

# Expresiones

Ricardo Pérez López

IES Doñana, curso 2019/2020



1. El lenguaje de programación Python
2. Elementos de un programa
3. Valores
4. Operaciones
5. Otros conceptos sobre operaciones
6. Operaciones predefinidas

# 1. El lenguaje de programación Python

## 1.1 Historia

## 1.2 Características principales

## 1.1. Historia

## 1.1. Historia

- ▶ Python fue creado a finales de los ochenta por **Guido van Rossum** en el Centro para las Matemáticas y la Informática (CWI, Centrum Wiskunde & Informatica), en los Países Bajos, como un sucesor del lenguaje de programación ABC.
- ▶ El nombre del lenguaje proviene de la afición de su creador por los humoristas británicos **Monty Python**.
  - ▶ Python alcanzó la versión 1.0 en enero de 1994.
  - ▶ Python 2.0 se publicó en octubre de 2000 con muchas grandes mejoras. Actualmente, Python 2 está obsoleto.
  - ▶ Python 3.0 se publicó en septiembre de 2008 y es una gran revisión del lenguaje que no es totalmente retrocompatible con Python 2.



Logo de Python

## 1.2. Características principales

## 1.2. Características principales

- ▶ Python es un lenguaje **interpretado, dinámico y multiplataforma**, cuya filosofía hace hincapié en una sintaxis que favorezca un **código legible**.
- ▶ Es un lenguaje de programación **multiparadigma**. Esto significa que más que forzar a los programadores a adoptar un estilo particular de programación, permite varios estilos: **programación orientada a objetos, programación imperativa y programación funcional**.
- ▶ Tiene una **gran biblioteca estándar**, usada para una diversidad de tareas. Esto viene de la filosofía «pilas incluidas» (*batteries included*) en referencia a los módulos de Python.
- ▶ Es administrado por la **Python Software Foundation** y posee una licencia de **código abierto**.
- ▶ La estructura de un programa se define por su anidamiento.

- ▶ Para entrar en el intérprete, se usa el comando `python` desde la línea de comandos del sistema operativo:

```
$ python
Python 3.8.2 (default, Apr 27 2020, 15:53:34)
[GCC 9.3.0] on linux
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>>
```

El mensaje que obtengamos puede que no sea exactamente igual, pero es importante comprobar que estamos usando Python 3 y no 2.

- ▶ Para salir, se pulsa `Ctrl+D`.
- ▶ El `>>>` es el *prompt* del intérprete de Python, desde el que se ejecutan las expresiones y sentencias que tecleemos:

```
>>> 4 + 3
7
>>>
```



## 2. Elementos de un programa

2.1 Expresiones y sentencias

2.2 Conceptos básicos

## 2.1. Expresiones y sentencias

## 2.1. Expresiones y sentencias

- ▶ El código fuente de un programa está formado por elementos que pertenecen a dos grandes grupos principales:
  - **Expresiones:** son secuencias de símbolos que *representan valores* y que están formados por *datos* y (posiblemente) *operaciones* a realizar sobre esos datos. El valor al que representa la expresión se obtiene *evaluando* dicha expresión.
  - **Sentencias:** son *instrucciones* que sirven para pedirle al intérprete que *ejecute* una determinada *acción*. Las sentencias también pueden contener expresiones.

En un programa hay  $\left\{ \begin{array}{l} \textbf{Expresiones}, \text{ formadas por } \left\{ \begin{array}{l} \textbf{Datos} \\ \textbf{Operaciones} \end{array} \right. \\ \textbf{Sentencias}, \text{ que también pueden contener expresiones} \end{array} \right.$

Las **expresiones** se *evalúan*.

Las **sentencias** se *ejecutan*.

## 2.2. Conceptos básicos

## 2.2. Conceptos básicos

### Definición:

Una **expresión** es una frase (secuencia de símbolos) sintáctica y semánticamente correcta según las reglas del lenguaje que estamos utilizando, cuya finalidad es la de *representar* o **denotar** un determinado objeto, al que denominamos el **valor** de la expresión.

- El ejemplo clásico es el de las *expresiones aritméticas*:
  - Están formados por secuencias de números y símbolos que representan operaciones aritméticas.
  - Denotan un valor numérico, que es el resultado de calcular el valor de la expresión tras hacer las operaciones que aparecen en ella.

La expresión  $(2 * (3 + 5))$  denota un valor, que es el número abstracto **16**.

- En general, las expresiones correctamente formadas satisfacen una gramática similar a la siguiente:

```
 $\langle \text{expresión} \rangle ::= ( \langle \text{expresión} \rangle \langle \text{opbin} \rangle \langle \text{expresión} \rangle )$   
                  | (  $\langle \text{opun} \rangle \langle \text{expresión} \rangle$  )  
                  |  $\langle \text{literal} \rangle$   
                  |  $\langle \text{identificador} \rangle$   
                  |  $\langle \text{identificador} \rangle ( [ \langle \text{lista\_argumentos} \rangle ] )$   
 $\langle \text{lista\_argumentos} \rangle ::= \langle \text{expresión} \rangle ( , \langle \text{expresión} \rangle )^*$   
 $\langle \text{opbin} \rangle ::= + \mid - \mid * \mid / \mid // \mid ** \mid \%$   
 $\langle \text{opun} \rangle ::= + \mid -$ 
```

- Esta gramática da lugar a expresiones aritméticas *totalmente parentizadas*, en las que cada operación a realizar con operadores va agrupada entre paréntesis, incluso aunque no sea estrictamente necesario. Por ejemplo:

$(3 + (4 - 7))$

## 3. Valores

3.1 Evaluación de expresiones

3.2 Expresión canónica y forma normal

3.3 Formas normales y evaluación

3.4 Literales



## 3.1. Evaluación de expresiones

## 3.1. Evaluación de expresiones

- ▶ **Evaluar una expresión** consiste en determinar el **valor** de la expresión. Es decir, una expresión *representa* o **denota** el valor que se obtiene al evaluarla.
- ▶ La **evaluación de una expresión**, en esencia, es el proceso de **sustituir**, dentro de ella, unas *sub-expresiones* por otras que, de alguna manera, estén *más cerca* del valor a calcular, y así hasta calcular el valor de la expresión al completo.
- ▶ Además de las expresiones existen las *sentencias*, que no poseen ningún valor y que, por tanto, no se evalúan sino que se *ejecutan*. Las sentencias son básicas en ciertos paradigmas como el *imperativo*.

- Podemos decir que las expresiones:

3

$(1 + 2)$

$(5 - 2)$

denotan todas el mismo valor (el número abstracto **3**).

- Es decir: todas esas expresiones son representaciones diferentes del mismo ente abstracto.
- Cuando introducimos una expresión en el intérprete, lo que hace éste es buscar **la representación más simplificada o reducida** posible.
  - En el ejemplo anterior, sería la expresión 3.
- Por eso a menudo usamos, indistintamente, los términos *reducir*, *simplificar* y *evaluar*.

## 3.2. Expresión canónica y forma normal

## 3.2. Expresión canónica y forma normal

- ▶ Los ordenadores no manipulan valores, sino que sólo pueden manejar representaciones concretas de los mismos.
  - Por ejemplo: utilizan la codificación binaria en complemento a 2 para representar los números enteros.
- ▶ Pidamos que la **representación del valor** resultado de una evaluación sea **única**.
- ▶ De esta forma, seleccionemos de cada conjunto de expresiones que denoten el mismo valor, a lo sumo una que llamaremos **expresión canónica de ese valor**.
- ▶ Además, llamaremos a la expresión canónica que representa el valor de una expresión la **forma normal de esa expresión**.
- ▶ Con esta restricción pueden quedar expresiones sin forma normal.

► Ejemplo:

- De las expresiones anteriores:

3

$(1 + 2)$

$(5 - 2)$

que denotan todas el mismo valor abstracto **3**, seleccionamos una (la expresión 3) como la **expresión canónica** de ese valor.

- Igualmente, la expresión 3 es la **forma normal** de todas las expresiones anteriores (y de cualquier otra expresión con valor **3**).
- Es importante no confundir el valor abstracto **3** con la expresión 3 que representa dicho valor.

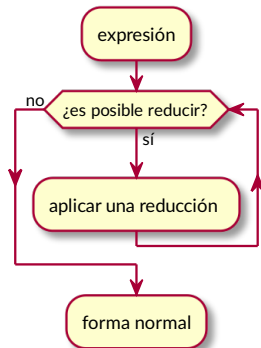
- ▶ Hay valores que no tienen expresión canónica:
  - Las funciones (los valores de tipo *función*).
  - El número  $\pi$  no tiene representación decimal finita, por lo que tampoco tiene expresión canónica.
- ▶ Y hay expresiones que no tienen forma normal:
  - Si definimos  $inf = inf + 1$ , la expresión  $inf$  (que es un número) no tiene forma normal.
  - Lo mismo ocurre con  $\frac{1}{0}$ .

### 3.3. Formas normales y evaluación



## 3.3. Formas normales y evaluación

- ▶ Según lo visto hasta ahora, la evaluación de una expresión es el proceso de encontrar su forma normal.
- ▶ El intérprete evalúa una expresión buscando su forma normal y mostrando este resultado.
- ▶ El sistema de evaluación dentro del intérprete está hecho de forma tal que cuando ya no es posible reducir la expresión es porque se ha llegado a la forma normal.



## 3.4. Literales

## 3.4. Literales

- ▶ Un **literal** es un valor escrito directamente en el código del programa (en una expresión).
- ▶ El literal representa un **valor constante**.
- ▶ Los literales tienen que satisfacer las reglas de sintaxis del lenguaje.
- ▶ Gracias a esas reglas sintácticas, el intérprete puede identificar qué literales son, qué valor representan y de qué tipo son.
- ▶ Se deduce, pues, que **un literal debe ser la *expresión canónica* del valor correspondiente**.

- Ejemplos de distintos tipos de literales:

Números enteros	Números reales	Cadenas
-2	3.5	"hola"
-1	-2.7	"pepe"
0		"25"
1		" "
2		

- Los números reales tienen siempre un . decimal.
- Las cadenas van siempre entre comillas (simples ' o dobles ").
- En apartados posteriores estudiaremos los tipos de datos con más profundidad.

## 4. Operaciones

4.1 Clasificación

4.2 Operadores

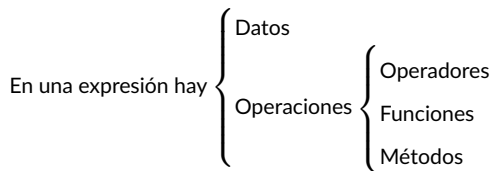
4.3 Funciones

4.4 Métodos

## 4.1. Clasificación

## 4.1. Clasificación

- ▶ En una expresión puede haber:
  - **Datos**
  - **Operaciones** a realizar sobre esos datos
- ▶ A su vez, las operaciones pueden aparecer en forma de:
  - Operadores
  - Funciones
  - Métodos





## 4.2. Operadores

4.2.1 Aridad de operadores

4.2.2 Paréntesis

4.2.3 Prioridad de operadores

4.2.4 Asociatividad de operadores

4.2.5 Tipos de operandos

## 4.2. Operadores

- ▶ Un **operador** es un símbolo o palabra clave que representa la realización de una *operación* sobre unos datos llamados **operandos**.
- ▶ Ejemplos:
  - Los operadores aritméticos:  $+$ ,  $-$ ,  $*$ ,  $/$  (entre otros):

( 3 + 4 )

(aquí los operandos son los números 3 y 4)

( 9 \* 8 )

(aquí los operandos son los números 9 y 8)

- El operador `in` para comprobar si un carácter pertenece a una cadena:

( "c" in "barco" )

(aquí los operandos son las cadenas "c" y "barco")

## Aridad de operadores

- ▶ Los operadores se clasifican en función de la cantidad de operandos sobre los que operan en:

- **Unarios:** operan sobre un único operando.

Ejemplo: el operador  $-$  que cambia el signo de su operando:

$(-5)$

- **Binarios:** operan sobre dos operandos.

Ejemplo: la mayoría de operadores aritméticos.

- **Ternarios:** operan sobre tres operandos.

Veremos un ejemplo más adelante.

## Paréntesis

- ▶ Los **paréntesis** sirven para agrupar elementos dentro de una expresión y romper la ambigüedad sobre el orden en el que se han de realizar las operaciones.
- ▶ Se usan, sobre todo, para hacer que varios elementos actúen como uno solo en el contexto de una operación.

- Por ejemplo:

$((3 + 4) * 5)$  vale 35

$(3 + (4 * 5))$  vale 23

- ▶ Para reducir la cantidad de paréntesis en una expresión, se puede:
  - Quitar los paréntesis más externos que rodean a toda la expresión.
  - Acudir a un esquema de **prioridades** y **asociatividades** de operadores.

## Prioridad de operadores

- ▶ En ausencia de paréntesis, cuando un operando está afectado a derecha e izquierda por **distinto operador**, se aplican las reglas de la **prioridad**:

$$8 + 4 * 2$$

El 4 está afectado a derecha e izquierda por distintos operadores (+ y \*), por lo que se aplican las reglas de la prioridad. El \* tiene *más prioridad* que el +, así que actúa primero el \*. Equivale a hacer:

$$8 + (4 * 2)$$

Si hiciéramos

$$(8 + 4) * 2$$

el resultado sería distinto.

- ▶ Ver prioridad de los operadores en Python en <https://docs.python.org/3/reference/expressions.html#operator-precedence>.

## Asociatividad de operadores

- ▶ En ausencia de paréntesis, cuando un operando está afectado a derecha e izquierda por el **mismo operador** (o distintos operadores con la **misma prioridad**), se aplican las reglas de la **asociatividad**:

$$8 / 4 / 2$$

El 4 está afectado a derecha e izquierda por el mismo operador  $/$ , por lo que se aplican las reglas de la asociatividad. El  $/$  es *asociativo por la izquierda*, así que se actúa primero el operador que está a la izquierda. Equivale a hacer:

$$(8 / 4) / 2$$

Si hiciéramos

$$8 / (4 / 2)$$

el resultado sería distinto.

- ▶ En Python, todos los operadores son **asociativos por la izquierda** excepto el **`**`**, que es asociativo por la derecha.

## Tipos de operandos

- ▶ Es importante respetar el tipo de los operandos que espera recibir un operador. Si los intentamos aplicar sobre operandos de tipos incorrectos, obtendremos resultados inesperados (o, directamente, un error).
- ▶ Por ejemplo, los operadores aritméticos esperan operandos de tipo *numérico*. Así, si intentamos dividir dos cadenas usando el operador `/`:

```
>>> "hola" / "pepe"
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: unsupported operand type(s) for /: 'str' and 'str'
>>>
```

- ▶ El concepto de **tipo de dato** es uno de los más importantes en Programación y lo estudiaremos en profundidad más adelante.

## 4.3. Funciones

4.3.1 Funciones con varios argumentos

4.3.2 Evaluación de expresiones con funciones

4.3.3 Composición de operaciones y funciones



## 4.3. Funciones

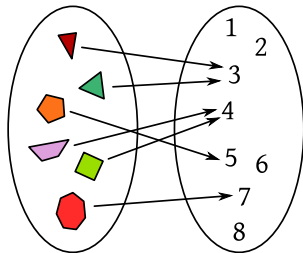
- ▶ Las funciones son otra forma de representar operaciones.
- ▶ Matemáticamente, una **función** es una regla que **asocia** a cada elemento de un conjunto (el conjunto *origen* o *dominio*) un único elemento de un segundo conjunto (el conjunto *imagen* o *codominio*).
- ▶ Se representa así:

$$f : A \rightarrow B$$

$$x \rightarrow f(x)$$

donde  $A$  es el conjunto *origen* y  $B$  el conjunto *imagen*.

- ▶ La expresión  $f : A \rightarrow B$  es la **declaración** o **signatura** de la función.



Función que asocia a cada polígono con su número de lados

- ▶ La **aplicación de la función**  $f$  sobre el elemento  $x$  se representa por  $f(x)$  y corresponde al valor que la función asocia al elemento  $x$  en el conjunto imagen.
- ▶ En la aplicación  $f(x)$ , al valor  $x$  se le llama **argumento** de la función.
- ▶ Por ejemplo:

La función **valor absoluto**, que asocia a cada número entero ese mismo número sin el signo (un número natural). Su signatura es:

$$abs : \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{N}$$

$$x \rightarrow abs(x)$$

Cuando aplicamos la función  $abs$  al valor  $-35$  obtenemos:

$$abs(-35) = 35$$

El valor 35 es el **resultado** de aplicar la función  $abs$  al argumento  $-35$ .

- ▶ Otra forma de expresarlo es decir que la función  $abs$  **recibe** un argumento de tipo entero y **devuelve** un resultado de tipo natural.

- ▶ La función *abs* se puede usar directamente en Python ya que una función **predefinida** en el lenguaje. Por ejemplo:

```
>>> abs(-35)
35
```

- ▶ Al igual que pasa con los operadores, es importante respetar la signatura de una función. Si la aplicamos a un argumento de un tipo incorrecto (por ejemplo, una cadena en lugar de un número), obtendremos un error:

```
>>> abs("hola")
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: bad operand type for abs(): 'str'
>>>
```

- ▶ Otro ejemplo:

$$\textit{longitud} : \mathbb{C} \rightarrow \mathbb{N}$$

$$x \rightarrow \textit{longitud}(x)$$

- ▶ La función *longitud* asocia a cada cadena su longitud (la *longitud* de una cadena es el número de caracteres que contiene).
- ▶ También puede decirse que devuelve la longitud de la cadena que recibe como argumento.
- ▶ Así:

$$\textit{longitud}(\textit{hola}) = 4$$

- ▶ En Python, la función *longitud* se llama `len`:

```
>>> len("hola")  
4
```

- ▶ En Programación, a la aplicación de una función también se le denomina **invocación** o **llamada** a la función.
- ▶ Por ejemplo, cuando hacemos `abs(-35)` podemos decir que:
  - Estamos *aplicando* la función `abs` al argumento `-35`.
  - Estamos *llamando* a la función `abs` (con el argumento `-35`).
  - Estamos *invocando* a la función `abs` (con el argumento `-35`).
- ▶ De hecho, en Programación es mucho más común decir «*se llama a la función*» que decir «*se aplica la función*».
- ▶ También se suele decir que «*se **ejecuta** la función*».

## Funciones con varios argumentos

- ▶ El concepto de función se puede generalizar para obtener **funciones con más de un argumento**.
- ▶ Por ejemplo, podemos definir una función *max* que asocie, a cada par de números enteros, el máximo de los dos:

$$\text{max} : \mathbb{Z} \times \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z}$$

$$(x, y) \rightarrow \text{max}(x, y)$$

También podemos decir que *max* es una función que recibe dos argumentos enteros y devuelve un entero.

- ▶ Si aplicamos la función *max* a los argumentos 13 y  $-25$ , el resultado sería 13:

$$\text{max}(13, -25) = 13$$

- ▶ Al igual que ocurre con los operadores, la **aridad de una función** es el número de argumentos que necesita la función.

- ▶ El símbolo  $\times$  representa el **producto cartesiano** de dos conjuntos, y devuelve todas las parejas que se pueden formar emparejando elementos del primer conjunto con elementos del segundo conjunto.
- ▶ Por ejemplo, si tenemos los conjuntos  $A = \{1, 2, 3\}$  y  $B = \{a, b\}$ , el producto cartesiano  $A \times B$  resultaría:

$$A \times B = \{(1, a), (1, b), (2, a), (2, b), (3, a), (3, b)\}$$

- ▶ Este concepto es fundamental en **bases de datos**.

- ▶ Otro ejemplo de función con varios argumentos:

$$\text{pow} : \mathbb{R} \times \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$$

$$(x, y) \rightarrow \text{pow}(x, y)$$

- ▶ La función *pow* recibe dos números (el primero es la *base* y el segundo es el *exponente*) y devuelve el resultado de elevar la base al exponente. Es decir,  $\text{pow}(x, y) = x^y$ .
- ▶ Por ejemplo, al aplicar la función *pow* sobre los valores 3 y 2, obtenemos:

$$\text{pow}(3, 2) = 9$$

- ▶ Es importante respetar el *orden* de los argumentos. El primero siempre es la base y el segundo siempre es el exponente. Si los pasamos al revés, tendríamos un resultado diferente:

$$\text{pow}(2, 3) = 8$$



- ▶ Curiosamente, la operación de elevar un número a la potencia del otro existe en Python de dos formas diferentes:

- Como operador (`**`):

```
>>> 2 ** 3  
8
```

- Como función (`pow`):

```
>>> pow(2, 3)  
8
```

- ▶ En ambos casos, la operación es exactamente la misma.

## Evaluación de expresiones con funciones

- ▶ En una expresión podemos colocar aplicaciones de función en cualquier lugar donde sea sintácticamente correcto situar un valor.
- ▶ La evaluación de una expresión que contiene aplicaciones de funciones se realiza sustituyendo (*reduciendo*) cada aplicación por su valor correspondiente, es decir, por el valor que dicha función asocia a sus argumentos.
- ▶ Por ejemplo, en la siguiente expresión se combinan varias funciones y operadores:

`abs(-12) + max(13, 28)`

Aquí se aplica la función *abs* al argumento  $-12$  y la función *max* a los argumentos 13 y 28, y finalmente se suman los dos valores obtenidos.

- ▶ ¿Cómo se calcula el valor de toda la expresión anterior?

- ▶ En la expresión `abs(-12) + max(13, 28)` tenemos que calcular la suma de dos valores, pero esos valores aún no los conocemos porque son el resultado de llamar a dos funciones.
- ▶ Por tanto, lo primero que tenemos que hacer es evaluar las dos sub-expresiones principales que contiene dicha expresión:
  - `abs(-12)`
  - `max(13, 28)`
- ▶ ¿Cuál se evalúa primero?

- ▶ En Matemáticas no importa el orden de evaluación de las sub-expresiones, ya que el resultado debe ser siempre el mismo, así que da igual evaluar primero uno u otro.
- ▶ Por tanto, la evaluación paso a paso de la expresión matemática anterior, podría ser de cualquiera de estas dos formas:

$$1. \left\{ \begin{array}{l} \underline{abs(-12)} + \underline{max(13, 28)} \\ = 12 + \underline{max(13, 28)} \\ = \underline{12 + 28} \\ = 40 \end{array} \right.$$

$$2. \left\{ \begin{array}{l} \underline{abs(-12)} + \underline{max(13, 28)} \\ = \underline{abs(-12)} + 28 \\ = \underline{12 + 28} \\ = 40 \end{array} \right.$$

En cada paso, la sub-expresión subrayada es la que se va a evaluar (reducir) en el paso siguiente.

- ▶ En programación funcional ocurre lo mismo que en Matemáticas, gracias a que se cumple la *transparencia referencial*.
- ▶ Sin embargo, Python no es un lenguaje funcional puro, y llegado el caso será importante tener en cuenta el orden de evaluación que aplica.
- ▶ En concreto, y mientras no se diga lo contrario, **Python siempre evalúa las expresiones de izquierda a derecha**.

**Importante:**

En **Python**, salvo excepciones, los operandos y los argumentos de las funciones se evalúan **de izquierda a derecha**.

- ▶ En Python, la expresión anterior se escribe exactamente igual, ya que Python conoce las funciones *abs* y *max* (son **funciones predefinidas** en el lenguaje):

```
>>> abs(-12) + max(13, 28)
40
```

- ▶ Sabiendo que Python evalúa de izquierda a derecha, la evaluación de la expresión anterior en Python, siguiendo nuestro modelo de sustitución, sería:

```
abs(-12) + max(13, 28)  # se evalúa primero abs(-12)
= 12 + max(13, 28)      # ahora se evalúa max(13, 28)
= 12 + 28               # se evalúa el operador +
= 40
```

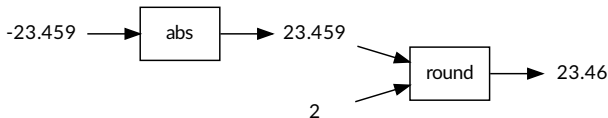
## Composición de operaciones y funciones

- ▶ Como acabamos de ver, el resultado de una operación puede ser un dato sobre el que aplicar otra operación dentro de la misma expresión:
  - En  $4 * (3 + 5)$ , el resultado de  $(3 + 5)$  se usa como operando para el operador  $*$ .
  - En  $\text{abs}(-12) + \text{max}(13, 28)$ , los resultados de llamar a las funciones `abs` y `max` son los operandos del operador  $+$ .
- ▶ A esto se le denomina **composición de operaciones**.
- ▶ El orden en el que se evalúan este tipo de expresiones (aquellas que contienen composición de operaciones) es algo que se estudiará más en profundidad en el siguiente tema.

- ▶ La manera más sencilla de realizar varias operaciones sobre los mismos datos es componer las operaciones, es decir, hacer que el resultado de una operación sea la entrada de otra operación.
- ▶ Se va creando así una **secuencia de operaciones** donde la salida de una es la entrada de la siguiente.
- ▶ Cuando el resultado de una función se usa como argumento de otra función le llamamos **composición de funciones**:

```
round(abs(-23.459), 2) # devuelve 23.46
```

- ▶ En programación funcional, la composición de funciones es una técnica que ayuda a **descomponer un problema en partes** que se van resolviendo por pasos como en una **cadena de montaje**.





## 4.4. Métodos

## 4.4. Métodos

- ▶ Los **métodos** son, para la **programación orientada a objetos**, el equivalente a las **funciones** para la **programación funcional**.
- ▶ Los métodos son como funciones, pero en este caso se dice que actúan *sobre* un valor, que es el **objeto** sobre el que recae la acción del método.
- ▶ La *aplicación* de un método se denomina **invocación** o **llamada** al método, y se escribe:

$$v.m()$$

que representa la **llamada** al método *m* **sobre el objeto** *v*.

- ▶ Esta llamada se puede leer de cualquiera de estas formas:
  - Se **llama** (o **invoca**) al método  $m$  sobre el objeto  $v$ .
  - Se **ejecuta** el método  $m$  sobre el objeto  $v$ .
  - Se **envía el mensaje**  $m$  al objeto  $v$ .
- ▶ Los métodos también pueden tener argumentos, como cualquier función:

$$v.m(a_1, a_2, \dots, a_n)$$

y en tal caso, los argumentos se pasarían al método correspondiente.

- ▶ En la práctica, no hay mucha diferencia entre tener un método y hacer:

$$v.m(a_1, a_2, \dots, a_n)$$

y tener una función y hacer:

$$m(v, a_1, a_2, \dots, a_n)$$

- ▶ Pero conceptualmente, hay una gran diferencia entre un estilo y otro:
  - El primero es más **orientado a objetos**: decimos que el *objeto*  $v$  «recibe» un mensaje solicitando la ejecución del método  $m$ .
  - En cambio, el segundo es más **funcional**: decimos que la *función*  $m$  se aplica a sus argumentos, de los cuales  $v$  es uno más).
- ▶ Python es un lenguaje *multiparadigma* que soporta ambos estilos y por tanto dispone tanto de funciones como de métodos. Hasta que no veamos la orientación a objetos, supondremos que un método es como otra forma de escribir una función.

► Por ejemplo:

Las cadenas tienen definidas el método `count()` que devuelve el número de veces que aparece una subcadena dentro de la cadena:

```
'hola caracola'.count('ol')
```

devuelve 2.

```
'hola caracola'.count('a')
```

devuelve 4.

► Si `count()` fuese una función en lugar de un método, recibiría dos parámetros: la cadena y la subcadena. En tal caso, se usaría así:

```
count('hola caracola', 'ol')
```

## 5. Otros conceptos sobre operaciones

- 5.1 Sobrecarga de operaciones
- 5.2 Equivalencia entre formas de operaciones
- 5.3 Igualdad de operaciones

## 5.1. Sobrecarga de operaciones

## 5.1. Sobrecarga de operaciones

- ▶ Un **mismo operador** (o nombre de función o método) puede representar **varias operaciones diferentes**, dependiendo del tipo de los operandos o argumentos sobre los que actúa.
- ▶ Un ejemplo sencillo en Python es el operador `+`:
  - Cuando actúa sobre números, representa la operación de suma:

```
>>> 2 + 3  
5
```

- Cuando actúa sobre cadenas, representa la *concatenación* de cadenas:

```
>>> "hola" + "pepe"  
'holapepe'
```

- ▶ Cuando esto ocurre, decimos que el operador (o la función, o el método) está **sobrecargado**.



## 5.2. Equivalencia entre formas de operaciones

## 5.2. Equivalencia entre formas de operaciones

- ▶ Una operación podría tener *forma* de **operador**, de **función** o de **método**.
- ▶ También podemos encontrarnos operaciones con más de una forma.
- ▶ Por ejemplo, ya vimos anteriormente la operación *potencia*, que consiste en elevar un número a la potencia de otro ( $x^y$ ). Esta operación se puede hacer:
  - Con el operador `**`:

```
>>> 2 ** 4  
16
```

- Con la función `pow`:

```
>>> pow(2, 4)  
16
```

- ▶ Otro ejemplo es la operación *contiene*, que consiste en comprobar si una cadena contiene a otra (una *subcadena*). Esa operación también tiene dos formas:

- El operador `in`:

```
>>> "o" in "hola"  
True
```

- El método `__contains__` ejecutado sobre la cadena (y pasando la subcadena como argumento):

```
>>> "hola".__contains__("o")  
True
```

Observar que, en este caso, el objeto que recibe el mensaje (es decir, el objeto al que se le pide que ejecute el método) es la cadena `"hola"`. Es como si le preguntáramos a la cadena `"hola"` si contiene la subcadena `"o"`.

- ▶ De hecho, en Python hay operaciones que tienen **las tres formas**. Por ejemplo, la suma de dos números enteros se puede expresar:

- Mediante el operador `+`:

```
4 + 3
```

- Mediante la función `int.__add__`:

```
int.__add__(4, 3)
```

- Mediante el método `__add__` ejecutado sobre uno de los enteros (y pasando el otro número como *argumento* del método):

```
(4).__add__(3)
```

- ▶ La forma **más general** y destacada de representar una operación es la **función**, ya que cualquier operador o método se puede expresar en forma de función (lo contrario no siempre es cierto).
- ▶ Es decir: los operadores y los métodos son formas sintácticas especiales para expresar operaciones que se podrían expresar igualmente mediante funciones.
- ▶ Por eso, cuando hablemos de operaciones, y mientras no se diga lo contrario, supondremos que están representadas como funciones.
- ▶ Eso implica que los conceptos de *dominio*, *rango*, *aridad*, *argumento*, *resultado*, *composición* y *asociación* (o *correspondencia*), que estudiamos cuando hablamos de las funciones, también existen en los operadores y los métodos.
- ▶ Es decir: todos esos son conceptos propios de cualquier operación, da igual la forma que tenga esta.

- ▶ Muchos lenguajes de programación no permiten definir nuevos operadores, pero sí permiten definir nuevas funciones (o métodos, dependiendo del paradigma utilizado).
- ▶ En algunos lenguajes, los operadores son casos particulares de funciones (o métodos) y se pueden definir como tales. Por tanto, en estos lenguajes se pueden crear nuevos operadores definiendo nuevas funciones (o métodos).

## 5.3. Igualdad de operaciones

## 5.3. Igualdad de operaciones

- ▶ Dos operaciones son **iguales** si devuelven resultados iguales para argumentos iguales.
- ▶ Este principio recibe el nombre de **principio de extensionalidad**.

### Principio de extensionalidad:

$f = g$  si y sólo si  $f(x) = g(x)$  para todo  $x$ .

- ▶ Por ejemplo: una función que calcule el doble de su argumento multiplicándolo por 2, sería exactamente igual a otra función que calcule el doble de su argumento sumándolo consigo mismo.

En ambos casos, las dos funciones devolverán siempre los mismos resultados ante los mismos argumentos.

- ▶ Cuando dos operaciones son iguales, podemos usar una u otra indistintamente.



## 6. Operaciones predefinidas

6.1 Operadores predefinidos

6.2 Funciones predefinidas

6.3 Métodos predefinidos

## 6.1. Operadores predefinidos

6.1.1 Operadores aritméticos

6.1.2 Operadores de cadenas

## Operadores aritméticos

Operador	Descripción	Ejemplo	Resultado	Comentarios
+	Suma	3 + 4	7	
-	Resta	3 - 4	-1	
*	Producto	3 * 4	12	
/	División	3 / 4	0.75	Devuelve un <code>float</code>
%	Módulo	4 % 3	1	Resto de la división
		8 % 3	2	
**	Exponente	3 ** 4	81	Devuelve 3 <sup>4</sup>
//	División entera	4 // 3	1	??
	hacia abajo	-4 // 3	-2	

## Operadores de cadenas

Operador	Descripción	Ejemplo	Resultado
<code>+</code>	Concatenación	<code>'ab' + 'cd' 'ab'</code> <code>'cd'</code>	<code>'abcd'</code>
<code>*</code>	Repetición	<code>'ab' * 3 3 * 'ab'</code>	<code>'ababab'</code> <code>'ababab'</code>
<code>[0]</code>	Primer carácter	<code>'hola'[0]</code>	<code>'h'</code>
<code>[1:]</code>	Resto de cadena	<code>'hola'[1:]</code>	<code>'ola'</code>

## 6.2. Funciones predefinidas

### 6.2.1 Funciones matemáticas

## 6.2. Funciones predefinidas

Función	Descripción	Ejemplo	Resultado
<code>abs(<i>n</i>)</code>	Valor absoluto	<code>abs(-23)</code>	23
<code>len(<i>cad</i>)</code>	Longitud de la cadena	<code>len('hola')</code>	4
<code>max(<i>n</i><sub>1</sub>(, <i>n</i><sub>2</sub>)*)</code>	Valor máximo	<code>max(2, 5, 3)</code>	5
<code>min(<i>n</i><sub>1</sub>(, <i>n</i><sub>2</sub>)*)</code>	Valor mínimo	<code>min(2, 5, 3)</code>	2
<code>round(<i>n</i>[, <i>p</i>])</code>	Redondeo	<code>round(23.493)</code> <code>round(23.493, 1)</code>	23 23.5
<code>type(<i>v</i>)</code>	Tipo del valor	<code>type(23.5)</code>	<class 'float'>

# Funciones matemáticas

- ▶ Python incluye una gran cantidad de funciones matemáticas agrupadas dentro del módulo `math`.
- ▶ Los **módulos** en Python son conjuntos de funciones (y más cosas) que se pueden **importar** dentro de nuestra sesión o programa.
- ▶ Son la base de la **programación modular**, que ya estudiaremos.

- ▶ Para *importar* una función de un módulo se puede usar la orden `from`. Por ejemplo, para importar la función `gcd` (que calcula el máximo común divisor de dos números) del módulo `math` se haría:

```
>>> from math import gcd # importamos la función gcd que está en el módulo math
>>> gcd(16, 6)           # la función se usa como cualquier otra
2
```

- ▶ Una vez importada, la función ya se puede usar como cualquier otra.



- También se puede importar directamente el módulo en sí:

```
>>> import math          # importamos el módulo math
>>> math.gcd(16, 6)      # la función gcd sigue estando dentro del módulo
2
```

- Al importar el módulo, lo que se importan no son sus funciones, sino el nombre y la definición del propio módulo, el cual contiene dentro la definición de sus funciones.
- Por eso, para poder llamar a una función del módulo usando esta técnica, debemos indicar el nombre del módulo, seguido de un punto (.) y el nombre de la función:

```
math.gcd(16, 6)
```

```
├── función
└── módulo
```

- La lista completa de funciones que incluye el módulo `math` se puede consultar en su documentación:

<https://docs.python.org/3/library/math.html>

## 6.3. Métodos predefinidos

## 6.3. Métodos predefinidos

- ▶ Igualmente, en la documentación podemos encontrar una lista de métodos interesantes que operan con datos de tipo cadena:

<https://docs.python.org/3/library/stdtypes.html#string-methods>

## 7. Ejercicios

## 7.1. Ejercicios

## 7.1. Ejercicios

1. Representar, según el modelo de sustitución, la evaluación las siguientes expresiones, aplicando paso a paso la reducción que corresponda. Indicar también el tipo del valor resultante:

a.  $3 + 6 * 14$

b.  $8 + 7 * 3.0 + 4 * 6$

c.  $-4 * 7 + 2 ** 3 / 4 - 5$

d.  $4 / 2 * 3 / 6 + 6 / 2 / 1 / 5 ** 2 / 4 * 2$

2. Convertir en expresiones aritméticas algorítmicas las siguientes expresiones algebraicas:

a.  $5 \cdot (x + y)$

b.  $a^2 + b^2$

c.  $\frac{x+y}{u+\frac{w}{a}}$

d.  $\frac{x}{y} \cdot (z + w)$

3. Determinar, según las reglas de prioridad y asociatividad del lenguaje Python, qué paréntesis sobran en las siguientes expresiones. Reescribirlas sin los paréntesis sobrantes. Calcular su valor y deducir su tipo:
- a. `(8 + (7 * 3) + 4 * 6)`
  - b. `-(2 ** 3)`
  - c. `(33 + (3 * 4)) / 5`
  - d. `2 ** (2 * 3)`
  - e. `(3.0) + (2 * (18 - 4 ** 2))`
  - f. `(16 * 6) - (3) * 2`
4. Usar la función `math.sqrt` para escribir dos expresiones en Python que calculen las dos soluciones a la ecuación de segundo grado  $ax^2 + bx + c = 0$ .

Recordar que las soluciones son:

$$x_1 = -b + \frac{\sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}, \quad x_2 = -b - \frac{\sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$



5. Evaluar las siguientes expresiones:

- a.  $9 - 5 - 3$
- b.  $2 // 3 + 3 / 5$
- c.  $9 // 2 / 5$
- d.  $7 \% 5 \% 3$
- e.  $7 \% (5 \% 3)$
- f.  $(7 \% 5) \% 3$
- g.  $(7 \% 5 \% 3)$
- h.  $((12 + 3) // 2) / (8 - (5 + 1))$
- i.  $12 / 2 * 3$
- j. `math.sqrt(math.cos(4))`
- k. `math.cos(math.sqrt(4))`
- l. `math.trunc(815.66) + round(815.66)`

6. Escribir las siguientes expresiones algorítmicas como expresiones algebraicas:

a.  $b ** 2 - 4 * a * c$

b.  $3 * x ** 4 - 5 * x ** 3 + x * 12 - 17$

c.  $(b + d) / (c + 4)$

d.  $(x ** 2 + y ** 2) ** (1 / 2)$

## 8. Bibliografía

## 8. Bibliografía

- Abelson, Harold, Gerald Jay Sussman, and Julie Sussman. 1996. *Structure and Interpretation of Computer Programs*. 2nd ed. Cambridge, Mass. : New York: MIT Press ; McGraw-Hill.
- Blanco, Javier, Silvina Smith, and Damián Barsotti. 2009. *Cálculo de Programas*. Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba.
- Van-Roy, Peter, and Seif Haridi. 2004. *Concepts, Techniques, and Models of Computer Programming*. Cambridge, Mass: MIT Press.