3er. Complemento al Capítulo V. SQL

Modelo de Datos Objeto-Relacional

en 2003

Sintaxis SQL en la tecnología de Oracle

(Documento BDOR- Parte 2)

Carmen Costilla

Noviembre 2011

Curso 2011-12

Tabla de Contenido

1. Bases de Datos Objeto-Relacionales: BDOR. Tecnología BDOR de Oracle.

El término Base de Datos Objeto Relacional (BDOR) se usa para describir una base de datos que ha evolucionado desde el modelo relacional hacia otra más amplia que incorpora conceptos del paradigma orientado a objetos. Por tanto, un Sistema de Gestión Objeto-Relacional (SGBDOR) contiene ambas tecnologías: relacional y de objetos.

Una idea básica de las BDOR es que el usuario pueda crear sus propios tipos de datos, para ser utilizados en aquella tecnología que permita la implementación de tipos de datos predefinidos. Además, las BDOR permiten crear métodos para esos tipos de datos. Con ello, este tipo de SGBD hace posible la creación de funciones miembro usando tipos de datos definidos por el usuario, lo que proporciona flexibilidad y seguridad.

Los SGBDOR permiten importantes mejoras en muchos aspectos con respecto a las BDR tradicionales. Estos sistemas gestionan tipos de datos complejos con un esfuerzo mínimo y albergan parte de la aplicación en el servidor de base de datos. Permiten almacenar datos complejos de una aplicación dentro de la BDOR sin necesidad de forzar los tipos de datos tradicionales. Son compatibles en sentido ascendente con las bases de datos relacionales tradicionales, tan familiares a multitud de usuarios. Es decir, se pueden pasar las aplicaciones sobre bases de datos relacionales al nuevo modelo sin tener que re-escribirlas. Adicionalmente, se pueden ir adaptando las aplicaciones y bases de datos para que utilicen las funciones orientadas a objetos.

Debido a los requerimientos de las nuevas aplicaciones, el sistema de gestión de bases de datos relacionales de Oracle, desde la versión 8i, ha extendido significativamente con nuevos conceptos del modelo de bases de datos orientadas a objetos. De esta manera, aunque las estructuras de datos que se utilizan para almacenar la información siguen siendo tablas, los usuarios pueden utilizar muchos de los mecanismos de orientación a objetos para definir y acceder a los datos.

Oracle proporciona mecanismos para que el usuario pueda definir sus propios tipos de datos, cuya estructura puede ser compleja, y se permite la asignación de un tipo complejo (dominio complejo) a una columna de una tabla. Además, se reconoce el concepto de objetos, de tal manera que un objeto tiene un tipo, se almacena en cierta fila de cierta tabla y tiene un identificador único (OID). Estos identificadores se pueden utilizar para referenciar a otros objetos y así representar relaciones de asociación y de agregación.

Oracle también proporciona mecanismos para asociar métodos a tipos, y constructores para diseñar tipos de datos multivaluados (colecciones) y tablas anidadas.

2. Tipos de Datos Definidos por el Usuario

Un tipo de dato define una estructura y un comportamiento común para un conjunto de datos de las aplicaciones. Los usuarios de Oracle pueden definir sus propios tipos de datos mediante dos categorías: tipo objeto (**object type**) y tipo colección (**collection type**). Para construir los tipos de usuario se utilizan los tipos básicos provistos por el sistema y otros tipos de usuario previamente definidos.

2.1.1. Tipo objeto

Un tipo objeto representa una entidad del mundo real y se compone de los siguientes elementos:

- Su nombre que sirve para identificar el tipo del objeto.

- Sus atributos que modelan la estructura y los valores de los datos de ese tipo. Cada atributo puede ser de un tipo de datos básico o de un tipo de usuario.
- Sus métodos (procedimientos o funciones) escritos en lenguaje PL/SQL (almacenados en la BDOR), o escritos en C (almacenados externamente).

Los tipo objeto actúan como plantillas para los objetos de cada tipo. A continuación vemos un ejemplo de cómo definir el tipo de dato **Direccion_T** en el lenguaje de definición de datos de Oracle, y cómo utilizar este tipo de dato para definir el tipo de dato de los objetos de la clase **Cliente_T .**

DEFINICIÓN ORIENTADA A OBJETOS

```
define type Direccion_T:
tuple [calle:string,
       ciudad:string,
       prov:string,
       codpos:string]

define class Cliente_T
type tuple [clinum: integer,
       clinomb:string,
       direccion:Direccion_T,
       telefono: string,
       fecha-nac:date]
operations edad():integer
```

DEFINICIÓN EN ORACLE

```
CREATE TYPE direccion_t AS OBJECT (
       calle VARCHAR2(200),
       ciudad VARCHAR2(200),
       prov CHAR(2),
       codpos VARCHAR2(20));

CREATE TYPE cliente_t AS OBJECT (
       clinum NUMBER,
       clinomb VARCHAR2(200),
       direccion direccion_t,
       telefono VARCHAR2(20),
       fecha_nac DATE,
MEMBER FUNCTION edad RETURN NUMBER,
PRAGMA
RESTRICT_REFERENCES(edad,WNDS));
```

2.1.2. Métodos

La especificación de un método se hace junto a la creación de su tipo, y debe llevar siempre asociada una directiva de compilación (PRAGMA RESTRICT_REFERENCES), para evitar que los métodos manipulen la base de datos o las variables del paquete PL/SQL. Tienen el siguiente significado:

- WNDS: no se permite al método modificar las tablas de la base de datos
- WNPS: no se permite al método modificar las variables del paquete PL/SQL
- RNDS: no se permite al método leer las tablas de la base de datos
- RNPS: no se permite al método leer las variables del paquete PL/SQL

Los métodos se pueden ejecutar sobre los objetos de su mismo tipo. Si **x** es una variable PL/SQL que almacena objetos del tipo **Cliente_T**, entonces **x.edad()** calcula la edad del cliente almacenado en **x**. La definición del cuerpo de un método en PL/SQL se hace de la siguiente manera:

```
CREATE OR REPLACE TYPE BODY cliente_t AS
       MEMBER FUNCTION edad RETURN NUMBER IS
              a NUMBER;
              d DATE;
       BEGIN
              d:= today();
              a:= d.año – fecha_nac.año;
              IF (d.mes < fecha_nac.mes) OR
                     ((d.mes = fecha_nac.mes) AND (d.dia < fecha_nac.dia))
              THEN a:= a-1;
              END IF;
              RETURN a;
       END;
END;
```

2.1.3. Constructores

En Oracle, todos los tipos objeto tienen asociado por defecto un método que construye nuevos objetos de ese tipo de acuerdo a la especificación del tipo. El nombre del método coincide con el nombre del tipo, y sus parámetros son los atributos del tipo. Por ejemplo, las siguientes expresiones construyen dos objetos con todos sus valores.

direccion_t ('Avenida Sagunto', 'Puzol', 'Valencia', 'E-23523')

cliente_t (2347,

'Juan Pérez Ruiz',

direccion_t ('Calle Eo', 'Onda', 'Castellón',

'34568'),

'696-779789',

12/12/1981)

2.1.4. Métodos de comparación

Para comparar los objetos de cierto tipo es necesario indicar a Oracle cuál es el criterio de comparación. Para ello, hay que escoger entre un método **MAP** u **ORDER**, debiéndose definir al menos uno de estos métodos por cada tipo de objeto que necesite ser comparado. La diferencia entre ambos es la siguiente:

- Un método **MAP** sirve para indicar cuál de los atributos del tipo se utilizará para ordenar los objetos del tipo, y por tanto se puede utilizar para comparar los objetos de ese tipo por medio de los operadores de comparación aritméticos (**<, >**). Por ejemplo, la siguiente declaración permite decir que los objetos del tipo **cliente_t** se van a comparar por su atributo clinum.

```
CREATE TYPE cliente_t AS OBJECT (
        clinum NUMBER,
        clinomb VARCHAR2(200),
        direccion direccion_t,
        telefono VARCHAR2(20),
        fecha_nac DATE,
MAP MEMBER FUNCTION ret_value RETURN NUMBER,
PRAGMA RESTRICT_REFERENCES (ret_value, WNDS, WNPS, RNPS, RNDS),  /
                                                    *instrucciones a PL/SQL*/
MEMBER FUNCTION edad RETURN NUMBER,
PRAGMA RESTRICT_REFERENCES(edad, WNDS));

CREATE OR REPLACE TYPE BODY cliente_t AS
        MAP MEMBER FUNCTION ret_value RETURN NUMBER IS
                BEGIN
                        RETURN clinum
                END;
 END;
```

- Un método **ORDER** utiliza los atributos del objeto sobre el que se ejecuta para realizar un cálculo y compararlo con otro objeto del mismo tipo que toma como argumento de entrada. Este método devolverá un valor negativo si el parámetro de entrada es mayor que el atributo, un valor positivo si ocurre lo contrario y un cero si ambos son iguales. El siguiente ejemplo define un orden para el tipo **cliente_t** diferente al anterior. Sólo una de estas definiciones puede ser válida en un tiempo dado.

```
CREATE TYPE cliente_t AS OBJECT (
        clinum NUMBER,
        clinomb VARCHAR2(200),
        direccion direccion_t,
        telefono VARCHAR2(20),
        fecha_nac DATE,
    ORDER MEMBER FUNCTION
        cli_ordenados (x IN clientes_t) RETURN INTEGER,
    PRAGMA RESTRICT_REFERENCES(
        cli_ordenados, WNDS, WNPS, RNPS, RNDS),
    MEMBER FUNCTION edad RETURN NUMBER,
    PRAGMA RESTRICT_REFERENCES(edad, WNDS));

    CREATE OR REPLACE TYPE BODY cliente_t AS
        ORDER MEMBER FUNCTION cli_ordenados (x IN cliente_t)
            RETURN INTEGER IS
        BEGIN
            RETURN clinum - x.clinum;  /*la resta de los dos números clinum*/
        END;
    END;
```

Si un tipo objeto no tiene definido ninguno de estos métodos, Oracle es incapaz de deducir cuándo un objeto es mayor o menor que otro. Sin embargo, sí puede determinar cuándo dos objetos del mismo tipo son iguales. Para ello, el sistema compara el valor de los atributos de los objetos uno a uno:

- Si todos los atributos son no nulos e iguales, Oracle indica que ambos objetos son iguales.
- Si alguno de los atributos no nulos es distinto en los dos objetos, entonces Oracle dice que son diferentes.
- En otro caso, Oracle dice que no puede comparar ambos objetos.

2.1.5. Tablas de objetos

Una vez definidos los tipos, éstos pueden utilizarse para definir nuevos tipos, tablas que almacenen objetos de esos tipos, o para definir el tipo de los atributos de una tabla. Una tabla de objetos es una clase especial de tabla que almacena un objeto en cada fila y que facilita el acceso a los atributos de esos objetos como si fueran columnas de la tabla. Por ejemplo, se puede definir una tabla para almacenar los clientes de este año y otra para almacenar los de años anteriores de la siguiente manera:

```
CREATE TABLE clientes_año_tab OF cliente_t
    (clinum PRIMARY KEY);

CREATE TABLE clientes_antiguos_tab (
    año NUMBER,
    cliente cliente_t);
```

La diferencia entre la primera y la segunda tabla es que la primera almacena objetos con su propia identidad (**OID**) y la segunda no es una tabla de objetos, sino una tabla con una columna con un tipo de datos objeto. Es decir, la segunda tabla tiene una columna con un tipo de datos complejo pero sin identidad de objeto. Además de esto, Oracle permite considerar una tabla de objetos desde dos puntos de vista:

- Como una tabla con una sola columna cuyo tipo es el de un tipo objeto.
- Como una tabla que tiene tantas columnas como atributos tienen los objetos que almacena.

Por ejemplo, se puede ejecutar una de las dos instrucciones siguientes. En la primera instrucción, la tabla **clientes_año_tab** se considera como una tabla con varias columnas cuyos

valores son los especificados. En el segundo caso, se considera como con una tabla de objetos que en cada fila almacena un objeto. En esta instrucción la cláusula **VALUE** permite visualizar el valor de un objeto.

```
INSERT INTO clientes_año_tab VALUES(
        2347,
        'Juan Pérez Ruíz',
        direccion_t ('Calle Castalia', 'Onda', 'Castellón', '34568'),
        '696-779789',
        12/12/1981);

SELECT VALUE(c) FROM clientes_año_tab c
WHERE c.clinomb = 'Juan Pérez Ruiz';
```

Las reglas de integridad, de clave primaria, y el resto de propiedades que se definan sobre una tabla, sólo afectan a los objetos de esa tabla, es decir no se refieren a todos los objetos del tipo asignado a la tabla.

2.1.6. Referencia entre objetos

Los identificadores únicos asignados por Oracle a los objetos que se almacenan en una tabla, permiten que éstos puedan ser referenciados desde los atributos de otros objetos o desde las columnas de tablas. El tipo de datos proporcionado por Oracle para soportar esta facilidad se denomina **REF**. Un atributo de tipo **REF** almacena una referencia a un objeto del tipo definido, e implementa una relación de asociación entre los dos tipos de objetos. Estas referencias se pueden utilizar para acceder a los objetos referenciados y para modificarlos; sin embargo, no es posible operar sobre ellas directamente. Para asignar o actualizar una referencia se debe utilizar siempre **REF** o **NULL**.
Cuando se define una columna de un tipo a **REF**, es posible restringir su dominio a los objetos que se almacenen en cierta tabla. Si la referencia no se asocia a una tabla sino que sólo se restringe a un tipo de objeto, se podrá actualizar a una referencia a un objeto del tipo adecuado con independencia de la tabla donde se almacene. En este caso su almacenamiento requerirá más espacio y su acceso será menos eficiente. El siguiente ejemplo define un atributo de tipo **REF** y restringe su dominio a los objetos de cierta tabla.

```
CREATE TABLE clientes_tab OF cliente_t;

CREATE TYPE ordenes_t AS OBJECT (
        ordnum NUMBER,
        cliente REF clientes_t,
        fechpedido DATE,
        direcentrega direccion_t);

CREATE TABLE ordenes_tab OF ordenes_t (
        PRIMARY KEY (ordnum),
        SCOPE FOR (cliente) IS clientes_tab);
```

Cuando se borran objetos de la BD, puede ocurrir que otros objetos que referencien a los borrados queden en estado inconsistente. Estas referencias se denominan *dangling references*, y Oracle proporciona el predicado llamado **IS DANGLING** que permite comprobar cuándo sucede esto.

2.1.7. Tipos de datos colección

Para poder implementar relaciones **1:N**, Oracle permite definir tipos colección. Un dato de tipo colección está formado por un número indefinido de elementos, todos del mismo tipo. De esta manera, es posible almacenar en un atributo un conjunto de tuplas en forma de array (**VARRAY**), o en forma de tabla anidada.

Al igual que el tipo objeto, el tipo colección también tienen por defecto unas funciones constructoras de colecciones cuyo nombre coincide con el del tipo. Los argumentos de entrada de estas funciones son el conjunto de elementos que forman la colección separados por comas y entre paréntesis, y el resultado es un valor de tipo colección.
En Oracle es posible diferenciar entre un valor nulo y una colección vacía. Para construir una colección sin elementos se puede utilizar la función constructora del tipo seguida de dos paréntesis sin elementos dentro.

2.1.8. El tipo VARRAY

Un array es un conjunto ordenado de elementos del mismo tipo. Cada elemento tiene asociado un índice que indica su posición dentro del array. Oracle permite que los **VARRAY** sean de longitud variable, aunque es necesario especificar un tamaño máximo cuando se declara el tipo **VARRAY**. Las siguientes declaraciones crean un tipo para una lista ordenada de precios, y un valor para dicho tipo.

```
CREATE TYPE precios AS VARRAY(10) OF NUMBER(12);
precios('35', '342', '3970');
```

Se puede utilizar el tipo **VARRAY** para:

- Definir el tipo de dato de una columna de una tabla relacional.
- Definir el tipo de dato de un atributo de un tipo de objeto.
- Para definir una variable PL/SQL, un parámetro, o el tipo que devuelve una función.

Cuando se declara un tipo **VARRAY** no se produce ninguna reserva de espacio. Si el espacio que requiere lo permite, se almacena junto con el resto de columnas de su tabla, pero si es demasiado largo (más de 4000 bytes) se almacena aparte de la tabla como un **BLOB**.

En el siguiente ejemplo, se define un tipo de datos para almacenar una lista ordenada de teléfonos: el tipo **list** (ya que en el tipo **set** no existe orden). Este tipo se utiliza después para asignárselo a un atributo del tipo de objeto **cliente_t**.

DEFINICIÓN ORIENTADA A OBJETOS

```
define type Lista_Tel_T:
   list(string);

define class Cliente_T:
        tuple [clinum: integer,
               clinomb:string,
               direccion:Direccion_T,
               lista_tel: Lista_Tel_T];
```

DEFINICIÓN EN ORACLE

```
CREATE TYPE lista_tel_t AS
        VARRAY(10) OF VARCHAR2(20) ;

CREATE TYPE cliente_t AS OBJECT (
        clinum NUMBER,
        clinomb VARCHAR2(200),
        direccion direccion_t,
        lista_tel lista_tel_t );
```

La principal limitación del tipo **VARRAY** es que en las consultas es imposible poner condiciones sobre los elementos almacenados dentro. Desde una consulta SQL, los valores de un **VARRAY** solamente pueden ser accedidos y recuperados como un bloque. Es decir, no se puede acceder individualmente a los elementos de un **VARRAY**. Sin embargo, desde un programa PL/SQL si que es posible definir un bucle que itere sobre los elementos de un **VARRAY**.

2.1.8.1. Tablas anidadas

Una tabla anidada es un conjunto de elementos del mismo tipo sin ningún orden predefinido. Estas tablas solamente pueden tener una columna que puede ser de un tipo de datos básico de Oracle, o de un tipo de objeto definido por el usuario. En este último caso, la tabla anidada también puede ser considerada como una tabla con tantas columnas como atributos tenga el tipo objeto.

El siguiente ejemplo declara una tabla que después será anidada en el tipo **ordenes_t**. Los pasos de todo el diseño son los siguientes:

1. Se define el tipo de objeto **linea_t** para las filas de la tabla anidada.

```
define type Linea_T:
    tuple [linum:integer,
      item:string,
      cantidad:integer,
      descuento:real];
```

```
CREATE TYPE linea_t AS OBJECT (
    linum NUMBER,
    item VARCHAR2(30),
    cantidad NUMBER,
    descuento NUMBER(6,2));
```

2. Se define el tipo colección tabla **lineas_pedido_t** para después anidarla.

```
CREATE TYPE lineas_pedido_t AS TABLE OF linea_t ;
```

Esta definición permite utilizar el tipo colección **lineas_pedido_t** para:

- Definir el tipo de dato de una columna de una tabla relacional.
- Definir el tipo de dato de un atributo de un tipo de objetos.
- Para definir una variable PL/SQL, un parámetro, o el tipo que devuelve una función.

3. Se define el tipo objeto **ordenes_t** y su atributo **pedido** almacena una tabla anidada del tipo **lineas_pedido_t**.

```
define class Ordenes_T:
    tuple [ordnum:integer,
        cliente:Clientes_T,
        fechpedido:date,
        fechentrega:date,
        pedido:set (Linea_T),
        direcentrega:Direccion_T];
```

```
CREATE TYPE ordenes_t AS OBJECT (
    ordnum NUMBER,
    cliente REF cliente_t,
    fechpedido DATE,
    fechentrega DATE,
    pedido lineas_pedido_t,
    direcentrega direccion_t) ;
```

4. Se define la tabla de objetos **ordenes_tab** y se especifica la tabla anidada del tipo **lineas_pedido_t.**

```
CREATE TABLE ordenes_tab OF ordenes_t
      (ordnum PRIMARY KEY,
SCOPE FOR (cliente) IS clientes_tab)
NESTED TABLE pedido STORE AS pedidos_tab) ;
```

Es necesario realizar este último paso porque la declaración de una tabla anidada no reserva ningún espacio para su almacenamiento. Lo que se hace es indicar en qué tabla (**pedidos_tab**) se deben almacenar todas las líneas de pedido que se representen en el atributo pedido de cualquier objeto de la tabla **ordenes_tab**. Es decir, todas las líneas de pedido de todas las **ordenes** se almacenan externamente a la tabla de **ordenes**, en otra tabla especial. Para relacionar las tuplas de una tabla anidada con la tupla a la que pertenecen, se utiliza una columna oculta que aparece en la tabla anidada por defecto. Todas las tuplas de una tabla anidada que pertenecen a la misma tupla tienen el mismo valor en esta columna (**NESTED_TABLE_ID**).

A diferencia de los **VARRAY**, los elementos de las tablas anidadas **(NESTED_TABLE)** sí pueden ser accedidos individualmente, y es posible poner condiciones de recuperación sobre ellos. En la próxima sección veremos, una forma conveniente de acceder individualmente a los elementos de una tabla anidada mediante un cursor anidado. Además, las tablas anidadas pueden estar indexadas.

2.2. INSERCIÓN Y ACCESO A LOS DATOS

2.2.1. Alias

En una base de datos con tipos y objetos, lo más recomendable es utilizar siempre alias para los nombres de las tablas. El alias de una tabla debe ser único en el contexto de la consulta. Los alias sirven para acceder al contenido de la tabla, pero hay que saber utilizarlos adecuadamente en las tablas que almacenan objetos.

El siguiente ejemplo ilustra cómo se deben utilizar.

```
CREATE TYPE persona AS OBJECT (nombre VARCHAR(20));
CREATE TABLE ptab1 OF persona;
CREATE TABLE ptab2 (c1 persona);
CREATE TABLE ptab3 (c1 REF persona);
```

La diferencia entre las dos primeras tablas está en que la primera almacena objetos del tipo **persona**, mientras que la segunda tabla tiene una columna donde se almacenan valores del tipo **persona**. Considerando ahora las siguientes consultas, se ve cómo se puede acceder a estas tablas.

1. **SELECT** nombre **FROM** ptab1; Correcto
2. **SELECT** c1.nombre **FROM** ptab2; Incorrecto
3. **SELECT** p.c1.nombre **FROM** ptab2 p; Correcto
4. **SELECT** p.c1.nombre **FROM** ptab3 p; Correcto
5. **SELECT** p.nombre **FROM** ptab3 p; Incorrecto

En la primera consulta **nombre** es considerado como una de las columnas de la tabla **ptab1**, ya que los atributos de los objetos se consideran columnas de la tabla de objetos. Sin embargo, en la segunda consulta se requiere la utilización de un alias para indicar que **nombre** es el nombre de un atributo del objeto de tipo **persona** que se almacena en la columna **c1**. Para resolver este problema no es posible utilizar los nombres de las tablas directamente: **ptab2.c1.nombre** es incorrecto. Las consultas 4 y 5 muestran cómo acceder a los atributos de los objetos referenciados desde un atributo de la tabla **ptab3**.

En conclusión, para facilitar la formulación de consultas y evitar errores se recomienda utilizar alias para acceder a todas las tablas que contengan objetos con o sin identidad, y para acceder a las columnas de las tablas en general.

2.2.2. Inserción de referencias

La inserción de objetos con referencias implica utilizar el operador **REF** para poder insertar la referencia en el atributo adecuado. La siguiente sentencia inserta una orden de pedido en la tabla definida en la sección 2.1.6.

```
INSERT INTO ordenes_tab
SELECT 3001, REF(C),'30-MAY-1999', NULL
        --se seleccionan los valores de los 4 atributos de la tabla
FROM cliente_tab C WHERE C.clinum= 3;
```

El acceso a un objeto desde una referencia **REF** requiere primero referenciar al objeto. Para realizar esta operación, Oracle proporciona el operador **DEREF**. No obstante, utilizando la notación de punto también se consigue referenciar a un objeto de forma implícita.

Observemos el siguiente ejemplo:

```
CREATE TYPE persona_t AS OBJECT (
nombre VARCHAR2(30),
jefe REF persona_t ) ;
```

Si **x** es una variable que representa a un objeto de tipo **persona_t**, entonces las dos expresiones siguientes son equivalentes:

1. x.jefe.nombre
2. y.nombre, y=DEREF(x.jefe)

Para obtener una referencia a un objeto de una tabla de objetos, podemos aplicar **REF,** como muestra el siguiente ejemplo:

```
CREATE TABLE persona_tab OF persona_t;
DECLARE ref_persona REF persona_t;
SELECT REF(pe) INTO ref_persona
FROM persona_tab pe WHERE pe.nombre= 'Juan Pérez Ruiz';
```

Simétricamente, para recuperar un objeto desde una referencia es necesario usar **DEREF**, como muestra el siguiente ejemplo que visualiza los datos del jefe de la persona indicada:

```
SELECT DEREF(pe.jefe)
 FROM persona_tab pe WHERE pe.nombre= 'Juan Pérez Ruíz';
```

2.2.3. Llamadas a métodos

Para invocar un método hay que utilizar su nombre y unos paréntesis que encierren sus argumentos de entrada. Si el método no tiene argumentos, se especifican los paréntesis aunque estén vacíos. Por ejemplo, si **tb** es una tabla con la columna **c** de tipo objeto **t**, y **t** tiene un método **m** sin argumentos de entrada, la siguiente consulta es correcta:

```
SELECT p.c.m( ) FROM tb p;
```

2.2.4. Inserción en tablas anidadas

Además del constructor del tipo colección disponible por defecto, la inserción de elementos dentro de una tabla anidada puede hacerse siguiendo estas dos etapas:

1. Crear el objeto con la tabla anidada y dejar vacío el campo que contiene las tuplas anidadas.
2. Comenzar a insertar tuplas en la columna correspondiente de la tupla seleccionada por una subconsulta. Para ello, se tiene que utilizar la palabra clave **THE** con la siguiente sintaxis:

```
INSERT INTO THE (subconsulta) (tuplas a insertar)
```

Esta técnica es especialmente útil si dentro de una tabla anidada se guardan referencias a otros objetos. El siguiente ejemplo ilustra la manera de realizar estas operaciones sobre la tabla de ordenes (**ordenes_tab**) definida en la sección 2.1.8.1.

```
INSERT INTO ordenes_tab            --inserta una orden
    SELECT 3001, REF(C),
           SYSDATE,'30-MAY-1999',
           lineas_pedido_t(),
           NULL
    FROM cliente_tab C
    WHERE C.clinum= 3 ;

INSERT INTO THE (    --selecciona el atributo pedido de la orden
    SELECT P.pedido
    FROM ordenes_tab P
    WHERE P.ordnum = 3001
    )
    VALUES (linea_t(30, NULL, 18, 30));
    --inserta una linea de pedido anidada
```

Para poner condiciones a las tuplas de una tabla anidada, se pueden utilizar cursores dentro de un **SELECT** o desde un programa PL/SQL. Veamos aquí un ejemplo de acceso con cursores. Utilizando el ejemplo de la sección 2.1.8.1, vamos a recuperar el número de las ordenes, sus fechas de pedido y las líneas de pedido que se refieran al item **'CH4P3'**.

```
SELECT ord.ordnum, ord.fechpedido,
    CURSOR (SELECT * FROM TABLE(ord.pedido) lp WHERE lp.item= 'CH4P3')
FROM ordenes_tab ord;
```

La cláusula **THE** también sirve para seleccionar las tuplas de una tabla anidada. La sintaxis es como sigue:

```
SELECT ... FROM THE (subconsulta) WHERE ...
```

Por ejemplo, para seleccionar las primeras dos líneas de pedido de la orden **8778** se hace:

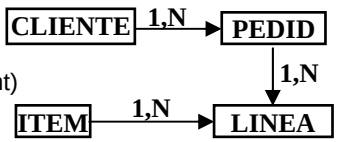
```
SELECT lp FROM THE
        (SELECT ord.pedido FROM ordenes_tab ord WHERE ord.ordnum= 8778) lp
        WHERE lp.linum<3;
```

2.3. EJEMPLO

Partiremos de una base de datos para gestionar los pedidos de los clientes, y veremos cómo Oracle permite proporcionar una solución relacional y otra objeto-relacional.

2.3.1. Modelo lógico de una base de datos relacional

CLIENTE (clinum, clinomb, calle, ciudad, prov, codpos, tel1, tel2, tel3)
PEDIDO (ordnum, clinum, fechped, fechentrega, callent, ciuent, provent, codpent)
ITEM (numitem, precio, tasas)
LINEA (linum, ordnum, numitem, cantidad, descuento)



Modelo lógico relacional.

2.3.2. Implementación relacional del ejemplo en Oracle

Creamos las tablas normalizadas y con claves externas para representar las relaciones.

```
CREATE TABLE cliente (
        clinum NUMBER,
        clinomb VARCHAR2(200),
        calle VARCHAR2(200),
        ciudad VARCHAR2(200),
        prov CHAR(2),
        codpos VARCHAR2(20),
        tel1 VARCHAR2(20),
        tel2 VARCHAR2(20),
        tel3 VARCHAR2(20),
        PRIMARY KEY (clinum));

CREATE TABLE pedido (
        ordnum NUMBER,
        clinum NUMBER REFERENCES cliente,
        fechpedido DATE,
        fechaentrega DATE,
        callent VARCHAR2(200),
        ciuent VARCHAR2(200),
        provent CHAR(2),
        codpent VARCHAR2(20),
        PRIMARY KEY (ordnum));

CREATE TABLE item (
        numitem NUMBER PRIMARY KEY,
        precio NUMBER,
        tasas NUMBER);

CREATE TABLE linea (
        linum NUMBER,
        ordnum NUMBER REFERENCES pedido,
        numitem NUMBER REFERENCES item,
        cantidad NUMBER,
        descuento NUMBER,
        PRIMARY KEY (ordnum, linum));
```

2.3.3. Modelo lógico de una base de datos orientada a objetos

Primero utilizaremos un lenguaje de definición de bases de datos orientado a objetos para definir el esquema de la base de datos que después crearemos en Oracle.

```
define type Lista_Tel_T: type list(string);

define type Direccion_T: type tuple [ calle:string,
        ciudad:string,
        prov:string,
        codpos:string];

define class Cliente_T: type tuple [ clinum: integer,
        clinomb:string,
        direccion:Direccion_T,
        lista_tel: Lista_Tel_T];

define class Item_T: type tuple [ itemnum:integer,
        precio:real,
        tasas:real];

define type Linea_T: type tuple [linum:integer,
        item:Item_T,
        cantidad:integer,
        descuento:real];

define type Linea_Pedido_T: type set(Linea_T);

define class Pedido_T: type tuple [ ordnum:integer,
        cliente:Cliente_T,
        fechpedido:date,
        fechentrega:date,
        pedido:Lineas_Pedido_T
        direcentrega:Direccion_T];
```

2.3.4. Implementación objeto relacional del ejemplo con Oracle

2.3.5. Creación de tipos

Ahora se va a indicar cómo definir todos los tipos anteriores en Oracle.

```
CREATE TYPE lista_tel_t AS VARRAY(10) OF VARCHAR2(20) ;

CREATE TYPE direccion_t AS OBJECT (
        calle VARCHAR2(200),
        ciudad VARCHAR2(200),
        prov CHAR(2),
        codpos VARCHAR2(20)) ;

CREATE TYPE cliente_t AS OBJECT (
        clinum NUMBER,
        clinomb VARCHAR2(200),
        direccion direccion_t,
        lista_tel lista_tel_t) ;

CREATE TYPE item_t AS OBJECT (
        itemnum NUMBER,
        precio NUMBER,
        tasas NUMBER) ;

CREATE TYPE linea_t AS OBJECT (
        linum NUMBER,
        item REF item_t,
        cantidad NUMBER,
```

```
        descuento NUMBER) ;
CREATE TYPE lineas_pedido_t AS TABLE OF linea_t ;

CREATE TYPE pedido_t AS OBJECT (
        ordnum NUMBER,
        cliente REF cliente_t,
        fechpedido DATE,
        fechentrega DATE,
        pedido lineas_pedido_t,
        direcentrega direccion_t) ;
```

2.3.6. Creación de tablas objeto

Ahora vamos a crear las tablas donde almacenar los objetos de la aplicación.

```
CREATE TABLE cliente_tab OF cliente_t
        (clinum PRIMARY KEY);

CREATE TABLE item_tab OF item_t
        (itemnum PRIMARY KEY) ;

CREATE TABLE pedido_tab OF pedido_t (
        PRIMARY KEY (ordnum),
        SCOPE FOR (cliente) IS cliente_tab)
NESTED TABLE pedido STORE AS pedido_tab ;

ALTER TABLE pedido_tab
        ADD (SCOPE FOR (item) IS item_tab) ;
```

Esta última declaración sirve para restringir el dominio de los objetos referenciados desde **item** a aquellos que se almacenan en la tabla **item_tab.**

2.3.7. Inserción de objetos

```
REM inserción en la tabla ITEM_TAB**********************
        INSERT INTO item_tab VALUES(1004, 6750.00, 2);
        INSERT INTO item_tab VALUES(1011, 4500.23, 2);
        INSERT INTO item_tab VALUES(1534, 2234.00, 2);
        INSERT INTO item_tab VALUES(1535, 3456.23, 2);
        INSERT INTO item_tab VALUES(2004, 33750.00, 3);
        INSERT INTO item_tab VALUES(3011, 43500.23, 4);
        INSERT INTO item_tab VALUES(4534, 5034.00, 6);
        INSERT INTO item_tab VALUES(5535, 34456.23, 5);

REM inserción en la tabla CLIENTE_TAB*********************
```

Nótese cómo en estas definiciones se utilizan los constructores del tipo de objeto **direccion_t** y el tipo de colección **lista_tel_t.**

```
        INSERT INTO cliente_tab
                VALUES (
                        1, 'Lola Caro',
                        direccion_t('12 Calle Lisboa', 'Nules', 'CS', '12678'),
                        lista_tel_t('415-555-1212')) ;

        INSERT INTO cliente_tab
                VALUES (
                        2, 'Jorge Luz',
                        direccion_t('323 Calle Sol', 'Valencia', 'V', '08820'),
                        lista_tel_t('609-555-1212','201-555-1212')) ;
```

```
INSERT INTO cliente_tab
    VALUES (
        3, 'Juan Perez',
        direccion_t('12 Calle Colon', 'Castellon', 'ES', '12001'),
        lista_tel_t('964-555-1212', '609-543-1212',
        '201-775-1212','964-445-1212')) ;

INSERT INTO cliente_tab
    VALUES (
        4, 'Ana Gil',
        direccion_t('5 Calle Sueca', 'Burriana', 'ES', '12345'),
        lista_tel_t()) ;

REM inserción en la tabla PEDIDO_TAB*****************************
```

Nótese cómo en estas definiciones se utiliza el operador **REF** para obtener una referencia a un objeto de **cliente_tab** y almacenarlo en la columna de otro objeto de **pedido_tab**. La palabra clave **THE** se utiliza para designar la columna de las tuplas que cumplen la condición del **WHERE**, donde se deben realizar la inserción. Las tuplas que se insertan son las designadas por el segundo **SELECT**, y el objeto de la orden debe existir antes de comenzar a insertar líneas de pedido.

```
REM Pedidos del cliente 1*********************************

INSERT INTO pedido_tab
    SELECT 1001, REF(C),
        SYSDATE,'10-MAY-1999',
        linea_pedido_t(),
        NULL
    FROM cliente_tab C
    WHERE C.clinum= 1 ;

INSERT INTO THE (
    SELECT P.pedido
    FROM pedido_tab P
    WHERE P.ordnum = 1001
    )
    SELECT 01, REF(S), 12, 0
    FROM item_tab S
    WHERE S.itemnum = 1534;
INSERT INTO THE (
    SELECT P.pedido
    FROM ordenes_tab P
    WHERE P.ordnum = 1001
    )
    SELECT 02, REF(S), 10, 10
    FROM item_tab S
    WHERE S.itemnum = 1535;

REM Pedidos del cliente 2*************************************

INSERT INTO pedido_tab
        SELECT 2001, REF(C),
        SYSDATE,'20-MAY-1999',
        lineas_pedido_t(),
        direccion_t('55 Madison Ave','Madison','WI','53715')
    FROM cliente_tab C
    WHERE C.clinum= 2;
```

```
        INSERT INTO THE (
                SELECT P.pedido
                FROM pedido_tab P
                WHERE P.ordnum = 2001
                )
                SELECT 10, REF(S), 1, 0
                FROM item_tab S
                WHERE S.itemnum = 1004;

        INSERT INTO THE (
                SELECT P.pedido
                FROM pedido_tab P
                WHERE P.ordnum= 2001
                )
                VALUES( linea_t(11, NULL, 2, 1) ) ;

REM Pedidos del cliente 3***********************************
        INSERT INTO pedido_tab
                SELECT 3001, REF(C),
                        SYSDATE,'30-MAY-1999',
                        lineas_pedido_t(),
                        NULL
                FROM cliente_tab C
                WHERE C.clinum= 3 ;

        INSERT INTO THE (
                SELECT P.pedido
                FROM pedido_tab P
                WHERE P.ordnum = 3001
                )
                SELECT 30, REF(S), 18, 30
                FROM items_tab S
                WHERE S.itemnum = 3011;

        INSERT INTO THE (
                SELECT P.pedido
                FROM pedido_tab P
                WHERE P.ordnum = 3001
                )
                SELECT 32, REF(S), 10, 100
                FROM item_tab S
                WHERE S.itemnum = 1535;
****************************************
        INSERT INTO pedido_tab
                SELECT 3002, REF(C),
                        SYSDATE,'15-JUN-1999',
                        linea_pedido_t(),
                        NULL
                FROM cliente_tab C
                WHERE C.clinum= 3 ;

        INSERT INTO THE (
                SELECT P.pedido
                FROM pedido_tab P
                WHERE P.ordnum = 3002
                )
                SELECT 34, REF(S), 200, 10
                FROM item_tab S
                WHERE S.itemnum = 4534;
```

```
REM Pedidos del cliente 4************************************
        INSERT INTO pedido_tab
                SELECT 4001, REF(C),
                        SYSDATE,'12-MAY-1999',
                        linea_pedido_t(),
                        direccion_t('34 Nave Oeste','Nules','CS','12876')
                FROM cliente_tab C
                WHERE C.clinum= 4;

        INSERT INTO THE (
                SELECT P.pedido
                FROM pedido_tab P
                WHERE P.ordnum = 4001
                )
                SELECT 41, REF(S), 10, 10
                FROM item_tab S
                WHERE S.itemnum = 2004;

        INSERT INTO THE (
                SELECT P.pedido
                FROM pedido_tab P
                WHERE P.ordnum = 4001
                )
                SELECT 42, REF(S), 32, 22
                FROM item_tab S
                WHERE S.itemnum = 5535;
```

2.3.8. Definición de métodos para los tipos

El siguiente método calcula la suma de los valores de las líneas de pedido correspondientes a la orden de pedido sobre la que se ejecuta.

```
CREATE TYPE pedido_t AS OBJECT (
        ordnum NUMBER,
        cliente REF cliente_t,
        fechpedido DATE,
        fechentrega DATE,
        pedido linea_pedido_t,
        direcentrega direccion_t,
        MEMBER FUNCTION
                coste_total RETURN NUMBER,
                PRAGMA RESTRICT_REFERENCES(coste_total, WNDS, WNPS) );
CREATE TYPE BODY pedido_t AS
        MEMBER FUNCTION coste_total RETURN NUMBER IS
                i INTEGER;
                item item_t;
                linea linea_t;
                total NUMBER:=0;
BEGIN
        FOR i IN 1..SELF.pedido.COUNT LOOP
                linea:=SELF.pedido(i);
                SELECT DEREF(linea.item) INTO item FROM DUAL;
                total:=total + linea.cantidad * item.precio;
        END LOOP;
        RETURN total;
END;
END;
```

- La palabra clave **SELF** permite referirse al objeto sobre el que se ejecuta el método.
- La palabra clave **COUNT** sirve para contar el número de elementos de una tabla o de un array. Junto con la instrucción **LOOP** permite iterar sobre los elementos de una colección, en nuestro caso las líneas de pedido de una orden.
- El **SELECT** es necesario porque Oracle no permite utilizar **DEREF** directamente en el código PL/SQL.

2.3.9. Consultas a BDOR

1. Consultar la definición de la tabla de clientes.

```
SQL> describe cliente_tab;
```

Name	Null?	Type
CLINUM	NOT NULL	NUMBER
CLINOMB		VARCHAR2(200)
DIRECCION		DIRECCION_T
LISTA_TEL		LISTA_TEL_T

2. Insertar en la tabla de clientes a un nuevo cliente con todos sus datos.

```
SQL> insert into cliente_tab
        2 values(5, 'John smith',
        3 direccion_t('67 rue de percebe', 'Gijon', 'AS',
        '73477'),lista_tel_t('7477921749', '83797597827'));
1 row created.
```

3. Consultar y modificar el nombre del cliente número 2.

```
SQL> select clinomb from cliente_tab where clinum=2;

CLINOMB
------------------------------------------------------------
Jorge Luz

SQL> update cliente_tab
        2 set clinomb='Pepe Puig' where clinum=5;
1 row updated.
```

4. Consultar y modificar la dirección del cliente número 2.

```
SQL> select direccion from cliente_tab where clinum=2;

DIRECCION(CALLE, CIUDAD, PROV, CODPOS)
--------------------------------------------------------------------
DIRECCION_T('Calle Sol', 'Valencia', 'VA', '08820')

SQL> update cliente_tab
        2 set direccion=direccion_t('Calle Luna','Castello',
        'CS',68734')
        3 where clinum=2;
1 row updated.
```

5. Consultar todos los datos del cliente número 1 y añadir un nuevo teléfono a su lista de teléfonos.

```
SQL> select * from cliente_tab where clinum=1;

CLINUM
----------
CLINOMB
------------------------------------------------------------
DIRECCION(CALLE, CIUDAD, PROV, CODPOS)
------------------------------------------------------------
LISTA_TEL
------------------------------------------------------------
1
Lola Caro
```

```
DIRECCION_T('Calle Luna', 'Castellon', 'CS', '64827')
LISTA_TEL_T('415-555-1212')
```

También se podría haber consultado así:

```
SQL> select value(C) from cliente_tab C where C.clinum=1;

VALUE(C)(CLINUM, CLINOMB, DIRECCION(CALLE, CIUDAD, PROV,
CODPOS),LISTA_TEL)
------------------------------------------------------------
CLIENTES_T(1, 'Lola Caro', DIRECCION_T( 'Calle Luna',
'Castellon', 'CS','64827'), LISTA_TEL_T('415-555-
        1212'))

SQL> update cliente_tab
        2 set lista_tel=lista_tel_t('415-555-1212',
                '6348635872')
        3 where clinum=1;
1 row updated.
```

6. Visualizar el nombre del cliente que ha realizado la orden número 1001.

```
SQL> select o.cliente.clinomb from pedido_tab o where
                o.ordnum=1001;

CLIENTE.CLINOMB
------------------------------------------------------------
Lola Caro
```

7. Visualizar todos los detalles del cliente que ha realizado la orden número 1001.

```
SQL> select DEREF(o.cliente) from pedido_tab o where
                o.ordnum=1001;

DEREF(O.CLIENTE)(CLINUM, CLINOMB, DIRECCION(CALLE, CIUDAD, PROV,
CODPOS),LISTA_TEL
------------------------------------------------------------
CLIENTE_T(1, 'Lola Caro', DIRECCION_T('Calle Luna', 'Castellon', 'CS','64827'),
LISTA_TEL_T('415-555-1212', '6348635872'))
```

De la siguiente manera podemos obtener la referencia al objeto que, obviamente, es ininteligible:

```
SQL> select o.cliente from pedido_tab o where
                o.ordnum=1001;

CLIENTE
------------------------------------------------------------
00002EA5F6693E4A73F8E003960286473F83EA5F6693E3E73F8E0039680286473F8
```

8. Visualizar el número de todos los items que se han pedido en la orden número 3001.

```
SQL> select cursor(select p.item.itemnum from
                Table(o.pedido) p)
        2 from pedido_tab o where o.ordnum=3001;

CURSOR(SELECTP.ITEM.
--------------------
CURSOR STATEMENT : 1

CURSOR STATEMENT : 1

ITEM.ITEMNUM
----------------------
          3011
          1535
```

9. Seleccionar el número de orden y el coste total de las ordenes hechas por el cliente número 3.

```
SQL> select o.ordnum, o.coste_total() from pedido_tab o
        2 where o.cliente.clinum=3;

ORDNUM    O.COSTE_TOTAL()
----------------------
3001      817566.44
3002       1006800
```

2.3.10. Borrado de objetos, tablas y tipos del usuario

```
DELETE FROM pedido_tab;
DROP TABLE pedido _tab;
DELETE FROM cliente_tab;
DROP TABLE cliente_tab;
DELETE FROM item_tab;
DROP TABLE item_tab;
DROP TYPE pedido _t;
DROP TYPE linea_pedido_t;
DROP TYPE linea_t;
DROP TYPE item_t;
DROP TYPE cliente_t;
DROP TYPE lista_tel_t;
DROP TYPE direccion_t;
```