

Tipos de datos estructurados

Ricardo Pérez López

IES Doñana, curso 2019/2020

Índice general

1. Conceptos básicos	1
1.1. Introducción	2
1.2. <i>Hashables</i>	2
1.3. Iterables	2
1.4. Iteradores	3
1.4.1. Expresiones generadoras	4
1.4.2. El bucle <code>for</code>	4
1.4.3. El módulo <code>itertools</code>	5
2. Secuencias	6
2.1. Concepto de secuencia	6
2.2. Operaciones comunes	6
2.3. Inmutables	7
2.3.1. Cadenas (<code>str</code>)	7
2.3.2. Tuplas	9
2.3.3. Rangos	10
2.4. Mutables	11
2.4.1. Listas	11
3. Estructuras no secuenciales	13
3.1. Conjuntos (<code>set</code> y <code>frozenset</code>)	13
3.1.1. Operaciones	15
3.1.2. Operaciones sobre conjuntos mutables	16
3.2. Diccionarios (<code>dict</code>)	17
3.2.1. Operaciones	18
3.2.2. Recorrido de diccionarios	19
Bibliografía	20

1. Conceptos básicos

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

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

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

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.

1.4.1. 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
```

1.4.2. 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 ['holá', 23.5, 10, [1, 2]]:  
    print(x * 2)
```

devuelve:

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

1.4.3. 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

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`).
- **Mutables:** listas (`list`)

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> <code>n * s</code>	Equivale a añadir <code>s</code> a sí mismo <code>n</code> veces

Operación	Resultado
<code>s[i]</code>	El <i>i</i> -ésimo elemento de <i>s</i> , empezando por 0
<code>s[i:j]</code>	Rodaja de <i>s</i> desde <i>i</i> hasta <i>j</i>
<code>s[i:j:k]</code>	Rodaja de <i>s</i> desde <i>i</i> hasta <i>j</i> con paso <i>k</i>
<code>len(s)</code>	Longitud de <i>s</i>
<code>min(s)</code>	El elemento más pequeño de <i>s</i>
<code>max(s)</code>	El elemento más grande de <i>s</i>
<code>s.index(x[, i[, j]])</code>	El índice de la primera aparición de <i>x</i> en <i>s</i> (desde el índice <i>i</i> inclusive y antes del <i>j</i>)
<code>s.count(x)</code>	Número total de apariciones de <i>x</i> en <i>s</i>

2.3. Inmutables

2.3.1. 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>

2.3.1.1. 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'
```

2.3.1.2. 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>

2.3.2. 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.

2.3.3. 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()`:

```
<range> ::= 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*, *fin* 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

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

Operación	Resultado
<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)

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.

Por tanto, tampoco admite la indexación, las rodajas ni cualquier otro comportamiento propio de las secuencias.

Cuando decimos que **un conjunto no está ordenado**, queremos decir que los elementos que contiene no se encuentran situados en una posición concreta.

- A diferencia de lo que ocurre con las secuencias, donde cada elemento se encuentra en una posición indicada por su *índice* y podemos acceder a él usando la indexación.

Además, en un conjunto **no puede haber elementos repetidos** (un elemento concreto sólo puede estar *una* vez dentro de un conjunto, es decir, o está una vez o no está).

En resumen:

En un conjunto:

Un elemento concreto, o está una vez, o no está.

Si está, no podemos saber en qué posición (no tiene sentido preguntárselo).

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 **immutable** 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([<iterable>])` y `frozenset([<iterable>])`.

- Si se llaman *sin argumentos*, devuelven un conjunto **vacío**:
 - * `set()` devuelve un conjunto vacío de tipo `set`.
 - * `frozenset()` devuelve un conjunto vacío de tipo `frozenset`.

```
>>> set()
set()
>>> frozenset()
frozenset()
```

Como se ve, esas son, precisamente, las formas normales de un conjunto vacío de tipo `set` y `frozenset`.

- Si se les pasa un *iterable* (como por ejemplo, una lista), devuelve un conjunto formado por los elementos del iterable:

```
>>> set([4, 3, 2, 2, 4])
{2, 3, 4}
>>> frozenset([4, 3, 2, 2, 4])
frozenset({2, 3, 4})
```

Además, existe una *sintaxis especial* para escribir **literales de conjuntos no vacíos de tipo `set`**, que consiste en encerrar sus elementos entre llaves y separados por comas: `{'pepe', 'juan'}`.

```
>>> x = {'pepe', 'juan'} # un literal de tipo set, como set(['pepe', 'juan'])
>>> x
{'pepe', 'juan'}
>>> type(x)
<class 'set'>
```

Esa es, precisamente, la forma normal de un conjunto no vacío cuando se visualiza desde el intérprete o se imprime con `print()`.

Por tanto, para crear conjuntos congelados usando `frozenset()` podemos usar esa sintaxis en lugar de usar listas como hicimos antes:

```
>>> frozenset({4, 3, 2, 2, 4})
frozenset({2, 3, 4})
```

También podría usarse con la función `set()`, pero no tendría sentido, ya que devolvería el mismo conjunto:

```
>>> set({4, 3, 2, 2, 4}) # equivale a poner simplemente {4, 3, 2, 2, 4}
{2, 3, 4}
```

3.1.1. 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>s <= o</code>	<code>True</code> si <code>s</code> es un subconjunto de <code>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>s >= o</code>	<code>True</code> si <code>s</code> es un superconjunto de <code>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 <code>s</code> y <code>o</code> ($s \cup o$)
<code>s.intersection(o)</code> <code>s & o</code>	Intersección de <code>s</code> y <code>o</code> ($s \cap o$)
<code>s.difference(o)</code> <code>s - o</code>	Diferencia entre <code>s</code> y <code>o</code> ($s \setminus o$)
<code>s.symmetric_difference(o)</code> <code>s ^ o</code>	Diferencia simétrica entre <code>s</code> y <code>o</code> ($s \Delta o$)
<code>s.copy()</code>	Devuelve una copia superficial de <code>s</code>

Tanto `set` como `frozenset` admiten **comparaciones entre conjuntos**.

Suponiendo que `a` y `b` son conjuntos:

- `a == b` si y sólo si cada elemento de `a` pertenece también a `b`, y viceversa; es decir, si cada uno es un subconjunto del otro.
- `a <= b` si y sólo si `a` es un *subconjunto* de `b` (es decir, si cada elemento de `a` está también en `b`).
- `a < b` si y sólo si `a` es un *subconjunto propio* de `b` (es decir, si `a` es un subconjunto de `b`, pero no es igual a `b`).
- `a >= b` si y sólo si `a` es un *superconjunto* de `b` (es decir, si cada elemento de `b` está también en `a`).
- `a > b` si y sólo si `a` es un *superconjunto propio* de `b` (es decir, si `a` es un superconjunto de `b`, pero no es igual a `b`).

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

3.2. Diccionarios (dict)

Un **diccionario** es una colección que almacena *correspondencias* (o *asociaciones*) entre valores.

Por tanto, **los elementos de un diccionario son parejas de valores llamados *clave* y *valor***, y lo que hace el diccionario es almacenar las *claves* y el *valor* que le corresponde a cada clave.

Una restricción importante es que, en un diccionario dado, **cada clave sólo puede asociarse con un único valor**.

Por tanto, **en un diccionario no puede haber claves repetidas**, es decir, que no puede haber dos elementos distintos con la misma clave.

En la práctica, eso nos sirve para identificar cada elemento del diccionario por su clave.

Además, los elementos de un diccionario son datos mutables y, por tanto, los diccionarios también son **mutables**.

Los diccionarios se pueden crear:

- Encerrando entre llaves una lista de parejas *<clave>: <valor>* separadas por comas: `{ 'juan': 4098, 'pepe': 4127 }`

Esa es precisamente la forma normal de un diccionario cuando se visualiza desde el intérprete o se imprime con `print()`.

- Usando la función `dict()`.

Por ejemplo:

```
>>> a = { 'uno': 1, 'dos': 2, 'tres': 3 }           # literal
>>> b = dict(uno=1, dos=2, tres=3)                 # argumentos con nombre
>>> c = dict([ ('dos', 2), ('uno', 1), ('tres', 3) ]) # lista de tuplas
>>> d = dict({ 'tres': 3, 'uno': 1, 'dos': 2 })      # innecesario
>>> e = dict(zip([ 'uno', 'dos', 'tres' ], [1, 2, 3])) # con dos iterables
>>> a == b and b == c and c == d and d == e
True
```

Si se intenta crear un diccionario con claves repetidas, sólo se almacenará uno de los elementos que tengan la misma clave (los demás se ignoran):

```
>>> a = { 'perro': 'dog', 'gato': 'cat', 'perro': 'doggy' }
>>> a
{ 'perro': 'doggy', 'gato': 'cat' }
```

Como se ve, la clave `'perro'` está repetida y, por tanto, sólo se almacena uno de los dos elementos con clave repetida, que siempre es el último que aparece en el diccionario. En este caso, se almacena el elemento `'perro': 'doggy'` y se ignora el `'perro': 'dog'`.

A partir de Python 3.7, **los elementos de un diccionario se almacenan en el orden en el que se van insertando**.

Las claves de un diccionario deben ser datos *hashables*.

Por tanto, no se pueden usar como clave una lista, un diccionario, un conjunto `set` 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.

Para **acceder a un elemento** del diccionario se usa una sintaxis idéntica a la de la **indexación**, salvo que, en este caso, en lugar de usar el índice o posición del elemento, se usa la clave:

```
>>> a = {'perro': 'dog', 'gato': 'cat'}
>>> a['perro']
'dog'
```

Si se intenta acceder a un elemento usando una clave que no existe, se lanza una excepción de tipo `KeyError`:

```
>>> a['caballo']
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
KeyError: 'caballo'
```

3.2.1. 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>

3.2.2. Recorrido de diccionarios

Como cualquier otro dato iterable, los diccionarios se pueden recorrer usando iteradores.

Los iteradores creados sobre un diccionario, en realidad, recorren sus **claves**:

```
>>> d
{'a': 1, 'b': 2}
>>> it = iter(d)
>>> next(it)
'a'
>>> next(it)
'b'
```

Lo mismo ocurre con un bucle `for`:

```
>>> for k in d:
...     print(k)
...
a
b
```

Si necesitamos acceder también a los valores de un diccionario mientras lo recorremos con un bucle `for`, tenemos dos opciones:

- Acceder al valor a partir de la clave usando **indexación**:

```
>>> for k in d:
...     print(k, d[k])
...
a 1
b 2
```

- Usar el método `items()` sobre el diccionario, que devuelve una lista de tuplas (`<clave>`, `<valor>`), combinado con el **desempaquetado de tuplas**:

```
>>> d.items()
dict_items([('a', 1), ('b', 2)])
>>> for k, v in d.items():
...     print(k, v)
...
a 1
b 2
```

Otros métodos útiles para recorrer un diccionario son `keys()` y `values()`.

`keys()` devuelve un **iterador** que recorre las **claves** del diccionario:

```
>>> d.keys()
dict_keys(['a', 'b'])
>>> for k in d.keys():
...     print(k)
...
a
b
```

`values()` devuelve un **iterador** que recorre los **valores** del diccionario:

```
>>> d.values()
dict_values([1, 2])
>>> for v in d.values():
...     print(v)
...
1
2
```

En la práctica, no resulta muy útil usar `keys()`, ya que se puede hacer lo mismo recorriendo directamente el propio diccionario, como ya sabemos:

```
>>> for k in d:
...     print(k)
...
a
b
```

Bibliografía

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