



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JUJUY
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE MINAS
CÁTEDRA DE BASES DE DATOS I

UNIDAD N° 4

MODELO DE DATOS RELACIONAL

Mg. Ing. Héctor Pedro Liberatori
Año 2023

Codd propuso los siguientes objetivos con su modelo:

- Independencia física.
- Independencia lógica.
- Flexibilidad.
- Uniformidad.
- Sencillez.

Año	Hecho
1970	Codd publica las bases del modelo relacional
1971-72	Primeros desarrollos teóricos
1973-78	Primeros prototipos de base de datos relacional. Son el System R de IBM. En ese sistema se desarrolla Sequel que con el tiempo cambiará su nombre a SQL.
1974	La Universidad de Berkeley desarrolla Ingres , SGBD relacional basado en cálculo relacional. Utilizaba el lenguaje Quel desarrollado en las universidades y muy popular en la época en ámbitos académicos.
1978	Aparece el lenguaje QBE (Query By Example) lenguaje de acceso relacional a los archivos VSAM de IBM
1979	Aparece Oracle , el primer SGBD comercial relacional (ganando en unas semanas al System/38 de IBM). Implementa SQL y se convertirá en el sistema gestor de bases de datos relacionales líder del mercado. Codd revisa su modelo relacional y lanza el modelo RM/T como un intento de subsanar sus deficiencias.
1981	Aparece Informix como SGBD relacional para Unix
1983	Aparece DB2 , el sistema gestor de bases de datos relacionales de IBM
1984	Aparece la base de datos Sybase que llegó a ser la segunda más popular (tras Oracle)

Figura 2: Historia del Modelo Relacional

Año	Hecho
1986	ANSI normaliza el SQL (SQL/ANSI). SQL es ya de hecho el lenguaje principal de gestión de bases de datos relacionales.
1987	ISO también normaliza SQL. Es el SQL ISO(9075)
1988	La versión 6 de Oracle incorpora el lenguaje procedimental PL/SQL
1989	ISO revisa el estándar y publica el estándar SQL Addendum . Microsoft y Sybase desarrollan SQL Server para el sistema operativo OS/2 de Microsoft e IBM . Durante años Sybase y SQL Server fueron el mismo producto.
1990	Versión dos del modelo relacional (RM/V2) realizada por Codd. Propuesta de Michael Stonebraker para añadir al modelo relacional capacidades de orientación a objetos.
1992	ISO publica el estándar SQL 92 (todavía el más utilizado)
1995	Manifiesto de Darwen y Date en el que animan a reinterpretar el modelo relacional desde una perspectiva de objetos. Aparece el modelo objeto/relacional. Aparece MySQL una base de datos relacional de código abierto con licencia GNU que se hace muy popular entre los desarrolladores de páginas web.

Figura 3: Historia del Modelo Relacional

Año	Hecho
1996	ANSI normaliza el lenguaje procedimental basado en SQL y lo llaman SQL/PSM . Permite técnicas propias de los lenguajes de programación estructurada. Aparece el SGBD abierto PostgreSQL como remodelación de la antigua Ingres, utilizando de forma nativa el lenguaje SQL (en lugar de Quel).
1999	ISO publica un nuevo estándar que incluye características más avanzadas. Se llama SQL 99 (también se le conoce como SQL 200)
2003	ISO publica el estándar SQL 2003 . En él se añade SQL/PSM al estándar.
2006	Estándar ISO. SQL 2006
2008	Estándar ISO. SQL 2008

Figura 4: Historia del Modelo Relacional

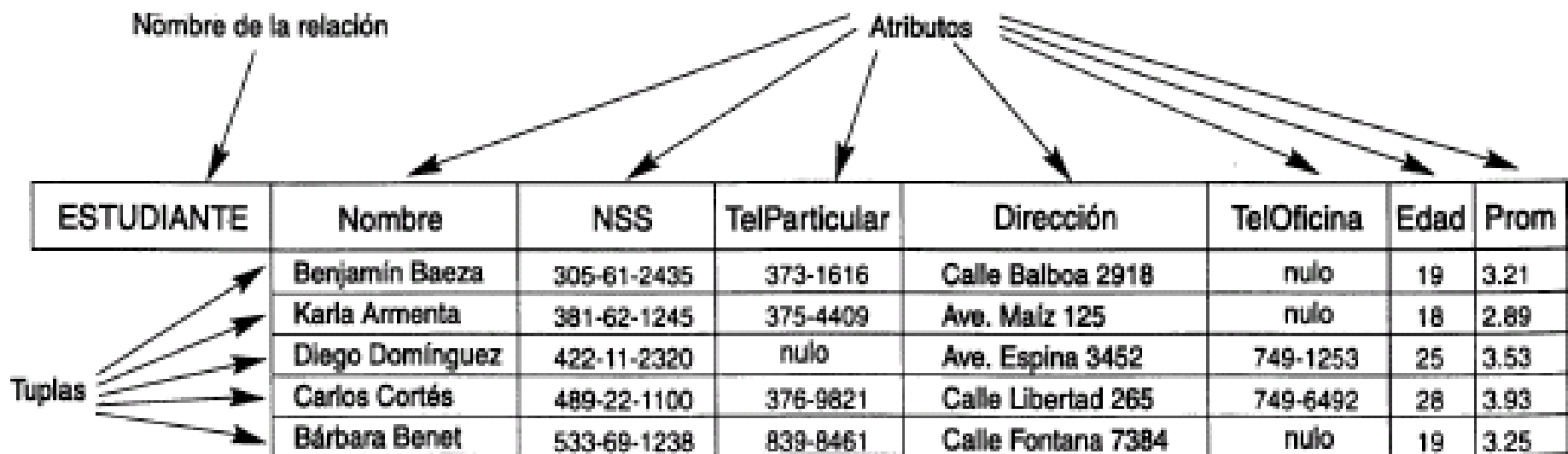


Figura 5: Atributos y tuplas de la relación ESTUDIANTE

Un dominio (D) está formado por:

- **Nombre.**
- **Tipo de datos.**
- **Formato.**
- **Unidad de medida.**

Figura 6: Dominios

R (A_1, A_2, \dots, A_n)

D: dom (A_i)

ESTUDIANTE(Nombre, NSS, TelParticular, Dirección, TelOficina, Edad, Prom)

ESTUDIANTE: dom(Nombre) = Nombres

dom(edad) = Edades_de_estudiantes

dom(Prom) = Promedios_de_notas

Figura 7: Esquema de relación de grado 7

Un esquema de relación:

$$\mathbf{R} (A_1, A_2, \dots, A_n)$$

el estado se denota por:

$$r(\mathbf{R})$$

es un conjunto de tuplas:

$$r = (t_1, t_2, \dots, t_n)$$

donde cada n-tuplas \mathbf{t} :

$$\mathbf{t} = (v_1, v_2, \dots, v_n)$$

cada valor de atributo de la tupla \mathbf{t}

se referencia como: $\mathbf{t}[A_i]$

Figura 8: Estado de Relación

Una Relación $r(R)$ es una relación matemática de grado n sobre los dominios $\text{dom}(A_n)$

$$r(R) \subseteq (\text{dom}(A_1) \times \text{dom}(A_2) \times \dots \times \text{dom}(A_n))$$

1. Subconjunto del producto cartesiano de los dominios de R

$$|\text{dom}(A_1)| * |\text{dom}(A_2)| * \dots * |\text{dom}(A_n)|$$

2. N° total de tuplas del producto cartesiano

Figura 9: Producto Cartesiano

ESTUDIANTE	Nombre	NSS	TelParticular	Dirección	TelOficina	Edad	Prom
	Benjamín Baeza	305-61-2435	373-1616	Calle Balboa 2918	nulo	19	3.21
	Karla Armenta	381-62-1245	375-4409	Ave. Maíz 125	nulo	18	2.89
	Diego Domínguez	422-11-2320	nulo	Ave. Espina 3452	749-1253	25	3.53
	Carlos Cortés	489-22-1100	376-9821	Calle Libertad 265	749-6492	28	3.93
	Bárbara Benet	533-69-1238	839-8461	Calle Fontana 7384	nulo	19	3.25

ESTUDIANTE	Nombre	NSS	TelParticular	Dirección	TelOficina	Edad	Prom
	Diego Domínguez	422-11-2320	nulo	Ave. Espina 3452	749-1253	25	3.53
	Bárbara Benet	533-69-1238	839-8461	Calle Fontana 7384	nulo	19	3.25
	Carlos Cortés	489-22-1100	376-9821	Calle Libertad 265	749-6492	28	3.93
	Karla Armenta	381-62-1245	375-4409	Ave. Maíz 125	nulo	18	2.89
	Benjamín Baeza	305-61-2435	373-1616	Calle Balboa 2918	nulo	19	3.21

Figura 10: Relación ESTUDIANTE con un orden de tuplas diferente

$t = \langle (\text{Nombre, Diego Domínguez}), (\text{nss, 422-11-2320}), (\text{TelParticular, nulo}), (\text{Dirección, Ave. Espina3452}), (\text{TelOficina, 749-1253}), (\text{Edad, 25}), (\text{Prom, 3.53}) \rangle$

$t = \langle (\text{Dirección, Ave. Espina 3452}), (\text{Nombre, Diego Domínguez}), (\text{nss, 422-11-2320}), (\text{Edad, 25}), (\text{TelOficina, 749-1253}), (\text{Prom, 3.53}), (\text{TelParticular, nulo}) \rangle$

Figura 11: Son tuplas idénticas porque el orden de los atributos y los valores no forman parte de la definición de la relación

Un esquema de relación de grado n :

$$R (A_1, A_2, \dots, A_n)$$

una n -tupla de una relación $r(R)$:

$$t = (v_1, v_2, \dots, v_n)$$

donde v_i es el valor que le corresponde a:

$$A_i$$

Las letras **Q**, **R**, **S** denotan relaciones.

Las letras **q**, **r**, **s** denotan estado de relaciones.

Las letras **t**, **u**, **v** denotan tuplas.

Figura 12: Notación del Modelo Relacional

Los tipos de datos asociados a los dominios:

- **Numéricos.**
- **Caracteres.**
- **Fecha.**
- **Hora.**
- **Marca de tiempo.**
- **Dinero.**
- **Boolean.**
- **Subintervalo de valores**
- **Enumerado.**

Figura 13: Restricciones de Dominio

Una Relación no puede tener 2 tuplas que tengan los mismos valores en sus atributos:

- **Súper clave:** garantiza unicidad pero puede tener atributos redundantes.
- **Clave:** garantiza unicidad, sin atributos redundantes.

Figura 14: Restricciones de Clave y sobre nulos

Un Esquema de Relación puede tener más de una clave, en tal caso c/u de ellas se denomina clave candidata.

COCHE	NúmMatrícula	NúmSerieMotor	Marca	Modelo	Año
	Texas ABC-739	A69352	Ford	Mustang	90
	Florida TYP-347	B43696	Oldsmobile	Cutlass	93
	Nueva York MPO-22	X83554	Oldsmobile	Delta	89
	California 432-TFY	C43742	Mercedes	190-D	87
	California RSK-629	Y82935	Toyota	Camry	92
	Texas RSK-629	U028385	Jaguar	XJS	92

Figura 15: Restricciones de Clave y sobre nulos

Una BD Relacional contiene muchas relaciones, y en éstas las tuplas están relacionadas de diversas formas:

- **Esquema de BD:** es un conjunto **S** de esquemas de Relaciones:

$$\mathbf{S} = \{R_1, R_2, \dots, R_m\}$$

- **Estado de BD Relacional:** es un conjunto de estados de relaciones:

$$\mathbf{BD} = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$$

Figura 16: BD Relacionales y Esquemas de BD

EMPLEADO

NOMBREP	INIC	APELLIDO	<u>NSS</u>	FECHAN	DIRECCIÓN	SEXO	SALARIO	NSSSUPER	ND
---------	------	----------	------------	--------	-----------	------	---------	----------	----

DEPARTAMENTO

NOMBRED	<u>NÚMEROD</u>	NSSGTE	FECHAINICGTE
---------	----------------	--------	--------------

LUGARES_DEPTOS

<u>NÚMEROD</u>	LUGARD
----------------	--------

PROYECTO

NOMBREP	<u>NÚMEROP</u>	LUGARP	NÚMD
---------	----------------	--------	------

TRABAJA_EN

<u>NSSE</u>	<u>NÚMP</u>	HORAS
-------------	-------------	-------

DEPENDIENTE

<u>NSSE</u>	<u>NOMBRE_DEPENDIENTE</u>	SEXO	FECHAN	PARENTESCO
-------------	---------------------------	------	--------	------------

Figura 17: Esquema de BD Relacional EMPRESA

EMPLEADO	NOMBREP	INIC	APELLIDO	NSS	FECHAN	DIRECCIÓN	SEXO	SALARIO	NSSSUPER	ND
	José	B	Silva	123456789	09-ENE-55	Fresnos 731, Higuera, MX	M	30000	333445555	5
	Federico	T	Vizcarra	333445555	08-DIC-45	Valle 638, Higuera, MX	M	40000	888665555	5
	Alicia	J	Zapata	999887777	19-JUL-58	Catillo 3321, Sucre, MX	F	25000	987654321	4
	Jazmín	S	Vaidés	987654321	20-JUN-31	Bravo 291, Bolón, MX	F	43000	888665555	4
	Ramón	K	Nieto	666884444	15-SEP-52	Espiga 875, Heras, MX	M	38000	333445555	5
	Josefa	A	Esparza	453453453	31-JUL-62	Rosas 5631, Higuera, MX	F	25000	333445555	5
	Ahmed	V	Jabbar	987987987	29-MAR-59	Dalias 980, Higuera, MX	M	25000	987654321	4
	Jaime	E	Botello	888665555	10-NOV-27	Sorgo 450, Higuera, MX	M	55000	nulo	1

TRABAJA_EN	NSSE	NÚMP	HORAS
	123456789	1	32.5
	123456789	2	7.5
	666884444	3	40.0
	453453453	1	20.0
	453453453	2	20.0
	333445555	2	10.0
	333445555	3	10.0
	333445555	10	10.0
	333445555	20	10.0
	999887777	30	30.0
	999887777	10	10.0
	987987987	10	35.0
	987987987	30	5.0
	987654321	30	20.0
	987654321	20	15.0
	888665555	20	nulo

DEPENDIENTE	NSSE	NOMBRE_DEPENDIENTE	SEXO	FECHAN	PARENTESCO
	333445555	Alicia	F	05-ABR-76	HIJA
	333445555	Teodoro	M	25-OCT-73	HIJO
	333445555	Jobita	F	03-MAY-48	CÓNYUGE
	987654321	Abdiel	M	29-FEB-32	CÓNYUGE
	123456789	Miguel	M	01-ENE-78	HIJO
	123456789	Alicia	F	31-DIC-78	HIJA
	123456789	Elizabeth	F	05-MAY-57	CÓNYUGE

LUGARES_DEPTOS	NÚMEROD	LUGARD
	1	Higuera
	4	Santiago
	5	Bolón
	5	Sacramento
	5	Higuera

DEPARTAMENTO	NOMBRED	NÚMEROD	NSSGTE	FECHAINICGTE
	Investigación	5	333445555	22-MAY-78
	Administración	4	987654321	01-ENE-85
	Dirección	1	888665555	19-JUN-71

PROYECTO	NOMBREP	NÚMEROP	LUGARP	NÚMD
	ProductoX	1	Bolón	5
	ProductoY	2	Sacramento	5
	ProductoZ	3	Higuera	5
	Automatización	10	Santiago	4
	Reorganización	20	Higuera	1
	Nuevasprestaciones	30	Santiago	4

Figura 18: Posible estado de la BD del esquema EMPRESA

Existen 2 tipos de restricciones que son parte del Modelo Relacional:

- **Integridad de Entidades:** ningún valor de clave 1º puede ser nulo.
- **Integridad Referencial:** se especifica entre 2 Relaciones, y sirve para mantener la consistencia entre las tuplas de las 2 Relaciones.
- **Clave Externa (Foránea):** permite una definición más formal del concepto de Integridad Referencial.

Figura 19: Restricciones de Integridad

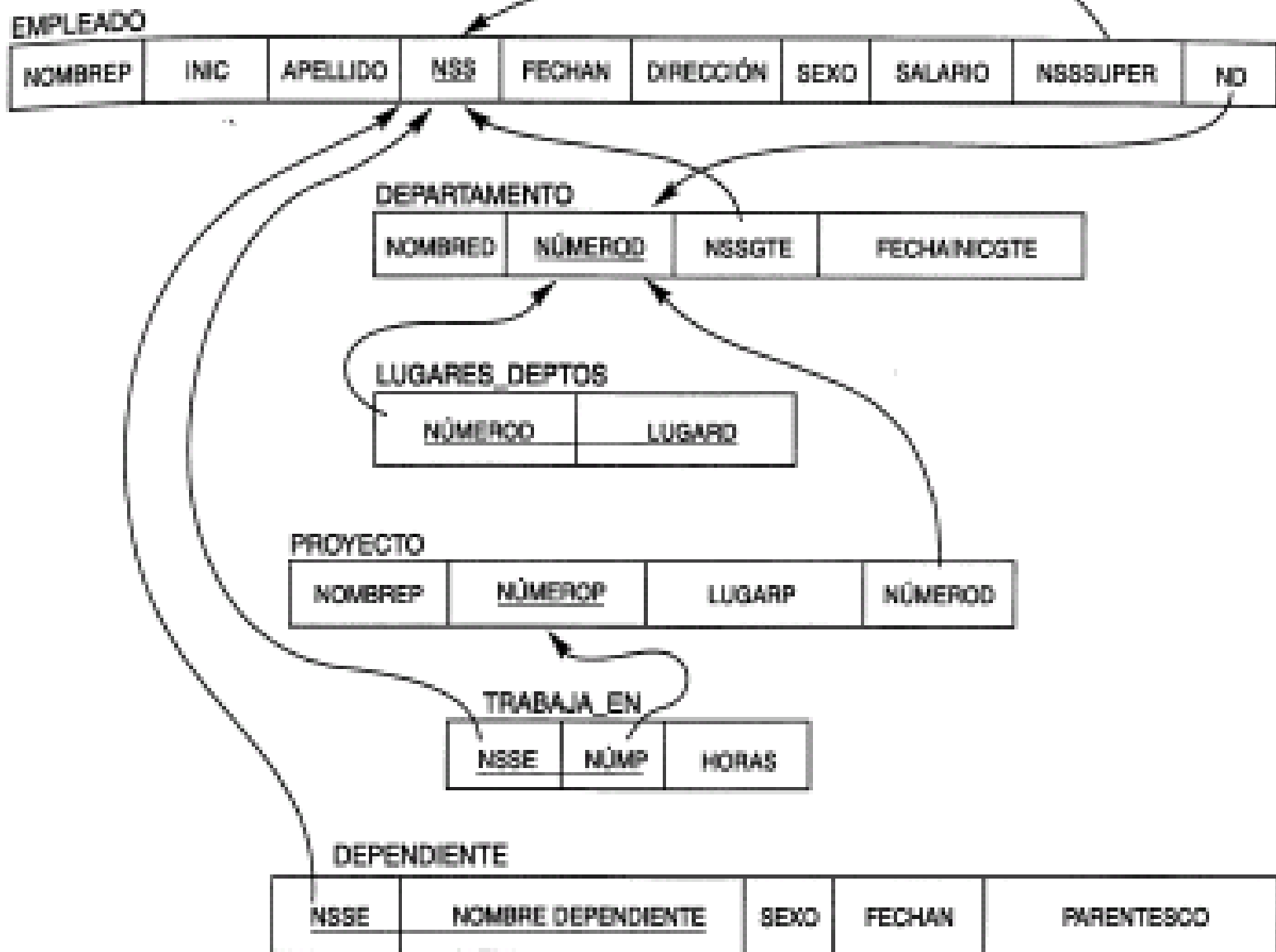
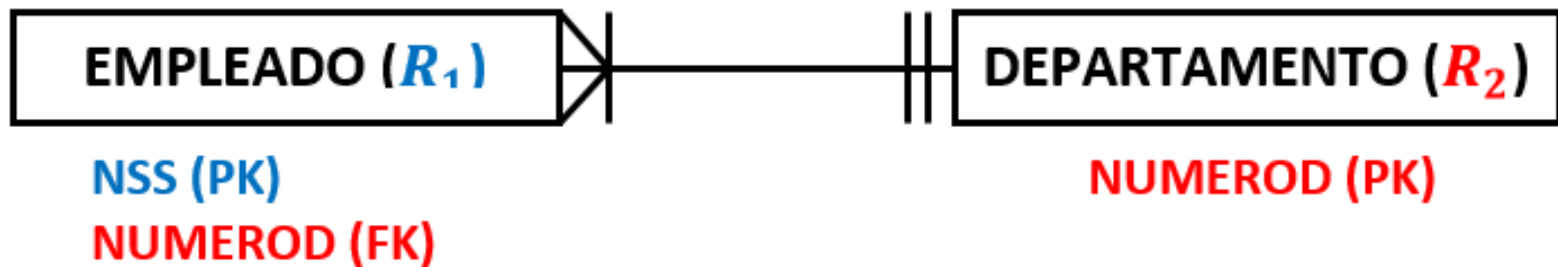


Figura 20: Integridad Referencial

Las condiciones que debe satisfacer una clave externa, especifican una restricción de Integridad Referencial, entre 2 Esquemas de Relación R_1 y R_2



$$t_1[\mathbf{FK}] = t_2[\mathbf{PK}]$$

Figura 21: Clave Externa (Foránea)

Tabla EMPLOYEES

Estructura

Name	Null?	Type
EMPLOYEE_ID	NOT NULL	NUMBER(6)
FIRST_NAME		VARCHAR2(20)
LAST_NAME	NOT NULL	VARCHAR2(25)
EMAIL	NOT NULL	VARCHAR2(25)
PHONE_NUMBER		VARCHAR2(20)
HIRE_DATE	NOT NULL	DATE
JOB_ID	NOT NULL	VARCHAR2(10)
SALARY		NUMBER(8,2)
COMMISSION_PCT		NUMBER(2,2)
MANAGER_ID		NUMBER(6)
DEPARTMENT_ID		NUMBER(4)

Figura 22: Estructura de la tabla autorreferencial EMPLOYEES

Tabla EMPLOYEES

Contenido

EMPLOYEE_ID	FIRST_NAME	LAST_NAME	EMAIL	PHONE_NUMBER	HIRE_DATE	JOB_ID	SALARY	COMMISSION_PCT	MANAGER_ID	DEPARTMENT_ID
100	Steven	King	SKING	515.123.4567	17-JUN-87	AD_PRES	24000			90
101	Neena	Kochhar	NKOCHHAR	515.123.4568	21-SEP-89	AD_VP	17000		100	90
102	Lex	De Haan	LDEHAAN	515.123.4569	13-JAN-93	AD_VP	17000		100	90
103	Alexander	Hunold	AHUNOLD	590.423.4567	03-JAN-90	IT_PROG	9000		102	60
104	Bruce	Ernst	BERNST	590.423.4568	21-MAY-91	IT_PROG	6000		103	60
107	Diana	Lorentz	DLORENTZ	590.423.5567	07-FEB-99	IT_PROG	4200		103	60
124	Kevin	Mourgos	KMOURGOS	650.123.5234	16-NOV-99	ST_MAN	5800		100	50
141	Trenna	Rajs	TRAJS	650.121.8009	17-OCT-95	ST_CLERK	3500		124	50
142	Curtis	Davies	CDAVIES	650.121.2994	29-JAN-97	ST_CLERK	3100		124	50
143	Randall	Matos	RMATOS	650.121.2874	15-MAR-98	ST_CLERK	2600		124	50
144	Peter	Vargas	PVARGAS	650.121.2004	09-JUL-98	ST_CLERK	2500		124	50
149	Eleni	Zlotkey	EZLOTKEY	011.44.1344.429018	29-JAN-00	SA_MAN	10500	.2	100	80
174	Ellen	Abel	EABEL	011.44.1644.429267	11-MAY-96	SA_REP	11000	.3	149	80
176	Jonathon	Taylor	JTAYLOR	011.44.1644.429265	24-MAR-98	SA_REP	8600	.2	149	80
178	Kimberely	Grant	KGRANT	011.44.1644.429263	24-MAY-99	SA_REP	7000	.15	149	
200	Jennifer	Whalen	JWHALEN	515.123.4444	17-SEP-87	AD_ASST	4400		101	10
201	Michael	Hartstein	MHARTSTE	515.123.5555	17-FEB-96	MK_MAN	13000		100	20
202	Pat	Fay	PFAY	603.123.6666	17-AUG-97	MK_REP	6000		201	20
205	Shelley	Higgins	SHIGGINS	515.123.8080	07-JUN-94	AC_MGR	12000		101	110
206	William	Gietz	WGIEZT	515.123.8181	07-JUN-94	AC_ACCOUNT	8300		205	110

Figura 23: Contenido de la tabla autorreferencial EMPLOYEES

Las Restricciones de Integridad no incluyen una amplia clase de restricciones generales, que se denominan Restricciones de Integridad Semánticas. Por ejemplo:

- El salario de un empleado no puede ser mayor al de su jefe.**
- El N° máximo de horas que un empleado puede trabajar en todos los proyectos por semana es 56 hs.**

Figura 24: Restricciones de Integridad Semánticas

Los ejemplos de restricciones anteriores se denominan Restricciones de Estado.

Definen las restricciones que debe satisfacer un estado válido de la BD.

También se denominan restricciones estáticas.

Las operaciones de actualización del Modelo Relacional son las siguientes:

- **Insertar:** agrega filas nuevas en una Relación.
- **Eliminar:** borra filas en una Relación.
- **Modificar:** cambiar valores en los atributos

Las operaciones de actualización no deben violar las restricciones de Integridad, especificadas en el esquema de la BD.

Figura 26: Tratamiento de las violaciones a las Restricciones