():
...     print(word)
...
bifronte
anarcoide
montuvio
enjuiciar
```

Iterar sobre valores:

```
>>> for meaning in rae.values():
...     print(meaning)
...
De dos frentes o dos caras
Que tiende al desorden
Campesino de la costa
Instruir, juzgar o sentenciar una causa
```

Iterar sobre «clave-valor»:

```
>>> for word, meaning in rae.items():
...     print(f'{word}: {meaning}')
...
bifronte: De dos frentes o dos caras
anarcoide: Que tiende al desorden
montuvio: Campesino de la costa
enjuiciar: Instruir, juzgar o sentenciar una causa
```

Nota: En este último caso, recuerde el uso de los *«f-strings»* para formatear cadenas de texto.

Ejercicio

Dado el diccionario de ciudades y poblaciones ya visto, y suponiendo que estas ciudades son las únicas que existen en el planeta, calcule el porcentaje de población relativo de cada una de ellas con respecto al total.

Ejemplo

- Entrada: Tokyo:38_140_000;Delhi:26_454_000;Shanghai:24_484_000;
Mumbai:21_357_000;São Paulo:21_297_000
 - Salida: {'Tokyo': 28.952722193544467, 'Delhi': 20.081680988673973,
'Shanghai': 18.58622050830474, 'Mumbai': 16.212461664591746, 'São Paulo':
16.16691464488507}
-

Combinar diccionarios

Dados dos (o más) diccionarios, es posible «mezclarlos» para obtener una combinación de los mismos. Esta combinación se basa en dos premisas:

1. Si la clave no existe, se añade con su valor.
2. Si la clave ya existe, se añade con el valor del «último» diccionario en la mezcla.⁶

Python ofrece dos mecanismos para realizar esta combinación. Vamos a partir de los siguientes diccionarios para ejemplificar su uso:

```
>>> rae1 = {
...     'bifronte': 'De dos frentes o dos caras',
...     'enjuiciar': 'Someter una cuestión a examen, discusión y juicio'
... }

>>> rae2 = {
...     'anarcoide': 'Que tiende al desorden',
...     'montuvio': 'Campesino de la costa',
...     'enjuiciar': 'Instruir, juzgar o sentenciar una causa'
... }
```

Sin modificar los diccionarios originales: Mediante el operador **:

```
>>> {**rae1, **rae2}
{'bifronte': 'De dos frentes o dos caras',
'enjuiciar': 'Instruir, juzgar o sentenciar una causa',
'anarcoide': 'Que tiende al desorden',
'montuvio': 'Campesino de la costa'}
```

A partir de **Python 3.9** podemos utilizar el operador | para combinar dos diccionarios:

```
>>> rae1 | rae2
{'bifronte': 'De dos frentes o dos caras',
'enjuiciar': 'Instruir, juzgar o sentenciar una causa',
'anarcoide': 'Que tiende al desorden',
'montuvio': 'Campesino de la costa'}
```

Modificando los diccionarios originales: Mediante la función update():

```
>>> rae1.update(rae2)

>>> rae1
{'bifronte': 'De dos frentes o dos caras',
'enjuiciar': 'Instruir, juzgar o sentenciar una causa',
```

(continué en la próxima página)

⁶ En este caso «último» hace referencia al diccionario que se encuentra más a la derecha en la expresión.

(provien de la página anterior)

```
'anarcoide': 'Que tiende al desorden',
'montuvio': 'Campesino de la costa'}
```

Nota: Tener en cuenta que el orden en el que especificamos los diccionarios a la hora de su combinación (mezcla) es relevante en el resultado final. En este caso *el orden de los factores sí altera el producto*.

Borrar elementos

Python nos ofrece, al menos, tres formas para borrar elementos en un diccionario:

Por su clave: Mediante la sentencia `del`:

```
>>> rae = {
...     'bifronte': 'De dos frentes o dos caras',
...     'anarcoide': 'Que tiende al desorden',
...     'montuvio': 'Campesino de la costa'
... }

>>> del(rae['bifronte'])

>>> rae
{'anarcoide': 'Que tiende al desorden', 'montuvio': 'Campesino de la costa'}
```

Por su clave (con extracción): Mediante la función `pop()` podemos extraer un elemento del diccionario por su clave. Vendría a ser una combinación de `get() + del`:

```
>>> rae = {
...     'bifronte': 'De dos frentes o dos caras',
...     'anarcoide': 'Que tiende al desorden',
...     'montuvio': 'Campesino de la costa'
... }

>>> rae.pop('anarcoide')
'Que tiende al desorden'

>>> rae
{'bifronte': 'De dos frentes o dos caras', 'montuvio': 'Campesino de la costa'}

>>> rae.pop('bucle')
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
KeyError: 'bucle'
```

Advertencia: Si la clave que pretendemos extraer con `pop()` no existe, obtendremos un error.

Borrado completo del diccionario:

1. Utilizando la función `clear()`:

```
>>> rae = {
...     'bifronte': 'De dos frentes o dos caras',
...     'anarcoide': 'Que tiende al desorden',
...     'montuvio': 'Campesino de la costa'
... }

>>> rae.clear()

>>> rae
{}
```

2. «Reinicializando» el diccionario a vacío con `{}`:

```
>>> rae = {
...     'bifronte': 'De dos frentes o dos caras',
...     'anarcoide': 'Que tiende al desorden',
...     'montuvio': 'Campesino de la costa'
... }

>>> rae = {}

>>> rae
{}
```

Nota: La diferencia entre ambos métodos tiene que ver con cuestiones internas de gestión de memoria y de rendimiento.

5.3.4 Cuidado con las copias

Nivel intermedio

Al igual que ocurría con *las listas*, si hacemos un cambio en un diccionario, se verá reflejado en todas las variables que hagan referencia al mismo. Esto se deriva de su propiedad de ser *mutable*. Veamos un ejemplo concreto:

```
>>> original_rae = {  
...     'bifronte': 'De dos frentes o dos caras',  
...     'anarcoide': 'Que tiende al desorden',  
...     'montuvio': 'Campesino de la costa'  
... }  
  
>>> copy_rae = original_rae  
  
>>> original_rae['bifronte'] = 'bla bla bla'  
  
>>> original_rae  
{'bifronte': 'bla bla bla',  
 'anarcoide': 'Que tiende al desorden',  
 'montuvio': 'Campesino de la costa'}  
  
>>> copy_rae  
{'bifronte': 'bla bla bla',  
 'anarcoide': 'Que tiende al desorden',  
 'montuvio': 'Campesino de la costa'}
```

Una **posible solución** a este problema es hacer una «copia dura». Para ello Python proporciona la función `copy()`:

```
>>> original_rae = {  
...     'bifronte': 'De dos frentes o dos caras',  
...     'anarcoide': 'Que tiende al desorden',  
...     'montuvio': 'Campesino de la costa'  
... }  
  
>>> copy_rae = original_rae.copy()  
  
>>> original_rae['bifronte'] = 'bla bla bla'  
  
>>> original_rae  
{'bifronte': 'bla bla bla',  
 'anarcoide': 'Que tiende al desorden',  
 'montuvio': 'Campesino de la costa'}  
  
>>> copy_rae  
{'bifronte': 'De dos frentes o dos caras',  
 'anarcoide': 'Que tiende al desorden',  
 'montuvio': 'Campesino de la costa'}
```

Truco: En el caso de que estemos trabajando con diccionarios que contienen elementos mutables, debemos hacer uso de la función `deepcopy()` dentro del módulo `copy` de la librería

estándar.

5.3.5 Diccionarios por comprensión

Nivel intermedio

De forma análoga a cómo se escriben las *listas por comprensión*, podemos aplicar este método a los diccionarios usando llaves { }.

Veamos un ejemplo en el que creamos un **diccionario por comprensión** donde las claves son palabras y los valores son sus longitudes:

```
>>> words = ('sun', 'space', 'rocket', 'earth')

>>> words_length = {word: len(word) for word in words}

>>> words_length
{'sun': 3, 'space': 5, 'rocket': 6, 'earth': 5}
```

También podemos aplicar **condiciones** a estas comprensiones. Continuando con el ejemplo anterior, podemos incorporar la restricción de sólo incluir palabras que no empiecen por vocal:

```
>>> words = ('sun', 'space', 'rocket', 'earth')

>>> words_length = {w: len(w) for w in words if w[0] not in 'aeiou'}

>>> words_length
{'sun': 3, 'space': 5, 'rocket': 6}
```

Nota: Se puede consultar el [PEP-274](#) para ver más ejemplos sobre diccionarios por comprensión.

5.3.6 Objetos «hashables»

Nivel avanzado

La única restricción que deben cumplir las **claves** de un diccionario es ser «**hashables**»⁷. Un objeto es «hashable» si se le puede asignar un valor «hash» que no cambia en ejecución durante toda su vida.

⁷ Se recomienda [esta ponencia](#) de Víctor Terrón sobre objetos «hashables».

Para encontrar el «hash» de un objeto, Python usa la función `hash()`, que devuelve un número entero y es utilizado para indexar la *tabla «hash»* que se mantiene internamente:

```
>>> hash(999)
999

>>> hash(3.14)
322818021289917443

>>> hash('hello')
-8103770210014465245

>>> hash(('a', 'b', 'c'))
-2157188727417140402
```

Para que un objeto sea «hashable», debe ser **inmutable**:

```
>>> hash(['a', 'b', 'c'])
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: unhashable type: 'list'
```

Nota: De lo anterior se deduce que las claves de los diccionarios, al tener que ser «hashables», sólo pueden ser objetos inmutables.

La función «built-in» `hash()` realmente hace una llamada al método mágico `__hash__()` del objeto en cuestión:

```
>>> hash('spiderman')
-8105710090476541603

>>> 'spiderman'.__hash__()
-8105710090476541603
```

EJERCICIOS DE REPASO

1. Escriba un programa en Python que acepte una lista de palabras y las agrupe por su letra inicial usando un diccionario (**solución**).

Entrada: [“mesa”, “móvil”, “barco”, “coche”, “avión”, “bandeja”, “casa”, “monitor”, “carretera”, “arco”]

Salida: {“m”: [“mesa”, “móvil”, “monitor”], “b”: [“barco”, “bandeja”], “c”: [“coche”, “casa”, “carretera”], “a”: [“avión”, “arco”]}

2. Escriba un programa en Python que acepte un diccionario y determine si todos los valores son iguales o no (**solución**).

Entrada: {"Juan": 5, "Antonio": 5, "Inma": 5, "Ana": 5, "Esteban": 5}

Salida: Same values

3. Escriba un programa en Python que acepte una lista de listas con varios elementos y obtenga un diccionario donde las claves serán los primeros elementos de las sublistas y los valores serán los restantes – como listas – (**solución**).

Entrada: [["Episode IV - A New Hope", "May 25", 1977], ["Episode V - The Empire Strikes Back", "May 21", 1980], ["Episode VI - Return of the Jedi", "May 25", 1983]]

Salida: {"Episode IV - A New Hope": ["May 25", 1977], "Episode V - The Empire Strikes Back": ["May 21", 1980], "Episode VI - Return of the Jedi": ["May 25", 1983]}

4. Escriba un programa en Python que acepte un diccionario cuyos valores son listas y borre el contenido de dichas listas (**solución**).

Entrada: {"C1": [10, 20, 30], "C2": [20, 30, 40], "C3": [12, 34]}

Salida: {"C1": [], "C2": [], "C3": []}

5. Escriba un programa en Python que acepte un diccionario y elimine los espacios de sus claves respetando los valores correspondientes (**solución**).

Entrada: {"S 001": ["Math", "Science"], "S 002": ["Math", "English"]}

Salida: {"S001": ["Math", "Science"], "S002": ["Math", "English"]}

AMPLIAR CONOCIMIENTOS

- Using the Python defaultdict Type for Handling Missing Keys
- Python Dictionary Iteration: Advanced Tips & Tricks
- Python KeyError Exceptions and How to Handle Them
- Dictionaries in Python
- How to Iterate Through a Dictionary in Python
- Shallow vs Deep Copying of Python Objects

5.4 Conjuntos



Un **conjunto** en Python representa una serie de **valores únicos y sin orden establecido**, con la única restricción de que sus elementos deben ser «*hashables*». Mantiene muchas similitudes con el concepto matemático de conjunto¹

5.4.1 Creando conjuntos

Para crear un conjunto basta con separar sus valores por *comas* y rodearlos de llaves {}:

```
>>> lottery = {21, 10, 46, 29, 31, 94}

>>> lottery
{10, 21, 29, 31, 46, 94}
```

La excepción la tenemos a la hora de crear un **conjunto vacío**, ya que, siguiendo la lógica de apartados anteriores, deberíamos hacerlo a través de llaves:

```
>>> wrong_empty_set = {}

>>> type(wrong_empty_set)
dict
```

¹ Foto original de portada por Duy Pham en Unsplash.

Advertencia: Si hacemos esto, lo que obtenemos es un *diccionario vacío*.

La única opción que tenemos es utilizar la función `set()`:

```
>>> empty_set = set()

>>> empty_set
set()

>>> type(empty_set)
set
```

5.4.2 Conversión

Para convertir otros tipos de datos en un conjunto podemos usar la función `set()` sobre cualquier iterable:

```
>>> set('aplatanada')
{'a', 'd', 'l', 'n', 'p', 't'}

>>> set([1, 2, 2, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 5])
{1, 2, 3, 4, 5}

>>> set(('ADENINA', 'TIMINA', 'TIMINA', 'GUANINA', 'ADENINA', 'CITOSINA'))
{'ADENINA', 'CITOSINA', 'GUANINA', 'TIMINA'}

>>> set({'manzana': 'rojo', 'plátano': 'amarillo', 'kiwi': 'verde'})
{'kiwi', 'manzana', 'plátano'}
```

Importante: Como se ha visto en los ejemplos anteriores, `set()` se suele utilizar en muchas ocasiones como una forma de **extraer los valores únicos** de otros tipos de datos. En el caso de los diccionarios se extraen las claves, que, por definición, son únicas.

Nota: El hecho de que en los ejemplos anteriores los elementos de los conjuntos estén ordenados es únicamente un «detalle de implementación» en el que no se puede confiar.

5.4.3 Operaciones con conjuntos

Obtener un elemento

En un conjunto no existe un orden establecido para sus elementos, por lo tanto **no podemos acceder a un elemento en concreto**.

De este hecho se deriva igualmente que **no podemos modificar un elemento existente**, ya que ni siquiera tenemos acceso al mismo. Python sí nos permite añadir o borrar elementos de un conjunto.

Añadir un elemento

Para añadir un elemento a un conjunto debemos utilizar la función `add()`. Como ya hemos indicado, al no importar el orden dentro del conjunto, la inserción no establece a priori la posición donde se realizará.

A modo de ejemplo, vamos a partir de un conjunto que representa a los cuatro integrantes originales de *The Beatles*. Luego añadiremos a un nuevo componente:

```
>>> # John Lennon, Paul McCartney, George Harrison y Ringo Starr
>>> beatles = set(['Lennon', 'McCartney', 'Harrison', 'Starr'])

>>> beatles.add('Best') # Pete Best

>>> beatles
{'Best', 'Harrison', 'Lennon', 'McCartney', 'Starr'}
```

Ejecución **paso a paso** a través de *Python Tutor*:

<https://tinyurl.com/9folv2v>

Ejercicio

Dada una tupla de duplas (2 valores), cree dos conjuntos:

- Uno de ellos con los primeros valores de cada dupla.
- El otro con los segundos valores de cada dupla.

Ejemplo

- Entrada: `((4, 3), (8, 2), (7, 5), (8, 2), (9, 1))`
- Salida:

```
{8, 9, 4, 7}
{1, 2, 3, 5}
```

Borrar elementos

Para borrar un elemento de un conjunto podemos utilizar la función `remove()`. Siguiendo con el ejemplo anterior, vamos a borrar al último «beatle» añadido:

```
>>> beatles
{'Best', 'Harrison', 'Lennon', 'McCartney', 'Starr'}
```



```
>>> beatles.remove('Best')
```



```
>>> beatles
{'Harrison', 'Lennon', 'McCartney', 'Starr'}
```

Longitud de un conjunto

Podemos conocer el número de elementos que tiene un conjunto con la función `len()`:

```
>>> beatles
{'Harrison', 'Lennon', 'McCartney', 'Starr'}
```



```
>>> len(beatles)
```



```
4
```

Iterar sobre un conjunto

Tal y como hemos visto para otros tipos de datos *iterables*, la forma de recorrer los elementos de un conjunto es utilizar la sentencia `for`:

```
>>> for beatle in beatles:
...     print(beatle)
...
Harrison
McCartney
Starr
Lennon
```

Consejo: Como en el ejemplo anterior, es muy común utilizar una *variable en singular* para recorrer un iterable (en plural). No es una regla fija ni sirve para todos los casos, pero sí suele ser una *buenas prácticas*.

Pertenencia de elemento

Al igual que con otros tipos de datos, Python nos ofrece el operador `in` para determinar si un elemento pertenece a un conjunto:

```
>>> beatles
{'Harrison', 'Lennon', 'McCartney', 'Starr'}

>>> 'Lennon' in beatles
True

>>> 'Fari' in beatles
False
```

5.4.4 Teoría de conjuntos

Vamos a partir de dos conjuntos $A = \{1, 2\}$ y $B = \{2, 3\}$ para exemplificar las distintas operaciones que se pueden hacer entre ellos basadas en los Diagramas de Venn y la Teoría de Conjuntos:

```
>>> A = {1, 2}

>>> B = {2, 3}
```

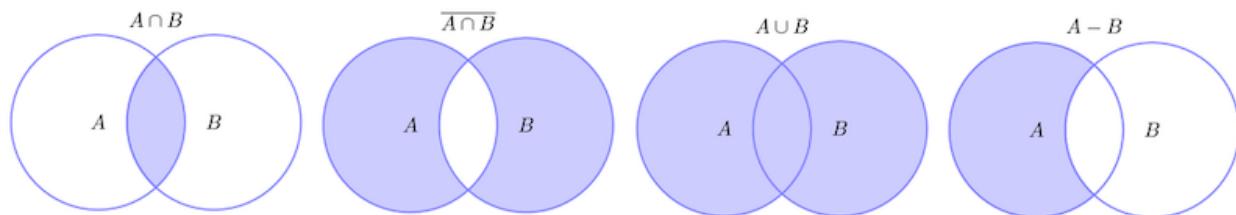


Figura 7: Diagramas de Venn

Intersección

$A \cap B$ – Elementos que están a la vez en A y en B :

```
>>> A & B
{2}

>>> A.intersection(B)
{2}
```

Unión

$A \cup B$ – Elementos que están tanto en A como en B :

```
>>> A | B  
{1, 2, 3}  
  
>>> A.union(B)  
{1, 2, 3}
```

Diferencia

$A - B$ – Elementos que están en A y no están en B :

```
>>> A - B  
{1}  
  
>>> A.difference(B)  
{1}
```

Diferencia simétrica

$\overline{A \cap B}$ – Elementos que están en A o en B pero no en ambos conjuntos:

```
>>> A ^ B  
{1, 3}  
  
>>> A.symmetric_difference(B)  
{1, 3}
```

5.4.5 Conjuntos por comprensión

Los conjuntos, al igual que las *listas* y los *diccionarios*, también se pueden crear por comprensión.

Veamos un ejemplo en el que construimos un conjunto por comprensión con los aquellos números enteros múltiplos de 3 en el rango [0, 20]):

```
>>> m3 = {number for number in range(0, 20) if number % 3 == 0}  
  
>>> m3  
{0, 3, 6, 9, 12, 15, 18}
```

Ejercicio

Dadas dos cadenas de texto, obtenga una nueva cadena de texto con las **letras consonantes** que se **repiten en ambas frases**. Ignore los espacios en blanco y muestre la cadena de salida con sus *letras ordenadas*.

Resuelva el ejercicio mediante dos aproximaciones: Una de ellas usando conjuntos por comprensión y otra sin usar comprensiones.

Ejemplo

- Entrada: Flat is better than nested y Readability counts
 - Salida: bdlnst
-

5.4.6 Conjuntos inmutables

Python ofrece la posibilidad de crear **conjuntos inmutables** haciendo uso de la función `frozenset()` que recibe cualquier iterable como argumento.

Supongamos que recibimos una serie de calificaciones de exámenes y queremos crear un conjunto inmutable con los posibles niveles (categorías) de calificaciones:

```
>>> marks = [1, 3, 2, 3, 1, 4, 2, 4, 5, 2, 5, 5, 3, 1, 4]  
  
>>> marks_levels = frozenset(marks)  
  
>>> marks_levels  
frozenset({1, 2, 3, 4, 5})
```

Veamos qué ocurre si intentamos modificar este conjunto:

```
>>> marks_levels.add(50)  
Traceback (most recent call last):  
  File "<stdin>", line 1, in <module>  
AttributeError: 'frozenset' object has no attribute 'add'
```

Nota: Los `frozenset` son a los `sets` lo que las tuplas a las listas: una forma de «congelar» los valores para que no se puedan modificar.

AMPLIAR CONOCIMIENTOS

- Sets in Python

5.5 Ficheros



Aunque los ficheros encajarían más en un apartado de «*entrada/salida*» ya que representan un **medio de almacenamiento persistente**, también podrían ser vistos como *estructuras de datos*, puesto que nos permiten guardar la información y asignarles un cierto formato.¹

Un **fichero** es un *conjunto de bytes* almacenados en algún *dispositivo*. El *sistema de ficheros* es la estructura lógica que alberga los ficheros y está jerarquizado a través de *directorios* (o carpetas). Cada fichero se identifica únicamente a través de una *ruta* que nos permite acceder a él.

¹ Foto original de portada por Maksym Kaharlytskyi en Unsplash.

5.5.1 Lectura de un fichero

Python ofrece la función `open()` para «abrir» un fichero. Esta apertura se puede realizar en 3 modos distintos:

- **Lectura** del contenido de un fichero existente.
- **Escritura** del contenido en un fichero nuevo.
- **Añadido** al contenido de un fichero existente.

Veamos un ejemplo para leer el contenido de un fichero en el que se encuentran las temperaturas máximas y mínimas de cada día de la última semana. El fichero está en la subcarpeta (*ruta relativa*) `files/temps.dat` y tiene el siguiente contenido:

```
29 23  
31 23  
34 26  
33 23  
29 22  
28 22  
28 22
```

Lo primero será abrir el fichero:

```
>>> f = open('files/temps.dat')
```

La función `open()` recibe como primer argumento la **ruta al fichero** que queremos manejar (como un «string») y devuelve el manejador del fichero, que en este caso lo estamos asignando a una variable llamada `f` pero le podríamos haber puesto cualquier otro nombre.

Nota: Es importante dominar los conceptos de **ruta relativa** y **ruta absoluta** para el trabajo con ficheros. Véase [este artículo de DeNovatoANovato](#).

Hay que tener en cuenta que la ruta al fichero que abrimos (*en modo lectura*) **debe existir**, ya que de lo contrario obtendremos un error:

```
>>> f = open('foo.txt')  
Traceback (most recent call last):  
  File "<stdin>", line 1, in <module>  
FileNotFoundError: [Errno 2] No such file or directory: 'foo.txt'
```

Una vez abierto el fichero ya podemos proceder a leer su contenido. Para ello Python nos ofrece la posibilidad de leer todo el fichero de una vez o bien leerlo línea a línea.

Lectura completa de un fichero

Siguiendo con nuestro ejemplo de temperaturas, veamos cómo leer todo el contenido del fichero de una sola vez. Para esta operación, Python nos provee, al menos, de dos funciones:

read() Devuelve todo el contenido del fichero como una cadena de texto (**str**):

```
>>> f = open('files/temps.dat')
>>> f.read()
'29 23\n31 23\n34 26\n33 23\n29 22\n28 22\n28 22\n'
```

readlines() Devuelve todo el contenido del fichero como una lista (**list**) donde cada elemento es una línea:

```
>>> f = open('files/temps.dat')
>>> f.readlines()
['29 23\n', '31 23\n', '34 26\n', '33 23\n', '29 22\n', '28 22\n', '28 22\n']
```

Importante: Nótese que, en ambos casos, los saltos de línea `\n` siguen apareciendo en los datos leídos, por lo que habría que «limpiar» estos caracteres. Para ello se recomienda utilizar *las funciones ya vistas de cadenas de texto*.

Lectura línea a línea

Hay situaciones en las que interesa leer el contenido del fichero línea a línea. Imaginemos un fichero de tamaño considerable (varios GB). Si intentamos leer completamente este fichero de sola una vez podríamos ocupar demasiada RAM y reducir el rendimiento de nuestra máquina.

Es por ello que Python nos ofrece varias aproximaciones a la lectura de ficheros línea a línea. La más usada es **iterar** sobre el propio *manejador* del fichero:

```
>>> f = open('files/temps.dat')

>>> for line in f:    # that easy!
...     print(line)
...
29 23

31 23

34 26
```

(continuó en la próxima página)

(provine de la página anterior)

```
33 23
```

```
29 22
```

```
28 22
```

```
28 22
```

Truco: Igual que pasaba anteriormente, la lectura línea por línea también incluye el **salto de línea** `\n` lo que provoca un «doble espacio» entre cada una de las salidas. Bastaría con aplicar `line.split()` para eliminarlo.

5.5.2 Escritura en un fichero

Para escribir texto en un fichero hay que abrir dicho fichero en **modo escritura**. Para ello utilizamos un *argumento adicional* en la función `open()` que indica esta operación:

```
>>> f = open('files/canary-iata.dat', 'w')
```

Nota: Si bien el fichero en sí mismo se crea al abrirlo en modo escritura, la **ruta** hasta ese fichero no. Eso quiere decir que debemos asegurarnos que **las carpetas hasta llegar a dicho fichero existen**. En otro caso obtenemos un error de tipo `FileNotFoundException`.

Ahora ya podemos hacer uso de la función `write()` para enviar contenido al fichero abierto.

Supongamos que queremos volcar el contenido de una lista en dicho fichero. En este caso partimos de los *códigos IATA* de aeropuertos de las Islas Canarias².

```
1 >>> canary_iata = ("GCFV", "GCHI", "GCLA", "GCLP", "GCGM", "GCRR", "GCTS", "GCXO")
2
3 >>> for code in canary_iata:
4     f.write(code + '\n')
5 ...
6
7 >>> f.close()
```

Nótese:

² Fuente: Smart Drone

Línea 4 Escritura de cada código en el fichero. La función `write()` no incluye el salto de línea por defecto, así que lo añadimos de *manera explícita*.

Línea 7 Cierre del fichero con la función `close()`. Especialmente en el caso de la escritura de ficheros, se recomienda encarecidamente cerrar los ficheros para evitar pérdida de datos.

Advertencia: Siempre que se abre un fichero en **modo escritura** utilizando el argumento '`w`', el fichero se inicializa, borrando cualquier contenido que pudiera tener.

5.5.3 Añadido a un fichero

La única diferencia entre añadir información a un fichero y *escribir información en un fichero* es el modo de apertura del fichero. En este caso utilizamos '`a`' por «append»:

```
>>> f = open('more-data.txt', 'a')
```

En este caso el fichero `more-data.txt` se abrirá en *modo añadir* con lo que las llamadas a la función `write()` hará que aparezcan nueva información al final del contenido ya existente en dicho fichero.

5.5.4 Usando contextos

Python ofrece *gestores de contexto* como una solución para establecer reglas de entrada y salida a un determinado bloque de código.

En el caso que nos ocupa, usaremos la sentencia `with` y el contexto creado se ocupará de cerrar adecuadamente el fichero que hemos abierto, liberando así sus recursos:

```
1  >>> with open('files/temps.dat') as f:
2      ...     for line in f:
3          ...         max_temp, min_temp = line.strip().split()
4          ...         print(max_temp, min_temp)
5
6 29 23
7 31 23
8 34 26
9 33 23
10 29 22
11 28 22
12 28 22
```

Línea 1 Apertura del fichero en *modo lectura* utilizando el gestor de contexto definido por la palabra reservada `with`.

Línea 2 Lectura del fichero línea a línea utilizando la iteración sobre el *manejador del fichero*.

Línea 3 Limpieza de saltos de línea con `strip()` encadenando la función `split()` para separar las dos temperaturas por el carácter *espacio*. Ver [limpiar una cadena](#) y [dividir una cadena](#).

Línea 4 Imprimir por pantalla la temperatura mínima y la máxima.

Nota: Es una buena práctica usar `with` cuando se manejan ficheros. La ventaja es que el fichero se cierra adecuadamente en cualquier circunstancia, incluso si se produce cualquier **tipo de error**.

Hay que prestar atención a la hora de escribir valores numéricos en un fichero, ya que el método `write()` por defecto espera ver un «string» como argumento:

```
>>> lottery = [43, 21, 99, 18, 37, 99]

>>> with open('files/lottery.dat', 'w') as f:
...     for number in lottery:
...         f.write(number + '\n')

...
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 3, in <module>
TypeError: unsupported operand type(s) for +: 'int' and 'str'
```

Importante: Para evitar este tipo de **errores**, se debe convertir a `str` aquellos valores que queramos usar con la función `write()` para escribir información en un fichero de texto.

Ejercicio

Dado el fichero `temperatures.txt` con 12 filas (*meses*) y 31 columnas (temperaturas de cada día), se pide:

1. Leer el fichero de datos.
2. Calcular la temperatura media de cada mes.
3. Escribir un fichero de salida `avgtemps.txt` con 12 filas (*meses*) y la temperatura media de cada mes.

Guarda el fichero en la misma carpeta en la que vas a escribir tu código. Así evitarás problemas de rutas relativas/absolutas.

AMPLIAR CONOCIMIENTOS

- Reading and Writing Files in Python
- Python Context Managers and the «with» Statement

CAPÍTULO 6

Modularidad

La **modularidad** es la característica de un sistema que permite que sea estudiado, visto o entendido como la unión de varias partes que interactúan entre sí y que trabajan solidariamente para alcanzar un objetivo común, realizando cada una de ellas una tarea necesaria para la consecución de dicho objetivo.

Cada una de esas partes en que se encuentre dividido el sistema recibe el nombre de **módulo**. Idealmente un módulo debe poder cumplir las condiciones de caja negra, es decir, ser independiente del resto de los módulos y comunicarse con ellos (con todos o sólo con una parte) a través de entradas y salidas bien definidas.¹

En este capítulo veremos las facilidades que nos proporciona Python para trabajar en la línea de modularidad del código.

¹ Definición de modularidad en [Wikipedia](#)

6.1 Funciones



El concepto de **función** es básico en prácticamente cualquier lenguaje de programación. Se trata de una estructura que nos permite agrupar código. Persigue dos objetivos claros:

1. **No repetir** trozos de código durante nuestro programa.
2. **Reutilizar** el código para distintas situaciones.

Una función viene *definida* por su *nombre*, sus *parámetros* y su *valor de retorno*. Esta parametrización de las funciones las convierte en una poderosa herramienta ajustable a las circunstancias que tengamos. Al *invocarla* estaremos solicitando su ejecución y obtendremos unos resultados.¹

6.1.1 Definir una función

Para definir una función utilizamos la palabra reservada `def` seguida del **nombre⁶** de la función. A continuación aparecerán 0 o más **parámetros** separados por comas (entre paréntesis), finalizando la línea con **dos puntos** : En la siguiente línea empezaría el **cuerpo** de la función que puede contener 1 o más **sentencias**, incluyendo (o no) una **sentencia de retorno** con el resultado mediante `return`.

¹ Foto original por Nathan Dumlao en Unsplash.

⁶ Las *reglas aplicadas a nombres de variables* también se aplican a nombres de funciones.

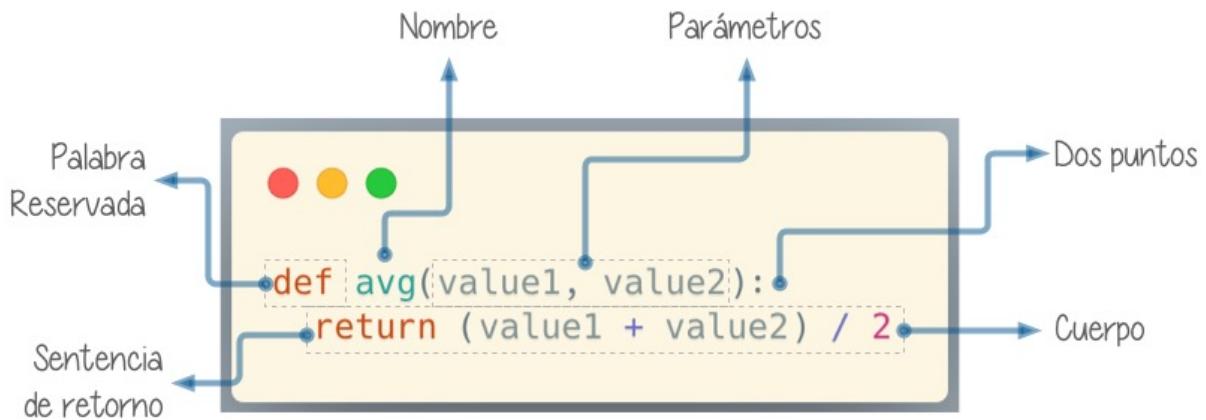


Figura 1: Definición de una función en Python

Advertencia: Prestar especial atención a los dos puntos : porque suelen olvidarse en la *definición de la función*.

Hagamos una primera función sencilla que no recibe parámetros:

```
def say_hello():
    print('Hello!')
```

- Nótese la *indentación* (sangrado) del *cuerpo* de la función.
- Los *nombres de las funciones* siguen *las mismas reglas que las variables*.

Invocar una función

Para invocar (o «llamar») a una función sólo tendremos que escribir su nombre seguido de paréntesis. En el caso de la función sencilla (vista anteriormente) se haría así:

```
>>> def say_hello():
...     print('Hello!')
...
>>> say_hello()
Hello!
```

Como era de esperar, al invocar a esta función obtenemos un mensaje por pantalla, fruto de la ejecución del cuerpo de la función.

Retornar un valor

Las funciones pueden retornar (o «devolver») un valor. Veamos un ejemplo muy sencillo:

```
>>> def one():
...     return 1
...
>>> one()
1
```

Importante: No confundir `return` con `print()`. El valor de retorno de una función nos permite usarlo fuera de su contexto. El hecho de añadir `print()` al cuerpo de una función es algo «coyuntural» y no modifica el resultado de la lógica interna.

Nota: En la sentencia `return` podemos incluir variables y expresiones, no únicamente literales.

Pero no sólo podemos invocar a la función directamente, también la podemos integrar en otras expresiones. Por ejemplo en condicionales:

```
>>> if one() == 1:
...     print('It works!')
... else:
...     print('Something is broken')
...
It works!
```

Si una función no incluye un `return` de forma explícita, devolverá `None` de forma implícita:

```
>>> def empty():
...     x = 0
...
>>> print(empty())
None
```

6.1.2 Veracidad

Nivel intermedio

Ya hemos hablado ligeramente sobre la *comprobación de veracidad* en Python.

Vamos a crear una función propia para comprobar la veracidad de distintos objetos del lenguaje, y así hacernos una mejor idea de qué cosas **son evaluadas** a *verdadero* y cuáles a *falso*:

```
>>> def truthiness(obj):
...     if obj:
...         print(f'{obj} is True')
...     else:
...         print(f'{obj} is False')
...
```

Evaluando a False

Veamos qué «cosas» son evaluadas a *False* en Python:

```
>>> truthiness(False)
False is False

>>> truthiness(None)
None is False

>>> truthiness(0)
0 is False

>>> truthiness(0.0)
0.0 is False

>>> truthiness('')
is False

>>> truthiness([])
[] is False

>>> truthiness(())
() is False

>>> truthiness({})
{} is False
```

(continué en la próxima página)

(provine de la página anterior)

```
>>> truthiness(set())
set() is False
```

Importante: El resto de objetos son evaluados a `True` en Python.

Evaluando a `True`

Veamos ciertos ejemplos que son evaluados a `True` en Python:

```
>>> truthiness(True)
True is True

>>> truthiness(1e-10)
1e-10 is True

>>> truthiness([0])
[0] is True

>>> truthiness(( ))
() is True

>>> truthiness(' ')
is True

>>> truthiness('duck')
duck is True
```

6.1.3 Parámetros y argumentos

Si una función no dispusiera de valores de entrada estaría muy limitada en su actuación. Es por ello que los **parámetros** nos permiten variar los datos que consume una función para obtener distintos resultados. Vamos a empezar a crear funciones que reciben **parámetros**.

En este caso escribiremos una función que recibe un valor numérico y devuelve su raíz cuadrada:

```
>>> def sqrt(value):
...     return value ** (1/2)
... 
```

(continué en la próxima página)

(provine de la página anterior)

```
>>> sqrt(4)
2.0
```

Nota: En este caso, el valor 4 es un **argumento** de la función.

Cuando llamamos a una función con *argumentos*, los valores de estos argumentos se copian en los correspondientes *parámetros* dentro de la función:

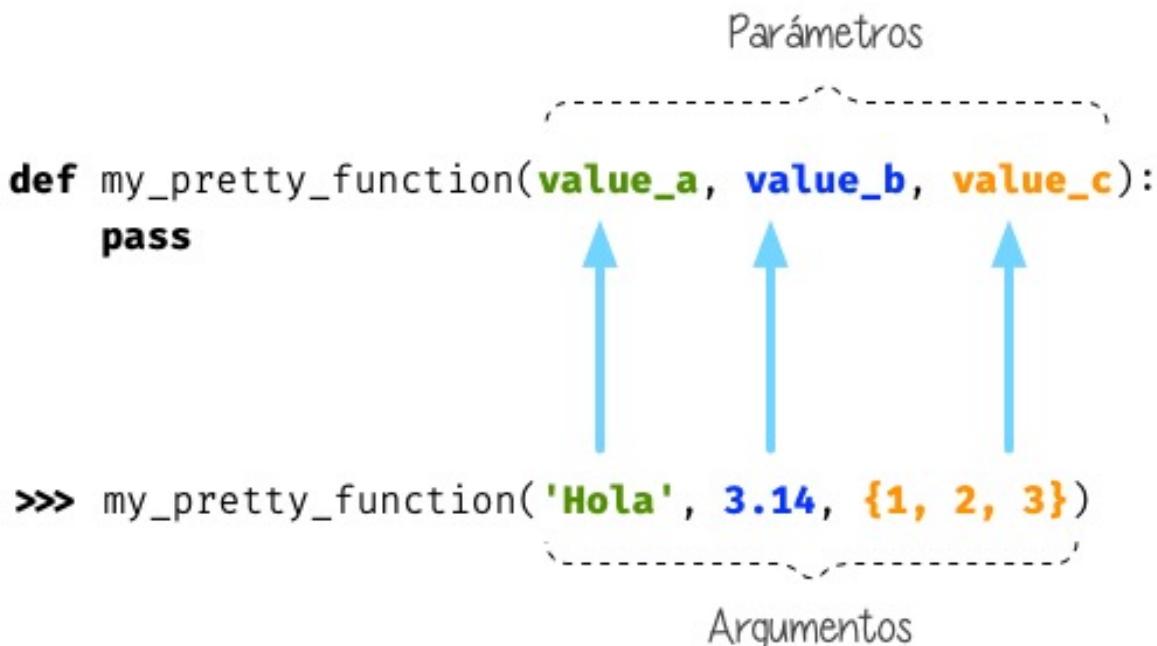


Figura 2: Parámetros y argumentos de una función

Truco: La sentencia `pass` permite «no hacer nada». Es una especie de «*placeholder*».

Veamos otra función con dos parámetros y algo más de lógica de negocio:²

```
>>> def _min(a, b):
...     if a < b:
...         return a
```

(continué en la próxima página)

² Término para identificar el «algoritmo» o secuencia de instrucciones derivadas del procesamiento que corresponda.

(provien de la página anterior)

```
...     else:
...         return b
...
>>> _min(7, 9)
7
```

Ejercicio

Escriba una función en Python que reproduzca lo siguiente:

$$f(x, y) = x^2 + y^2$$

Ejemplo

- Entrada: 3 y 4
 - Salida: 25
-

Argumentos posicionales

Los **argumentos posicionales** son aquellos argumentos que se copian en sus correspondientes parámetros **en orden**.

Vamos a mostrar un ejemplo definiendo una función que construye una «cpu» a partir de 3 parámetros:

```
>>> def build_cpu(vendor, num_cores, freq):
...     return dict(
...         vendor=vendor,
...         num_cores=num_cores,
...         freq=freq
...     )
...
```

Una posible llamada a la función con argumentos posicionales sería la siguiente:

```
>>> build_cpu('AMD', 8, 2.7)
{'vendor': 'AMD', 'num_cores': 8, 'freq': 2.7}
```

Lo que ha sucedido es un **mapeo** directo entre argumentos y parámetros en el mismo orden que estaban definidos:

Parámetro	Argumento
vendor	AMD
num_cores	8
freq	2.7

Pero es evidente que una clara desventaja del uso de argumentos posicionales es que se necesita **recordar el orden** de los argumentos. Un error en la posición de los argumentos puede causar resultados indeseados:

```
>>> build_cpu(8, 2.7, 'AMD')
{'vendor': 8, 'num_cores': 2.7, 'freq': 'AMD'}
```

Argumentos nominales

En esta aproximación los argumentos no son copiados en un orden específico sino que **se asignan por nombre a cada parámetro**. Ello nos permite salvar el problema de conocer cuál es el orden de los parámetros en la definición de la función. Para utilizarlo, basta con realizar una asignación de cada argumento en la propia llamada a la función.

Veamos la misma llamada que hemos hecho en el ejemplo de construcción de la «cpu» pero ahora utilizando paso de argumentos nominales:

```
>>> build_cpu(vendor='AMD', num_cores=8, freq=2.7)
{'vendor': 'AMD', 'num_cores': 8, 'freq': 2.7}
```

Se puede ver claramente que el orden de los argumentos no influye en el resultado final:

```
>>> build_cpu(num_cores=8, freq=2.7, vendor='AMD')
{'vendor': 'AMD', 'num_cores': 8, 'freq': 2.7}
```

Argumentos posicionales y nominales

Python permite mezclar argumentos posicionales y nominales en la llamada a una función:

```
>>> build_cpu('INTEL', num_cores=4, freq=3.1)
{'vendor': 'INTEL', 'num_cores': 4, 'freq': 3.1}
```

Pero hay que tener en cuenta que, en este escenario, **los argumentos posicionales siempre deben ir antes** que los argumentos nominales. Esto tiene mucho sentido ya que, de hacerlo así, Python no tendría forma de discernir a qué parámetro corresponde cada argumento:

```
>>> build_cpu(num_cores=4, 'INTEL', freq=3.1)
  File "<stdin>", line 1
SyntaxError: positional argument follows keyword argument
```

Parámetros por defecto

Es posible especificar **valores por defecto** en los parámetros de una función. En el caso de que no se proporcione un valor al argumento en la llamada a la función, el parámetro correspondiente tomará el valor definido por defecto.

Siguiendo con el ejemplo de la «cpu», podemos asignar 2.0GHz como frecuencia por defecto. La definición de la función cambiaría ligeramente:

```
>>> def build_cpu(vendor, num_cores, freq=2.0):
...     return dict(
...         vendor=vendor,
...         num_cores=num_cores,
...         freq=freq
...     )
... 
```

Llamada a la función sin especificar frecuencia de «cpu»:

```
>>> build_cpu('INTEL', 2)
{'vendor': 'INTEL', 'num_cores': 2, 'freq': 2.0}
```

Llamada a la función indicando una frecuencia concreta de «cpu»:

```
>>> build_cpu('INTEL', 2, 3.4)
{'vendor': 'INTEL', 'num_cores': 2, 'freq': 3.4}
```

Importante: Los valores por defecto en los parámetros se calculan cuando se **define** la función, no cuando se **ejecuta**.

Ejercicio

Escriba una función **factorial** que reciba un único parámetro **n** y devuelva su factorial.

El factorial de un número n se define como:

$$n! = n \cdot (n - 1) \cdot (n - 2) \cdot \dots \cdot 1$$

Ejemplo

- Entrada: 5

- Salida: 120

Modificando parámetros mutables

Nivel avanzado

Hay que tener cuidado a la hora de manejar los parámetros que pasamos a una función ya que podemos obtener resultados indeseados, especialmente cuando trabajamos con *tipos de datos mutables*.

Supongamos una función que añade elementos a una lista que pasamos por parámetro. La idea es que si no pasamos la lista, ésta siempre empiece siendo vacía. Hagamos una serie de pruebas pasando alguna lista como segundo argumento:

```
>>> def buggy(arg, result=[]):
...     result.append(arg)
...     print(result)
...
>>> buggy('a', [])
['a']

>>> buggy('b', [])
['b']

>>> buggy('a', ['x', 'y', 'z'])
['x', 'y', 'z', 'a']

>>> buggy('b', ['x', 'y', 'z'])
['x', 'y', 'z', 'b']
```

Aparentemente todo está funcionando de manera correcta, pero veamos qué ocurre en las siguientes llamadas:

```
>>> def buggy(arg, result=[]):
...     result.append(arg)
...     print(result)
...
>>> buggy('a')
['a']

>>> buggy('b') # Se esperaría ['b']
['a', 'b']
```

Obviamente algo no ha funcionado correctamente. Se esperaría que `result` tuviera una lista vacía en cada ejecución. Sin embargo esto no sucede por estas dos razones:

1. El valor por defecto se establece cuando se define la función.
2. La variable `result` apunta a una zona de memoria en la que se modifican sus valores.

Ejecución **paso a paso** a través de *Python Tutor*:

<https://cutt.ly/MgoQGU3>

A riesgo de perder el *parámetro por defecto*, una posible solución sería la siguiente:

```
>>> def works(arg):
...     result = []
...     result.append(arg)
...     return result
...
>>> works('a')
['a']

>>> works('b')
['b']
```

La forma de arreglar el código anterior utilizando un parámetro con valor por defecto sería utilizar un **tipo de dato inmutable** y tener en cuenta cuál es la primera llamada:

```
>>> def nonbuggy(arg, result=None):
...     if result is None:
...         result = []
...     result.append(arg)
...     print(result)
...
>>> nonbuggy('a')
['a']

>>> nonbuggy('b')
['b']

>>> nonbuggy('a', ['x', 'y', 'z'])
['x', 'y', 'z', 'a']

>>> nonbuggy('b', ['x', 'y', 'z'])
['x', 'y', 'z', 'b']
```

Empaquetar/Desempaquetar argumentos

Nivel avanzado

Python nos ofrece la posibilidad de empaquetar y desempaquetar argumentos cuando estamos invocando a una función, tanto para **argumentos posicionales** como para **argumentos nominales**.

Y de este hecho se deriva que podamos utilizar un **número variable de argumentos** en una función, algo que puede ser muy interesante según el caso de uso que tengamos.

Empaquetar/Desempaquetar argumentos posicionales

Si utilizamos el operador `*` delante del nombre de un parámetro posicional, estaremos indicando que los argumentos pasados a la función se empaqueten en una **tupla**:

```
>>> def test_args(*args):
...     print(f'{args=}')
...
>>> test_args()
args=()

>>> test_args(1, 2, 3, 'pescado', 'salado', 'es')
args=(1, 2, 3, 'pescado', 'salado', 'es')
```

Nota: El hecho de llamar `args` al parámetro es una convención.

También podemos utilizar esta estrategia para establecer en una función una serie de parámetros como *requeridos* y recibir el resto de argumentos como *opcionales y empaquetados*:

```
>>> def sum_all(v1, v2, *args):
...     total = 0
...     for value in (v1, v2) + args:
...         total += value
...     return total
...
>>> sum_all()
Traceback (most recent call last):
File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: sum_all() missing 2 required positional arguments: 'v1' and 'v2'

>>> sum_all(1, 2)
```

(continué en la próxima página)

(provien de la página anterior)

```
3
```

```
>>> sum_all(5, 9, 3, 8, 11, 21)  
57
```

Existe la posibilidad de usar el asterisco * en la llamada a la función para **desempaquetar** los argumentos posicionales:

```
>>> def test_args(*args):  
...     print(f'args={args}')  
  
>>> my_args = (4, 3, 7, 9)  
  
>>> test_args(my_args)    # No existe desempaquetado!  
args=((4, 3, 7, 9),)  
  
>>> test_args(*my_args)  # Sí existe desempaquetado!  
args=(4, 3, 7, 9)
```

Empaquetar/Desempaquetar argumentos nominales

Si utilizamos el operador ** delante del nombre de un parámetro nominal, estaremos indicando que los argumentos pasados a la función se empaqueten en un **diccionario**:

```
>>> def test_kwargs(**kwargs):  
...     print(f'kwargs={kwargs}')  
  
>>> test_kwargs()  
kwargs={}  
  
>>> test_kwargs(a=4, b=3, c=7, d=9)  
kwargs={'a': 4, 'b': 3, 'c': 7, 'd': 9}
```

Nota: El hecho de llamar `kwargs` al parámetro es una convención.

Al igual que veíamos previamente, existe la posibilidad de usar doble asterisco ** en la llamada a la función, para **desempaquetar** los argumentos nominales:

```
>>> def test_kwargs(**kwargs):  
...     print(f'kwargs={kwargs}')
```

(continué en la próxima página)

(provien de la página anterior)

```

...
>>> my_kwargs = {'a': 4, 'b': 3, 'c': 7, 'd': 9}

>>> test_kwargs(my_kwargs)    # No existe desempaquetado!
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: test_kwargs() takes 0 positional arguments but 1 was given

>>> test_kwargs(**my_kwargs)  # Sí existe desempaquetado!
kwargs={'a': 4, 'b': 3, 'c': 7, 'd': 9}

```

Forzando modo de paso de argumentos

Si bien Python nos da flexibilidad para pasar argumentos a nuestras funciones en modo posicional o nominal, existen opciones para forzar a que dicho paso sea obligatorio en una determinada modalidad.

Argumentos sólo posicionales

Nivel avanzado

A partir de [Python 3.8](#) se ofrece la posibilidad de obligar a que determinados parámetros de la función sean pasados sólo por posición.

Para ello, en la definición de los parámetros de la función, tendremos que incluir un parámetro especial / que delimitará el tipo de parámetros. Así, todos los parámetros a la izquierda del delimitador estarán **obligados** a ser posicionales:

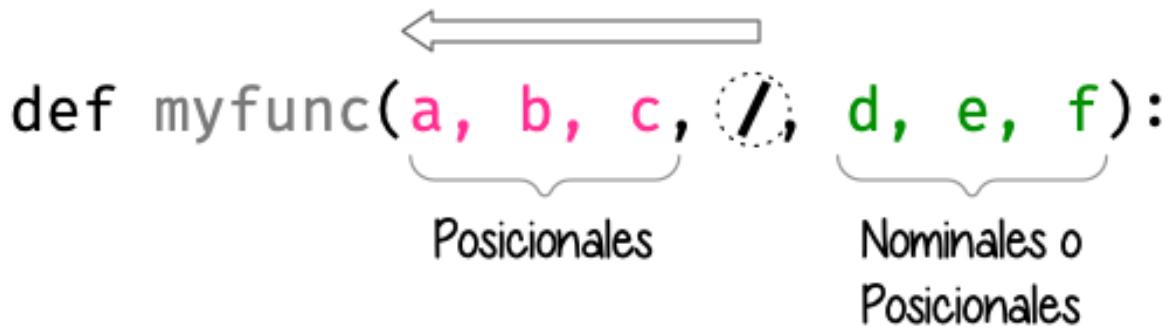


Figura 3: Separador para especificar parámetros sólo posicionales

Ejemplo:

```
>>> def sum_power(a, b, /, power=False):
...     if power:
...         a **= 2
...         b **= 2
...     return a + b
...
...
>>> sum_power(3, 4)
7
>>> sum_power(3, 4, True)
25
>>> sum_power(3, 4, power=True)
25
>>> sum_power(a=3, b=4)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: sum_power() got some positional-only arguments passed as keyword_
arguments: 'a, b'
```

Argumentos sólo nominales

Nivel avanzado

A partir de Python 3 se ofrece la posibilidad de obligar a que determinados parámetros de la función sean pasados sólo por nombre.

Para ello, en la definición de los parámetros de la función, tendremos que incluir un parámetro especial `*` que delimitará el tipo de parámetros. Así, todos los parámetros a la derecha del separador estarán **obligados** a ser nominales:

Ejemplo:

```
>>> def sum_power(a, b, *, power=False):
...     if power:
...         a **= 2
...         b **= 2
...     return a + b
...
...
>>> sum_power(3, 4)
7
```

(continué en la próxima página)



Figura 4: Separador para especificar parámetros sólo nominales

(proviene de la página anterior)

```
>>> sum_power(a=3, b=4)
7

>>> sum_power(3, 4, power=True)
25

>>> sum_power(3, 4, True)
-----
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: sum_power() takes 2 positional arguments but 3 were given
```

Fijando argumentos posicionales y nominales

Si mezclamos las dos estrategias anteriores podemos forzar a que una función reciba argumentos de un modo concreto.

Continuando con ejemplo anterior, podríamos hacer lo siguiente:

```
>>> def sum_power(a, b, /, *, power=False):
...     if power:
...         a **= 2
...         b **= 2
...     return a + b
...

>>> sum_power(3, 4, power=True) # Único modo posible de llamada
25
```

Argumentos mutables e inmutables

Nivel intermedio

Igual que veímos en la incidencia de *parámetros por defecto con valores mutables*, cuando realizamos modificaciones a los argumentos de una función es importante tener en cuenta si son **mutables** (listas, diccionarios, conjuntos, ...) o **inmutables** (tuplas, enteros, flotantes, cadenas de texto, ...) ya que podríamos obtener efectos colaterales no deseados:

```
>>> fib = [1, 1, 2, 3, 5, 8, 13]

>>> def square_it(values, *, index):
...     values[index] **= 2
...
...
...
>>> fib
[1, 1, 2, 3, 5, 8, 13]

>>> square_it(fib, index=4)

>>> fib # 😱
[1, 1, 2, 3, 25, 8, 13]
```

Advertencia: Esto **no es una buena práctica**. O bien documentar que el argumento puede modificarse o bien retornar un nuevo valor.

Funciones como parámetros

Nivel avanzado

Las funciones se pueden utilizar en cualquier contexto de nuestro programa. Son objetos que pueden ser asignados a variables, usados en expresiones, devueltos como valores de retorno o pasados como argumentos a otras funciones.

Veamos un primer ejemplo en el que pasamos una función como argumento:

```
>>> def success():
...     print('Yeah! ')
...
...
...
>>> type(success)
function

>>> def doit(f):
```

(continué en la próxima página)

(provine de la página anterior)

```

...
    f()
...
>>> doit(success)
Yeah!

```

Veamos un segundo ejemplo en el que pasamos, no sólo una función como argumento, sino los valores con los que debe operar:

```

>>> def repeat_please(text, times=1):
...     return text * times
...
>>> type(repeat_please)
function

>>> def doit(f, arg1, arg2):
...     return f(arg1, arg2)
...
>>> doit(repeat_please, 'Functions as params', 2)
'Functions as paramsFunctions as params'

```

6.1.4 Documentación

Ya hemos visto que en Python podemos incluir *comentarios* para explicar mejor determinadas zonas de nuestro código.

Del mismo modo podemos (y en muchos casos **debemos**) adjuntar **documentación** a la definición de una función incluyendo una cadena de texto (**docstring**) al comienzo de su cuerpo:

```

>>> def sqrt(value):
...     'Returns the square root of the value'
...     return value ** (1/2)
...

```

La forma más ortodoxa de escribir un **docstring** es utilizando *triples comillas*:

```

>>> def closest_int(value):
...     '''Returns the closest integer to the given value.
...     The operation is:
...         1. Compute distance to floor.
...         2. If distance less than a half, return floor.
...

```

(continué en la próxima página)

(provien de la página anterior)

```
...     Otherwise, return ceil.  
...     ...  
...     floor = int(value)  
...     if value - floor < 0.5:  
...         return floor  
...     else:  
...         return floor + 1  
...     ...
```

Para ver el `docstring` de una función, basta con utilizar `help`:

```
>>> help(closest_int)

Help on function closest_int in module __main__:

closest_int(value)
    Returns the closest integer to the given value.
    The operation is:
        1. Compute distance to floor.
        2. If distance less than a half, return floor.
        Otherwise, return ceil.
```

También es posible extraer información usando el símbolo de interrogación:

```
>>> closest_int?
Signature: closest_int(value)
Docstring:
Returns the closest integer to the given value.
The operation is:
    1. Compute distance to floor.
    2. If distance less than a half, return floor.
    Otherwise, return ceil.
File:      ~/aprendepython/<ipython-input-75-5dc166360da1>
Type:      function
```

Importante: Esto no sólo se aplica a funciones propias, sino a cualquier otra función definida en el lenguaje.

Nota: Si queremos ver el `docstring` de una función en «crudo» (sin formatear), podemos usar `<function>.__doc__`.

Explicación de parámetros

Como ya se ha visto, es posible documentar una función utilizando un **docstring**. Pero la redacción y el formato de esta cadena de texto puede ser muy variada. Existen distintas formas de documentar una función (u otros objetos)³:

Sphinx docstrings Formato nativo de documentación Sphinx.

Google docstrings Formato de documentación recomendado por Google.

NumPy-SciPy docstrings Combinación de formatos reStructured y Google (usados por el proyecto NumPy).

Epytext Una adaptación a Python de Epydoc(Java).

Aunque cada uno tiene sus particularidades, todos comparten una misma estructura:

- Una primera línea de **descripción de la función**.
- A continuación especificamos las características de los **parámetros** (incluyendo sus tipos).
- Por último, indicamos si la función **retorna un valor** y sus características.

Aunque todos los formatos son válidos, nos centraremos en **Sphinx docstrings** al ser el que viene mejor integrado con la documentación Sphinx. *Google docstrings* y *Numpy docstrings* también son ampliamente utilizados, lo único es que necesitan de un módulo externo denominado **Napoleon** para que se puedan incluir en la documentación *Sphinx*.

Sphinx

Sphinx es una herramienta para generar documentación e incluye un módulo «built-in» denominado **autodoc** el cual permite la autogeneración de documentación a partir de los «docstrings» definidos en el código.

Veamos el uso de este formato en la documentación de la siguiente función «dummy»:

```
>>> def my_power(x, n):
...     '''Calculate x raised to the power of n.
...
...     :param x: number representing the base of the operation
...     :type x: int
...     :param n: number representing the exponent of the operation
...     :type n: int
...
...     :return: :math:`x^n`
...     :rtype: int
```

(continué en la próxima página)

³ Véase Docstring Formats.

(provine de la página anterior)

```
...
...
    result = 1
    for _ in range(n):
        result *= x
    return result
...
```

Dentro del «docstring» podemos escribir con sintaxis reStructured Text – véase por ejemplo la expresión matemática en el tag :return: – lo que nos proporciona una gran flexibilidad.

Nota: La plataforma [Read the Docs](#) aloja la documentación de gran cantidad de proyectos. En muchos de los casos se han usado «docstrings» con el formato Sphinx visto anteriormente.

Anotación de tipos

Nivel intermedio

Las anotaciones de tipos⁵ se introdujeron en Python 3.5 y permiten indicar tipos para los parámetros de una función así como su valor de retorno (aunque también funcionan en creación de variables).

Veamos un ejemplo en el que creamos una función para dividir una cadena de texto por la posición especificada en el parámetro:

```
>>> def ssplit(text: str, split_pos: int) -> tuple:
...     return text[:split_pos], text[split_pos:]
...
>>> ssplit('Always remember us this way', 15)
('Always remember', ' us this way')
```

Como se puede observar, vamos añadiendo los tipos después de cada parámetro utilizando : como separador. En el caso del valor de retorno usamos el símbolo ->

Quizás la siguiente ejecución pueda sorprender:

```
>>> ssplit([1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10], 5)
([1, 2, 3, 4, 5], [6, 7, 8, 9, 10])
```

Efectivamente como habrás visto, **no hemos obtenido ningún error**, a pesar de que estamos pasando como primer argumento una lista en vez de una cadena de texto. Esto ocurre porque lo que hemos definido es una anotación de tipo, no una declaración de tipo. Existen herramientas como [mypy](#) que sí se encargan de chequear estas situaciones.

⁵ Conocidos como «type hints» en terminología inglesa.

Valores por defecto

Al igual que ocurre en la definición ordinaria de funciones, cuando usamos anotaciones de tipos también podemos indicar un valor por defecto para los parámetros.

Veamos la forma de hacerlo continuando con el ejemplo anterior:

```
>>> def ssplit(text: str, split_pos: int = -1) -> tuple:
...     if split_pos == -1:
...         split_pos = len(text) // 2
...     return text[:split_pos], text[split_pos:]
...
>>> ssplit('Always remember us this way')
('Always rememb', 'er us this way')
```

Simplemente añadimos el valor por defecto después de indicar el tipo.

Nota: Las **anotaciones de tipos** son una herramienta muy potente y que, usada de forma adecuada, permite complementar la documentación de nuestro código y aclarar ciertos aspectos, que a priori, pudieran parecer confusos. Su aplicación estará en función de la necesidad detectada por parte del equipo de desarrollo.

6.1.5 Tipos de funciones

Nivel avanzado

Funciones interiores

Está permitido definir una función dentro de otra función:

```
>>> def validation_test(text):
...     def is_valid_char(char):
...         return char in 'xyz'
...     checklist = []
...     for char in text:
...         checklist.append(is_valid_char(char))
...     return sum(checklist) / len(text)
...
>>> validation_test('zxyzxxyz')
1.0
```

(continué en la próxima página)

(provien de la página anterior)

```
>>> validation_test('abzxyabcdz')
0.4

>>> validation_test('abc')
0.0
```

Clausuras

Una **clausura** (del término inglés «*closure*») establece el uso de una *función interior* que se genera dinámicamente y recuerda los valores de los argumentos con los que fue creada:

```
>>> def make_multiplier_of(n):
...     def multiplier(x):
...         return x * n
...     return multiplier
...

>>> m3 = make_multiplier_of(3)

>>> m5 = make_multiplier_of(5)

>>> type(m3)
function

>>> m3(7)  # 7 * 3
21

>>> type(m5)
function

>>> m5(8)  # 8 * 5
40
```

Importante: En una clausura retornamos una función, no una llamada a la función.

Funciones anónimas «lambda»

Una función lambda tiene las siguientes propiedades:

1. Se escribe con una única sentencia.
2. No tiene nombre (anónima).
3. Su cuerpo tiene implícito un `return`.
4. Puede recibir cualquier número de parámetros.

Veamos un primer ejemplo de función «lambda» que nos permite contar el número de palabras de una cadena de texto:

```
>>> num_words = lambda t: len(t.strip().split())

>>> type(num_words)
function

>>> num_words
<function __main__.<lambda>(t)

>>> num_words('hola socio vamos a ver')
5
```

Veamos otro ejemplo en el que mostramos una tabla con el resultado de aplicar el «and» lógico mediante una función «lambda» que ahora recibe dos parámetros:

```
>>> logic_and = lambda x, y: x & y

>>> for i in range(2):
...     for j in range(2):
...         print(f'{i} & {j} = {logic_and(i, j)}')
...
0 & 0 = 0
0 & 1 = 0
1 & 0 = 0
1 & 1 = 1
```

Las funciones «lambda» son bastante utilizadas como argumentos a otras funciones. Un ejemplo claro de ello es la función `sorted` que tiene un parámetro opcional `key` donde se define la clave de ordenación.

Veamos cómo usar una función anónima «lambda» para ordenar una tupla de pares *longitud-latitud*:

```
>>> geoloc = (
... (15.623037, 13.258358),
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```
... (55.147488, -2.667338),
... (54.572062, -73.285171),
... (3.152857, 115.327724),
... (-40.454262, 172.318877)
)

>>> # Ordenación por longitud (primer elemento de la tupla)
>>> sorted(geoloc)
[(-40.454262, 172.318877),
 (3.152857, 115.327724),
 (15.623037, 13.258358),
 (54.572062, -73.285171),
 (55.147488, -2.667338)]

>>> # Ordenación por latitud (segundo elemento de la tupla)
>>> sorted(geoloc, key=lambda t: t[1])
[(54.572062, -73.285171),
 (55.147488, -2.667338),
 (15.623037, 13.258358),
 (3.152857, 115.327724),
 (-40.454262, 172.318877)]
```

Enfoque funcional

Como se comentó en la [introducción](#), Python es un lenguaje de programación multiparadigma. Uno de los paradigmas menos explotados en este lenguaje es la **programación funcional**⁴.

Python nos ofrece 3 funciones que encajan verdaderamente bien en este enfoque: `map()`, `filter()` y `reduce()`.

`map()`

Esta función **aplica otra función** sobre cada elemento de un iterable. Supongamos que queremos aplicar la siguiente función:

$$f(x) = \frac{x^2}{2} \quad \forall x \in [1, 10]$$

```
>>> def f(x):
...     return x**2 / 2
```

(continué en la próxima página)

⁴ Definición de *Programación funcional* en Wikipedia.

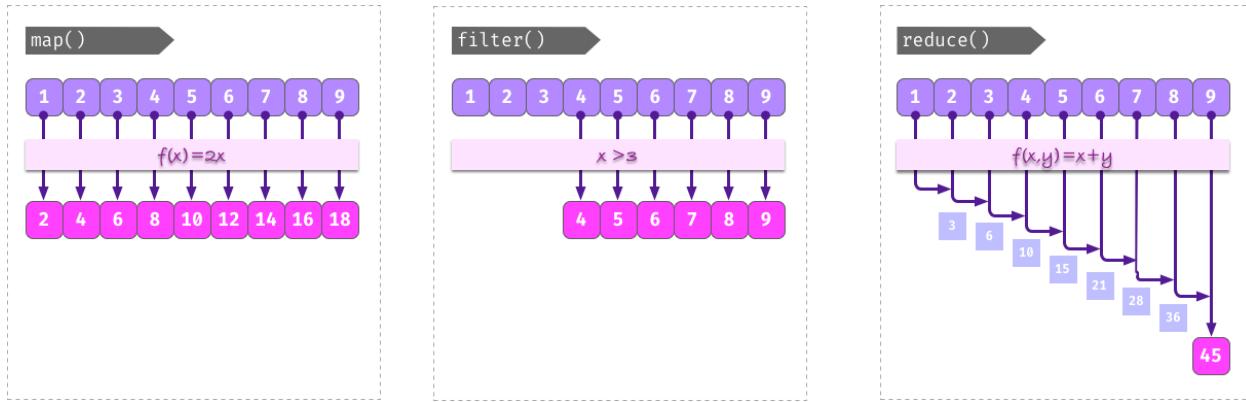


Figura 5: Rutinas muy enfocadas a programación funcional

(proviene de la página anterior)

```
...
>>> data = range(1, 11)
>>> map_gen = map(f, data)
>>> type(map_gen)
map
>>> list(map_gen)
[0.5, 2.0, 4.5, 8.0, 12.5, 18.0, 24.5, 32.0, 40.5, 50.0]
```

Aplicando una *función anónima «lambda»*...

```
>>> list(map(lambda x: x**2 / 2, data))
[0.5, 2.0, 4.5, 8.0, 12.5, 18.0, 24.5, 32.0, 40.5, 50.0]
```

Importante: `map()` devuelve un **generador**, no directamente una lista.

filter()

Esta función **selecciona** aquellos elementos de un iterable que cumplan una determinada condición. Supongamos que queremos seleccionar sólo aquellos números impares dentro de un rango:

```
>>> def odd_number(x):
...     return x % 2 == 1
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```
...  
  
=> data = range(1, 21)  
  
=> filter_gen = filter(odd_number, data)  
  
=> type(filter_gen)  
filter  
  
=> list(filter_gen)  
[1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19]
```

Aplicando una *función anónima «lambda»*...

```
>>> list(filter(lambda x: x % 2 == 1, data))  
[1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19]
```

Importante: `filter()` devuelve un **generador**, no directamente una lista.

reduce()

Para poder usar esta función debemos usar el módulo `functools`. Nos permite aplicar una función dada sobre todos los elementos de un iterable de manera acumulativa. O dicho en otras palabras, nos permite **reducir** una función sobre un conjunto de valores. Supongamos que queremos realizar el producto de una serie de valores aplicando este enfoque:

```
>>> from functools import reduce  
  
>>> def mult_values(a, b):  
...     return a * b  
...  
  
>>> data = range(1, 6)  
  
>>> reduce(mult_values, data) # (((1 * 2) * 3) * 4) * 5  
120
```

Aplicando una *función anónima «lambda»*...

```
>>> reduce(lambda x, y: x * y, data)  
120
```

Consejo: Por cuestiones de legibilidad del código, se suelen preferir las **listas por comprensión** a funciones como `map()` o `filter()`, aunque cada problema tiene sus propias características y sus soluciones más adecuadas.

Generadores

Un **generador** es un objeto que nos permite iterar sobre una *secuencia de valores* con la particularidad de no tener que crear explícitamente dicha secuencia. Esta propiedad los hace idóneos para situaciones en las que el tamaño de las secuencias podría tener un impacto negativo en el consumo de memoria.

De hecho ya hemos visto algunos generadores y los hemos usado de forma directa. Un ejemplo es `range()` que ofrece la posibilidad de crear *secuencias de números*.

Básicamente existen dos implementaciones de generadores:

- Funciones generadoras.
- Expresiones generadoras.

Nota: A diferencia de las funciones ordinarias, los generadores tienen la capacidad de «recordar» su estado para recuperarlo en la siguiente iteración y continuar devolviendo nuevos valores.

Funciones generadoras

Las funciones generadoras se escriben como funciones ordinarias con el matiz de incorporar la sentencia `yield` que sustituye, de alguna manera, a `return`. Esta sentencia devuelve el valor indicado y, a la vez, «congela» el estado de la función para subsiguientes ejecuciones.

Veamos un ejemplo en el que escribimos una función generadora de números pares:

```
>>> def evens(lim):
...     for i in range(0, lim + 1, 2):
...         yield i
...
>>> type(evens)
function

>>> evens_gen = evens(20)  # returns generator
```

(continué en la próxima página)

(provien de la página anterior)

```
>>> type(evens_gen)
generator
```

Una vez creado el generador, ya podemos iterar sobre él:

```
>>> for i in evens_gen:
...     print(i, end=' ')
...
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20
```

Si queremos «explicitar» la lista de valores que contiene un generador, podemos hacerlo de la siguiente manera:

```
>>> list(evens(20))
[0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20]
```

Importante: Un detalle muy importante sobre los generadores es que «se agotan». Es decir, una vez que ya hemos consumido todos sus elementos ya no obtendremos nuevos valores.

Expresiones generadoras

Una **expresión generadora** es sintácticamente muy similar a una *lista por comprensión*, pero utilizamos **paréntesis** en vez de corchetes. Se podría ver como una versión acortada de una función generadora.

Podemos tratar de reproducir el ejemplo visto en *funciones generadoras* en el que creamos números pares hasta el 20:

```
>>> evens_gen = (i for i in range(0, 20, 2))

>>> type(evens_gen)
generator

>>> for i in evens_gen:
...     print(i, end=' ')
...
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18
```

Nota: Las expresiones generadoras admiten *condiciones* y *anidamiento de bucles*, tal y como se vio con las listas por comprensión.

Ejercicio

Escriba una **función generadora** que devuelva los 100 primeros números enteros elevados al cuadrado.

Decoradores

Hay situaciones en las que necesitamos modificar el comportamiento de funciones existentes pero sin alterar su código. Para estos casos es muy útil usar decoradores.

Un **decorador** es una *función* que recibe como parámetro una función y devuelve otra función. Se podría ver como un caso particular de *clausura*.

Veamos un ejemplo en el que documentamos la ejecución de una función:

```
>>> def simple_logger(func):
...     def wrapper(*args, **kwargs):
...         print(f'Running "{func.__name__}"...')
...         return func(*args, **kwargs)
...     return wrapper
...
>>> type(simple_logger)
function
```

Ahora vamos a definir una función ordinaria (que usaremos más adelante):

```
>>> def hi(name):
...     return f'Hello {name}!'
...
>>> hi('Guido')
Hello Guido!
>>> hi('Lovelace')
Hello Lovelace!
```

Ahora aplicaremos el decorador definido previamente `simple_logger()` sobre la función ordinaria `hi()`. Se dice que que `simple_logger()` es la **función decoradora** y que `hi()` es la **función decorada**. De esta forma obtendremos mensajes informativos adicionales. Además el decorador es aplicable a cualquier número y tipo de argumentos e incluso a cualquier otra función ordinaria:

```
>>> decorated_hi = simple_logger(hi)
```

(continué en la próxima página)

(provien de la página anterior)

```
>>> decorated_hi('Guido')
Running "hi"...
'Hello Guido!'

>>> decorated_hi('Lovelace')
Running "hi"...
'Hello Lovelace!'
```

Usando @ para decorar

Python nos ofrece un «syntactic sugar» para simplificar la aplicación de los decoradores a través del operador @ justo antes de la definición de la función que queremos decorar:

```
>>> @simple_logger
... def hi(name):
...     return f'Hello {name}!'
...
...

>>> hi('Galindo')
Running "hi"...
'Hello Galindo!'

>>> hi('Terrón')
Running "hi"...
'Hello Terrón!'
```

Podemos aplicar más de un decorador a cada función. Para exemplificarlo vamos a crear dos decoradores muy sencillos:

```
>>> def plus5(func):
...     def wrapper(*args, **kwargs):
...         result = func(*args, **kwargs)
...         return result + 5
...     return wrapper
...

>>> def div2(func):
...     def wrapper(*args, **kwargs):
...         result = func(*args, **kwargs)
...         return result // 2
...     return wrapper
...
```

Ahora aplicaremos ambos decoradores sobre una función que realiza el producto de dos números:

```
>>> @plus5
... @div2
... def prod(a, b):
...     return a * b
...
>>> prod(4, 3)
11
>>> ((4 * 3) // 2) + 5
11
```

Importante: Cuando tenemos varios decoradores aplicados a una función, el orden de ejecución empieza por aquel decorador más «cercano» a la definición de la función.

Ejercicio

Escriba un decorador llamado `fabs()` que convierta a su valor absoluto los dos primeros parámetros de la función que decora y devuelva el resultado de aplicar dicha función a sus dos argumentos. *El valor absoluto de un número se obtiene con la función `abs()`.*

A continuación probar el decorador con una función `fprod()` que devuelva el producto de dos valores, jugando con números negativos y positivos.

¿Podrías extender el decorador para que tuviera en cuenta un número indeterminado de argumentos posicionales?

Ejemplo

- Entrada: -3 y 7
 - Salida: 21
-

Funciones recursivas

La **recursividad** es el mecanismo por el cual una función se llama a sí misma:

```
>>> def call_me():
...     return call_me()
...
```

(continué en la próxima página)

(provine de la página anterior)

```
>>> call_me()
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "<stdin>", line 2, in call_me
  File "<stdin>", line 2, in call_me
  File "<stdin>", line 2, in call_me
  [Previous line repeated 996 more times]
RecursionError: maximum recursion depth exceeded
```

Advertencia: Podemos observar que existe un número máximo de llamadas recursivas. Python controla esta situación por nosotros, ya que, de no ser así, podríamos llegar a consumir los recursos del sistema.

Veamos ahora un ejemplo más real en el que computar el enésimo término de la Sucesión de Fibonacci utilizando una función recursiva:

```
>>> def fibonacci(n):
...     if n == 0:
...         return 0
...     if n == 1:
...         return 1
...     return fibonacci(n - 1) + fibonacci(n - 2)
...
...
>>> fibonacci(10)
55
>>> fibonacci(20)
6765
```

Función generadora recursiva

Si tratamos de extender el ejemplo anterior de Fibonacci para obtener todos los términos de la sucesión hasta un límite, pero con la filosofía recursiva, podríamos plantear el uso de una *función generadora*:

```
>>> def fibonacci():
...     def _fibonacci(n):
...         if n == 0:
...             return 0
...         if n == 1:
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```
...     return 1
...     return _fibonacci(n - 1) + _fibonacci(n - 2)
...
...     n = 0
...     while True:
...         yield _fibonacci(n)
...         n += 1
...
>>> fib = fibonacci()

>>> type(fib)
generator

>>> for _ in range(10):
...     print(next(fib))
...
0
1
1
2
3
5
8
13
21
34
```

Ejercicio

Escriba una función recursiva que calcule el factorial de un número:

$$n! = n \cdot (n - 1) \cdot (n - 2) \cdot \dots \cdot 1$$

Ejemplo

- Entrada: 5
 - Salida: 120
-

6.1.6 Espacios de nombres

Como bien indica el *Zen de Python*:

Namespaces are one honking great idea – let's do more of those!

Que vendría a traducirse como: «Los espacios de nombres son una gran idea – hagamos más de eso». Los **espacios de nombres** permiten definir **ámbitos** o **contextos** en los que agrupar nombres de objetos.

Los espacios de nombres proporcionan un mecanismo de empaquetamiento, de tal forma que podamos tener incluso nombres iguales que no hacen referencia al mismo objeto (siempre y cuando estén en ámbitos distintos).

Cada *función* define su propio espacio de nombres y es diferente del espacio de nombres global aplicable a todo nuestro programa.

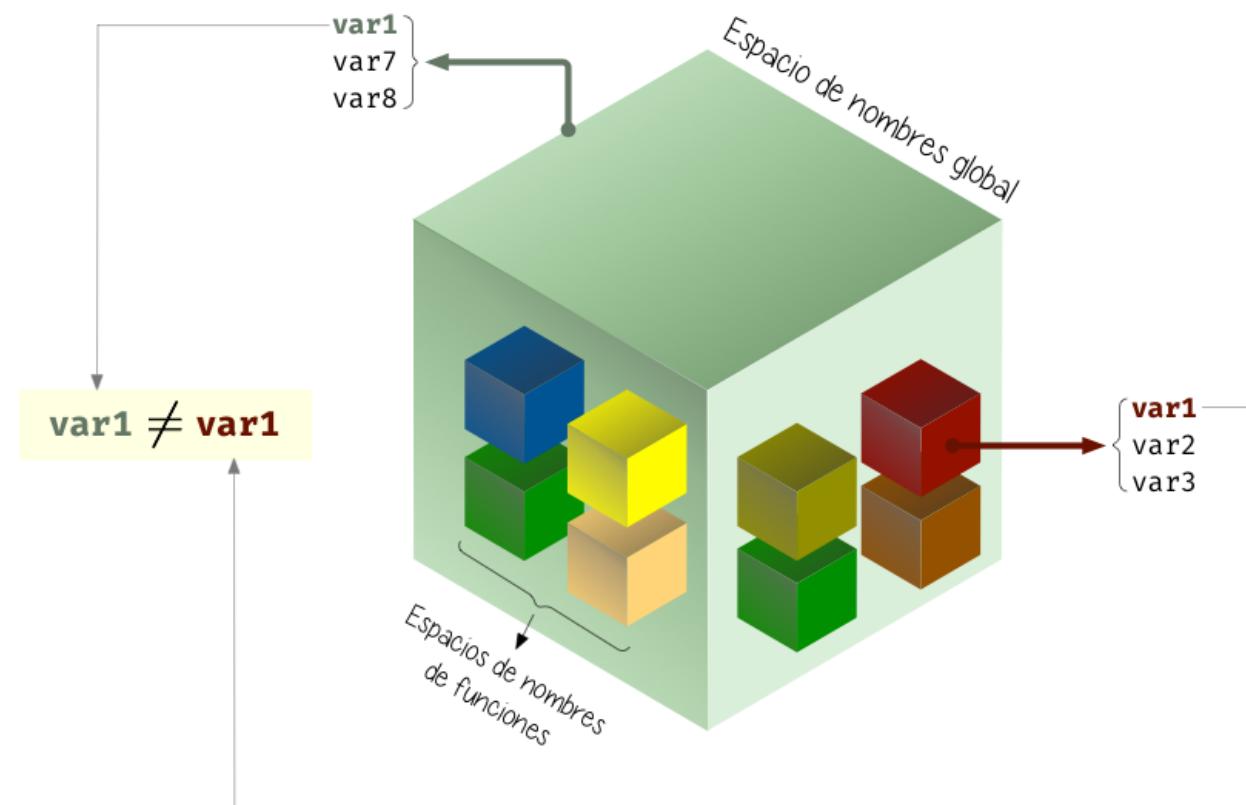


Figura 6: Espacio de nombres global vs espacios de nombres de funciones

Acceso a variables globales

Cuando una variable se define en el *espacio de nombres global* podemos hacer uso de ella con total transparencia dentro del ámbito de las funciones del programa:

```
>>> language = 'castellano'

>>> def catalonia():
...     print(f'{language=}')

...

>>> language
'castellano'

>>> catalonia()
language='castellano'
```

Creando variables locales

En el caso de que asignemos un valor a una variable global dentro de una función, no estaremos modificando ese valor. Por el contrario, estaremos creando una *variable en el espacio de nombres local*:

```
>>> language = 'castellano'

>>> def catalonia():
...     language = 'catalan'
...     print(f'{language=}')

...

>>> language
'castellano'

>>> catalonia()
language='catalan'

>>> language
'castellano'
```

Forzando modificación global

Python nos permite modificar una variable definida en un espacio de nombres global dentro de una función. Para ello debemos usar el modificador `global`:

```
>>> language = 'castellano'

>>> def catalonia():
...     global language
...     language = 'catalan'
...     print(f'{language=}')
...
...
>>> language
'castellano'

>>> catalonia()
language='catalan'

>>> language
'catalan'
```

Advertencia: El uso de `global` no se considera una buena práctica ya que puede inducir a confusión y tener efectos colaterales indeseados.

Contenido de los espacios de nombres

Python proporciona dos funciones para acceder al contenido de los espacios de nombres:

`locals()` Devuelve un diccionario con los contenidos del **espacio de nombres local**.

`globals()` Devuelve un diccionario con los contenidos del **espacio de nombres global**.

```
>>> language = 'castellano'

>>> def catalonia():
...     language = 'catalan'
...     print(f'{locals()=}')
...
...
>>> language
'castellano'

>>> catalonia()
```

(continué en la próxima página)

(provien de la página anterior)

```
locals()={'language': 'catalan'}
```

```
>>> globals()
{'__name__': '__main__',
 '__doc__': 'Automatically created module for IPython interactive environment',
 '__package__': None,
 '__loader__': None,
 '__spec__': None,
 '__builtin__': <module 'builtins' (built-in)>,
 '__builtins__': <module 'builtins' (built-in)>,
 '_ih': [],
 "language = 'castellano'",
 "def catalonia():\n    language = 'catalan'\n    print(f'{locals()=}')\n",
 'language',
 'catalonia()',
 'globals()'],
 '_oh': {3: 'castellano'},
 '_dh': ['/Users/sdelquin'],
 'In': [],
 "language = 'castellano'",
 "def catalonia():\n    language = 'catalan'\n    print(f'{locals()=}')\n",
 'language',
 'catalonia()',
 'globals()'],
 'Out': {3: 'castellano'},
 'get_ipython': <bound method InteractiveShell.get_ipython of <IPython.terminal.
↳interactiveshell.TerminalInteractiveShell object at 0x10e70c2e0>>,
 'exit': <IPython.core.autocall.ExitAutocall at 0x10e761070>,
 'quit': <IPython.core.autocall.ExitAutocall at 0x10e761070>,
 '_': 'castellano',
 '_': '',
 '_': '',
 'Prompts': IPython.terminal.prompts.Prompts,
 'Token': Token,
 'MyPrompt': __main__.MyPrompt,
 'ip': <IPython.terminal.interactiveshell.TerminalInteractiveShell at 0x10e70c2e0>,
 '_i': 'catalonia()',
 '_ii': 'language',
 '_iii': "def catalonia():\n    language = 'catalan'\n    print(f'{locals()=}')\n",
 '_i1': "language = 'castellano'",
 'language': 'castellano',
 '_i2': "def catalonia():\n    language = 'catalan'\n    print(f'{locals()=}')\n",
 '_catalonia': <function __main__.catalonia()>,
```

(continué en la próxima página)

(provien de la página anterior)

```
'_i3': 'language',
'_3': 'castellano',
'_i4': 'catalonia()',  
'_i5': 'globals()'}
```

EJERCICIOS DE REPASO

1. Escriba una función en Python que indique si un número está en un determinado intervalo ([solución](#)).

Entrada: valor=3; lim_inferior=2; lim_superior=5

Salida: True

2. Escriba una función en Python que reciba una lista de valores enteros y devuelva otra lista sólo con aquellos valores pares ([solución](#)).

Entrada: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]

Salida: [2, 4, 6, 8]

3. Escriba una función en Python que indique si un número es perfecto. *Utilice una función auxiliar que calcule los divisores propios* ([solución](#)).

Entrada: 8128

Salida: True

4. Escriba una función en Python que determine si una cadena de texto es un [palíndromo](#) ([solución](#)).

Entrada: ana lava lana

Salida: True

5. Escriba una función en Python que determine si una cadena de texto es un [pangrama](#) ([solución](#))

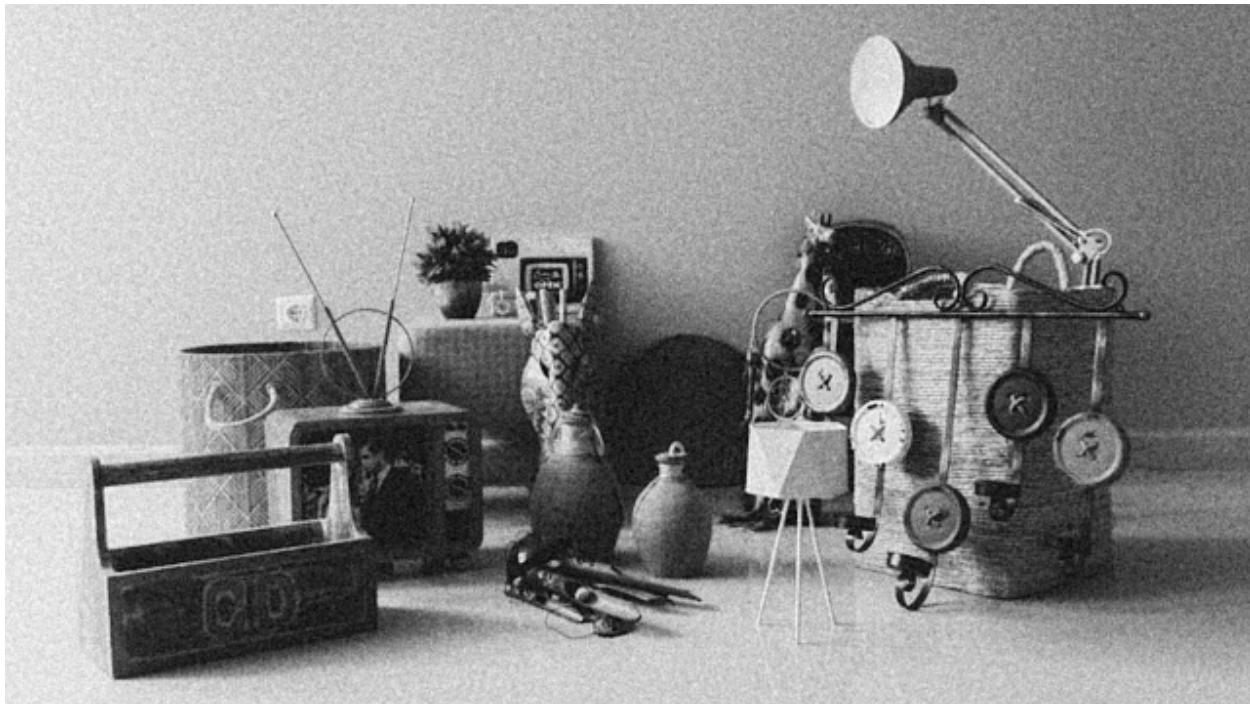
Entrada: The quick brown fox jumps over the lazy dog

Salida: True

AMPLIAR CONOCIMIENTOS

- Comparing Python Objects the Right Way: «is» vs «==»
- Python Scope & the LEGB Rule: Resolving Names in Your Code
- Defining Your Own Python Function
- Null in Python: Understanding Python's NoneType Object
- Python “!=” Is Not “is not”: Comparing Objects in Python
- Python args and kwargs: Demystified
- Documenting Python Code: A Complete Guide
- Thinking Recursively in Python
- How to Use Generators and yield in Python
- How to Use Python Lambda Functions
- Python Decorators 101
- Writing Comments in Python
- Introduction to Python Exceptions
- Primer on Python Decorators

6.2 Objetos y Clases



Hasta ahora hemos estado usando objetos de forma totalmente transparente, casi sin ser conscientes de ello. Pero, en realidad, **todo en Python es un objeto**, desde números a funciones. El lenguaje provee ciertos mecanismos para no tener que usar explícitamente técnicas de orientación a objetos.

Llegados a este punto, investigaremos en profundidad sobre la creación y manipulación de clases y objetos, y todas las operaciones que engloban este paradigma.¹

6.2.1 Programación orientada a objetos

La programación orientada a objetos (POO) o en sus siglas inglesas **OOP** es una manera de programar que permite llevar al código mecanismos usados con entidades de la vida real.

Sus **beneficios** son los siguientes:

Encapsulamiento Permite **empaquetar** el código dentro de una unidad (objeto) donde se puede determinar el ámbito de actuación.

Abstracción Permite **generalizar** los tipos de objetos a través de las clases y simplificar el programa.

Herencia Permite **reutilizar** código al poder heredar atributos y comportamientos de una clase a otra.

¹ Foto original por Rabie Madaci en Unsplash.

Polimorfismo Permite **crear** múltiples objetos a partir de una misma pieza flexible de código.

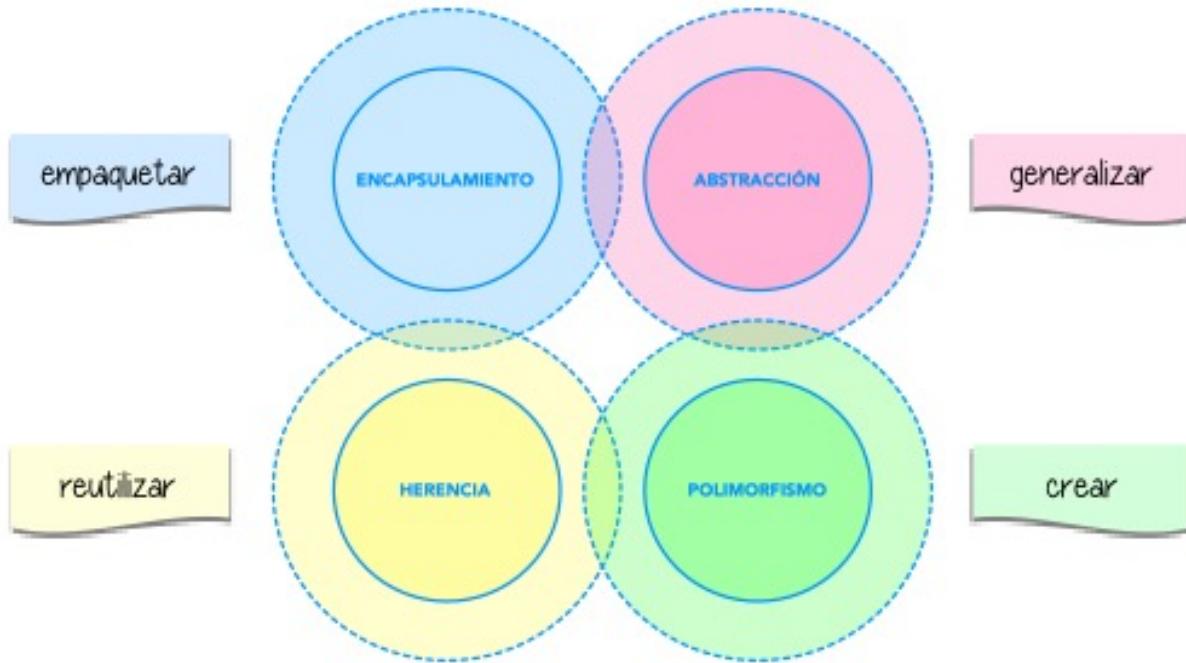


Figura 7: Beneficios de la Programación Orientada a Objetos

¿Qué es un objeto?

Un **objeto** es una **estructura de datos personalizada** que contiene **datos y código**:

Elementos	¿Qué son?	¿Cómo se llaman?	¿Cómo se identifican?
Datos	Variables	Atributos	Nombres
Código	Funciones	Métodos	Verbos

Un objeto representa **una instancia única** de alguna entidad a través de los valores de sus atributos e interactúan con otros objetos (o consigo mismos) a través de sus métodos.

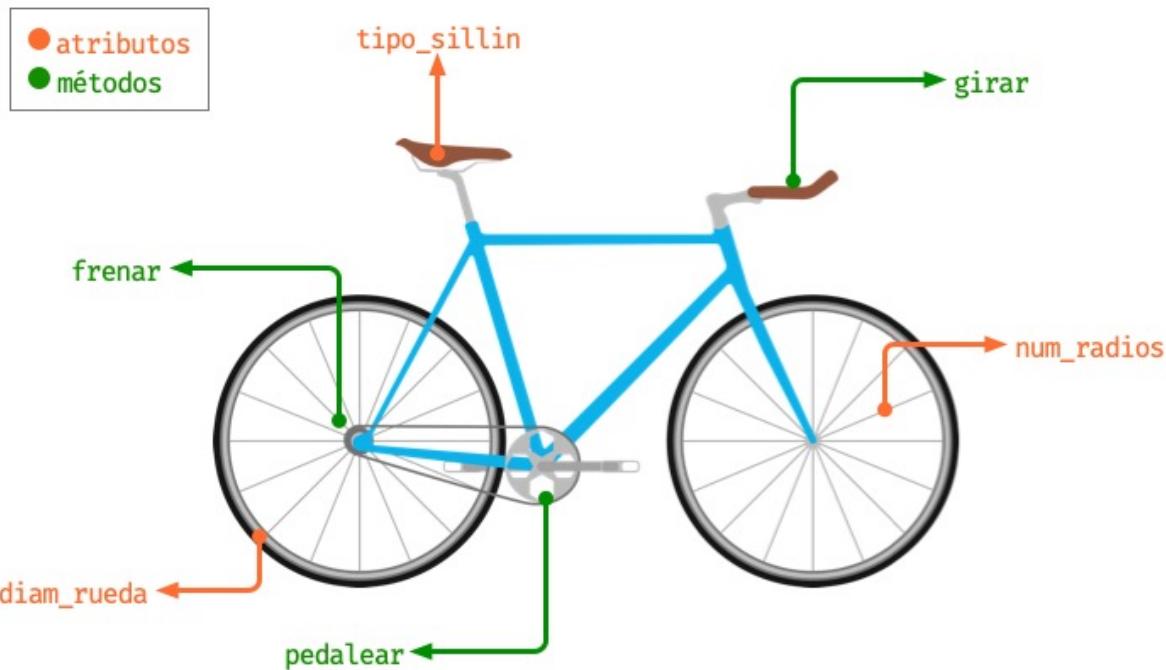


Figura 8: Analogía de atributos y métodos en un objeto «bicicleta»

¿Qué es una clase?

Para crear un objeto primero debemos definir la clase que lo contiene. Podemos pensar en la **clase** como el **molde** con el que crear nuevos objetos de ese tipo.

En el **proceso de diseño** de una clase hay que tener en cuenta – entre otros – el **principio de responsabilidad única**⁷, intentando que los atributos y los métodos que contenga estén enfocados a un objetivo único y bien definido.

6.2.2 Creando objetos

Empecemos por crear nuestra **primera clase**. En este caso vamos a modelar algunos de los droides de la saga StarWars:

Para ello usaremos la palabra reservada **class** seguido del nombre de la clase:

```
>>> class StarWarsDroid:  
...     pass  
...  
...
```

⁷ Principios SOLID

² Fuente de la imagen: [Astro Mech Droids](#).

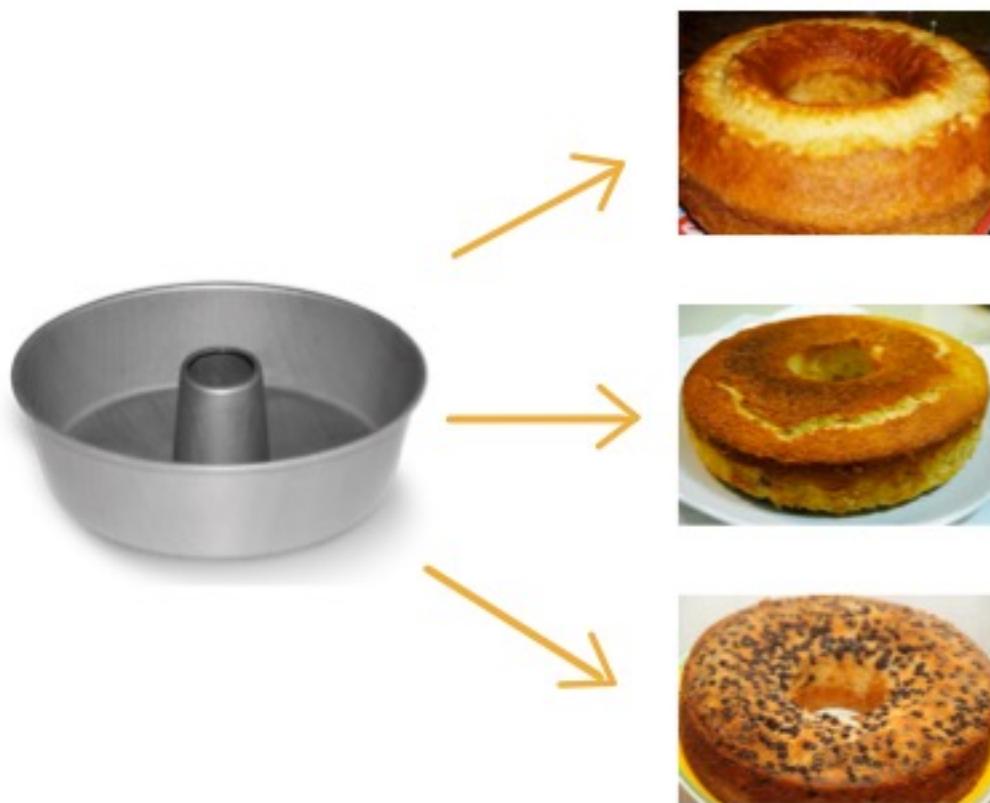


Figura 9: Ejemplificación de creación de objetos a partir de una clase



Figura 10: Droides de la saga StarWars²

Consejo: Los nombres de clases se suelen escribir en formato **CamelCase** y en singular³.

Existen multitud de droides en el universo StarWars. Una vez que hemos definido la clase genérica podemos crear **instancias/objetos** (droides) concretos:

```
>>> c3po = StarWarsDroid()
>>> r2d2 = StarWarsDroid()
>>> bb8 = StarWarsDroid()

>>> type(c3po)
__main__.StarWarsDroid
>>> type(r2d2)
__main__.StarWarsDroid
>>> type(bb8)
__main__.StarWarsDroid
```

Añadiendo atributos

Un **atributo** no es más que una variable, un nombre al que asignamos un valor, con la particularidad de vivir dentro de una clase o de un objeto.

Los atributos – por lo general – se suelen asignar durante la creación de un objeto, pero también es posible añadirlos a posteriori:

```
>>> blue_droid = StarWarsDroid()
>>> golden_droid = StarWarsDroid()

>>> golden_droid.name = 'C-3PO'

>>> blue_droid.name = 'R2-D2'
>>> blue_droid.height = 1.09
>>> blue_droid.num_feet = 3
>>> blue_droid.partner_droid = golden_droid # otro droid como atributo
```

Una vez creados, es muy sencillo acceder a los atributos:

```
>>> golden_droid.name
'C-3PO'

>>> blue_droid.num_feet
3
```

³ Guía de estilos [PEP8](#) para convenciones de nombres.

Hemos definido un droide «socio». Veremos a continuación que podemos trabajar con él de una manera totalmente natural:

```
>>> type(blue_droid.partner_droid)
__main__.StarWarsDroid

>>> blue_droid.partner_droid.name # acceso al nombre del droide socio
'C-3PO'

>>> blue_droid.partner_droid.num_feet # aún sin definir!
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
AttributeError: 'StarWarsDroid' object has no attribute 'num_feet'

>>> blue_droid.partner_droid.num_feet = 2
```

Añadiendo métodos

Un **método** es una función que forma parte de una clase o de un objeto. En su ámbito tiene acceso a otros métodos y atributos de la clase o del objeto al que pertenece.

La definición de un método (de instancia) es análoga a la de una función ordinaria, pero incorporando un primer parámetro `self` que hace referencia a la instancia actual del objeto.

Una de las acciones más sencillas que se pueden hacer sobre un droide es encenderlo o apagarlo. Vamos a implementar estos dos métodos en nuestra clase:

```
>>> class Droid:
...     def switch_on(self):
...         print("Hi! I'm a droid. Can I help you?")
...
...     def switch_off(self):
...         print("Bye! I'm going to sleep")
...

>>> k2so = Droid()

>>> k2so.switch_on()
Hi! I'm a droid. Can I help you?

>>> k2so.switch_off()
Bye! I'm going to sleep
```

Inicialización

Existe un **método especial** que se ejecuta cuando creamos una instancia de un objeto. Este método es `__init__` y nos permite asignar atributos y realizar operaciones con el objeto en el momento de su creación. También es ampliamente conocido como el **constructor**.

Veamos un ejemplo de este método con nuestros droides en el que únicamente guardaremos el nombre del droide como un atributo del objeto:

```
1 >>> class Droid:  
2 ...     def __init__(self, name):  
3 ...         self.name = name  
4 ...  
5  
6 >>> droid = Droid('BB-8')  
7  
8 >>> droid.name  
9 'BB-8'
```

Línea 2 Definición del constructor.

Línea 7 Creación del objeto (y llamada implícita al constructor)

Línea 9 Acceso al atributo `name` creado previamente en el constructor.

Ejercicio

Escriba una clase `MobilePhone` que represente un teléfono móvil.

Atributos:

- `manufacturer` (cadena de texto)
- `screen_size` (flotante)
- `num_cores` (entero)
- `apps` (lista de cadenas de texto)
- `status` (0: apagado, 1: encendido)

Métodos:

- `__init__(self, manufacturer, screen_size, num_cores)`
- `power_on(self)`
- `power_off(self)`
- `install_app(self, app)`
- `uninstall_app(self, app)`

Crear al menos una instancia (móvil) a partir de la clase creada y «jugar» con los métodos, visualizando cómo cambian sus atributos.

¿Serías capaz de extender el método `install_app()` para instalar varias aplicaciones a la vez?

6.2.3 Atributos

Acceso directo

En el siguiente ejemplo vemos que, aunque el atributo `name` se ha creado en el constructor de la clase, también podemos modificarlo desde «fuera» con un acceso directo:

```
>>> class Droid:
...     def __init__(self, name):
...         self.name = name
...
>>> droid = Droid('C-3PO')
>>> droid.name
'C-3PO'
>>> droid.name = 'waka-waka' # esto sería válido!
```

Propiedades

Como hemos visto previamente, los atributos definidos en un objeto son accesibles públicamente. Esto puede parecer extraño a personas desarrolladoras de otros lenguajes. En Python existe un cierto «sentido de responsabilidad» a la hora de programar y manejar este tipo de situaciones.

Una posible solución «pitónica» para la privacidad de los atributos es el uso de **propiedades**. La forma más común de aplicar propiedades es mediante el uso de *decoradores*:

- `@property` para leer el valor de un atributo.
- `@name.setter` para escribir el valor de un atributo.

Veamos un ejemplo en el que estamos ofuscando el nombre del droide a través de propiedades:

```
>>> class Droid:
...     def __init__(self, name):
...         self.hidden_name = name
```

(continué en la próxima página)

(provien de la página anterior)

```
...
...     @property
...     def name(self):
...         print('inside the getter')
...         return self.hidden_name
...
...     @name.setter
...     def name(self, name):
...         print('inside the setter')
...         self.hidden_name = name
...
...
>>> droid = Droid('N1-G3L')
>>> droid.name
inside the getter
'N1-G3L'
>>> droid.name = 'Nigel'
inside the setter
>>> droid.name
inside the getter
'Nigel'
```

En cualquier caso, seguimos pudiendo acceder directamente a `.hidden_name`:

```
>>> droid.hidden_name
'Nigel'
```

Valores calculados

Una propiedad también se puede usar para devolver un **valor calculado** (o computado).

A modo de ejemplo, supongamos que la altura del periscopio de los droides astromecánicos se calcula siempre como un porcentaje de su altura. Veamos cómo implementarlo:

```
>>> class AstromechDroid:
...     def __init__(self, name, height):
...         self.name = name
...         self.height = height
...
...     @property
...     def periscope_height(self):
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```

...
    return 0.3 * self.height
...

>>> droid = AstromechDroid('R2-D2', 1.05)

>>> droid.periscope_height # podemos acceder como atributo
0.315

>>> droid.periscope_height = 10 # no podemos modificarlo
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
AttributeError: can't set attribute

```

Consejo: La ventaja de usar valores calculados sobre simples atributos es que el cambio de valor en un atributo no asegura que actualicemos otro atributo, y además siempre podremos modificar directamente el valor del atributo, con lo que podríamos obtener efectos colaterales indeseados.

Ocultando atributos

Python tiene una convención sobre aquellos atributos que queremos hacer «privados» (u ocultos): comenzar el nombre con doble subguion `__`

```

>>> class Droid:
...     def __init__(self, name):
...         self.__name = name
...
...
>>> droid = Droid('BC-44')

>>> droid.__name # efectivamente no aparece como atributo
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
AttributeError: 'Droid' object has no attribute '__name'

```

Lo que realmente ocurre tras el telón se conoce como «*name mangling*» y consiste en modificar el nombre del atributo incorporado la clase como un prefijo. Sabiendo esto podemos acceder al valor del atributo supuestamente privado:

```

>>> droid._Droid__name
'BC-44'

```

Atributos de clase

Podemos asignar atributos a las clases y serán heredados por todos los objetos instanciados de esa clase.

A modo de ejemplo, en un principio, todos los droides están diseñados para que obedezcan a su dueño. Esto lo conseguiremos a nivel de clase, salvo que ese comportamiento se sobreescriba:

```
>>> class Droid:  
...     obeys_owner = True # obedece a su dueño  
...  
>>> good_droid = Droid()  
>>> good_droid.obeys_owner  
True  
  
>>> t1000 = Droid()  
>>> t1000.obeys_owner = False # T-1000 (Terminator)  
>>> t1000.obeys_owner  
False  
  
>>> Droid.obeys_owner # el cambio no afecta a nivel de clase  
True
```

6.2.4 Métodos

Métodos de instancia

Un **método de instancia** es un método que modifica el comportamiento del objeto al que hace referencia. Recibe `self` como primer parámetro, el cual se convierte en el propio objeto sobre el que estamos trabajando. Python envía este argumento de forma transparente.

Veamos un ejemplo en el que, además del constructor, creamos un método de instancia para desplazar un droide:

```
>>> class Droid:  
...     def __init__(self, name): # método de instancia -> constructor  
...         self.name = name  
...         self.covered_distance = 0  
...  
...     def move_up(self, steps): # método de instancia  
...         self.covered_distance += steps  
...         print(f'Moving {steps} steps')  
...
```

(continué en la próxima página)

(provien de la página anterior)

```
>>> droid = Droid('C1-10P')

>>> droid.move_up(10)
Moving 10 steps
```

Métodos de clase

Un **método de clase** es un método que modifica el comportamiento de la clase a la que hace referencia. Recibe `cls` como primer parámetro, el cual se convierte en la propia clase sobre la que estamos trabajando. Python envía este argumento de forma transparente. La identificación de estos métodos se completa aplicando el decorador `@classmethod` a la función.

Veamos un ejemplo en el que implementaremos un método de clase que lleva la cuenta de los droides que hemos creado:

```
>>> class Droid:
...     count = 0
...
...     def __init__(self):
...         Droid.count += 1
...
...     @classmethod
...     def total_droids(cls):
...         print(f'{cls.count} droids built so far!')
...
...
>>> droid1 = Droid()
>>> droid2 = Droid()
>>> droid3 = Droid()

>>> Droid.total_droids()
3 droids built so far!
```

Métodos estáticos

Un **método estático** es un método que no modifica el comportamiento del objeto ni de la clase. No recibe ningún parámetro especial. La identificación de estos métodos se completa aplicando el decorador `@staticmethod` a la función.

Veamos un ejemplo en el que creamos un método estático para devolver las categorías de droides que existen en StarWars:

```
>>> class Droid:  
...     def __init__(self):  
...         pass  
...  
...     @staticmethod  
...     def get_droids_categories():  
...         return ['Messegger', 'Astromech', 'Power', 'Protocol']  
...  
>>> Droid.get_droids_categories()  
['Messegger', 'Astromech', 'Power', 'Protocol']
```

Métodos mágicos

Nivel avanzado

Cuando escribimos 'hello world' * 3 ¿cómo sabe el objeto 'hello world' lo que debe hacer para multiplicarse con el objeto entero 3? O dicho de otra forma, ¿cuál es la implementación del operador * para «strings» y enteros? En valores numéricos puede parecer evidente (siguiendo los operadores matemáticos), pero no es así para otros objetos. La solución que proporciona Python para estas (y otras) situaciones son los **métodos mágicos**.

Los métodos mágicos empiezan y terminan por doble subguion __ (es por ello que también se les conoce como «dunder-methods»). Uno de los «dunder-methods» más famosos es el constructor de una clase: `__init__()`.

Importante: Digamos que los métodos mágicos se «disparan» de manera transparente cuando utilizamos ciertas estructuras y expresiones del lenguaje.

Para el caso de los operadores, existe un método mágico asociado (que podemos personalizar). Por ejemplo la comparación de dos objetos se realiza con el método `__eq__()`:

Extrapolando esta idea a nuestro universo StarWars, podríamos establecer que dos droides son iguales si su nombre es igual, independientemente de que tengan distintos números de serie:

```
>>> class Droid:  
...     def __init__(self, name, serial_number):  
...         self.serial_number = serial_number  
...         self.name = name  
...  
...     def __eq__(self, droid):  
...         return self.name == droid.name  
...
```

(continuó en la próxima página)

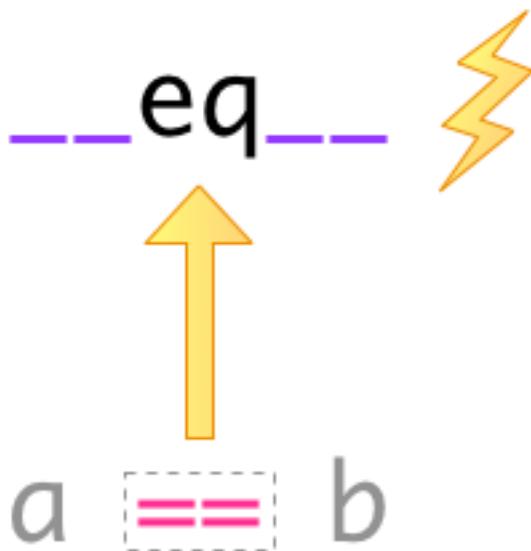


Figura 11: Equivalencia entre operador y método mágico

(proviene de la página anterior)

```
>>> droid1 = Droid('C-3PO', 43974973242)
>>> droid2 = Droid('C-3PO', 85094905984)

>>> droid1 == droid2 # llamada implícita a __eq__
True

>>> droid1.__eq__(droid2)
True
```

Nota: Los métodos mágicos no sólo están restringidos a operadores de comparación o matemáticos. Existen muchos otros en la documentación oficial de Python, donde son llamados [métodos especiales](#).

Veamos un ejemplo en el que «sumamos» dos droides. Esto se podría ver como una fusión. Supongamos que la suma de dos droides implica: a) que el nombre del droide resultante es la concatenación de los nombres de los droides; b) que la energía del droide resultante es la suma de la energía de los droides:

```
>>> class Droid:
...     def __init__(self, name, power):
...         self.name = name
...         self.power = power
```

(continué en la próxima página)

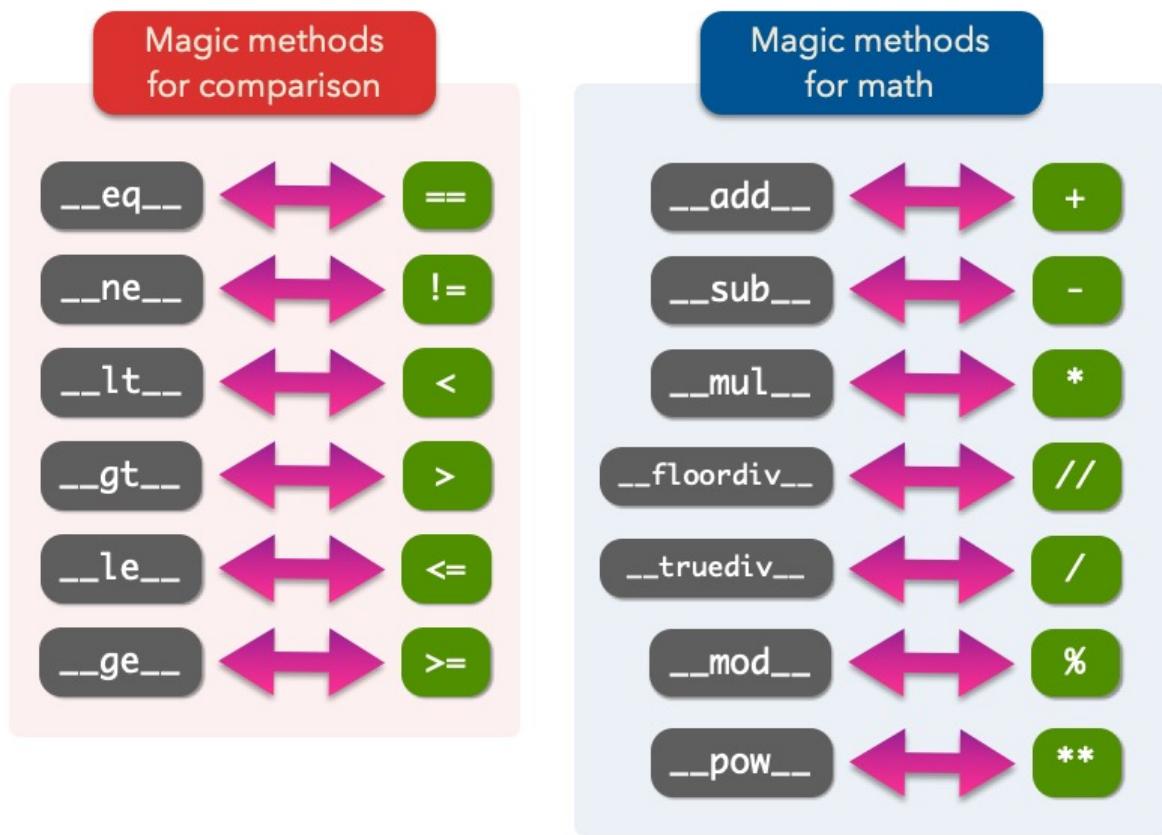


Figura 12: Métodos mágicos para comparaciones y operaciones matemáticas

(provine de la página anterior)

```

...
...     def __add__(self, droid):
...         new_name = self.name + '-' + droid.name
...         new_power = self.power + droid.power
...         return Droid(new_name, new_power) # Hay que devolver un objeto de tipo_
Droid
...

>>> droid1 = Droid('C3PO', 45)
>>> droid2 = Droid('R2D2', 91)

>>> droid3 = droid1 + droid2

>>> print(f'Fusion droid:\n{droid3.name} with power {droid3.power}')
Fusion droid:
C3PO-R2D2 with power 136

```

__str__

Uno de los métodos mágicos más utilizados es `__str__` que permite establecer la forma en la que un objeto es representado como *cadena de texto*:

```

>>> class Droid:
...     def __init__(self, name, serial_number):
...         self.serial_number = serial_number
...         self.name = name
...
...     def __str__(self):
...         return f'🤖 Droid "{self.name}" serial-no {self.serial_number}'
...

>>> droid = Droid('K-2SO', 8403898409432)

>>> print(droid) # llamada a droid.__str__()
🤖 Droid "K-2SO" serial-no 8403898409432

>>> str(droid)
'🤖 Droid "K-2SO" serial-no 8403898409432'

>>> f'Droid -> {droid}'
'Droid -> 🤖 Droid "K-2SO" serial-no 8403898409432'

```

Ejercicio

Defina una clase `Fraction` que represente una fracción con numerador y denominador enteros y utilice los métodos mágicos para poder sumar, restar, multiplicar y dividir estas fracciones.

Además de esto, necesitaremos:

- `gcd(a, b)` como **método estático** siguiendo el **algoritmo de Euclides** para calcular el máximo común divisor entre `a` y `b`.
- `__init__(self, num, den)` para construir una fracción (incluyendo simplificación de sus términos mediante el método `gcd()`).
- `__str__(self)` para representar una fracción.

Compruebe que se cumplen las siguientes igualdades:

$$\left[\frac{25}{30} + \frac{40}{45} = \frac{31}{18} \right] \quad \left[\frac{25}{30} - \frac{40}{45} = \frac{-1}{18} \right] \quad \left[\frac{25}{30} * \frac{40}{45} = \frac{20}{27} \right] \quad \left[\frac{25}{30} / \frac{40}{45} = \frac{15}{16} \right]$$

Gestores de contexto

Otra de las aplicaciones de los métodos mágicos (especiales) que puede ser interesante es la de **gestores de contexto**. Se trata de un bloque de código en Python que engloba una serie de acciones a la entrada y a la salida del mismo.

Hay dos métodos que son utilizados para implementar los gestores de contexto:

- `__enter__()` Acciones que se llevan a cabo al entrar al contexto.
`__exit__()` Acciones que se llevan a cabo al salir del contexto.

Veamos un ejemplo en el que implementamos un gestor de contexto que mide tiempos de ejecución:

```
>>> from time import time

>>> class Timer():
...     def __enter__(self):
...         self.start = time()
...
...     def __exit__(self, exc_type, exc_value, exc_traceback):
...         # Omit exception handling
...         self.end = time()
...         exec_time = self.end - self.start
...         print(f'Execution time (seconds): {exec_time:.5f}')
... 
```

Ahora podemos probar nuestro gestor de contexto con un ejemplo concreto. La forma de «activar» el contexto es usar la sentencia `with` seguida del símbolo que lo gestiona:

```

>>> with Timer():
...     for _ in range(1_000_000):
...         x = 2 ** 20
...
Execution time (seconds): 0.05283

>>> with Timer():
...     x = 0
...     for _ in range(1_000_000):
...         x += 2 ** 20
...
Execution time (seconds): 0.08749

```

6.2.5 Herencia

Nivel intermedio

La **herencia** consiste en **crear una nueva clase partiendo de una clase existente**, pero que añade o modifica ciertos aspectos. Se considera una buena práctica tanto para *reutilizar código* como para *realizar generalizaciones*.

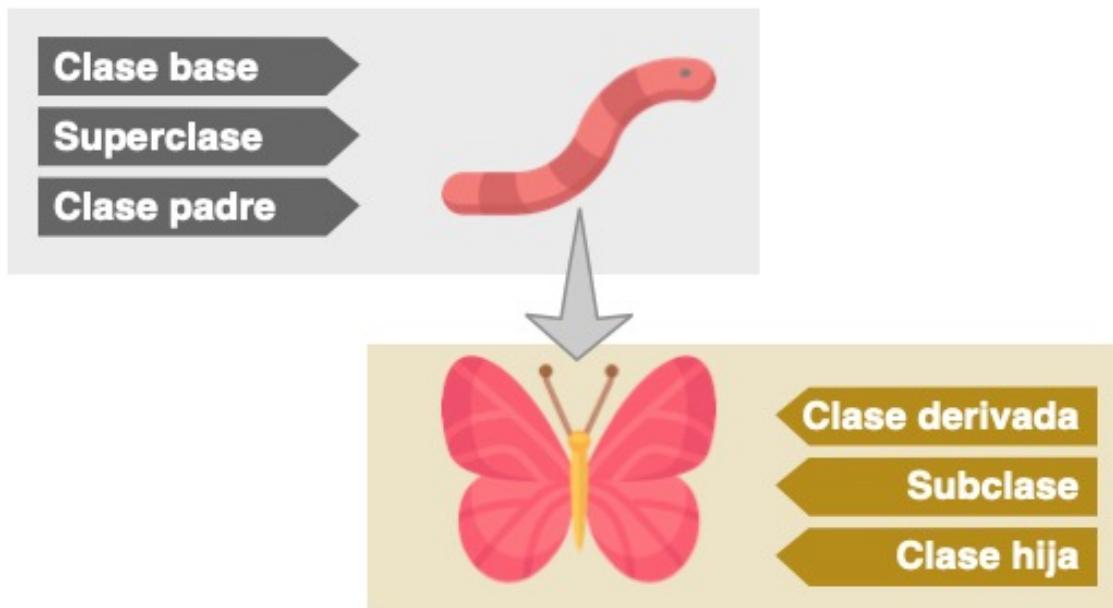


Figura 13: Nomenclatura de clases en la herencia⁶

⁶ Iconos por Freepik.

Nota: Cuando se utiliza herencia, la clase derivada, de forma automática, puede usar todo el código de la clase base sin necesidad de copiar nada explícitamente.

Heredar desde una clase base

Para que una clase «herede» de otra, basta con indicar la clase base entre paréntesis en la definición de la clase derivada.

Sigamos con el ejemplo. Una de las grandes categorías de droides en StarWars es la de [droides de protocolo](#). Vamos a crear una herencia sobre esta idea:

```
>>> class Droid:  
...     ''' Clase Base '''  
...     pass  
...  
  
>>> class ProtocolDroid(Droid):  
...     ''' Clase Derivada '''  
...     pass  
...  
  
>>> issubclass(ProtocolDroid, Droid)  # comprobación de herencia  
True  
  
>>> r2d2 = Droid()  
>>> c3po = ProtocolDroid()
```

Vamos a añadir un par de métodos a la clase base, y analizar su comportamiento:

```
>>> class Droid:  
...     def switch_on(self):  
...         print("Hi! I'm a droid. Can I help you?")  
...  
...     def switch_off(self):  
...         print("Bye! I'm going to sleep")  
...  
  
>>> class ProtocolDroid(Droid):  
...     pass  
...  
  
>>> r2d2 = Droid()  
>>> c3po = ProtocolDroid()
```

(continuó en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```
>>> r2d2.switch_on()
Hi! I'm a droid. Can I help you?

>>> c3po.switch_on() # método heredado de Droid
Hi! I'm a droid. Can I help you?

>>> r2d2.switch_off()
Bye! I'm going to sleep
```

Sobreescribir un método

Como hemos visto, una clase derivada hereda todo lo que tiene su clase base. Pero en muchas ocasiones nos interesa modificar el comportamiento de esta herencia.

En el ejemplo vamos a modificar el comportamiento del método `switch_on()` para la clase derivada:

```
>>> class Droid:
...     def switch_on(self):
...         print("Hi! I'm a droid. Can I help you?")
...
...     def switch_off(self):
...         print("Bye! I'm going to sleep")
...

>>> class ProtocolDroid(Droid):
...     def switch_on(self):
...         print("Hi! I'm a PROTOCOL droid. Can I help you?")
...
...

>>> r2d2 = Droid()
>>> c3po = ProtocolDroid()

>>> r2d2.switch_on()
Hi! I'm a droid. Can I help you?

>>> c3po.switch_on() # método heredado pero sobreescrito
Hi! I'm a PROTOCOL droid. Can I help you?
```

Añadir un método

La clase derivada también puede añadir métodos que no estaban presentes en su clase base. En el siguiente ejemplo vamos a añadir un método `translate()` que permita a los *droides de protocolo* traducir cualquier mensaje:

```
>>> class Droid:
...     def switch_on(self):
...         print("Hi! I'm a droid. Can I help you?")
...
...     def switch_off(self):
...         print("Bye! I'm going to sleep")
...
...
>>> class ProtocolDroid(Droid):
...     def switch_on(self):
...         print("Hi! I'm a PROTOCOL droid. Can I help you?")
...
...     def translate(self, msg, from_language):
...         ''' Translate from language to Human understanding '''
...         print(f'{msg} means "ZASCA" in {from_language}')
...
>>> r2d2 = Droid()
>>> c3po = ProtocolDroid()
...
>>> c3po.translate('kiitos', 'Huttese') # idioma de Watto
kiitos means "ZASCA" in Huttese
...
>>> r2d2.translate('kiitos', 'Huttese') # droide genérico no puede traducir
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
AttributeError: 'Droid' object has no attribute 'translate'
```

Con esto ya hemos aportado una personalidad diferente a los droides de protocolo, a pesar de que heredan de la clase genérica de droides de StarWars.

Accediendo a la clase base

Puede darse la situación en la que tengamos que acceder desde la clase derivada a métodos o atributos de la clase base. Python ofrece `super()` como mecanismo para ello.

Veamos un ejemplo más elaborado con nuestros droides:

```
>>> class Droid:
...     def __init__(self, name):
...         self.name = name
```

(continué en la próxima página)

(provine de la página anterior)

```

...
>>> class ProtocolDroid(Droid):
...     def __init__(self, name, languages):
...         super().__init__(name) # llamada al constructor de la clase base
...         self.languages = languages
...
>>> droid = ProtocolDroid('C-3PO', ['Ewokese', 'Huttese', 'Jawaese'])

>>> droid.name # fijado en el constructor de la clase base
'C-3PO'

>>> droid.languages # fijado en el constructor de la clase derivada
['Ewokese', 'Huttese', 'Jawaese']

```

Herencia múltiple

Nivel avanzado

Aunque no está disponible en todos los lenguajes de programación, Python sí permite que los objetos pueden heredar de **múltiples clases base**.

Si en una clase se hace referencia a un método o atributo que no existe, Python lo buscará en todas sus clases base. Es posible que exista una *colisión* en caso de que el método o el atributo buscado esté, a la vez, en varias clases base. En este caso, Python resuelve el conflicto a través del **orden de resolución de métodos**⁴.

Supongamos que queremos modelar la siguiente estructura de clases con *herencia múltiple*:

```

>>> class Droid:
...     def greet(self):
...         return 'Here a droid'
...
>>> class ProtocolDroid(Droid):
...     def greet(self):
...         return 'Here a protocol droid'
...
>>> class AstromechDroid(Droid):
...     def greet(self):

```

(continué en la próxima página)

⁴ Viene del inglés «method resolution order» o mro.

⁵ Imágenes de los droides por StarWars Fandom.

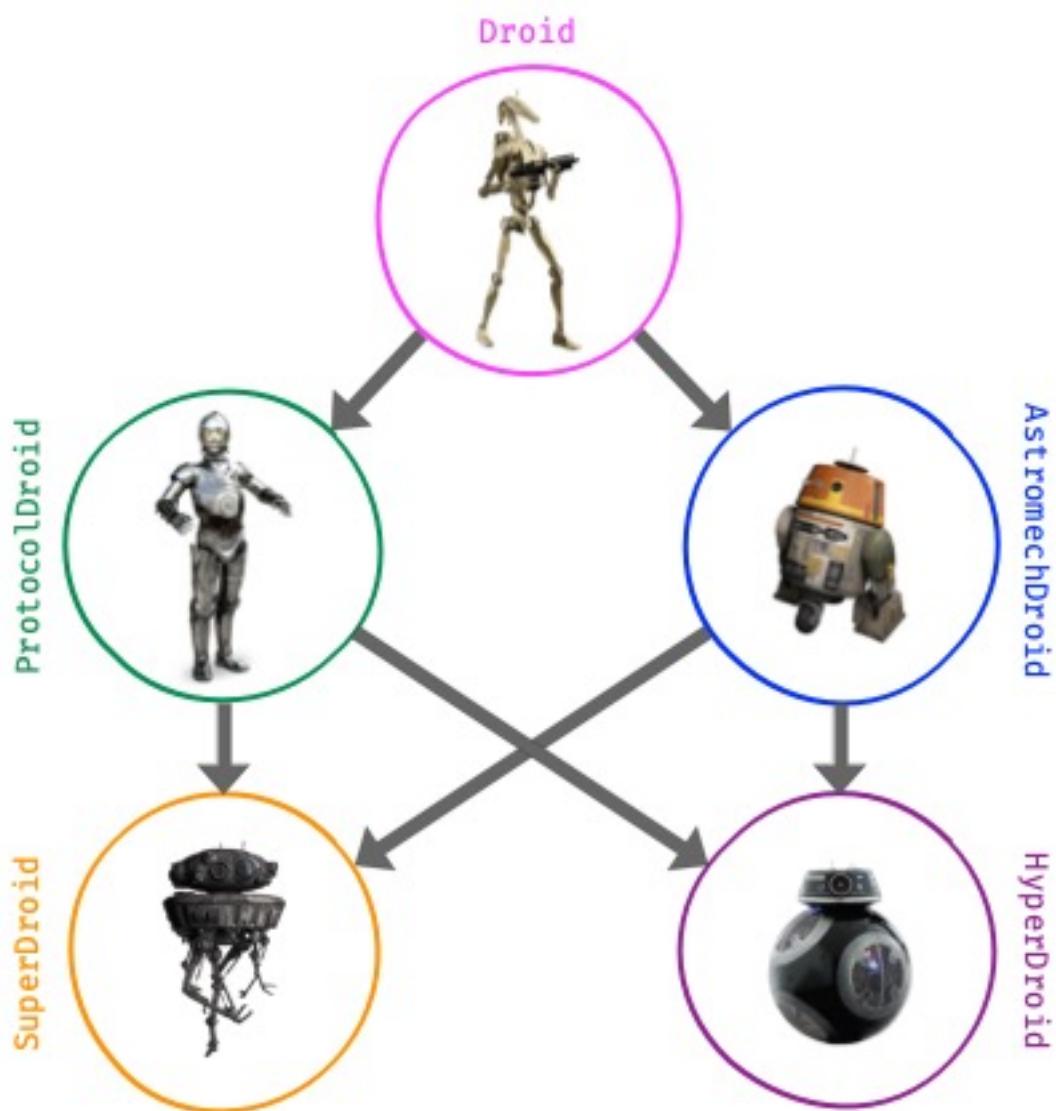


Figura 14: Ejemplo de herencia múltiple⁵

(provine de la página anterior)

```

...
    return 'Here an astromech droid'

...
>>> class SuperDroid(ProtocolDroid, AstromechDroid):
...     pass
...
>>> class HyperDroid(AstromechDroid, ProtocolDroid):
...     pass

```

Todas las clases en Python disponen de un método especial llamado `mro()` que devuelve una lista de las clases que se visitarían en caso de acceder a un método o un atributo. También existe el atributo `__mro__` como una tupla de esas clases:

```

>>> SuperDroid.mro()
[__main__.SuperDroid,
 __main__.ProtocolDroid,
 __main__.AstromechDroid,
 __main__.Droid,
 object]

>>> HyperDroid.__mro__
(__main__.HyperDroid,
 __main__.AstromechDroid,
 __main__.ProtocolDroid,
 __main__.Droid,
 object)

```

Veamos el resultado de la llamada a los métodos definidos:

```

>>> super_droid = SuperDroid()
>>> hyper_droid = HyperDroid()

>>> super_droid.greet()
'Here a protocol droid'

>>> hyper_droid.greet()
'Here an astromech droid'

```

Nota: Todos los objetos en Python heredan, en primera instancia, de `object`. Esto se puede comprobar con el `mro()` correspondiente:

```

>>> int.mro()
[int, object]

```

(continué en la próxima página)

(provien de la página anterior)

```
>>> str.mro()
[str, object]

>>> float.mro()
[float, object]

>>> tuple.mro()
[tuple, object]

>>> list.mro()
[list, object]

>>> bool.mro()
[bool, int, object]
```

Mixins

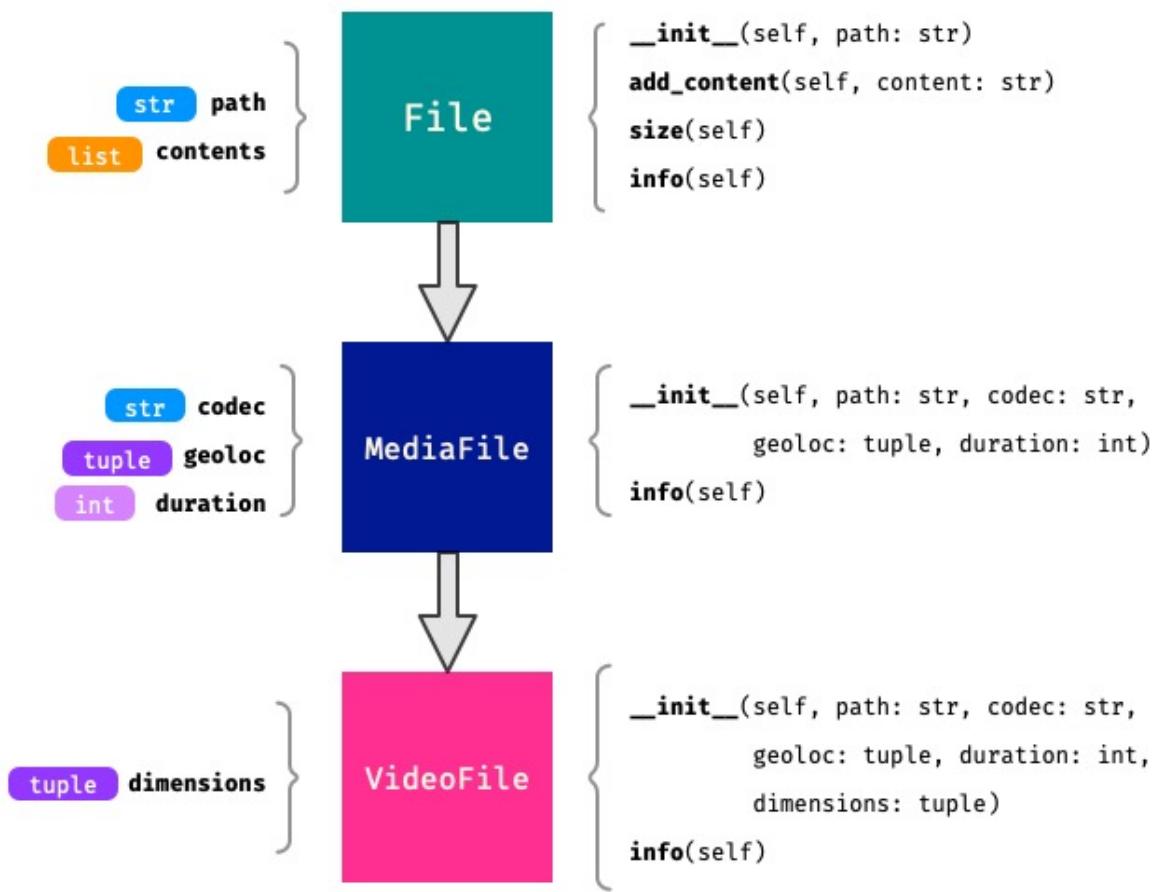
Hay situaciones en la que nos interesa incorporar una clase base «independiente» de la jerarquía establecida, y sólo a efectos de **tareas auxiliares**. Esta aproximación podría ayudar a evitar *colisiones* en métodos o atributos reduciendo la ambigüedad que añade la herencia múltiple. Estas clases auxiliares reciben el nombre de «**mixins**».

Veamos un ejemplo en el que usamos un «mixin» para mostrar las variables de un objeto:

```
>>> class Instrospection:
...     def dig(self):
...         print(vars(self)) # vars devuelve las variables del argumento
...
...     class Droid(Instrospection):
...         pass
...
...
>>> droid = Droid()
>>> droid.code = 'DN-LD'
>>> droid.num_feet = 2
>>> droid.type = 'Power Droid'
>>> droid.dig()
{'code': 'DN-LD', 'num_feet': 2, 'type': 'Power Droid'}
```

Ejercicio

Dada la siguiente estructura/herencia que representa diferentes clases de ficheros:



Se pide lo siguiente:

1. Cree las **3 clases** de la imagen anterior con la herencia señalada.
2. Cree un objeto de tipo **VideoFile** con las siguientes características:
 - path: /home/python/vanrossum.mp4
 - codec: h264
 - geoloc: (23.5454, 31.4343)
 - duration: 487
 - dimensions: (1920, 1080)
3. Añada el contenido 'audio/ogg' al fichero.
4. Añada el contenido 'video/webm' al fichero.
5. Imprima por pantalla la **info()** de este objeto (el método **info()** debería retornar str y debería hacer uso de los métodos **info()** de las clases base).

Salida esperada:

```
/home/python/vanrossum.mp4 [size=19B]      # self.info() de File
Codec: h264                                # □
Geolocalization: (23.5454, 31.4343)        # □ self.info() de MediaFile
Duration: 487s                               # □
Dimensions: (1920, 1080)                     # self.info() de VideoFile
```

El método `size()` debe devolver el número total de caracteres sumando las longitudes de los elementos del atributo `contents`.

Agregación y composición

Aunque la herencia de clases nos permite modelar una gran cantidad de casos de uso en términos de «**is-a**» (*es un*), existen muchas otras situaciones en las que la agregación o la composición son una mejor opción. En este caso una clase se compone de otras clases: hablamos de una relación «**has-a**» (*tiene un*).

Hay una sutil diferencia entre agregación y composición:

- La **composición** implica que el objeto utilizado no puede «funcionar» sin la presencia de su propietario.
- La **agregación** implica que el objeto utilizado puede funcionar por sí mismo.



Figura 15: Agregación vs. Composición⁶

Veamos un ejemplo de **agregación** en el que añadimos una herramienta a un droide:

```
>>> class Tool:
...     def __init__(self, name):
...         self.name = name
...
...     def __str__(self):
```

(continué en la próxima página)

(provine de la página anterior)

```
...     return self.name.upper()
...
... class Droid:
...     def __init__(self, name, serial_number, tool):
...         self.name = name
...         self.serial_number = serial_number
...         self.tool = tool  # agregación
...
...     def __str__(self):
...         return f'Droid {self.name} armed with a {self.tool}'
...
>>> lighter = Tool('lighter')
>>> bb8 = Droid('BB-8', 48050989085439, lighter)
>>> print(bb8)
Droid BB-8 armed with a LIGHTER
```

EJERCICIOS DE REPASO

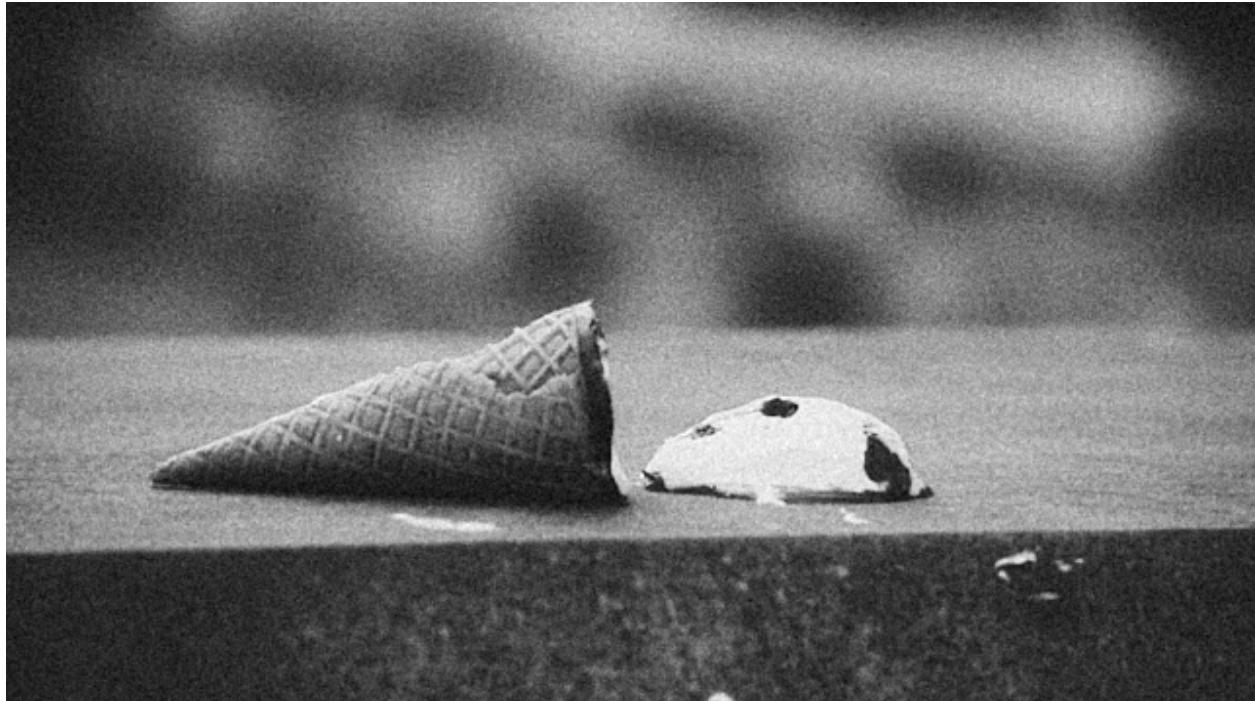
1. Escriba una clase en Python para representar una secuencia de ADN. De momento, la clase sólo contendrá los siguientes elementos:
 - 4 atributos de clase, cada uno representando una base nitrogenada con su valor como un carácter.
 - Constructor que recibe una secuencia de caracteres (bases).
 - Método para representar el objeto en formato «string».
2. Continúe con el ejercicio anterior, y añada a la clase 4 propiedades que calculen el número total de cada una de las bases presentes en la secuencia.
3. Continúe con el ejercicio anterior, y añada a la clase un método de instancia para sumar dos secuencias de ADN. La suma se hará base a base y el resultado será el máximo de cada letra(base).
4. Continúe con el ejercicio anterior, y añada a la clase un método de instancia para obtener el porcentaje de aparición de cada base (usando las propiedades definidas en ejercicios anteriores).
5. Continúe con el ejercicio anterior, y añada a la clase un método de instancia para multiplicar dos secuencias de ADN. La multiplicación consiste en dar como salida una nueva secuencia que contenga sólo aquellas bases que coincidan en posición en ambas secuencias de entrada.

→ Solución a todos los ejercicios

AMPLIAR CONOCIMIENTOS

- Supercharge Your Classes With Python super()
- Inheritance and Composition: A Python OOP Guide
- OOP Method Types in Python: @classmethod vs @staticmethod vs Instance Methods
- Intro to Object-Oriented Programming (OOP) in Python
- Pythonic OOP String Conversion: __repr__ vs __str__
- @staticmethod vs @classmethod in Python
- Modeling Polymorphism in Django With Python
- Operator and Function Overloading in Custom Python Classes
- Object-Oriented Programming (OOP) in Python 3
- Why Bother Using Property Decorators in Python?

6.3 Excepciones



Una **excepción** es el bloque de código que se lanza cuando se produce un **error** en la ejecución de un programa Python.¹

De hecho ya hemos visto algunas de estas excepciones: accesos fuera de rango a listas o tuplas, accesos a claves inexistentes en diccionarios, etc. Cuando ejecutamos código que podría fallar bajo ciertas circunstancias, necesitamos también manejar, de manera adecuada, las excepciones que se generan.

6.3.1 Manejando errores

Si una excepción ocurre en algún lugar de nuestro programa y no es capturada en ese punto, va subiendo (burbujeando) hasta que es capturada en alguna función que ha hecho la llamada. Si en toda la «pila» de llamadas no existe un control de la excepción, Python muestra un mensaje de error con información adicional:

```
>>> def intdiv(a, b):
...     return a // b
...
>>> intdiv(3, 0)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "<stdin>", line 2, in intdiv
ZeroDivisionError: integer division or modulo by zero
```

Para manejar (capturar) las excepciones podemos usar un bloque de código con las palabras reservadas **try** and **except**:

```
>>> def intdiv(a, b):
...     try:
...         return a // b
...     except:
...         print('Please do not divide by zero...')
...
>>> intdiv(3, 0)
Please do not divide by zero...
```

Aquel código que se encuentre dentro del bloque **try** se ejecutará normalmente siempre y cuando no haya un error. Si se produce una excepción, ésta será capturada por el bloque **except**, ejecutándose el código que contiene.

Consejo: No es una buena práctica usar un bloque **except** sin indicar el **tipo de excepción** que estamos gestionando, no sólo porque puedan existir varias excepciones que capturar sino

¹ Foto original por Sarah Kilian en Unsplash.

porque, como dice el *Zen de Python*: «explícito» es mejor que «implícito».

Especificando excepciones

En el siguiente ejemplo mejoraremos el código anterior, capturando distintos tipos de excepciones:

- `TypeError` por si los operandos no permiten la división.
- `ZeroDivisionError` por si el denominador es cero.
- `Exception` para cualquier otro error que se pueda producir.

Veamos su implementación:

```
>>> def intdiv(a, b):
...     try:
...         result = a // b
...     except TypeError:
...         print('Check operands. Some of them seems strange...')
...     except ZeroDivisionError:
...         print('Please do not divide by zero...')
...     except Exception:
...         print('Ups. Something went wrong...')
...
...
>>> intdiv(3, 0)
Please do not divide by zero...

>>> intdiv(3, '0')
Check operands. Some of them seems strange...
```

Importante: Las excepciones predefinidas en Python no hace falta importarlas previamente. Se pueden usar directamente.

Cubriendo más casos

Python proporciona la cláusula `else` para saber que todo ha ido bien y que no se ha lanzado ninguna excepción. Esto es relevante a la hora de manejar los errores.

De igual modo, tenemos a nuestra disposición la cláusula `finally` que se ejecuta siempre, independientemente de si ha habido o no ha habido error.

Veamos un ejemplo de ambos:

```

>>> values = [4, 2, 7]

>>> user_index = 3

>>> try:
...     r = values[user_index]
... except IndexError:
...     print('Error: Index not in list')
... else:
...     print(f'Your wishes are my command: {r}')
... finally:
...     print('Have a good day!')
...
Error: Index not in list
Have a good day!

>>> user_index = 2

>>> try:
...     r = values[user_index]
... except IndexError:
...     print('Error: Index not in list')
... else:
...     print(f'Your wishes are my command: {r}')
... finally:
...     print('Have a good day!')
...
Your wishes are my command: 7
Have a good day!

```

Ejercicio

Sabiendo que `ValueError` es la excepción que se lanza cuando no podemos convertir una cadena de texto en su valor numérico, escriba una función `get_int()` que lea un valor entero del usuario y lo devuelva, iterando mientras el valor no sea correcto.

Ejecución a modo de ejemplo:

```

Give me an integer number: ten
Not a valid integer. Try it again!
Give me an integer number: diez
Not a valid integer. Try it again!
Give me an integer number: 10

```

Trate de implementar tanto la versión recursiva como la versión iterativa.

6.3.2 Excepciones propias

Nivel avanzado

Python ofrece una gran cantidad de excepciones predefinidas. Hasta ahora hemos visto cómo gestionar y manejar este tipo de excepciones. Pero hay ocasiones en las que nos puede interesar crear nuestras propias excepciones. Para ello tendremos que crear una clase *heredando* de `Exception`, la clase base para todas las excepciones.

Veamos un ejemplo en el que creamos una excepción propia controlando que el valor sea un número entero:

```
>>> class NotIntError(Exception):
...     pass
...
...
>>> values = (4, 7, 2.11, 9)

>>> for value in values:
...     if not isinstance(value, int):
...         raise NotIntError(value)
...
...
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 3, in <module>
__main__.NotIntError: 2.11
```

Hemos usado la sentencia `raise` para «elevar» esta excepción, que podría ser controlada en un nivel superior mediante un bloque `try - except`.

Nota: Para crear una excepción propia basta con crear una clase vacía. No es necesario incluir código más allá de un `pass`.

Mensaje personalizado

Podemos personalizar la excepción añadiendo un mensaje más informativo. Siguiendo el ejemplo anterior, veamos cómo introducimos esta información:

```
>>> class NotIntError(Exception):
...     def __init__(self, message='This module only works with integers. Sorry!'):
...         super().__init__(message)
...
>>> raise NotIntError()
Traceback (most recent call last):
```

(continué en la próxima página)

(provine de la página anterior)

```
File "<stdin>", line 1, in <module>
__main__.NotIntError: This module only works with integers. Sorry!
```

Podemos ir un paso más allá e incorporar en el mensaje el propio valor que está generando el error:

```
>>> class NotIntError(Exception):
...     def __init__(self, value, message='This module only works with integers. ↴Sorry!'):
...         self.value = value
...         self.message = message
...         super().__init__(self.message)
...
...     def __str__(self):
...         return f'{self.value} -> {self.message}'
...
...
>>> raise NotIntError(2.11)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
__main__.NotIntError: 2.11 -> This module only works with integers. Sorry!
```

6.3.3 Aserciones

Si hablamos de control de errores hay que citar una sentencia en Python denominada `assert`. Esta sentencia nos permite comprobar si se están cumpliendo las «expectativas» de nuestro programa, y en caso contrario, lanza una excepción informativa.

Su sintaxis es muy simple. Únicamente tendremos que indicar una expresión de comparación después de la sentencia:

```
>>> result = 10

>>> assert result > 0

>>> print(result)
10
```

En el caso de que la condición se cumpla, no sucede nada: el programa continúa con su flujo normal. Esto es indicativo de que las expectativas que teníamos se han satisfecho.

Sin embargo, si la condición que fijamos no se cumpla, la aserción devuelve un error `AssertionError` y el programa interrumpe su ejecución:

```
>>> result = -1

>>> assert result > 0
-----
AssertionError                                     Traceback (most recent call last)
<ipython-input-29-e2efe60b0c46> in <module>
----> 1 assert result > 0

AssertionError:
```

Podemos observar que la excepción que se lanza no contiene ningún mensaje informativo. Es posible personalizar este mensaje añadiendo un segundo elemento en la *tupla* de la aserción:

```
>>> assert result > 0, 'El resultado debe ser positivo'
-----
AssertionError                                     Traceback (most recent call last)
<ipython-input-31-f58052ce672b> in <module>
----> 1 assert result > 0, 'El resultado debe ser positivo'

AssertionError: El resultado debe ser positivo
```

AMPLIAR CONOCIMIENTOS

- Python Exceptions: An introduction
- Python KeyError Exceptions and How to Handle Them
- Understanding the Python Traceback

6.4 Módulos



Escribir pequeños trozos de código puede resultar interesante para realizar determinadas pruebas. Pero a la larga, nuestros programas tenderán a crecer y será necesario agrupar el código en unidades manejables.

Los **módulos** son simplemente ficheros de texto que contienen código Python y representan unidades con las que *evitar la repetición y favorecer la reutilización*.¹

6.4.1 Importar un módulo

Para hacer uso del código de otros módulos usaremos la sentencia `import`. Esto permite importar el código y las variables de dicho módulo para que estén disponibles en nuestro programa.

La forma más sencilla de importar un módulo es `import <module>` donde `module` es el nombre de otro fichero Python, sin la extensión `.py`.

Supongamos que partimos del siguiente fichero (*módulo*):

`arith.py`

```
1 def addere(a, b):
2     '''Sum of input values'''
```

(continué en la próxima página)

¹ Foto original por Xavi Cabrera en Unsplash.

(provien de la página anterior)

```
3     return a + b
4
5
6 def minuas(a, b):
7     '''Subtract of input values'''
8     return a - b
9
10
11 def pullulate(a, b):
12     '''Product of input values'''
13     return a * b
14
15
16 def partitus(a, b):
17     '''Division of input values'''
18     return a / b
```

Desde otro fichero - en principio en la misma carpeta - podríamos hacer uso de las funciones definidas en `arith.py`.

Importar módulo completo

Desde otro fichero haríamos lo siguiente para importar todo el contenido del módulo `arith.py`:

```
1 >>> import arith
2
3 >>> arith.addere(3, 7)
4 10
```

Nota: Nótese que en la **Línea 3** debemos anteponer a la función `addere()` el *espacio de nombres* que define el módulo `arith`.

Ruta de búsqueda de módulos

Python tiene 2 formas de encontrar un módulo:

1. En la carpeta actual de trabajo.
2. En las rutas definidas en la variable de entorno `PYTHONPATH`.

Para ver las rutas de búsqueda establecidas, podemos ejecutar lo siguiente en un intérprete de Python:

```
>>> import sys

>>> sys.path
['/path/to/.pyenv/versions/3.9.1/envs/aprendepython/bin',
 '/path/to/.pyenv/versions/3.9.1/lib/python3.9',
 '/path/to/.pyenv/versions/3.9.1/envs/aprendepython/lib/python3.9/site-packages',
 '']
```

La cadena vacía que existe al final de la lista hace referencia a la **carpeta actual**.

Modificando la ruta de búsqueda

Si queremos modificar la ruta de búsqueda, existen dos opciones:

Modificando directamente la variable PYTHONPATH Para ello exportamos dicha variable de entorno desde una terminal:

```
$ export PYTHONPATH=/tmp
```

Y comprobamos que se ha modificado en `sys.path`:

```
>>> sys.path
['/path/to/.pyenv/versions/3.9.1/envs/aprendepython/bin',
 '/tmp',
 '/path/to/.pyenv/versions/3.9.1/lib/python3.9',
 '/path/to/.pyenv/versions/3.9.1/envs/aprendepython/lib/python3.9/site-packages',
 '']
```

Modificando directamente la lista `sys.path` Para ello accedemos a la lista que está en el módulo `sys` de la librería estandar:

```
>>> sys.path.append('/tmp') # añadimos al final

>>> sys.path
['/path/to/.pyenv/versions/3.9.1/envs/aprendepython/bin',
 '/path/to/.pyenv/versions/3.9.1/lib/python3.9',
 '/path/to/.pyenv/versions/3.9.1/envs/aprendepython/lib/python3.9/site-packages',
 '',
 '/tmp']
```

```
>>> sys.path.insert(0, '/tmp') # insertamos por el principio

>>> sys.path
['/tmp',
 '/path/to/.pyenv/versions/3.9.1/envs/aprendepython/bin',
```

(continué en la próxima página)

(provine de la página anterior)

```
'/path/to/.pyenv/versions/3.9.1/lib/python3.9',
'/path/to/.pyenv/versions/3.9.1/envs/aprendepython/lib/python3.9/site-packages',
'']
```

Truco: El hecho de poner nuestra ruta al principio o al final de `sys.path` influye en la búsqueda, ya que si existen dos (o más módulos) que se llaman igual en nuestra ruta de búsqueda, Python usará el primero que encuentre.

Importar partes de un módulo

Es posible que no necesitemos todo aquello que está definido en `arith.py`. Supongamos que sólo vamos a realizar divisiones. Para ello haremos lo siguiente:

```
1 >>> from arith import partitus
2
3 >>> partitus(5, 2)
4 2.5
```

Nota: Nótese que en la **Línea 3** ya podemos hacer uso directamente de la función `partitus()` porque la hemos importado directamente. Este esquema tiene el inconveniente de la posible **colisión de nombres**, en aquellos casos en los que tuviéramos algún objeto con el mismo nombre que el objeto que estamos importando.

Importar usando un alias

Hay ocasiones en las que interesa, por colisión de otros nombres o por mejorar la legibilidad, usar un nombre diferente del módulo (u objeto) que estamos importando. Python nos ofrece esta posibilidad a través de la sentencia `as`.

Supongamos que queremos importar la función del ejemplo anterior pero con otro nombre:

```
>>> from arith import partitus as mydivision
>>> mydivision(5, 2)
2.5
```

6.4.2 Paquetes

Un **paquete** es simplemente una **carpeta** que contiene ficheros .py. Además permite tener una jerarquía con más de un nivel de subcarpetas anidadas.

Para ejemplificar este modelo vamos a crear un paquete llamado `mymath` que contendrá 2 módulos:

- `arith.py` para operaciones aritméticas (ya visto *anteriormente*).
- `logic.py` para operaciones lógicas.

El código del módulo de operaciones lógicas es el siguiente:

`logic.py`

```

1 def et(a, b):
2     '''Logic "and" of input values'''
3     return a & b
4
5
6 def uel(a, b):
7     '''Logic "or" of input values'''
8     return a | b
9
10
11 def vel(a, b):
12     '''Logic "xor" of input values'''
13     return a ^ b

```

Si nuestro código principal va a estar en un fichero `main.py` (*a primer nivel*), la estructura de ficheros nos quedaría tal que así:

```

1 .
2   main.py
3   mymath
4     arith.py
5     logic.py
6
7 1 directory, 3 files

```

Línea 2 Punto de entrada de nuestro programa a partir del fichero `main.py`

Línea 3 Carpeta que define el paquete `mymath`.

Línea 4 Módulo para operaciones aritméticas.

Línea 5 Módulo para operaciones lógicas.

Importar desde un paquete

Si ya estamos en el fichero `main.py` (o a ese nivel) podremos hacer uso de nuestro paquete de la siguiente forma:

```
1 >>> from mymath import arith, logic  
2  
3 >>> arith.pullulate(4, 7)  
4 28  
5  
6 >>> logic.et(1, 0)  
7 0
```

Línea 1 Importar los módulos `arith` y `logic` del paquete `mymath`

Línea 3 Uso de la función `pullulate` que está definida en el módulo `arith`

Línea 5 Uso de la función `et` que está definida en el módulo `logic`

6.4.3 Programa principal

Cuando decidimos desarrollar una pieza de software en Python, normalmente usamos distintos ficheros para ello. Algunos de esos ficheros se convertirán en *módulos*, otros se englobarán en *paquetes* y existirá uno en concreto que será nuestro **punto de entrada**, también llamado **programa principal**.

Consejo: Suele ser una buena práctica llamar `main.py` al fichero que contiene nuestro programa principal.

La estructura que suele tener este *programa principal* es la siguiente:

```
# imports de la librería estándar  
# imports de librerías de terceros  
# imports de módulos propios  
  
# CÓDIGO PROPIO  
# ...  
# CÓDIGO PROPIO  
  
if __name__ == '__main__':  
    # punto de entrada real
```

Importante: Si queremos ejecutar este fichero `main.py` desde línea de comandos, tendríamos que hacer:

```
$ python3 main.py
```

```
if __name__ == '__main__'
```

Esta condición permite, en el programa principal, diferenciar qué código se lanzará cuando el fichero se ejecuta directamente o cuando el fichero se importa desde otro lugar.

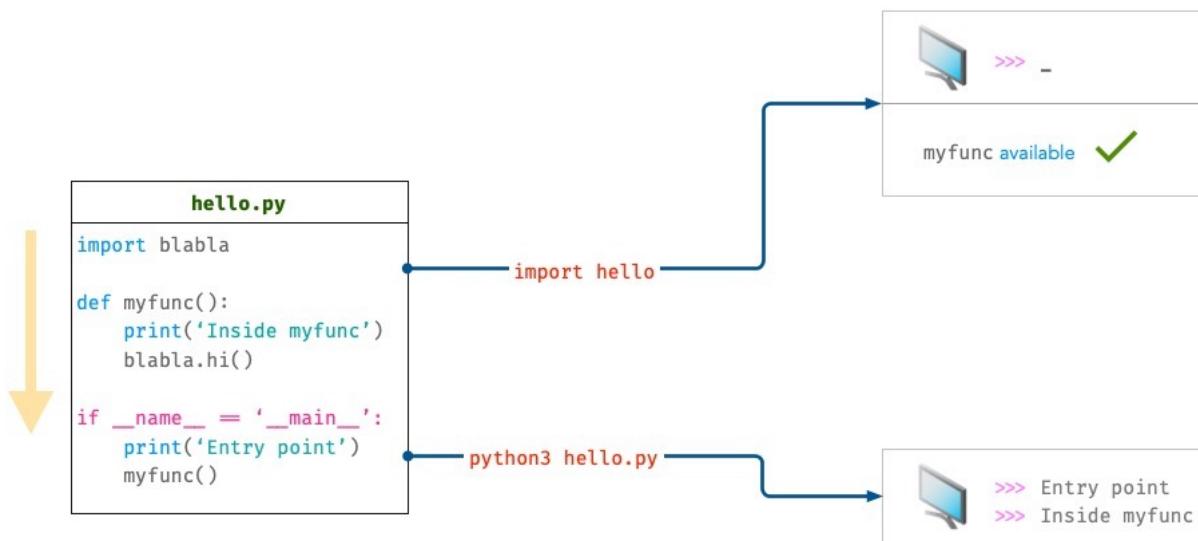


Figura 16: Comportamiento de un programa principal al importarlo o ejecutarlo

`hello.py`

```

1 import blabla
2
3
4 def myfunc():
5     print('Inside myfunc')
6     blabla.hi()
7
8
9 if __name__ == '__main__':
10    print('Entry point')
11    myfunc()
    
```

import hello El código se ejecuta siempre desde la primera instrucción a la última:

- Línea 1: se importa el módulo `blabla`.
- Línea 4: se define la función `myfunc()` y estará disponible para usarse.

- **Línea 9:** esta condición **no** se cumple, ya que estamos importando y la variable especial `__name__` no toma ese valor. Con lo cual finaliza la ejecución.
- *No hay salida por pantalla.*

\$ **python3 hello.py** El código se ejecuta siempre desde la primera instrucción a la última:

- **Línea 1:** se importa el módulo `blabla`.
- **Línea 4:** se define la función `myfunc()` y estará disponible para usarse.
- **Línea 9:** esta condición **sí** se cumple, ya que estamos ejecutando directamente el fichero (*como programa principal*) y la variable especial `__name__` toma el valor `__main__`.
- **Línea 10:** salida por pantalla de la cadena de texto `Entry point`.
- **Línea 11:** llamada a la función `myfunc()` que muestra por pantalla `Inside myfunc`, además de invocar a la función `hi()` del módulo `blabla`.

AMPLIAR CONOCIMIENTOS

- Defining Main Functions in Python
- Python Modules and Packages: An Introduction
- Absolute vs Relative Imports in Python
- Running Python Scripts
- Writing Beautiful Pythonic Code With PEP 8
- Python Imports 101
- Clean Code in Python