

Tipos de datos estructurados

Ricardo Pérez López

IES Doñana, curso 2019/2020



1. Conceptos básicos
2. Secuencias
3. Estructuras no secuenciales

1. Conceptos básicos

1.1 Introducción

1.2 *Hashables*

1.3 Iterables

1.4 Iteradores

1.1. Introducción

1.1. Introducción

- ▶ Un **dato estructurado** o **dato compuesto** es un dato formado, a su vez, por otros datos llamados **componentes** o **elementos**.
- ▶ Un **tipo de dato estructurado**, también llamado **tipo compuesto**, es aquel cuyos valores son datos estructurados.
- ▶ Frecuentemente se puede acceder de manera individual a los elementos que componen un dato estructurado y a veces, también, se pueden modificar de manera individual.
- ▶ El término **estructura de datos** se suele usar como sinónimo de **tipo de dato estructurado**, aunque nosotros haremos una distinción:
 - Usaremos **tipo de dato estructurado** cuando usemos un dato sin conocer sus detalles internos de implementación.
 - Usaremos **estructura de datos** cuando nos interesen esos detalles internos.

1.2. Hashables

1.2. Hashables

- ▶ Un valor es *hashable* si cumple las siguientes dos condiciones:
 - Tiene asociado un valor *hash* que nunca cambia durante su vida.
Si un valor es *hashable*, se podrá obtener su *hash* llamando a la función `hash()` sobre el valor. En caso contrario, la llamada generará un error `TypeError`.
 - Puede compararse con otros valores para ver si es igual a alguno de ellos usando el operador `==`.
- ▶ Si dos valores *hashables* son iguales, entonces deben tener el mismo valor de *hash*.

- ▶ La mayoría de los valores inmutables predefinidos en Python son *hashables*.
- ▶ Los contenedores mutables (como las listas o los diccionarios) **no** son *hashables*.
- ▶ Los contenedores inmutables (como las tuplas o los `frozensets`) sólo son *hashables* si sus elementos también lo son.
- ▶ El concepto de *hashable* es importante en Python ya que existen tipos de datos estructurados que sólo admiten valores *hashables*.
- ▶ Por ejemplo, los elementos de un conjunto y las claves de un diccionario deben ser *hashables*.

1.3. Iterables

1.3. Iterables

- ▶ Un **iterable** es un dato compuesto que se puede recorrer o visitar elemento a elemento, es decir, que se puede *iterar* por sus elementos uno a uno.
- ▶ Como iterables tenemos:
 - Todas las secuencias: listas, cadenas, tuplas y rangos
 - Estructuras no secuenciales: diccionarios y conjuntos
- ▶ No representa un tipo concreto, sino más bien una *familia* de tipos que comparten la misma propiedad.
- ▶ Muchas funciones, como `map()` y `filter()`, actúan sobre iterables en general, en lugar de hacerlo sobre un tipo concreto.
- ▶ La forma básica de recorrer un dato iterable es usando un **iterador**.

1.4. Iteradores

1.4.1 Expresiones generadoras

1.4.2 El bucle `for`

1.4.3 El módulo `itertools`

1.4. Iteradores

- ▶ Un **iterador** representa un flujo de datos *perezoso* (no se entregan todos de una vez, sino de uno en uno).
- ▶ Cuando se llama repetidamente a la función `next()` aplicada a un iterador, se van obteniendo los sucesivos elementos del flujo.
- ▶ Cuando ya no hay más elementos disponibles, se levanta una excepción de tipo `StopIteration`.

Eso indica que el iterador se ha agotado, por lo que si se sigue llamando a la función `next()` se seguirá levantando esa excepción.

- ▶ Se puede obtener un iterador a partir de cualquier dato iterable aplicando la función `iter()` al iterable.
- ▶ Si se le pasa un dato no iterable, levanta una excepción `TypeError`.

► Ejemplo:

```
>>> lista = [1, 2, 3, 4]
>>> it = iter(lista)
>>> next(it)
1
>>> next(it)
2
>>> next(it)
3
>>> next(it)
4
>>> next(it)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
StopIteration
```

- ▶ También se suele decir que **los iteradores son iterables perezosos de un solo uso**:
 - Son **perezosos** porque calculan sus elementos a medida que los vas recorriendo.
 - Son **de un solo uso** porque, una vez que se ha consumido un elemento, ya no vuelve a aparecer.
- ▶ Se dice que un iterador está **agotado** si se ha consumido completamente, es decir, si se han consumido todos sus elementos.

- Funciones como `map()` y `filter()` devuelven iteradores porque, al ser perezosos, son más eficiente en memoria que devolver toda una lista o tupla.

Por ejemplo: ¿qué ocurre si sólo necesitamos los primeros elementos del resultado de un `map()`?

- Los iteradores se pueden convertir en listas o tuplas usando las funciones `list()` y `tuple()`:

```
>>> l = [1, 2, 3]
>>> iterador = iter(l)
>>> t = tuple(iterador)
>>> t
(1, 2, 3)
```

- ▶ Los iteradores también son iterables que actúan como sus propios iteradores.
- ▶ Por tanto, cuando llamamos a `iter()` pasándole un iterador, se devuelve el mismo iterador:

```
>>> lista = [1, 2, 3, 4]
>>> it = iter(lista)
>>> it
<list_iterator object at 0x7f3c49aa9080>
>>> it2 = iter(it)
>>> it2
<list_iterator object at 0x7f3c49aa9080>
```

- ▶ Por tanto, también podemos usar un iterador en cualquier sitio donde se espere un iterable.

Expresiones generadoras

- Una **expresión generadora** es una expresión que **devuelve un iterador** y que tiene la misma sintaxis que las **listas por comprensión**, salvo que va encerrada entre paréntesis en lugar de entre corchetes:

```
<expr_gen> ::= (<expresión> (for <identificador> in <secuencia> [if <condición>]))
```

- Ejemplo:

```
>>> cuadrados = (x ** 2 for x in range(1, 10))
>>> cuadrados
<generator object <genexpr> at 0x7f6a0fc7db48>
>>> next(cuadrados)
1
>>> next(cuadrados)
4
>>> next(cuadrados)
9
```

El bucle for

- Probablemente, la mejor forma de recorrer los elementos que devuelve un iterador es mediante un bucle **for**.
- Su sintaxis es:

```
for <variable>(, <variable>)* in <iterable>:  
    <sentencia>
```

que equivale a:

```
iterador = iter(<iterable>)  
fin = False  
while not fin:  
    try:  
        <variable>(, <variable>)* = next(iterador)  
    except StopIteration:  
        fin = True  
    else:  
        <sentencia>
```

► Ejemplos:

```
for i in range(0, 4):  
    print(i)
```

devuelve:

```
0  
1  
2  
3
```

```
for x in ['hola', 23.5, 10, [1, 2]]:  
    print(x * 2)
```

devuelve:

```
'holahola'  
47.0  
20  
[1, 2, 1, 2]
```

El módulo `itertools`

- ▶ El módulo `itertools` contiene una variedad de iteradores de uso frecuente así como funciones que combinan varios iteradores.
- ▶ Veremos algunos ejemplos.

- ▶ `itertools.count([<inicio>[, <paso>]])` devuelve un flujo infinito de valores separados uniformemente. Se puede indicar opcionalmente un valor de comienzo (que por defecto es 0) y el intervalo entre números (que por defecto es 1):
 - `itertools.count()` \Rightarrow 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, ...
 - `itertools.count(10)` \Rightarrow 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, ...
 - `itertools.count(10, 5)` \Rightarrow 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, ...
- ▶ `itertools.cycle(<iterador>)` devuelve un nuevo iterador que va generando sus elementos del primero al último, repitiéndolos indefinidamente:
 - `itertools.cycle([1, 2, 3, 4])` \Rightarrow 1, 2, 3, 4, 1, 2, 3, 4, ...
- ▶ `itertools.repeat(<elem>[, <n>])` devuelve <n> veces el elemento <elem>, o lo devuelve indefinidamente si no se indica <n>:
 - `itertools.repeat('abc')` \Rightarrow abc, abc, abc, abc, abc, abc, abc, ...
 - `itertools.repeat('abc', 5)` \Rightarrow abc, abc, abc, abc, abc

2. Secuencias

2.1 Concepto de secuencia

2.2 Operaciones comunes

2.3 Inmutables

2.4 Mutables

2.1. Concepto de secuencia

2.1. Concepto de secuencia

- ▶ Una secuencia es una estructura de datos que:
 - permite el acceso eficiente a sus elementos mediante indexación `[i]` (siendo *i* un entero), y
 - se le puede calcular su longitud mediante la función `len`.
- ▶ Las secuencias se dividen en:
 - **Inmutables:** cadenas (`str`), tuplas (`tuple`) y rangos (`range`).
 - **Mutable:** listas (`list`)

2.2. Operaciones comunes

2.2. Operaciones comunes

- ▶ Todas las secuencias (ya sean cadenas, listas, tuplas o rangos) comparten un conjunto de operaciones comunes.
- ▶ Además de estas operaciones, las secuencias del mismo tipo admiten comparaciones. Las tuplas y las listas se comparan lexicográficamente elemento a elemento.
 - Eso significa que dos secuencias son iguales si cada elemento es igual y las dos secuencias son del mismo tipo y tienen la misma longitud.
- ▶ La siguiente tabla enumera las operaciones sobre secuencias, ordenadas por prioridad ascendente. `s` y `t` son secuencias del mismo tipo, `n`, `i`, `j` y `k` son enteros y `x` es un dato cualquiera que cumple con las restricciones que impone `s`.

Operación	Resultado
<code>x in s</code>	<code>True</code> si algún elemento de <code>s</code> es igual a <code>x</code>
<code>x not in s</code>	<code>False</code> si algún elemento de <code>s</code> es igual a <code>x</code>
<code>s + t</code>	La concatenación de <code>s</code> y <code>t</code>
<code>s * n</code>	Equivale a añadir <code>s</code> a sí mismo <code>n</code> veces
<code>n * s</code>	
<code>s[i]</code>	El <i>i</i> -ésimo elemento de <code>s</code> , empezando por 0
<code>s[i:j]</code>	Rodaja de <code>s</code> desde <i>i</i> hasta <i>j</i>
<code>s[i:j:k]</code>	Rodaja de <code>s</code> desde <i>i</i> hasta <i>j</i> con paso <i>k</i>
<code>len(s)</code>	Longitud de <code>s</code>
<code>min(s)</code>	El elemento más pequeño de <code>s</code>
<code>max(s)</code>	El elemento más grande de <code>s</code>
<code>s.index(x[, i[, j]])</code>	El índice de la primera aparición de <code>x</code> en <code>s</code> (desde el índice <i>i</i> inclusive y antes del <i>j</i>)
<code>s.count(x)</code>	Número total de apariciones de <code>x</code> en <code>s</code>

2.3. Inmutables

2.3.1 Cadenas (`str`)

2.3.2 Tuplas

2.3.3 Rangos

Cadenas (str)

- ▶ Las **cadenas** son secuencias inmutables y *hashables* de caracteres.
- ▶ No olvidemos que en Python no existe el tipo *carácter*. En Python, un carácter es una cadena de longitud 1.
- ▶ Las cadenas implementan todas las operaciones de las secuencias, además de los métodos que se pueden consultar en <https://docs.python.org/3/library/stdtypes.html#string-methods>

Formateado de cadenas

- ▶ Una **cadena formateada** (también llamada ***f-string***) es una cadena literal que lleva un prefijo **f** o **F**.
- ▶ Estas cadenas contienen **campos de sustitución**, que son expresiones encerradas entre llaves.
- ▶ En realidad, las cadenas formateadas son expresiones evaluadas en tiempo de ejecución.

► Sintaxis:

```
<f_string> ::= (<carácter_literal> | {{ | }} | <sustitución>)*  
<sustitución> ::= { <expresión> [! <conversión>] [: <especif>]}  
<conversión> ::= s | r | a  
<especif> ::= (<carácter_literal> | NULL | <sustitución>)*  
<carácter_literal> ::= <cualquier code point excepto {, } o NULL>
```

- Las partes de la cadena que van fuera de las llaves se tratan literalmente, excepto las dobles llaves {{ y }}, que son sustituidas por una sola llave.
- Una { marca el comienzo de un **campo de sustitución** (<sustitución>), que empieza con una expresión.
- Tras la expresión puede venir un **conversión** (<conversión>), introducida por una exclamación !.
- También puede añadirse un **especificador de formato** (<especif>) después de dos puntos :.
- El campo de sustitución termina con una }.

- ▶ Las expresiones en un literal de cadena formateada son tratadas como cualquier otra expresión Python encerrada entre paréntesis, con algunas excepciones:
 - No se permiten expresiones vacías.
 - Las expresiones lambda deben ir entre paréntesis.
- ▶ Los campos de sustitución pueden contener saltos de línea pero no comentarios.
- ▶ Si se indica una conversión, el resultado de evaluar la expresión se convierte antes de aplicar el formateado.

La conversión `!s` llama a `str()` sobre el resultado, `!r` llama a `repr()` y `!a` llama a `ascii()`.

- ▶ A continuación, el resultado es formateado usando `format()`.
- ▶ Finalmente, el resultado del formateado es incluido en el valor final de la cadena completa.

- La sintaxis general de un especificador de formato es:

```

<especif> ::= [[<relleno>]<alig>][<signo>][#][0][<ancho>][<grupos>][.<precision>][<tipo>]
<relleno> ::= <cualquier carácter>
<alig> ::= < > | = | ^
<signo> ::= + | - | <espacio>
<ancho> ::= <dígito>+
<grupos> ::= _ | ,
<precision> ::= <dígito>+
<tipo> ::= b | c | d | e | E | f | F | g | G | n | o | s | x | X | %

```

- Los especificadores de formato de nivel superior pueden incluir campos de sustitución anidados.
- Estos campos anidados pueden incluir, a su vez, sus propios campos de conversión y sus propios especificadores de formato, pero no pueden incluir más campos de sustitución anidados.
- Para más información, consultar <https://docs.python.org/3.7/library/string.html#format-specification-mini-language>

► Algunos ejemplos de cadenas formateadas:

```
>>> nombre = "Fred"
>>> f"Dice que su nombre es {nombre!r}."
"Dice que su nombre es 'Fred'."
>>> f"Dice que su nombre es {repr(nombre)}." # repr() es equivalente a !r
"Dice que su nombre es 'Fred'."
>>> ancho = 10
>>> precision = 4
>>> value = decimal.Decimal("12.34567")
>>> f"result: {value:{ancho}.{precision}}" # campos anidados
'result:      12.35'
>>> import datetime
>>> hoy = datetime.datetime(year=2017, month=1, day=27)
>>> f"{hoy:%B %d, %Y}" # usando especificador de formato de fecha
'January 27, 2017'
>>> numero = 1024
>>> f"{numero:#0x}" # usando especificador de formato de enteros
'0x400'
```

Expresiones regulares

- ▶ Las **expresiones regulares** (también llamados *regex*) son, esencialmente, un pequeño lenguaje de programación muy especializado incrustado dentro de Python y disponible a través del módulo `re`.
- ▶ Usando este pequeño lenguaje es posible especificar reglas para comprobar si una cadena se ajusta a un patrón.
- ▶ Este patrón puede ser frases en español, o direcciones de correo electrónico o cualquier otra cosa.
- ▶ A continuación, se pueden hacer preguntas del tipo: «¿Esta cadena se ajusta al patrón?» o «¿Hay algo que se ajuste al patrón en alguna parte de esta cadena?».
- ▶ También se pueden usar las *regexes* para modificar una cadena o dividirla en partes.

- ▶ El lenguaje de las expresiones regulares es relativamente pequeño y restringido, por lo que no es posible usarlo para realizar cualquier tipo de procesamiento de cadenas.
- ▶ Además, hay procesamientos que se pueden realizar con *regexes* pero las expresiones que resultan se vuelven muy complicadas.
- ▶ En estos casos, es mejor escribir directamente código Python.
- ▶ Aunque el código resultante pueda resultar más lento, probablemente resulte más fácil de leer.

- ▶ Para más información sobre cómo crear y usar expresiones regulares, consultar:
 - Tutorial de introducción en <https://docs.python.org/3/howto/regex.html>
 - Documentación del módulo `re` en <https://docs.python.org/3/library/re.html>

Tuplas

- ▶ Las tuplas son secuencias inmutables, usadas frecuentemente para almacenar colecciones de datos heterogéneos (de tipos distintos).
- ▶ También se usan en aquellos casos en los que se necesita una secuencia inmutable de datos homogéneos (por ejemplo, para almacenar datos en un conjunto o un diccionario).
- ▶ Las tuplas se pueden crear:
 - Con paréntesis vacíos, para representar la tupla vacía: `()`
 - Usando una coma detrás de un único elemento:
`a,`
`(a,)`
 - Separando los elementos con comas:
`a, b, c`
`(a, b, c)`
 - Usando la función `tuple()`

- ▶ Observar que lo que construye la tupla es realmente la coma, no los paréntesis.
- ▶ Los paréntesis son opcionales, excepto en dos casos:
 - La tupla vacía: `()`
 - Cuando son necesarios para evitar ambigüedad.

Por ejemplo, `f(a, b, c)` es una llamada a una función con tres argumentos, mientras que `f((a, b, c))` es una llamada a una función con un único argumento que es una tupla de tres elementos.
- ▶ Las tuplas implementan todas las operaciones comunes de las secuencias.
- ▶ En general, las tuplas se pueden considerar como la versión inmutable de las listas.
- ▶ Además, las tuplas son *hashables* si sus elementos también lo son.

Rangos

- ▶ Los **rangos** representan secuencias inmutables y *hashables* de números enteros y se usan frecuentemente para hacer bucles que se repitan un determinado número de veces.
- ▶ Los rangos se crean con la función `range()`:

```
<rango> ::= range([<inicio> ,] <fin>[, <paso>])
```

- ▶ `<inicio>`, `<fin>` y `<paso>` deben ser números enteros.
- ▶ Cuando se omite `<inicio>`, se entiende que es `0`.
- ▶ El valor de `<fin>` no se alcanza nunca.
- ▶ Cuando `<inicio>` y `<fin>` son iguales, representa el **rango vacío**.
- ▶ Cuando `<inicio>` es mayor que `<fin>`, el `<paso>` debería ser negativo. En caso contrario, también representaría el rango vacío.

- ▶ El **contenido** de un rango r vendrá determinado por la fórmula $r[i] = inicio + paso \cdot i$, donde $i \geq 0$. Además:
 - Si el paso es positivo, se impone también la restricción $r[i] < fin$.
 - Si el paso es negativo, se impone también la restricción $r[i] > fin$.
- ▶ Un rango es **vacío** cuando $r[0]$ no satisface las restricciones anteriores.
- ▶ Los rangos admiten **índices negativos**, pero se interpretan como si se indexara desde el final de la secuencia usando índices positivos.
- ▶ Los rangos implementan todas las **operaciones de las secuencias, excepto la concatenación y la repetición**.

Esto es debido a que los rangos sólo pueden representar secuencias que siguen un patrón muy estricto, y las repeticiones y las concatenaciones a menudo violan ese patrón.

- ▶ **Los rangos son perezosos** y además ocupan mucha menos memoria que las listas o las tuplas (sólo hay que almacenar *inicio*, *fin* y *paso*).

► Ejemplos:

```
>>> list(range(10))
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
>>> list(range(1, 11))
[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]
>>> list(range(0, 30, 5))
[0, 5, 10, 15, 20, 25]
>>> list(range(0, 10, 3))
[0, 3, 6, 9]
>>> list(range(0, -10, -1))
[0, -1, -2, -3, -4, -5, -6, -7, -8, -9]
>>> list(range(0))
[]
>>> list(range(1, 0))
[]
```

- ▶ Dos rangos son considerados iguales si representan la misma secuencia de valores, sin importar si tienen distintos valores de *<inicio>*, *<fn>* o *<paso>*.
- ▶ Por ejemplo:

```
>>> range(0) == range(2, 1, 3)
True
>>> range(0, 3, 2) == range(0, 4, 2)
True
```

2.4. Mutables

2.4.1 Listas

Listas

- ▶ Las **listas** son secuencias *mutables*, usadas frecuentemente para almacenar colecciones de elementos heterogéneos.
- ▶ Al ser mutables, las listas **no** son *hashables*.
- ▶ Se pueden construir de varias maneras:
 - Usando corchetes vacíos para representar la lista vacía: `[]`
 - Usando corchetes y separando los elementos con comas:
`[a]`
`[a, b, c]`
 - Usando una lista por comprensión: `[x for x in <iterable>]`
 - Usando la función `list`: `list()` o `list(<iterable>)`

- ▶ La función `list` construye una lista cuyos elementos son los mismos (y están en el mismo orden) que los elementos de `<iterable>`.
- ▶ `<iterable>` puede ser:
 - una secuencia,
 - un contenedor sobre el que se pueda iterar, o
 - un iterador.
- ▶ Si se llama sin argumentos, devuelve una lista vacía.
- ▶ Por ejemplo:

```
>>> list('abc')  
['a', 'b', 'c']  
>>> list( (1, 2, 3) )  
[1, 2, 3]
```

- En la siguiente tabla, `s` es una instancia de un tipo de secuencia mutable (en nuestro caso, una lista), `t` es cualquier dato iterable y `x` es un dato cualquiera que cumple con las restricciones que impone `s`:

Operación	Resultado
<code>s[i] = x</code>	El elemento <code>i</code> de <code>s</code> se sustituye por <code>x</code>
<code>s[i:j] = t</code>	La rodaja de <code>s</code> desde <code>i</code> hasta <code>j</code> se sustituye por el contenido del iterable <code>t</code>
<code>del s[i:j]</code>	Igual que <code>s[i:j] = []</code>
<code>s[i:j:k] = t</code>	Los elementos de <code>s[i:j:k]</code> se sustituyen por los de <code>t</code>
<code>del s[i:j:k]</code>	Elimina de la secuencia los elementos de <code>s[i:j:k]</code>

Operación	Resultado
<code>s.append(x)</code>	Añade <code>x</code> al final de la secuencia; es igual que <code>s[len(s):len(s)] = [x]</code>
<code>s.clear()</code>	Elimina todos los elementos de <code>s</code> ; es igual que <code>del s[:]</code>
<code>s.copy()</code>	Crea una copia <i>superficial</i> de <code>s</code> ; es igual que <code>s[:]</code>
<code>s.extend(t)</code>	Extiende <code>s</code> con el contenido de <code>t</code> ; es como hacer <code>s[len(s):len(s)] = t</code>
<code>s += t</code>	
<code>s *= n</code>	Modifica <code>s</code> repitiendo su contenido <code>n</code> veces
<code>max(s)</code>	El elemento más grande de <code>s</code>
<code>s.insert(i, x)</code>	Inserta <code>x</code> en <code>s</code> en el índice <code>i</code> ; es igual que <code>s[i:i] = [x]</code>
<code>s.pop([i])</code>	Extrae el elemento <code>i</code> de <code>s</code> y lo devuelve (por defecto, <code>i</code> vale <code>-1</code>)
<code>s.remove(x)</code>	Quita el primer elemento de <code>s</code> que sea igual a <code>x</code>
<code>s.reverse()</code>	Invierte los elementos de <code>s</code>

- Las listas, además, admiten el método `sort()`:

```
>>> x = [3, 6, 2, 9, 1, 4]
>>> x.sort()
>>> x
[1, 2, 3, 4, 6, 9]
>>> x.sort(reverse=True)
>>> x
[9, 6, 4, 3, 2, 1]
```

3. Estructuras no secuenciales

3.1 Conjuntos (`set` y `frozenset`)

3.2 Diccionarios (`dict`)

3.1. Conjuntos (set y frozenset)

3.1.1 Operaciones

3.1.2 Operaciones sobre conjuntos mutables

3.1. Conjuntos (set y frozenset)

- ▶ Un conjunto es una colección no ordenada de elementos *hashables*. Se usan frecuentemente para comprobar si un elemento pertenece a un grupo, para eliminar duplicados en una secuencia y para realizar operaciones matemáticas como la unión, la intersección y la diferencia simétrica.
- ▶ Como cualquier otra colección, los conjuntos permiten el uso de:
 - `x in c`
 - `len(c)`
 - `for x in c`
- ▶ Como son colecciones no ordenadas, los conjuntos no almacenan la posición de los elementos o el orden en el que se insertaron.
- ▶ Además, tampoco admite la indexación, las rodajas ni cualquier otro comportamiento propio de las secuencias.

- ▶ Existen dos tipos predefinidos de conjuntos: `set` y `frozenset`.
- ▶ El tipo `set` es mutable, es decir, que su contenido puede cambiar usando métodos como `add()` y `remove()`.
 - Como es mutable, no es *hashable* y, por tanto, no puede usarse como clave de un diccionario o como elemento de otro conjunto.
- ▶ El tipo `frozenset` es inmutable y *hashable*. Por tanto, su contenido no se puede cambiar una vez creado y puede usarse como clave de un diccionario o como elemento de otro conjunto.
- ▶ Los conjuntos se crean con las funciones `set()` y `frozenset()`.
- ▶ Además, los conjuntos `set` no vacíos se pueden crear encerrando entre llaves una lista de elementos separados por comas: `{'pepe', 'juan'}`.

Operaciones

- `s` y `o` son conjuntos, y `x` es un valor cualquiera:

Operación	Resultado
<code>len(s)</code>	Número de elementos de <code>s</code> (su cardinalidad)
<code>x in s</code>	<code>True</code> si <code>x</code> pertenece a <code>s</code>
<code>x not in s</code>	<code>True</code> si <code>x</code> no pertenece a <code>s</code>
<code>s.isdisjoint(o)</code>	<code>True</code> si <code>s</code> no tiene ningún elemento en común con <code>o</code>
<code>s.issubset(o)</code>	<code>True</code> si <code>s</code> es un subconjunto de <code>o</code>
<code>s <= o</code>	
<code>s < o</code>	<code>True</code> si <code>s</code> es un subconjunto propio de <code>o</code>
<code>s.issuperset(o)</code>	<code>True</code> si <code>s</code> es un superconjunto de <code>o</code>
<code>s >= o</code>	
<code>s > o</code>	<code>True</code> si <code>s</code> es un superconjunto propio de <code>o</code>

Operación	Resultado
<code>s.union(o)</code> <code>s o</code>	Unión de s y o ($s \cup o$)
<code>s.intersection(o)</code> <code>s & o</code>	Intersección de s y o ($s \cap o$)
<code>s.difference(o)</code> <code>s - o</code>	Diferencia entre s y o ($s \setminus o$)
<code>s.symmetric_difference(o)</code> <code>s ^ o</code>	Diferencia simétrica entre s y o ($s \Delta o$)
<code>s.copy()</code>	Devuelve una copia superficial de s

- ▶ Tanto `set` como `frozenset` admiten comparaciones entre conjuntos.
- ▶ Dos conjuntos son iguales si y sólo si cada elemento de un conjunto pertenece también al otro conjunto, y viceversa; es decir, si cada uno es un subconjunto del otro.
- ▶ Un conjunto es menor que otro si y sólo si el primer conjunto está contenido en el otro; es decir, si el primero es un subconjunto propio del segundo (es un subconjunto, pero no es igual).
- ▶ Un conjunto es mayor que otro si y sólo si el primero es un superconjunto propio del segundo (es un superconjunto, pero no es igual).

Operaciones sobre conjuntos mutables

- Estas tablas sólo se aplica a conjuntos mutables (o sea, al tipo `set` y no al `frozenset`):

Operación	Resultado
<code>s.update(o)</code> <code>s = o</code>	Actualiza <code>s</code> añadiendo los elementos de <code>o</code>
<code>s.intersection_update(o)</code> <code>s &= o</code>	Actualiza <code>s</code> manteniendo sólo los elementos que están en <code>s</code> y <code>o</code>
<code>s.difference_update(o)</code> <code>s -= o</code>	Actualiza <code>s</code> eliminando los elementos que están en <code>o</code>
<code>s.symmetric_difference_update(o)</code> <code>s ^= o</code>	Actualiza <code>s</code> manteniendo sólo los elementos que están en <code>s</code> y <code>o</code> pero no en ambos

Operación	Resultado
<code>s.add(x)</code>	Añade x a s
<code>s.remove(x)</code>	Elimina x de s (produce <code>KeyError</code> si x no está en s)
<code>s.discard(x)</code>	Elimina x de s si está en s
<code>s.pop()</code>	Elimina y devuelve un valor cualquiera de s (produce <code>KeyError</code> si s está vacío)
<code>s.clear()</code>	Elimina todos los elementos de s

3.2. Diccionarios (dict)

3.2.1 Operaciones

3.2. Diccionarios (dict)

- ▶ Un **diccionario** es un dato que almacena *correspondencias* (o asociaciones) entre valores.
- ▶ Tales correspondencias son datos mutables.
- ▶ Los diccionarios se pueden crear:
 - Encerrando entre llaves una lista de pares `<clave>: <valor>` separados por comas: `{'juan': 4098, 'pepe': 4127}`
 - Usando la función `dict()`.

- ▶ Las claves de un diccionario pueden ser *casi* cualquier dato.
- ▶ No se pueden usar como claves los datos que no sean *hashables*, es decir, los que contengan listas, diccionarios o cualquier otro tipo mutable.
- ▶ Los tipos numéricos que se usen como claves obedecen las reglas normales de comparación numérica.
 - Por tanto, si dos números son considerados iguales (como 1 y 1.0) entonces se consideran la misma clave en el diccionario.

- Los diccionarios se pueden crear usando la función `dict()`. Por ejemplo:

```
>>> a = dict(one=1, two=2, three=3)
>>> b = {'one': 1, 'two': 2, 'three': 3}
>>> c = dict(zip(['one', 'two', 'three'], [1, 2, 3]))
>>> d = dict([('two', 2), ('one', 1), ('three', 3)])
>>> e = dict({'three': 3, 'one': 1, 'two': 2})
>>> a == b == c == d == e
True
```

Operaciones

- `d` y `o` son diccionarios, `c` es una clave válida y `v` es un valor cualquiera:

Operación	Resultado
<code>d[c] = v</code>	Asigna a <code>d[c]</code> el valor <code>v</code>
<code>del d[c]</code>	Elimina <code>d[c]</code> de <code>d</code> (produce <code>KeyError</code> si <code>c</code> no está en <code>d</code>)
<code>c in d</code>	<code>True</code> si <code>d</code> contiene una clave <code>c</code>
<code>c not in d</code>	<code>True</code> si <code>d</code> no contiene una clave <code>c</code>
<code>d.clear()</code>	Elimina todos los elementos del diccionario
<code>d.copy()</code>	Devuelve una copia superficial del diccionario
<code>d.get(c[, def])</code>	Devuelve el valor de <code>c</code> si <code>c</code> está en <code>d</code> ; en caso contrario, devuelve <code>def</code> (por defecto, <code>def</code> vale <code>None</code>)
<code>d.pop(c[, def])</code>	Elimina y devuelve el valor de <code>c</code> si <code>c</code> está en <code>d</code> ; en caso contrario, devuelve <code>def</code> (si no se pasa <code>def</code> y <code>c</code> no está en <code>d</code> , produce un <code>KeyError</code>)

Operación	Resultado
<code>d.popitem()</code>	Elimina y devuelve una pareja (<i>clave</i> , <i>valor</i>) del diccionario siguiendo un orden LIFO (produce un <code>KeyError</code> si <i>d</i> está vacío)
<code>d.setdefault(c[, def])</code>	Si <i>c</i> está en <i>d</i> , devuelve su valor; si no, inserta <i>c</i> en <i>d</i> con el valor <i>def</i> y devuelve <i>def</i> (por defecto, <i>def</i> vale <code>None</code>)
<code>d.update(o)</code>	Actualiza <i>d</i> con las parejas (<i>clave</i> , <i>valor</i>) de <i>o</i> , sobrescribiendo las claves ya existentes, y devuelve <code>None</code>

4. Bibliografía

4. Bibliografía

Python Software Foundation. n.d. "Sitio Web de Documentación de Python."
<https://docs.python.org/3>.