



# Modelo relacional

---

# Conceptos

- **BD:** Colección de *relaciones*.
- **Relación:** Semeja una **tabla**:
  - **Fila:** Representa a entidad o vínculo.
  - **Nombres** de tabla y columnas:  
Identifican el significado de los valores.
  - Valores de **columna**: Mismo tipo de datos.

ALUMNO			
Nombre	Código alumno	Año	Especialidad
Smith	17	1	CS
Brown	8	2	CS

# Conceptos

---

- Terminología:
  - A las tablas se las llama **relaciones**.
  - A las filas **tuplas**.
  - A las cabeceras de columna **atributos**.
  - Al tipo de datos de una columna **dominio**.

ALUMNO			
Nombre	Código alumno	Año	Especialidad
Smith	17	1	CS
Brown	8	2	CS



# Dominio

---

- **Dominio D:**

Conjunto de valores atómicos (indivisible).

Consta de nombre, tipo de datos y formato.

Ej. Edades\_de\_Empleados: valor entre 16 y 80.



# Esquema de relación $R(A_1, \dots, A_n)$

---

Describe la relación.

- **R** es el nombre de la relación.
- **$A_1, \dots, A_n$**  su lista de atributos.
- **$\text{dom}(A_i)$**  dominio del atributo  **$A_i$** .
- **Grado de la relación:** Número de atributos (n).

**Intensión**

# Extensión

---

**estado o ejemplar de relación**  $r$  ó  $r(R)$  de un esquema  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$

es un conjunto de n-tuplas  $r = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$  tal que

- Cada n-tupla es una lista ordenada de valores  $t = \langle v_1, v_2, \dots, v_n \rangle$
- Cada  $v_i$   $1 \leq i \leq n$  es:
  - Un elemento de  $\text{dom}(A_i)$ .
  - O un valor nulo.
- Un estado de relación  $r(R)$  se llama **extensión**.



# Características de las relaciones

---

- **Orden entre las tuplas**
- **Orden en los valores de una tupla**
- **Valores en las tuplas:**
  - Existe el **valor nulo**.



# Notación

---

- Esquema de la relación ALUMNO de grado 4: **ALUMNO (Nombre, Código alumno, Año, Especialidad)**
- 4-tupla de la relación ALUMNO :  
 $t = \langle \text{'Smith'}, 17, 1, \text{'CS'} \rangle$





# Notación

---

- $t$  [Nombre] =  $\langle \text{'Smith'} \rangle$
- $t$  [Numero, Especialidad, Año] =  $\langle 17, \text{'CS'}, 1 \rangle$



# Notación

---

- Calificación atributos relación alumno
  - ALUMNO.Nombre
  - ALUMNO.Año



# Restricciones

---

- **De dominio**
- **De clave**
- **Integridad de entidades**
- **Integridad referencial**
- **Claves extranjeras o externas**



# Dominio

---

- Los valores asignados a un atributo han de ser del dominio del mismo



# Restricciones de clave

---

- En una relación no hay 2 tuplas con *todos* sus valores iguales
- e.o.c., no sería un cjto. de tuplas

# Restricciones de clave

---

- **Superclave**
- **Clave**
- **Clave candidata**
- **Clave primaria**

## COCHE

<b>NúmeroMatrícula</b>	<b>NúmeroSerieMotor</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Año</b>
Texas ABC-739	A69352	Ford	Mustang	96
Florida TVP-347	B43696	Oldsmobile	Cutlass	99
N. York MPO-22	X83554	Oldsmobile	Delta	95
California 432-TFY	C43742	Mercedes	190-D	93
California RSK-629	Y82935	Toyota	Camry	98
Texas RSK-629	U028365	Jaguar	XJS	98

# Estado de la BD relacional "EMPRESA"

## EMPLEADO

<u>NOMBRE</u>	INIC	APELLIDO	<u>NSS</u>	FECHA_NCTO	DIRECCIÓN	...
...			SEXO	SALARIO	NSS_SUPERV	ND

## DEPARTAMENTO

NOMBRED	<u>NÚMEROD</u>	NSS_JEFE	FECHA_INIC_JEFE
---------	----------------	----------	-----------------

## LOCALIZACIONES\_DEPT

<u>NÚMEROD</u>	<u>LOCALIZACIÓND</u>
----------------	----------------------

## PROYECTO

NOMBREP	<u>NÚMEROP</u>	LOCALIZACIÓNP	ND
---------	----------------	---------------	----

## TRABAJA\_EN

<u>NSSE</u>	<u>NP</u>	HORAS
-------------	-----------	-------

## DEPENDIENTE

<u>NSSE</u>	<u>NOMBRE-DEPENDIENTE</u>	SEXO	FECHA_NCTO	PARENTESCO
-------------	---------------------------	------	------------	------------

Figura 7.5. Esquema de base de datos relacional EMPRESA;  
las claves primarias están subrayadas.

# Estado de la BD relacional “EMPRESA”

## EMPLEADO

NOMBRE	INIC	APELLIDO	NSS	FECHA_NCTO	DIRECCIÓN
John	B	Smith	123456789	1965-01-09	Fresnos 731, Houston, TX
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	Valle 638, Houston, TX
Alicia	J	Zelaya	999887777	1968-07-19	Castillo 3321, Sucre, TX
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	Bravo 291, Bellaire, TX
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	Espiga 875, Heras, TX
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	Rosas 5631, Houston, TX
Ahmad	V	Jabbar	987987987	1969-03-29	Dalias 980, Houston, TX
Jaime	E	Borg	888665555	1937-11-10	Sorgo 450, Houston, TX

...

## TRABAJA EN

NSSE	NP	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

...

SEXO	SALARIO	NSS_SUPERV	ND
H	30.000	333445555	5
H	40.000	888665555	5
M	25.000	987654321	4
M	43.000	888665555	4
H	38.000	333445555	5
M	25.000	333445555	5
H	25.000	987654321	4
H	55.000	nulo	1

Figura 7.6 (1ª parte)

Ejemplar (Estado) de base de datos relacional del esquema EMPRESA.

## DEPARTAMENTO

NOMBRED	NÚMEROD	NSS_JEFE	FECHA_INIC_JEFE
Investigación	5	333445555	1988-05-22
Administración	4	987654321	1995-01-01
Dirección	1	888665555	1981-06-19



# Estado de la BD relacional “EMPRESA”

## LOCALIZACIONES\_DEPT

<u>NÚMEROD</u>	<u>LOCALIZACIÓND</u>
1	Houston
4	Stafford
5	Bellaire
5	Sugarland
5	Houston

## PROYECTO

<u>NOMBREP</u>	<u>NÚMEROP</u>	<u>LOCALIZACIÓNP</u>	<u>ND</u>
ProductoX	1	Bellaire	5
ProductoY	2	Sugarland	5
ProductoZ	3	Houston	5
Automatización	10	Stafford	4
Reorganización	20	Houston	1
Nuevos beneficios	30	Stafford	4

## DEPENDIENTE

<u>NSSE</u>	<u>NOMBRE_DEPENDIENTE</u>	<u>SEXO</u>	<u>FECHA_NCTO</u>	<u>PARENTESCO</u>
333445555	Alicia	M	1986-04-05	HIJA
333445555	Theodore	H	1983-10-25	HIJO
333445555	Joy	M	1958-05-03	ESPOSA
987654321	Abner	H	1942-02-28	ESPOSO
123456789	Michael	H	1988-01-04	HIJO
123456789	Alicia	M	1988-12-31	HIJA
123456789	Elizabeth	M	1967-05-05	ESPOSA

Figura 7.6 (2ª parte) Ejemplar (Estado) de base de datos relacional del esquema EMPRESA.



# Restricciones de integridad

---

- **Integridad de entidades**
- **Integridad referencial**



# Integridad de entidades

---

- Ningún valor de una clave primaria puede tener valor nulo.



# Integridad referencial

---

Entre 2 relaciones.

- Consistencia entre tuplas de las 2 relaciones.
- Una tupla de la relación A hace referencia a la relación B.
- EMPLEADO.ND y DEPARTAMENTO.NUMEROD

# Clave externa (extranjera)

---

**CE** conjunto no vacío de atributos de  $R_1$  .

○ **CE** es clave extranjera si:

- **CP** es clave primaria de  $R_2$  .
- Los dominios de **CE** coinciden con los de **CP**.
- **CE** hace referencia a **CP**:
  - $\forall t_1 \in R_1 \ \exists t_2 \in R_2 \mid t_1[CE] = t_2[CP]$  .
  - o bien  $t_1[CE] = \text{valor nulo}$  .



# Ejemplo

---

EMPLEADO.ND hace referencia a DEPARTAMENTO.

- Puede hacer referencia a la propia relación:

EMPLEADO.NSS\_SUPERV .

# Integridad referencial en el esquema

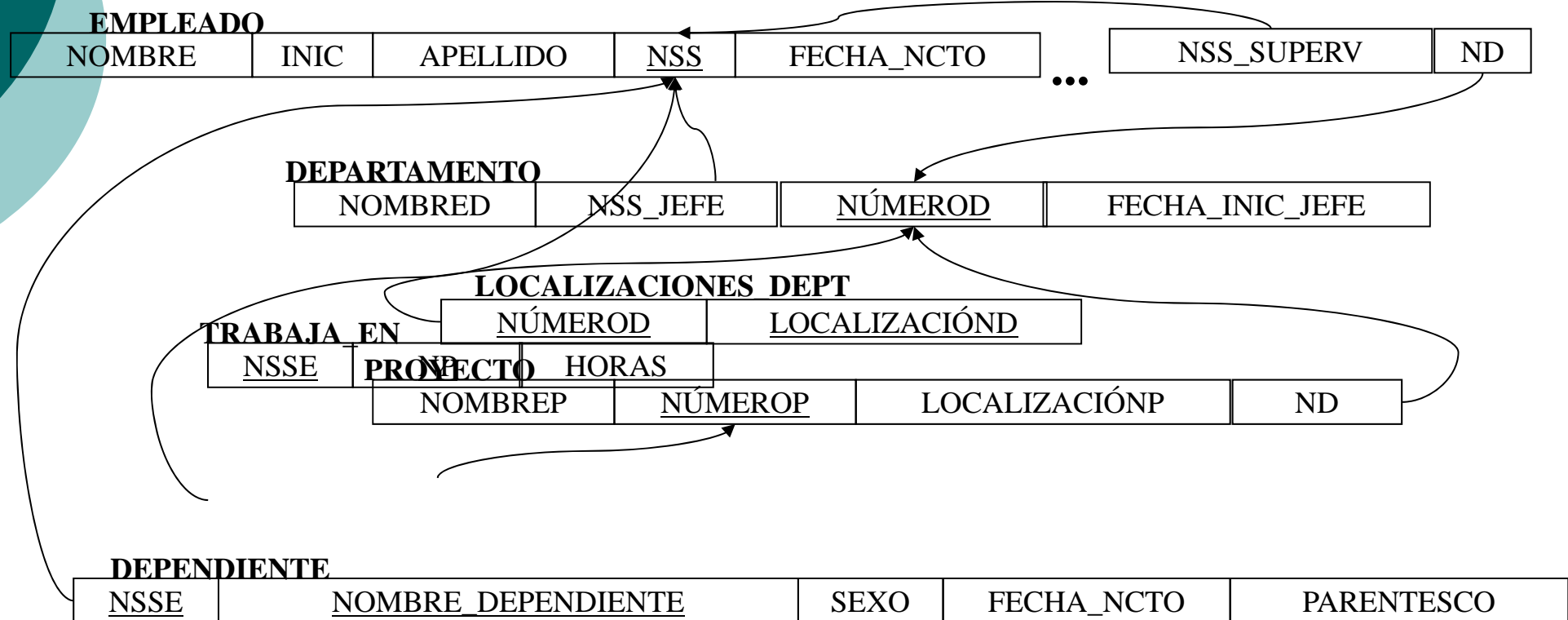


Figura 7.7. Restricciones de integridad referencial representadas en el esquema de la base de datos relacional EMPRESA.



# Operaciones de actualización

---

- Son las siguientes:
  - Insertar
  - Eliminar
  - Modificar
- Cuando se aplican no deben violar ninguna RI. Es decir, después de que se ejecuten se debe mantener la integridad referencial de la BD





# Insertar

---

- Se introduce una nueva tupla en la relación
- Insertar en EMPLEADO  
<'Cecilia', 'F', 'Kolonsky', '677678989',  
'05-ABR-60', 'Calle Viento 6357,  
Malinalco, TX', 'M', 28000, nulo, 4 >



# Restricciones que se pueden violar

---

- **Dominio:** Insertar < ..., 'Depto 3'\_>
- **Entidades:** Insertar <'Cecilia',...  
, 'Kolonsky', nulo, ..., 4>
- **Clave:**  
Insertar <'Cecilia', ... , '999887777', ... , 4>
- **I. referencial:**  
Insertar <'Cecilia', ..., 7>



# Posibilidades

---

- Ante violación de RI:
  - **Rechazar**
  - **Corregir**
    - Entidades
    - I.Referencial



## Eliminar

---

- Eliminar todos los TRABAJA\_EN con NSSE='999887777' y NP=10.
- Puede violar **Integridad referencial**:
  - Eliminar todo EMPLEADO con NSS='999887777'



## Ante violación RI

---

**Rechazar.**

**Propagar**

- Eliminar todas las tuplas con referencia a la eliminada.
- **Eliminación en cascada**



# Eliminar

---

## **Modificar:**

- Poner un valor existente en referencias.
- Poner valor nulo en referencias  
(no si es parte de la clave primaria).

## ● **Propagar y modificar:**

- Eliminar referencias en TRABAJA\_EN y DEPENDIENTE.
- Modificar referencias en EMPLEADO y DEPARTAMENTO.



## Modificar

---

- Modificar el SALARIO del EMPLEADO con NSS='999887777' a 28.000.
- Para atributos que no sean clave primaria ni extranjera:
  - No suelen producirse problemas.
  - Salvo que el nuevo valor no sea un valor válido del dominio.



# Modificar

---

- Si es **clave primaria**:
  - Equivale a eliminar la tupla e insertar una nueva.
  - Mismos problemas que en insertar y eliminar.





# Modificar

---

- Si es **clave extranjera**: para mantener la integridad referencial el SGBD debe asegurar que el nuevo valor exista



# Definir esquemas de BDR, relaciones

---

- DDL para definir los esquemas relacionales



## Pasos definición

---

- Dar nombre al esquema completo
- Declarar dominios de atributos:
  - Nombre dominio.
  - Tipo de datos.



## Pasos definición

---

- Definir cada relación:
  - Nombre relación.
  - Nombre atributos.
  - Dominio atributos.
  - Indicar las distintas claves y sus tipos



# Álgebra relacional

---

- Operaciones para manipular **relaciones enteras**.
- Los resultados de las operaciones son otras relaciones



# Operaciones

---

- Seleccionar
- Proyectar
- Operaciones de conjuntos



# Selección (sigma)

---

- $\sigma_{ND=4}(\text{EMPLEADO})$   
 $\sigma_{SALARIO > 30000}(\text{EMPLEADO})$
- Condiciones que se pueden utilizar: =, <, ≤, >, ≥, ≠, **Y, O, NO.**

# Ejemplos selección

- Para la siguiente selección

$\sigma_{(ND=4 \text{ Y SALARIO} > 25000) \text{ o } (ND=5 \text{ Y SALARIO} > 30000)}$  (EMPLEADO)  
obtenemos esta relación:

NOMBRE	INIC	APELLIDO	<u>NSS</u>	FECHA_NCTO	DIRECCIÓN
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	Valle 638, Houston, TX
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	Bravo 291, Bellaire, TX
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	Espiga 875, Heras, TX

...

...

SEXO	SALARIO	NSS_SUPERV	ND
H	40.000	888665555	5
M	43.000	888665555	4
H	38.000	333445555	5





# Proyección (pi)

---

○  $\pi_{\text{APELLIDO, NOMBRE, SALARIO}}(\text{EMPLEADO})$

APELLIDO	NOMBRE	SALARIO
Smith	John	30.000
Wong	Franklin	40.000
Zelaya	Alicia	25.000
Wallace	Jennifer	43.000
Narayan	Ramesh	38.000
English	Joyce	25.000
Jabbar	Ahmad	25.000
Borg	Jaime	55.000

# Ejemplos, proyección

## ○ Eliminación de duplicados

APELLIDO	NOMBRE	SALARIO
Smith	John	30.000
Wong	Franklin	40.000
Zelaya	Alicia	25.000
Wallace	Jennifer	43.000
Narayan	Ramesh	38.000
English	Joyce	25.000
Jabbar	Ahmad	25.000
Borg	Jaime	55.000

Fig. 7.8. (b)

$\pi_{\text{APELLIDO, NOMBRE, SALARIO (EMPLEADO)}}$

SEXO	SALARIO
H	30.000
H	40.000
M	25.000
M	43.000
H	38.000
H	25.000
H	25.000
H	55.000

Fig. 7.8. (c)

$\pi_{\text{SEXO, SALARIO (EMPLEADO)}}$



## Proyección ( $\pi$ )

---

- Combinación cascada de proyecciones:

$$\pi_{\langle \text{LISTA1} \rangle} (\pi_{\langle \text{LISTA2} \rangle} (R)) = \pi_{\langle \text{LISTA1} \rangle} (R)$$

donde  $\langle \text{LISTA1} \rangle \subset \langle \text{LISTA2} \rangle$ .

- No conmutativa.

## Resultados intermedios

---

- $\pi_{\text{NOMBRE, APELLIDO, SALARIO}}(\sigma_{\text{ND}=5}(\text{EMPLEADO}))$

NOMBRE	APELLIDO	SALARIO
John	Smith	30.000
Franklin	Wong	40.000
Ramesh	Narayan	38.000
Joyce	English	25.000

- Alternativa

$\text{EMPS\_DEP5} \leftarrow \sigma_{\text{ND}=5}(\text{EMPLEADO})$

$\text{RESULTADO} \leftarrow \pi_{\text{NOMBRE, APELLIDO, SALARIO}}(\text{EMPS\_DEP5})$

# Cambios de nombre

- TEMP  $\leftarrow \sigma_{ND=5}(\text{EMPLEADO})$   
 $R(\text{NOMBRE\_PILA}, \text{PRIMER\_APELL}, \text{SALARIO}) \leftarrow$   
 $\pi_{\text{NOMBRE}, \text{APELLIDO}, \text{SALARIO}}(\text{TEMP})$

TEMP

NOMBRE	INIC	APELLIDO	<u>NSS</u>	FECHA_NCTO	DIRECCIÓN
John	B	Smith	123456789	1965-01-09	Fresnos 731, Houston, TX
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	Valle 638, Houston, TX
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	Espiga 875, Heras, TX
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	Rosas 5631, Houston, TX

...

R

NOMBRE_PILA	PRIMER_APELL	SALARIO
John	Smith	30.000
Franklin	Wong	40.000
Ramesh	Narayan	38.000
Joyce	English	25.000

...

SEXO	SALARIO	NSS_SUPERV	ND
H	30.000	333445555	5
H	40.000	888665555	5
H	38.000	333445555	5
M	25.000	333445555	5

Fig. 7.9. (b) Resultados de expresiones del álgebra relacional.



# Operaciones de T. de conjuntos

---

- Operaciones binarias cuyo resultado es otra relación.
- Operaciones disponibles

**Unión,**

**Intersección**

**- Diferencia**



# Compatibilidad de unión

---

- Dos relaciones compatibles con la unión

**ALUMNO**

NOM	APEL
Susana	Yáñez
Ramesh	Sánchez
Josué	Landa
Bárbara	Jaimes
Amanda	Flores
Jaime	Vélez
Ernesto	Gómez

**PROFESOR**

NOMBRE	APELLIDO
John	Smith
Ricardo	Bueno
Susana	Yáñez
Francisco	Jiménez
Ramesh	Sánchez

# Ejemplos de unión

ALUMNO	
NOM	APEL
Susana	Yáñez
Ramesh	Sánchez
Josué	Landa
Bárbara	Jaimes
Amanda	Flores
Jaime	Vélez
Ernesto	Gómez

PROFESOR	
NOMBRE	APELLIDO
John	Smith
Ricardo	Bueno
Susana	Yáñez
Francisco	Jiménez
Ramesh	Sánchez

NOM	APEL
Susana	Yáñez
Ramesh	Sánchez
Josué	Landa
Bárbara	Jaimes
Amanda	Flores
Jaime	Vélez
Ernesto	Gómez
John	Smith
Ricardo	Bueno
Francisco	Jiménez

Fig 7.11. (c)  $ALUMNO \cup PROFESOR$



# Ejemplos de intersección

ALUMNO		PROFESOR	
NOM	APEL	NOMBRE	APELLIDO
Susana	Yáñez	John	Smith
Ramesh	Sánchez	Ricardo	Bueno
Josué	Landa	Susana	Yáñez
Bárbara	Jaimes	Francisco	Jiménez
Amanda	Flores	Ramesh	Sánchez
Jaime	Vélez		
Ernesto	Gómez		

NOM	APEL
Susana	Yáñez
Ramesh	Sánchez

Fig 7.11. (b)  
 $\text{ALUMNO} \cap \text{PROFESOR}$



# Propiedades, unión e intersección

---

- Son conmutativas:

$$R \cup S = S \cup R \quad R \cap S = S \cap R$$

- Son asociativas:

$$(R \cup S) \cup T = R \cup (S \cup T)$$

$$(R \cap S) \cap T = R \cap (S \cap T)$$

# Ejemplos de diferencia

**ALUMNO**

<b>NOM</b>	<b>APEL</b>
Susana	Yáñez
Ramesh	Sánchez
Josué	Landa
Bárbara	Jaimes
Amanda	Flores
Jaime	Vélez
Ernesto	Gómez

**PROFESOR**

<b>NOMBRE</b>	<b>APELLIDO</b>
John	Smith
Ricardo	Bueno
Susana	Yáñez
Francisco	Jiménez
Ramesh	Sánchez

<b>NOM</b>	<b>APEL</b>
Josué	Landa
Bárbara	Jaimes
Amanda	Flores
Jaime	Vélez
Ernesto	Gómez

Fig. 7.11. (d)  
ALUMNO — PROFESOR

<b>NOMBRE</b>	<b>APELLIDO</b>
John	Smith
Ricardo	Bueno
Francisco	Jiménez

Fig. 7.11. (e)  
PROFESOR — ALUMNO



# Propiedades diferencia

---

- La diferencia en general no es conmutativa:

$$R - S \neq S - R$$



## Producto cartesiano (CROSSJOIN)

---

- No han de ser compatibles con la unión
- $R(A_1, \dots, A_n) \times S(B_1, \dots, B_m) = Q(A_1, \dots, A_n, B_1, \dots, B_m)$
- $Q$  tiene  $n' \times m'$ -tuplas.

## Ejemplo

Obtener los dependientes de empleadas.

$EMPS\_MUJER \leftarrow \sigma_{\text{sexo}='F'}(EMPLEADO)$

$NOMBRESEMP \leftarrow \pi_{NOMBRE, APELLIDO, NSS}(EMPS\_MUJER)$

$DEPENDIENTES\_EMP \leftarrow NOMBRESEMP \times DEPENDIENTE$

$DEPEN\_REALES \leftarrow \sigma_{NSS=NSSE}(DEPENDIENTES\_EMP)$

$RESUL \leftarrow \pi_{NOMBRE, APELLIDO, NOMBRE\_DEPENDIENTE}(DEPEN\_REALES)$

EMPS\_MUJER

NOMBRE	INIC	APELLIDO	NSS	FECHA_NCTO	DIRECCIÓN
Alicia	J	Zelaya	999887777	1968-07-19	Castillo 3321, Sucre, TX
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	Bravo 291, Bellaire, TX
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	Rosas 5631, Houston, TX

...

NOMBRES\_EMP

NOMBRE	APELLIDO	NSS
Alicia	Zelaya	999887777
Jennifer	Wallace	987654321
Joyce	English	453453453

SEXO	SALARIO	NSS_SUPERV	ND
M	25.000	987654321	4
M	43.000	888665555	4
M	25.000	333445555	5

...

Fig. 7.12.

# Ejemplo Producto Cartesiano

<b>NOMBRES_EMP</b>		
<b>NOMBRE</b>	<b>APELLIDO</b>	<b>NSS</b>
Alicia	Zelaya	999887777
Jennifer	Wallace	987654321
Joyce	English	453453453

## DEPENDIENTE

<b>NSSE</b>	<b>NOMBRE DEPENDIENTE</b>	<b>SEXO</b>	<b>FECHA_NCTO</b>	<b>PARENTESCO</b>
333445555	Alicia	M	1986-04-05	HIJA
333445555	Theodore	H	1983-10-25	HIJO
333445555	Joy	M	1958-05-03	ESPOSA
987654321	Abner	H	1942-02-28	ESPOSO
123456789	Michael	H	1988-01-04	HIJO
123456789	Alicia	M	1988-12-31	HIJA
123456789	Elizabeth	M	1967-05-05	ESPOSA

DEPENDIENTES\_EMP ← NOMBRES\_EMP × DEPENDIENTE

<b>NOMBRE</b>	<b>APELLIDO</b>	<b>NSS</b>	<b>NSSE</b>	<b>NOMBRE_DEPENDIENTE</b>	<b>SEXO</b>	<b>...</b>
Alicia	Zelaya	999887777	333445555	Alicia	M	...
Alicia	Zelaya	999887777	333445555	Theodore	H	...
Alicia	Zelaya	999887777	333445555	Joy	M	...
Alicia	Zelaya	999887777	987654321	Abner	H	...
Alicia	Zelaya	999887777	123456789	Michael	H	...
Alicia	Zelaya	999887777	123456789	Alicia	M	...
Alicia	Zelaya	999887777	123456789	Elizabeth	M	...
Jennifer	Wallace	987654321	333445555	Alicia	M	...
Jennifer	Wallace	987654321	333445555	Theodore	H	...
Jennifer	Wallace	987654321	333445555	Joy	M	...
Jennifer	Wallace	987654321	987654321	Abner	H	...
Jennifer	Wallace	987654321	123456789	Michael	H	...
Jennifer	Wallace	987654321	123456789	Alicia	M	...
Jennifer	Wallace	987654321	123456789	Elizabeth	M	...
Joyce	English	453453453	333445555	Alicia	M	...
Joyce	English	453453453	333445555	Theodore	H	...
Joyce	English	453453453	333445555	Joy	M	...
Joyce	English	453453453	987654321	Abner	H	...
Joyce	English	453453453	123456789	Michael	H	...
Joyce	English	453453453	123456789	Alicia	M	...
Joyce	English	453453453	123456789	Elizabeth	M	...

Fig. 7.12

## Ejemplo Producto Cartesiano (2)

**DEPENDIENTES\_EMP**

NOMBRE	APELLIDO	NSS	NSSE	NOMBRE_DEPENDIENTE	SEXO	...
Alicia	Zelaya	999887777	333445555	Alicia	M	...
Alicia	Zelaya	999887777	333445555	Theodore	H	...
Alicia	Zelaya	999887777	333445555	Joy	M	...
Alicia	Zelaya	999887777	987654321	Abner	H	...
Alicia	Zelaya	999887777	123456789	Michael	H	...
Alicia	Zelaya	999887777	123456789	Alicia	M	...
Alicia	Zelaya	999887777	123456789	Elizabeth	M	...
Jennifer	Wallace	987654321	333445555	Alicia	M	...
Jennifer	Wallace	987654321	333445555	Theodore	H	...
Jennifer	Wallace	987654321	333445555	Joy	M	...
Jennifer	Wallace	987654321	987654321	Abner	H	...
Jennifer	Wallace	987654321	123456789	Michael	H	...
Jennifer	Wallace	987654321	123456789	Alicia	M	...
Jennifer	Wallace	987654321	123456789	Elizabeth	M	...
Joyce	English	453453453	333445555	Alicia	M	...
Joyce	English	453453453	333445555	Theodore	H	...
Joyce	English	453453453	333445555	Joy	M	...
Joyce	English	453453453	987654321	Abner	H	...
Joyce	English	453453453	123456789	Michael	H	...
Joyce	English	453453453	123456789	Alicia	M	...
Joyce	English	453453453	123456789	Elizabeth	M	...

$DEPEN\_REALES \leftarrow \sigma_{NSS=NSSE}(DEPENDIENTES\_EMP)$

**DEPEN\_REALES**

NOMBRE	APELLIDO	NSS	NSSE	NOMBRE_DEPENDIENTE	SEXO	...
Jennifer	Wallace	987654321	987654321	Abner	H	...





## Reunión (JOIN)

---

- Secuencia de PRODUCTO CARTESIANO y SELECCIONAR..
- Combina tuplas relacionadas de 2 relaciones.
- Permite procesar vínculos entre relaciones.

Fig. 7.13. La operación REUNIÓN.

# Reunión (JOIN), Ejemplo

- Obtener el nombre del gerente de cada departamento

$$\text{JEFE\_DEPTO} \leftarrow \text{DEPARTAMENTO} \bowtie_{\text{NSS\_JEFE}=\text{NSS}} \text{EMPLEADO}$$

$$\text{RESULTADO} \leftarrow \pi_{\text{NOMBRED}, \text{APELLIDO}, \text{NOMBRE}}(\text{JEFE\_DEPTO})$$

**JEFE\_DEPTO**

NOMBRED	NÚMEROD	NSS_JEFE	FECHA_INIC_JEFE	NOMBRE	INIC	APELLIDO
Investigación	5	333445555	1988-05-22	Franklin	T	Wong
Administración	4	987654321	1995-01-01	Jennifer	S	Wallace
Dirección	1	888665555	1981-06-19	Jaime	E	Borg

<u>NSS</u>	FECHA_NCTO	DIRECCIÓN	SEXO	SALARIO	NSS_SUPERV	ND
333445555	1955-12-08	Valle 638, Houston, TX	H	40.000	888665555	5
987654321	1941-06-20	Bravo 291, Bellaire, TX	M	43.000	888665555	4
888665555	1937-11-10	Sorgo 450, Houston, TX	H	55.000	nulo	1

Fig. 7.13. La operación REUNIÓN.

# Reunión y producto cartesiano

---

- En el ejemplo del producto cartesiano:

DEPENDIENTES\_EMP  $\leftarrow$

NOMBRES\_EMP  $\times$  DEPENDIENTE

DEPENDIENTES\_REALES  $\leftarrow$

$\sigma_{NSS=NSSE}(\text{DEPENDIENTES\_EMP})$

- Lo anterior equivale a:

DEPENDIENTES\_REALES  $\leftarrow$

NOMBRES\_EMP  $\bowtie_{NSS=NSSE}$  DEPENDIENTE

## Reunión (JOIN) (2)

---

- No han de ser compatibles con la unión.
- $R(A_1, \dots, A_n) \bowtie S(B_1, \dots, B_m) = Q(A_1, \dots, A_n, B_1, \dots, B_m)$
- $Q$  tiene un máximo de  $n' \times m'$ -tuplas.
- Condición:
  - En términos de atributos de  $R$  y  $S$ .
  - Evaluada por cada combinación de tuplas.



# Condición de reunión

## Tipos de reunión (JOIN)

---

- Tiene la forma:

$\langle \text{condición} \rangle \mathbf{Y} \langle \text{condición} \rangle \mathbf{Y} \dots \mathbf{Y}$   
 $\langle \text{condición} \rangle$

- Cada condición tiene la forma:

- $\mathbf{A_i} \theta \mathbf{B_j}$       donde  $\mathbf{A_i} \in \mathbf{R}$  y  $\mathbf{B_j} \in \mathbf{S}$
- $\theta \in \{ =, <, \leq, >, \geq, \neq \}$



## Reunión Theta ( $\theta$ ):

---

- Cualquier operación de reunión
- Las tuplas cuyo atributo de reunión sea nulo NO aparecen en el resultado.



# Equirreunión

---

- Las que sólo utilizan comparaciones de igualdad.



## Reunión natural \*

---

- Equirreunión seguida de la eliminación de atributos superfluos.
  - Reunión en base a **todos** los pares de atributos de igual nombre.
  - Exige algún par de atributos de igual nombre.
  - Se identifica con \*



# Ejemplo de reunión natural

DEPTO(NOMBRED, ND, NSS\_JEFE, FECHA\_INIC\_JEFE)

← DEPARTAMENTO

DEPTO\_PROY ← PROYECTO \* DEPTO

**DEPTO**

<b>NOMBRED</b>	<b><u>ND</u></b>	<b>NSS_JEFE</b>	<b>FECHA_INIC_JEFE</b>
Investigación	5	333445555	1988-05-22
Administración	4	987654321	1995-01-01
Dirección	1	888665555	1981-06-19

**PROYECTO**

<b>NOMBREP</b>	<b><u>NÚMEROP</u></b>	<b>LOCALIZACIÓNP</b>	<b>ND</b>
ProductoX	1	Bellaire	5
ProductoY	2	Sugarland	5
ProductoZ	3	Houston	5
Automatización	10	Stafford	4
Reorganización	20	Houston	1
Nuevos beneficios	30	Stafford	4

**DEPTO\_PROY**

<b>NOMBREP</b>	<b><u>NÚMEROP</u></b>	<b>LOCALIZACIÓNP</b>	<b>ND</b>	<b>NOMBRED</b>	<b>NSS_JEFE</b>	<b>FECHA_INIC_JEFE</b>
ProductoX	1	Bellaire	5	Investigación	333445555	1988-05-22
ProductoY	2	Sugarland	5	Investigación	333445555	1988-05-22
ProductoZ	3	Houston	5	Investigación	333445555	1988-05-22
Automatización	10	Stafford	4	Administración	987654321	1995-01-01
Reorganización	20	Houston	1	Dirección	888665555	1981-06-19
Nuevos beneficios	30	Stafford	4	Administración	987654321	1995-01-01

# Ejemplo de reunión natural (2)

LOCS\_DEPTOS ←

DEPARTAMENTO \* LOCALIZACIONES\_DEPT

## DEPARTAMENTO

<u>NOMBRED</u>	<u>NÚMEROD</u>	<u>NSS_JEFE</u>	<u>FECHA_INIC_JEFE</u>
Investigación	5	333445555	1988-05-22
Administración	4	987654321	1995-01-01
Dirección	1	888665555	1981-06-19

## LOCALIZACIONES\_DEPT

<u>NÚMEROD</u>	<u>LOCALIZACIÓN</u>
1	Houston
4	Stafford
5	Bellaire
5	Sugarland
5	Houston

## LOCS\_DEPTOS

<u>NOMBRED</u>	<u>NÚMEROD</u>	<u>NSS_JEFE</u>	<u>FECHA_INIC_JEFE</u>	<u>LOCALIZACIÓN</u>
Dirección	1	888665555	1981-06-19	Houston
Administración	4	987654321	1995-01-01	Stafford
Investigación	5	333445555	1988-05-22	Bellaire
Investigación	5	333445555	1988-05-22	Sugarland
Investigación	5	333445555	1988-05-22	Houston

# Conjunto completo

---

## ○ Conjunto completo:

- Cualquier operación del álgebra relacional se puede expresar como secuencia de operaciones del conjunto  $\{\sigma, \pi, \cup, -, \times\}$

## División (2)

---

- $\mathbf{T}(Y) = \mathbf{R}(Z) \div \mathbf{S}(X)$  donde :
  - $X \subseteq Z$
  - $Y = Z - X$  (atributos de  $\mathbf{R}$  y no de  $\mathbf{S}$ )
- Las tuplas  $t$  de la división cumplen:  
 $t \in \mathbf{T}$  si:  
 $\forall t_S \in \mathbf{S} \quad \exists t_R \in \mathbf{R} \quad ( t = t_R[Y] \wedge t_S = t_R[X] )$

## División (2)

○ Ejemplo:  $T \leftarrow R \div S$

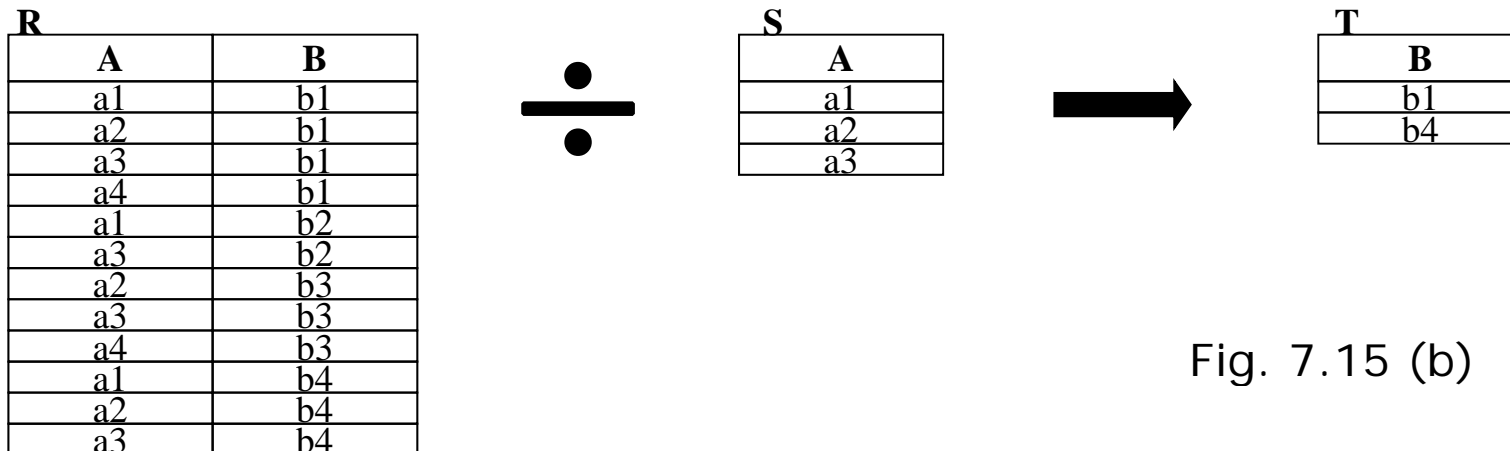


Fig. 7.15 (b)

## División, ejemplo

---

- Obtener los nombres de los empleados que trabajan en todos y cada uno de los proyectos en los que trabaja John Smith.

$SMITH \leftarrow \sigma_{NOMBRE='John' \wedge YAPELLIDO='Smith'}(EMPLEADO)$

$NÚMSP\_SMITH \leftarrow \pi_{NP}(TRABAJA\_EN \mid \times \mid_{NSSE=NSS} SMITH)$

NÚMSP_SMITH	
NP	
1	
2	

# División, ejemplo

$NSS\_NÚMSP \leftarrow \pi_{NP, NSSE}(TRABAJA\_EN)$

$NSSS(NSS) \leftarrow NSS\_NÚMSP \div NÚMSP\_SMITH$

NSS_NÚMSP	
NP	NSSE
1	123456789
2	123456789
3	666884444
1	453453453
2	453453453
2	333445555
3	333445555
10	333445555
20	333445555
30	999887777
10	999887777
10	987987987
30	987987987
30	987654321
20	987654321
20	888665555

NÚMSP_SMITH	
NP	
1	
2	

NSSS

NSS
123456789
453453453

$RESULTADO \leftarrow \pi_{NOMBRE, APELLIDO}(NSSS * EMPLEADO)$



## Otras operaciones relacionales

---

- *funciones agregadas*
- *cerradura recursiva*
- *reunión externa.*





# Funciones agregadas (Σ)

---

- SUMA
- PROMEDIO
- MÁXIMO
- MÍNIMO
- CUENTA

# Funciones agregadas (Σ)

---

R(ND, NÚM\_DE\_EMPLEADOS,  
PROMEDIO\_SALARIO) ←  $\leftarrow_{ND} \Sigma_{CUENTA}$   
NSS, PROMEDIO SALARIO(EMPLEADO)

**R**

ND	NÚM_DE_EMPLEADOS	PROMEDIO_SALARIO
5	4	33250
4	3	31000
1	1	55000

# Funciones agregadas (Σ)

---

○  $R2 \leftarrow \text{ND } \Sigma \text{ CUENTA\_NSS, PROMEDIO SALARIO (EMPLEADO)}$

**R2**

ND	CUENTA_NSS	PROMEDIO_SALARIO
5	4	33250
4	3	31000
1	1	55000

# Funciones agregadas (Σ)

---

- $R3 \leftarrow \Sigma_{\text{CUENTA\_NSS, PROMEDIO SALARIO}}(\text{EMPLEADO})$

**R3**

CUENTA_NSS	PROMEDIO_SALARIO
8	35125



# Cerradura recursiva

---

- Se aplica a un vínculo recursivo (como SUPERVISA).

# Ejemplo

- *Obtener los supervisados por James Borg a todos los niveles (directa o indirectamente).*

**SUPERVISIÓN**

NSS1	NSS2
123456789	333445555
333445555	888665555
999887777	987654321
987654321	888665555
666884444	333445555
453453453	333445555
987987987	987654321
888665555	nulo

**NSS\_BORG**

888665555
-----------

**RDO1**

NSS
333445555
987654321

**RDO2**

NSS
123456789
999887777
666884444
453453453
987987987

$NSS\_BORG \leftarrow \pi_{NSS}(\sigma_{NOMBRE='James' \text{ Y } APELLIDO='Borg'}(EMPLEADO))$

$SUPERVISIÓN(NSS1, NSS2) \leftarrow \pi_{NSS, SS\_SUPERV}(EMPLEADO)$

Supervisados directamente por Borg:

$RDO1(NSS) \leftarrow \pi_{NSS1}(SUPERVISIÓN \times |_{NSS2=NSS} NSS\_BORG)$

Supervisados por subordinados directos de Borg:

$RDO2(NSS) \leftarrow \pi_{NSS1}(SUPERVISIÓN | \times |_{NSS2=NSS} RDO1)$

Supervisados en los niveles 1 y 2 por Borg:

$RDO \leftarrow RDO1 \cup RDO2$

**SUPERVISIÓN**

NSS1	NSS2
123456789	333445555
333445555	888665555
999887777	987654321
987654321	888665555
666884444	333445555
453453453	333445555
987987987	987654321
888665555	nulo

**NSS\_BORG**

888665555
-----------

**RDO1**

NSS
333445555
987654321

**RDO2**

NSS
123456789
999887777
666884444
453453453
987987987



## Reunión externa izquierda $R \bowtie S$

---

- Conserva todas las tuplas de  $R$  aunque sea rellenando todos los campos correspondientes a  $S$  con valores nulos.



# Reunión externa izquierda R ]×| S

- TEMP ← EMPLEADO ]×|<sub>NSS=NSS\_JEFE</sub> DEPARTAMENTO
- RESULTADO ←  $\pi_{\text{NOMBRE, INIC, APELLIDO, NOMBRED}}(\text{TEMP})$

**EMPLEADO**

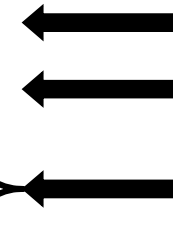
APELLIDO	<u>NSS</u>	ND
Smith	123456789	5
Wong	333445555	5
Zelaya	999887777	4
Wallace	987654321	4
Narayan	666884444	5
English	453453453	5
Jabbar	987987987	4
Borg	888665555	1

**DEPARTAMENTO**

NOMBRED	<u>NÚMEROD</u>	NSS_JEFE
Investigación	5	333445555
Administración	4	987654321
Dirección	1	888665555

**RESULTADO**

NOMBRE	INIC	APELLIDO	NOMBRED
Jon	B	Smith	nulo
Franklin	T	Wong	Investigación
Alicia	J	Zelaya	nulo
Jennifer	S	Wallace	Administración
Ramesh	K	Narayan	nulo
Joyce	A	English	nulo
Ahmad	V	Jabbar	nulo
Jaime	E	Borg	Dirección





# Reuniones externas

---

**Reunión externa derecha  $R \times S$**

**Reunión externa completa  $R \times S$**



# Consultas álgebra relacional

---

## Ejemplos de álgebra relacional

# Consultas álgebra relacional

<b>EMPLEADO</b>						
NOMBRE	INIC	APELLIDO	<u>NSS</u>	FECHA_NCTO	DIRECCIÓN	...
				SEXO	SALARIO	NSS_SUPERV
				ND		
<b>DEPARTAMENTO</b>						
NOMBRED	<u>NÚMEROD</u>	NSS_JEFE	FECHA_INIC_JEFE			
<b>PROYECTO</b>						
NOMBREP	<u>NÚMEROP</u>	LOCALIZACIÓNP			ND	

**C1)** Nombre y dirección de los empleados del departamento de investigación.

$DEPTO\_INVEST \leftarrow \sigma_{NOMBRED='Investigación'}(DEPARTAMENTO)$

$EMPS\_DEPTO\_INVEST \leftarrow DEPTO\_INVEST \bowtie_{NUMEROD=ND} EMPLEADO$

$RESULTADO \leftarrow \pi_{NOMBRE, APELLIDO, DIRECCIÓN}(EMPS\_DEPTO\_INVEST)$

¿Con \*?

# Consultas álgebra relacional

---

**C2)** N° de proyecto, n° de departamento que lo controla, apellido, dirección y fecha de nacimiento del gerente del departamento de todos los proyectos realizados en Santiago.

$\text{PROYS\_SANTIAGO} \leftarrow \sigma_{\text{LOCALIZACIÓN} = \text{'Santiago'}}(\text{PROYECTO})$

$\text{DEPTO\_CONTR} \leftarrow$

$\text{PROYS\_SANTIAGO} \bowtie \text{ND} = \text{NÚMERO} \text{ DEPARTAMENTO}$

$\text{JEFE\_DEPTO\_PROY} \leftarrow \text{DEPTO\_CONTR} \bowtie \text{NSS\_JEFE} = \text{NSS EMPLEADO}$

$\text{RESULTADO} \leftarrow \pi_{\text{NÚMERO}, \text{ND}, \text{APELLIDO}, \text{DIRECCIÓN}, \text{FECHA\_NCTO}}(\text{JEFE\_DEPTO\_PROY})$

# Consultas álgebra relacional

EMPLEADO						
NOMBRE	INIC	APELLIDO	NSS	FECHA_NCTO	DIRECCIÓN	..
				SEXO	SALARIO	NSS_SUPERV
				ND		
DEPARTAMENTO						
NOMBRED	NÚMEROD	NSS_JEFE	FECHA_INIC_JEFE			
PROYECTO						
NOMBREP	NÚMEROP	LOCALIZACIÓNP	ND			
TRABAJA EN						
NSSE	NP	HORAS				

**C3)** Nombre de los empleados que trabajan en todos los proyectos del departamento 5

$\text{PROYS\_DEPTO5}(\text{NP}) \leftarrow \pi_{\text{NÚMEROP}} (\sigma_{\text{ND}=5} (\text{PROYECTO}))$

$\text{EMP\_PROY}(\text{NSS}, \text{NP}) \leftarrow \pi_{\text{NSSE}, \text{NP}} (\text{TRABAJA\_EN})$

$\text{RESUL\_NSS\_EMP} \leftarrow \text{EMP\_PROY} \div \text{PROYS\_DEPTO5}$

$\text{RESULTADO} \leftarrow \pi_{\text{APELLIDO}, \text{NOMBRE}} (\text{RESUL\_NSS\_EMP} * \text{EMPLEADO})$

# Consultas álgebra relacional

---

**C4)** Números de proyecto donde interviene Smith como trabajador o como gerente del dpto. que lo controla.

$SMITHS(NSSE) \leftarrow \pi_{NSS} (\sigma_{APELLIDO='Smith'} (EMPLEADO))$

$SMITH\_TRAB\_PROYS \leftarrow \pi_{NP} (TRABAJA\_EN * SMITHS)$

$JEFES \leftarrow \pi_{APELLIDO, NÚMEROD} (EMPLEADO \mid \times \mid \begin{matrix} NSS=NSS\_JEFE \\ DEPARTAMENTO \end{matrix})$

$DPTOS\_DIRIG\_SMITH(ND) \leftarrow \pi_{NÚMEROD} (\sigma_{APELLIDO='Smith'} (JEFES))$

$SMITH\_JEFE\_PROYS(NP) \leftarrow$

$\pi_{NÚMEROP} (DPTOS\_DIRIG\_SMITH * PROYECTO)$

$RESULTADO \leftarrow SMITH\_TRAB\_PROYS \cup SMITH\_JEFE\_PROYS$

# Consultas álgebra relacional

EMPLEADO							
NOMBRE	INIC	APELLIDO	NSS	FECHA_NCTO	DIRECCIÓN	SEXO	...
				SALARIO	NSS_SUPERV	ND	...
DEPARTAMENTO							
NOMBRED	NÚMEROD	NSS_JEFE	FECHA_INIC_JEFE				
DEPENDIENTE							
NSSE	NOMBRE_DEPENDIENTE			SEXO	FECHA_NCTO	PARENTESCO	

**c5)** Empleados (apellido, nombre) con 2 o más dependientes.

$T1(NSS, NUM\_DE\_DEPS) \leftarrow$

$NSSE \bowtie CUENTA NOMBRE\_DEPENDIENTE (DEPENDIENTE)$

$T2 \leftarrow \sigma_{NUM\_DE\_DEPS \geq 2} (T1)$

$RESULTADO \leftarrow \pi_{APELLIDO, NOMBRE, (T2 * EMPLEADO)}$



# Consultas álgebra relacional

EMPLEADO							
NOMBRE	INIC	APELLIDO	NSS	FECHA_NCTO	DIRECCIÓN	SEXO	...
				SALARIO	NSS_SUPERV	ND	...
DEPARTAMENTO							
NOMBRED	NÚMEROD	NSS_JEFE	FECHA_INIC_JEFE				
DEPENDIENTE							
NSSE	NOMBRE_DEPENDIENTE			SEXO	FECHA_NCTO	PARENTESCO	

**c6)** Empleados (apellido, nombre) sin dependientes.

$TODOS\_EMPS \leftarrow \pi_{NSS}(EMPLEADO)$

$EMPS\_CON\_DEPS(NSS) \leftarrow \pi_{NSSE}(DEPENDIENTE)$

$EMPS\_SIN\_DEPS \leftarrow TODOS\_EMPS - EMPS\_CON\_DEPS$

$RESULTADO \leftarrow$

$\pi_{APELLIDO, NOMBRE}(EMPS\_SIN\_DEPS * EMPLEADO)$

# Consultas álgebra relacional

EMPLEADO							
NOMBRE	INIC	APELLIDO	NSS	FECHA_NCTO	DIRECCIÓN	SEXO	...
...				SALARIO	NSS_SUPERV	ND	...
DEPARTAMENTO							
NOMBRED	NÚMEROD	NSS_JEFE	FECHA_INIC_JEFE				
DEPENDIENTE							
NSSE	NOMBRE_DEPENDIENTE			SEXO	FECHA_NCTO	PARENTESCO	

**c7)** Jefes (apellido, nombre) con algún dependiente

$JEFES(NSS) \leftarrow \pi_{NSS\_JEFE}(DEPARTAMENTO)$

$EMPS\_CON\_DEPS(NSS) \leftarrow \pi_{NSSE}(DEPENDIENTE)$

$JEFES\_CON\_DEPS \leftarrow JEFES \cap EMPS\_CON\_DEPS$

$RESULTADO \leftarrow$

$\pi_{APELLIDO, NOMBRE}(JEFES\_CON\_DEPS * EMPLEADO)$