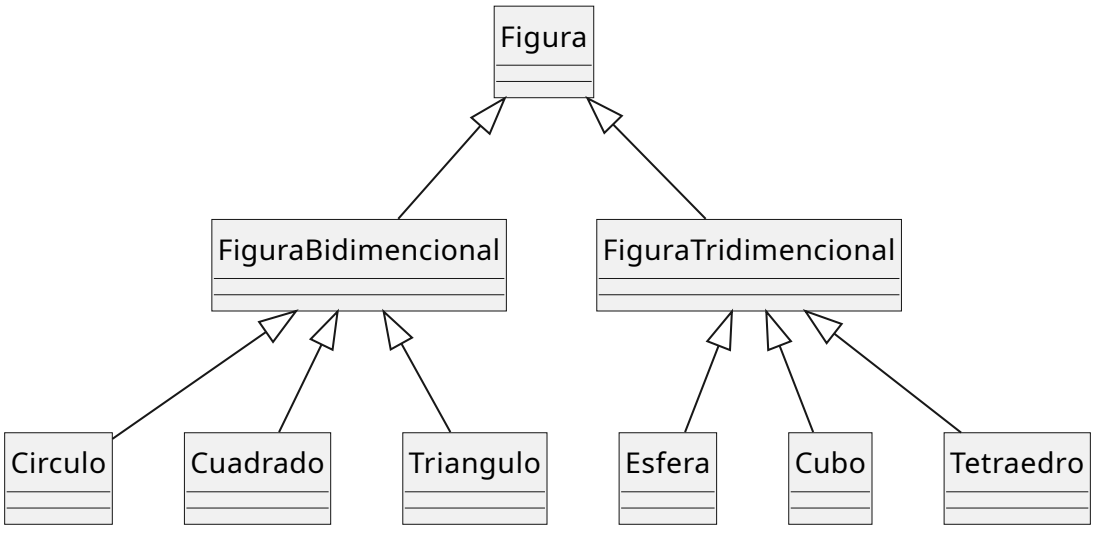
1. Introducción

Una de las características principales de la programación orientada a objetos es la **herencia**, que es una forma de reutilización de software en la que se crea una nueva clase aprovechando los miembros de una clase existente (*herencia simple*) o de varias (*herencia múltiple*). Con la herencia, los programadores ahorran tiempo durante el desarrollo, al reutilizar software probado y depurado de alta calidad. Esto también aumenta la probabilidad de que un sistema se implemente con efectividad.

A la clase previamente existente se la conoce como **superclase** (o *clase base*), y a las nuevas clases se las conoce como **subclases** (o *clases derivadas*). Cada subclase puede convertirse en la superclase de futuras subclases.

Una subclase generalmente agrega sus propios atributos y métodos. Por lo tanto, una subclase es más específica que su superclase y representa a un grupo más especializado de objetos. Generalmente, la subclase exhibe los comportamientos de su superclase junto con comportamientos adicionales específicos de esta subclase. Es por ello que a la herencia se la conoce algunas veces como **especialización**.

La *superclase directa* es la clase de la cual la subclase hereda en forma explícita. Una *superclase indirecta* es cualquier clase que se encuentre arriba de la superclase directa en la **jerarquía de clases**, que es la jerarquía que define las relaciones de herencia entre las clases. Por ejemplo, en la siguiente jerarquía de clases, `FiguraBidimensional` es una superclase directa de `Circulo`, `Cuadrado` y `Triangulo`, mientras que `Figura` es una superclase indirecta de `Circulo`, `Cuadrado`, `Triangulo`, `Esfera`, `Cubo` y `Tetraedro`.



Cada flecha en la jerarquía resulta de realizar una **generalización** y representa una relación "es un". Por ejemplo, al seguir las flechas en esta jerarquía de clases, podemos decir que un `Triangulo` es una `FiguraBidimensional` y es una `Figura`, así como una Esfera es una `FiguraTridimensional` y también es una `Figura`.

En `Python`, la jerarquía de clases empieza con la clase `object`, de la cual heredan *todas* las clases, ya sea de forma directa o indirecta.

En `Python`, la herencia se logra encerrando entre paréntesis el nombre de la o las clases de las cuales se hereda separadas por coma al definir la clase derivada.

Programa 1: Herencia directa

```
1  class Animal: # herencia implícita de object
2      pass
3
4  class Humanoide(object): # herencia explícita (redundante)
5      pass
6
7  class HombreLobo(Animal,Humanoide):
8      pass
9
10 if __name__ == "__main__":
11     print(object.__bases__)
12     print(Animal.__bases__)
13     print(Humanoide.__bases__)
14     print(HombreLobo.__bases__)
```

El atributo especial `__bases__`, que poseen todo los *objetos clase* devuelve una *tupla* con todas las clases de las cuales heredan directamente (*herencia directa*). La salida del programa anterior será la siguiente:

```
()
(<class 'object'>,)
(<class 'object'>,)
(<class '__main__.Animal'>, <class '__main__.Humanoide'>)
```

Como podemos observar, la clase `object` es la única que devuelve una tupla vacía (no hereda de nadie), las demás devuelven tuplas con al menos un elemento (`object`) y luego las otras se ven con el formato `<modulo>.Clase`. Por *default* el script que ejecutemos, es decir el módulo (*archivo.py*) que se ejecuta recibe el nombre interno "`__main__`" y se puede consultar a través de la variable "`__name__`".

En `Python`, todos son objetos, incluso los módulos, clases y funciones. Los archivos

`.py` tienen algunos atributos especiales a los que podemos acceder.

Programa 2: Atributos de los módulos

```python
# main.py
"""
Modulo principal, muestra variables
"""
if __name__ == "__main__":
    print(__name__)    # __main__
    print(__package__) # None
    print(__doc__)     # "Modulo principal, muestra variables"
```

2. Re-aprovechamiento

Las clases nuevas pueden heredar de las clases disponibles en bibliotecas de clases. Muchas organizaciones desarrollan sus propias bibliotecas de clases y también pueden aprovechar otras de terceros. Es probable que algún día, la mayoría del software nuevo se construya a partir de componentes reutilizables estándar, como sucede actualmente con la mayoría de los automóviles y del hardware de computadora. Esto facilitará el desarrollo de software más poderoso, abundante y económico.

En el siguiente ejemplo, crearemos una nueva clase `MiString` que hereda todas las funcionalidades de `str`.

Programa 3: Clase `MiString` que hereda de `str`

```python
class MiString(str):
    """
    Clase MiString hereda de str
    """
    def cantidad_vocales(self) -> int:
        """Devuelve la cantidad de vocales en un texto

        Returns:
            int: cantidad de vocales
        """
        vocales = "aeiouáéíóú"
        cant = 0
        # str admite recorrer letra a letra con for
        for letra in self.lower():
            if letra in vocales:
                cant+=1
        return cant

```



```
19 if __name__ == '__main__':
20     mstr = MiString("hola, éste es un texto.")
21 
22     print(mstr.cantidad_vocales()) # método de MiString()
23     print(mstr.upper()) # método heredado de str()
```

En este caso, la clase `MiString` extiende las funcionalidades de `str` agregando el método `cantidad_vocales()`, pero sigue siendo un `str` y tiene todos sus métodos disponibles. Puede recorrerse utilizando un `for` (*línea 14*) y acceder a métodos, como por ejemplo `lower()` y `upper()` (*línea 23*). La salida de este programa será como se ve a continuación.

```
8
HOLA, ÉSTE ES UN TEXTO.
```

2.1. Inicializadores

Los inicializadores no se heredan, es decir que cuando una clase derivada se inicializa no es llamado el inicializador de la clase base o superclase, es decir que si un atributo fue declarado allí, la clase derivada no la tendrá.

Para ello, existe un mecanismo a través de un objeto especial llamado `super` que puede llamar al inicializador de la clase base:

```
1  class Animal:
2    def __init__(self, nombre : str) -> None:
3      self.__nombre = nombre
4  
5    def nombrar(self) -> None:
6      print(f"Soy un(a) {self.__nombre}")
7  
8  class Mamifero(Animal):
9    def __init__(self, nombre : str, patas : int) -> None:
10     super().__init__(nombre)
11     self.__patas = patas
12 
13   def amamantar(self) -> None:
14     self.nombrar()
15     print("Y estoy amamantando")
16 
17 if __name__ == "__main__":
18   m1 = Mamifero("perro", 4)
19   m2 = Mamifero("nutria", 4)
20   m1.amamantar()
21   m2.amamantar()
```

En la *línea 16* el inicializador de `Mamifero` llama al inicializador de la clase base `Animal` con el parámetro `nombre`. Como se observa, `Mamifero` puede acceder al método `nombrar` enviando el mensaje en la *línea 14* a través de la instancia `self`, pero también podríamos acceder a través del objeto `m`. Sin embargo, el atributo `__nombre` de `Animal` no es accesible (a priori) por `Mamifero`.

La salida de este programa sería:

```
Soy un(a) perro
Y estoy amamantando
Soy un(a) nutria
Y estoy amamantando
```

3. Sobreescritura

Podemos reemplazar los métodos heredados de una superclase, haciendo que la clase derivada tenga un comportamiento distinto al heredado. En el caso de querer *extender* la funcionalidad del método en lugar de reemplazarlo, esto podría lograrse nuevamente a través de `super`.

Programa 4: Sobre-escritura de un método heredado

```
1  class Animal:
2    def __init__(self, nombre : str) -> None:
3      self.__nombre = nombre
4    def nombrar(self) -> None:
5      print(f"Soy un(a) {self.__nombre}")
6
7  class Mamifero(Animal):
8    def __init__(self, nombre : str, patas : int) -> None:
9      super().__init__(nombre)
10     self.__patas = patas
11
12   def amamantar(self) -> None:
13     self.nombrar()
14     print("Y estoy amamantando")
15
16 class Perro(Mamifero):
17   def __init__(self, nombre : str, ladrido : str) -> None:
18     super().__init__("perro", 4)
19     self.__nombre = nombre
20     self.__ladrido = ladrido
21
22   def ladrar(self) -> None:
23     print(self.__ladrido)
```

```
24
25    def amamantar(self) -> None:
26      print(f'Me llamo {self.__nombre}')
27      super().amamantar()
28
29  if __name__ == "__main__":
30    f = Perro("Firulais", "¡Guau!¡Guau!")
31    f.ladrar()
32    f.amamantar()
```

Como se observa dentro del método `amamantar` de la clase `Perro`, en la *línea 28*, se envía el mensaje `amamantar` utilizando `super()` para ejecutar el método perteneciente a la clase base `Mamifero`. Y la salida que produce este programa es la siguiente.

```
¡Guau!¡Guau!
Me llamo Firulais
Soy un(a) perro
Y estoy amamantando
```

Se darán más aclaraciones acerca de la sobre-escritura en apunte 6 sobre **polimorfismo**.

4. Métodos estáticos vs métodos de clase

En el apunte anterior sobre el **comportamiento de los objetos**, vimos que no había un diferencia aparente entre declarar un método de clase y uno estático, pero al momento de heredar, podemos observar que el atributo `cls`, que hace referencia a la clase, tiene una utilidad que el método estático no posee.

Programa 5: Vehículo con clase estática

```
1  class Vehiculo:
2      __cantidad_vehiculos = 0
3      def __init__(self, tipo: str) -> None:
4          self.tipo = tipo
5          Vehiculo.__cantidad_vehiculos += 1
6      @staticmethod
7      def cantidad_de_vehiculos():
8          return Vehiculo.__cantidad_vehiculos
9
10 if __name__ == "__main__":
11     # Crear instancias de la clase
12     v1 = Vehiculo("Auto")
13     v2 = Vehiculo("Motocicleta")
```

```
14      # Uso del método estático
15      numero_de_vehiculos = Vehiculo.cantidad_de_vehiculos()
16      print(f"Se han creado {numero_de_vehiculos} vehículos")
```

Programa 6: Vehículo con método de clase

```
1  class Vehiculo:
2      __cantidad_vehiculos = 0
3      def __init__(self, tipo : str) -> None:
4          self.tipo = tipo
5          Vehiculo.__cantidad_vehiculos += 1
6      @classmethod
7      def cantidad_de_vehiculos(cls):
8          return cls.__cantidad_vehiculos
9
10 if __name__ == "__main__":
11     # Crear instancias de la clase
12     v1 = Vehiculo("Auto")
13     v2 = Vehiculo("Motocicleta")
14     # Uso del método estático
15     numero_de_vehiculos = Vehiculo.cantidad_de_vehiculos()
16     print(f"Se han creado {numero_de_vehiculos} vehículos")
```

En principio el comportamiento de ambos para el programador parecieran el mismo. Veamos que ocurre si quisieramos llevar un stock de *autos* y *motocicletas*, pero a la vez no perder la cantidad de vehículos totales.

Programa 7: ventaja del método de clase

```
1  class Vehiculo:
2      _cantidad = 0
3      def __init__(self, tipo : str) -> None:
4          self.tipo = tipo
5          Vehiculo._cantidad += 1
6      @classmethod
7      def cantidad_de_vehiculos(cls):
8          return cls._cantidad
9
10 class Auto(Vehiculo):
11     _cantidad = 0
12     def __init__(self) -> None:
13         super().__init__("Auto")
14         Auto._cantidad += 1
15
16 class Motocicleta(Vehiculo):
17     _cantidad = 0
18     def __init__(self) -> None:
19         super().__init__("Motocicleta")
20         Motocicleta._cantidad += 1
21
```

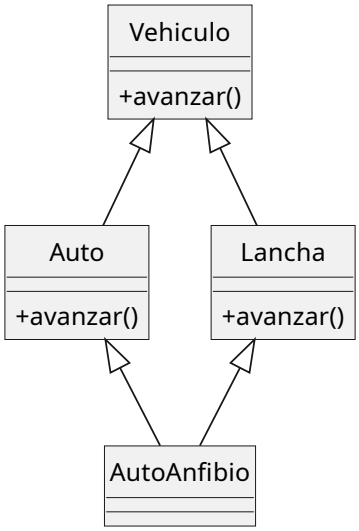
```python
if __name__ == "__main__":
    # Crear instancias de la clase
    v1 = Auto()
    v2 = Motocicleta()
    v3 = Auto()
    v4 = Auto()

    # Uso del método de clase
    cant_vehiculos = Vehiculo.cantidad_de_vehiculos()
    print(f"Se han creado {cant_vehiculos} vehículos")
    cant_autos = Auto.cantidad_de_vehiculos()
    print(f"Se han creado {cant_autos} autos")
    cant_motos = Motocicleta.cantidad_de_vehiculos()
    print(f"Se han creado {cant_motos} motos")
```

Debe notarse que para que este ejemplo tenga la funcionalidad esperada, debe utilizar solo un guion bajo _ para el nombre del atributo de clase. Porque en este ejemplo es necesario sobreescribir el atributo `_cantidad` de la clase base `Vehiculo`.

Se profundizará sobre este comportamiento en particular en el apunte 5 de **encapsulamiento**.

5. Problema del diamante

En los lenguajes de programación orientados a objetos se suele describir un problema asociado a la herencia múltiple, conocido como el **problema del diamante** (llamado así por la forma que tiene el diagrama de clases donde ocurre este problema). Este problema se da cuando se presenta una ambigüedad al momento de ejecutar un método heredado.



Supongamos que la clase `Vehiculo` define un método avanzar. Las clases `Auto` y `Lancha` extienden `Vehiculo`: un auto es un vehículo y una lancha también es un vehículo, por lo tanto ambas clases heredan el método `avanzar`. Ahora bien, dado que un vehículo anfibio es un auto y también es una lancha, podría declararse mediante herencia múltiple que `AutoAnfibio` extiende `Auto` y `Lancha` ¿Qué comportamiento debería tener entonces un auto anfibio: el método `avanzar` que hereda de `Auto` o el que hereda de `Lancha`?

En `Python` no existe este problema porque implementa un *orden de resolución de métodos*, que se explica a continuación.

5.1. Orden de resolución de métodos (MRO)

El MRO (*Method Resolution Order*) es el mecanismo que utiliza `Python` para solucionar el problema del diamante anteriormente expuesto. Ante la posibilidad de tener dos métodos heredados con el mismo nombre se ejecuta el de la primer clase que se encuentre en la variable de clase especial `__mro__`. Generalmente, esta será la de la primera declarada en la herencia (en caso de no sobre-escribir el método).

Programa 8: MRO con métodos

```python
class Vehiculo:
  def __init__(self, tipo: str) -> None:
    self.__tipo = tipo
    print(f"Se creo un {self.__tipo}")

  def avanzar(self) -> None:
    # método no implementado, se implementa en clase derivadas
    ...

class Auto(Vehiculo):
  def __init__(self, tipo: str = "Auto") -> None:
    super().__init__(tipo)
  def avanzar(self) -> None:
    print("Avanza sobre tierra")

class Lancha(Vehiculo):
  def __init__(self, tipo: str = "Lancha") -> None:
    super().__init__(tipo)
  def avanzar(self) -> None:
    print("Avanza sobre el agua")

class AutoAnfibio(Auto, Lancha):
  def __init__(self, tipo: str = "AutoAnfibio") -> None:
    super().__init__(tipo)
```

```
25
26 if __name__ == "__main__":
27   aa = AutoAnfibio()
28   aa.avanzar()
29   print(AutoAnfibio.__mro__)
```

En el ejemplo anterior se podrá observar la siguiente salida.

```
Se creo un AutoAnfibio
Avanza sobre tierra
(<class '__main__.AutoAnfibio'>, <class '__main__.Auto'>, <class
   '__main__.Lancha'>, <class '__main__.Vehiculo'>, <class '
   object'>)
```

Como se observa, el método que se ejecuta es el de la clase `Auto`, ya que es la primer clase derivada en el `__mro__` que implementa este método.

En caso de necesitar extender las funcionalidades de las clases base podemos realizar la siguiente sobreescritura llamando a los métodos desde el *objeto clase* correspondiente.

```
# ...
class AutoAnfibio(Auto, Lancha):
  def __init__(self, tipo: str = "AutoAnfibio") -> None:
    super().__init__(tipo)

  def avanzar(self) -> None:
    Auto.avanzar(self)
    print("y también...")
    Lancha.avanzar(self)
# ...
```

Esto se conciderará mala práctica, ya que no es escalable, si se agrega otra clase base que también implemente `avanzar`, y se quiera aprovechar esa funcionalidad, o poder tomar decisiones de cual es mejor dependiendo un determinado escenario no es posible hacerlo. Para ello se aplican otras estrategias de diseño que se analizarán en el apunte 6 sobre **polimorfismo**.

5.2. MRO y super

Esto también influye en qué clase utilizará el objeto `super`, este seguirá el orden en el **MRO**. Observe el siguiente ejemplo.

Programa 9: cadena de `__init__` del **MRO**

```python
class A:
    def __init__(self) -> None:
        print("Soy A")

class B(A):
    def __init__(self) -> None:
        super().__init__()
        print("También soy B")

class C(A):
    def __init__(self) -> None:
        super().__init__()
        print("También soy C")

class D(B,C):
    def __init__(self) -> None:
        super().__init__()
        print("También soy D")

if __name__ == "__main__":
    d = D()
```

Cuando se crea una instancia de D, se ejecuta lo siguiente:

1. Instanciación de `D`:
   - Llama a `D.__init__()`.
   - `D.__init__()` llama a `super().__init__()`, que sigue el **MRO**.
2. **MRO** para `D`:
   - Llama a `B.__init__()`.
     - `B.__init__()` llama a `super().__init__()`, que sigue el **MRO**.
   - `super()` en `B` sigue el **MRO**, que llama a `C.__init__()`.
     - `C.__init__()` llama a `super().__init__()`, que sigue el **MRO**.
   - `super()` en `C` sigue el **MRO**, que llama a `A.__init__()`.
3. Salida:

```
Soy A
También soy C
También soy B
También soy D
```

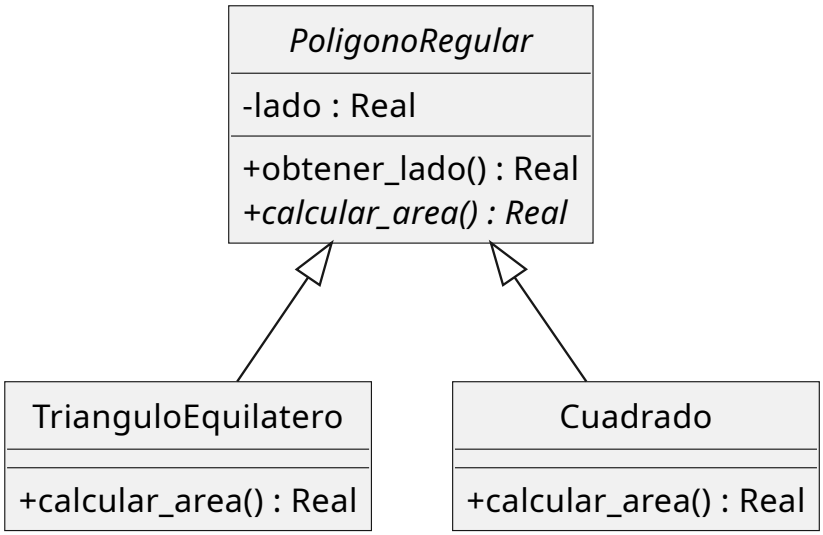
Si bien, Python ofrece estos mecanismos para solventar este problema que presenta la herencia múltiple, en general, su uso es desaconsejado, para evitar este tipo de problemas, por ejemplo, no es lo mismo primero heredar de una *clase A* y luego de una *clase B* que al revés y puede acarrear errores de funcionamiento (*bugs*) difíciles de depurar.

6. Clases Abstractas e Interfaces

En Python como en otros lenguajes (C++, por ejemplo), no existe la figura de *Interface* formalmente, y en este caso tampoco existen las *clases abstractas* naturalmente. Las **clases abstractas** son aquellas que no implementan algún método y, por tal, no podría instanciarse un objeto de esa clase, ya que *no está completa*. Esto se ve en los diagramas de clase **UML** con el nombre de la clase *en cursiva/itálicas*.

6.1. Clases abstractas

Las clases que heredan de clases abstractas, deben estar obligados a implementar los métodos que son abstractos dentro de las mismas, si no lo hacen, entonces también se consideran abstractas. Hasta no ser implementadas, no puede instanciarse un objeto de esa clase. En Python se creo un mecanismo para lograr este comportamiento, y es heredar de *Abstract Base Class* (ABC) del módulo abc. Las clases que extiendan ABC tendrán el comportamiento esperado.



En el ejemplo que se observa, la clase *PoligonoRegular* es abstracta, porque tiene el método abstracto *calcular_area*. Las clases concretas derivadas `Cuadrado` y `TrianguloEquilatero` implementan ese método según corresponde.

Programa 10: Clase abstracta

```
1  import math
2  from abc import ABC, abstractmethod
3
4  class PoligonoRegular(ABC):
5      def __init__(self, lado: float) -> None:
6          self.__lado = lado
7
8      def obtener_lado(self) -> float:
9          return self.__lado
10
11     @abstractmethod
12     def calcular_area(self) -> float:
13         ...
14
15 class Cuadrado(PoligonoRegular):
16     def calcular_area(self) -> float:
17         return self.obtener_lado()**2
18
19 class TrianguloEquilatero(PoligonoRegular):
20     def calcular_area(self) -> float:
21         return self.obtener_lado()**2 * math.sqrt(3) / 4
22
23 if __name__ == "__main__":
24     c = Cuadrado(5)
25     t = TrianguloEquilatero(5)
26
27     print(f"Area del cuadrado {c.calcular_area()}")
28     print(f"Area del triangulo eq {t.calcular_area()}")
```

En este caso, el inicializador por omisión ya hace el llamado a `super().__init__()` con la cantidad de parámetro necesarios al construir la clase derivada, por ello podemos obviarlo. Solo se hace necesario si queremos instanciar nuevos atributos en la clase derivada o agregar algún tipo de funcionalidad. Si se quisiera instanciar un objeto del tipo PoligonoRegular, `Python` nos devolverá el siguiente error.

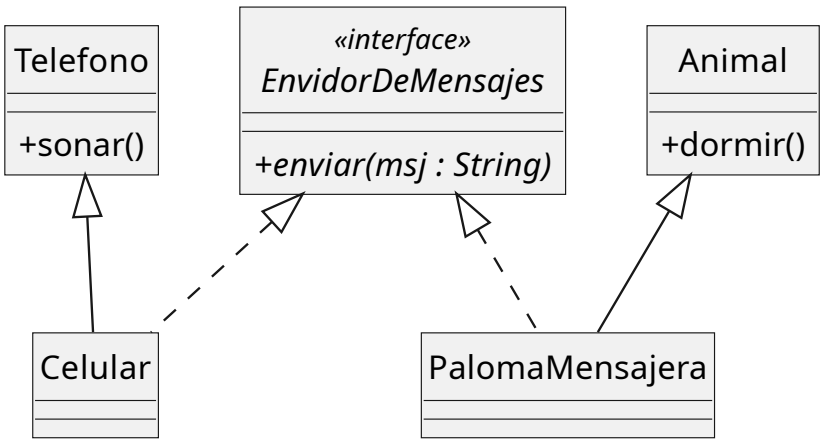
```
>>> pr = PoligonoRegular(5)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: Can't instantiate abstract class PoligonoRegular with
   abstract method calcular_area
```

Nota

En `Python` existen una palabra clave (`pass`) y una elipsis (`...`) para indicar que el cuerpo de una sentencia o función no tienen implementación. Pero hay una sutil diferencia. Cuando se utiliza `pass`, el programador deliberadamente deja claro que no hay implementación o no hay un cuerpo para la sentencia, método o función declarada. En cambio, al utilizar `...` (elipsis) se está indicando que habrá una implementación; que hace falta completar código allí. Es la opción de preferencia a utlizar para los métodos abstractos que deben ser implementados por las subclases.

6.2. Interfaces

Si bien la herencia múltiple está desaconsejada, el no utilizarla podría resultar limitante para ciertos diseños, ya que es una perdida importante de potencialidad y funcionalidad. Además que da poca flexibilidad, podríamos tener clases que tengan algoritmos importantes para dos clases de índoles completamente distintas. Imagine que se quiere implementar una clase `Celular` y otra `PalomaMensajera`, y lo único que tienen en común es que ambas clases pueden enviar mensajes (cada una a su modo). Pero a su vez `PalomaMensajera` es un `Animal` y `Celular` es un `Telefono`. En estos casos, la solución es utilizar una clase completamente abstracta que tampoco implemente ningún atributo, solo declare funcionalidad. Si cumple con esos requisitos, entonces diremos que la clase en realidad es una *interfaz* y en los diagramas de **UML** figuran con su nombre en cursiva/itálicas y con el arquetipo «*interface*».



Como los métodos declarados en las interfaces (por definición) son abstractos, en las **realizaciones**, no se heredan implementaciones de métodos, sino la responsabilidad de implementarlos. De esta manera, en el ejemplo, la `PalomaMensajera` podrá `dormir` (método heredado de `Animal`) y el `Celular` podrá `sonar` (heredado de `Telefono`), pero a la vez, ambos podrán `enviar` mensajes. En código se vería de la siguiente manera.

Programa 11: Realización con ABC

```python
from abc import ABC, abstractmethod

class EnviadorDeMensajes(ABC):
    @abstractmethod
    def enviar(self, msj: str) -> None:
        ...


class Animal:
    def dormir(self) -> None:
        print("ZZzzz...")

class PalomaMensajera(Animal, EnviadorDeMensajes):
    def enviar(self, msj: str) -> None:
        print("Llega volando: " + msj)

class Telefono:
    def sonar(self) -> None:
        print("Ring! Ring!")

class Celular(Telefono,EnviadorDeMensajes):
    def enviar(self, msj: str) -> None:
        print("Ring! Ring! : "  + msj)

if __name__ == "__main__":
    print("El celular:")
    cel = Celular()
    cel.sonar()
    cel.enviar("Hola")
    print("La paloma:")
    pal = PalomaMensajera()
    pal.enviar("Hola")
    pal.dormir()
```

Note que a diferencia de las clases comunes, que usualmente **son nombradas con sustantivos**, las interfaces **suelen ser gerundios** (terminados en –ando y –endo) u otro nombre que indique claramente la acción o acciones que las clases implementando la interfaz estarán obligadas a realizar.

Las interfaces deben interpretarse como contratos o compromisos cuyas clases que *la realicen* deben cumplir implementando los métodos allí declarados.

7. Referencias

Para más información puede consultar los siguientes enlaces:

- Documentación oficial: `https://docs.python.org/3/tutorial/classes.html`
- UBA – Algoritmos I: `https://algoritmos1rw.ddns.net/`
- Interprete Visual de Python: `http://www.pythontutor.com/visualize.html`