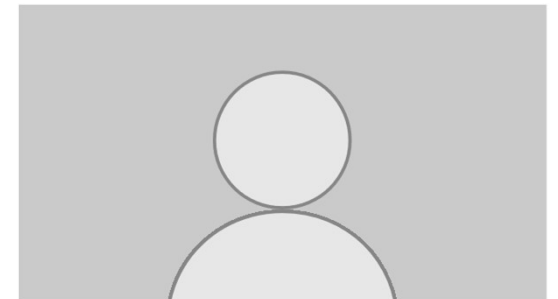


2.1. Estrategias de Resolución

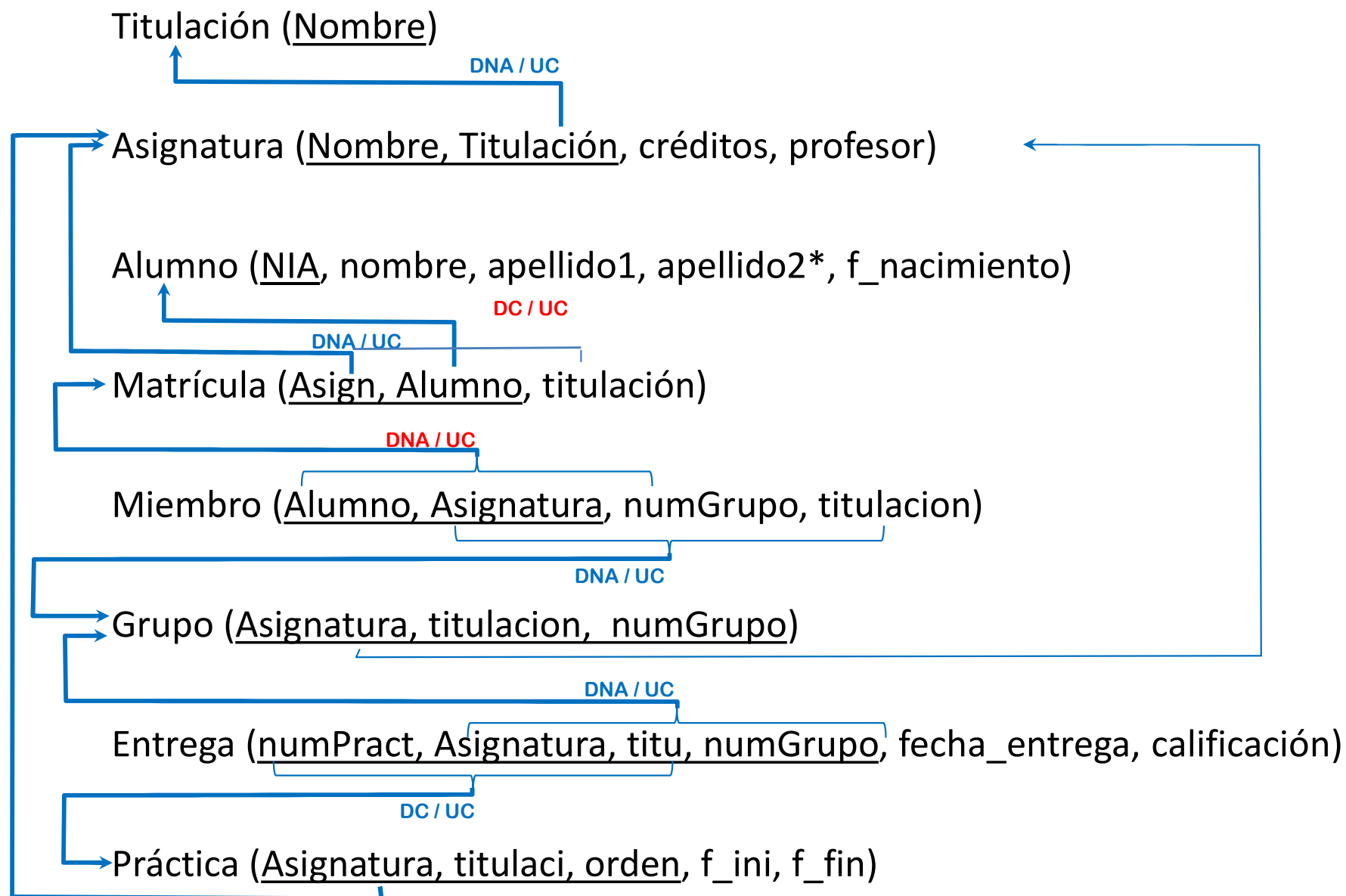
2.2. del Álgebra Relacional al SQL

2.2. Ejemplos



- **Dividir** problemas complejos en varios más sencillos (establecer otras subconsultas como pasos intermedios para alcanzar el resultado final)
- Analizar **ubicación** de los datos (qué tablas contienen las claves de búsqueda y cuáles las claves a proyectar).
- Establecer una **ruta** (navegación) entre las tablas involucradas en la consulta (el Álgebra es un lenguaje *navegacional*).
- Descubrir la necesidad de **agrupar** tablas cuando se necesitan datos agregados.
- Diferenciar agregación de datos de comparación de tuplas (*agrupar y ordenar* son recursos diferentes).

Diseño Relacional: Ejemplo



Selección: escogemos las tuplas que cumplan una condición

Notación: $\sigma_{\text{predicado}}$ (Relación)

Libros escritos por Dumas

Libros

<i>Signat.</i>	<i>Título</i>	<i>Autor</i>
Dum-1	Los Tres Mosqueteros	Dumas
Per-1	El Capitán Alatraste	P-Reverte
Asi-1	El Fin de la Eternidad	Asimov
Dum-2	El Conde de Montecristo	Dumas



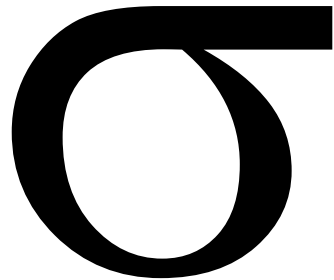
$\sigma_{\text{autor}='Dumas'}$ (*Libros*)

<i>Signat.</i>	<i>Título</i>	<i>Autor</i>
Dum-1	Los Tres Mosqueteros	Dumas
Dum-2	El Conde de Montecristo	Dumas

(se escogen filas)

```
SELECT * FROM Libros WHERE autor='Dumas';
```

Tu turno:



- Estudiantes senior (mayores de 65)
- Cursos en los que se ha matriculado el estudiante 1234
- Estudiantes que celebran hoy su cumpleaños
- Prácticas expiradas
- Cursos con el término 'Big Data' en su título

Tema 2P.2: Algebra Relacional

Operadores Unarios

- Estudiantes senior (mayores de 65)

$\sigma_{(\text{SYSDATE}-f_nacimiento)/365.2422 > 65}$ (Alumno)

- Cursos en los que se ha matriculado el estudiante 1234

$\sigma_{\text{alumno}=1234}$ (Matrícula)

- Estudiantes que celebran hoy su cumpleaños

$\sigma_{\text{to_char}(\text{SYSDATE}, 'DD/MM') = \text{to_char}(f_nacimiento, 'DD/MM')}$ (Alumno)

- Prácticas expiradas

$\sigma_{f_fin > \text{SYSDATE}}$ (Práctica)

- Cursos con el término 'Big Data' en su título

$\sigma_{\text{nombre LIKE \%Big Data\%}}$ (Asignatura)

Proyección: subconjunto del esquema relación

Notación: $\pi_{\text{atrib1, atrib2..}}(\text{Relación})$

Libros

<i>Signat.</i>	<i>Título</i>	<i>Autor</i>
Dum-1	Los Tres Mosqueteros	Dumas
Per-1	El Capitán Alatraste	P-Reverte
Asi-1	El Fin de la Eternidad	Asimov
Dum-2	El Conde de Montecristo	Dumas



$\pi_{\text{Título, autor}}(\text{Libros})$

<i>Título</i>	<i>Autor</i>
Los Tres Mosqueteros	Dumas
El Capitán Alatraste	P-Reverte
El Fin de la Eternidad	Asimov
El Conde de Montecristo	Dumas

(se escogen columnas)

```
SELECT distinct título, autor FROM libros;
```

Tu turno:

π

- Nombre, apellido y NIA de los estudiantes
- Asignaturas del Grado en Informática
- Máximo número de días dados para realizar cada práctica.
- Edad de cada estudiante
- Número total de asignaturas impartidas en Grados de Ingeniería

Tema 2P.2: Algebra Relacional

Operadores Unarios

- Nombre, apellido y NIA de los estudiantes

$\pi_{\text{nombre, apellido, NIA}}(\text{Alumno})$

- Asignaturas del Grado en Informática

$\pi_{\text{Nombre}}(\sigma_{\text{titulación}='Grado en Informática'}(\text{Asignatura}))$

- Máximo número de días dados para realizar cada práct.

$\pi_{\text{asignatura, titulación, orden, (f_fin-f_ini) as días}}(\text{Práctica})$

- Edad de cada estudiante

$\pi_{\text{NIA, (SYSDATE-f_nacimiento)/365.2422 as edad}}(\text{Alumno})$

- Número total de asignaturas impartidas en Grados de Ingeniería

$\pi_{\text{COUNT('x') as \#cursos}}(\sigma_{\text{titulación LIKE '%Ingeniería\%'}}(\text{Asignatura}))$

Tema 2P.2: Álgebra. Definición de relación Renombrado: ρ

Renombrado: asigna el resultado de una expresión a un símbolo (vista o relación temporal con existencia limitada a la consulta definida)*.

Notación: $\rho_{\text{símbolo}} (\text{Expresión})$, o también $S \equiv \text{Expresión}$

Sea Aux el conjunto de libros escrito por Dumas, coger solo los títulos.

$\rho_{\text{Aux}} (\sigma_{\text{autor}='Dumas'} (\text{libros}))$

$\rho_Q (\pi_{\text{título}} \text{Aux})$

```
WITH Aux AS SELECT * FROM libros WHERE autor='Dumas'
SELECT titulo FROM Aux;
```

ρ

- Nombre de los asignaturas de la titulación Grado en Informática
- Asignaturas con alumnos matriculados

Tema 2P.2: Álgebra. Definición de relación

Renombrado: ρ

- Nombre de los asignaturas de la titulación
Grado en Informática

$$\rho_{\text{ASG}} (\pi_{\text{nombre}}(\sigma_{\text{titulación}=\text{'Grado en Informática'}}(\textit{Asignaturas})))$$

$$\text{ASG} \equiv \pi_{\text{nombre}}(\sigma_{\text{titulación}=\text{'Grado en Informática'}}(\textit{Asignaturas}))$$

- Asignaturas con alumnos matriculados

$$\text{ASG_ALM} \equiv \pi_{\text{asignatura,titulación}}(\textit{Matrícula})$$

$$\rho_{\text{ASG_ALMN}} (\pi_{\text{asignatura,titulación}} \textit{Matrícula})$$

Unión: todas las tuplas de ambas relaciones (compatibles), eliminándose todas las tuplas repetidas

Libros de aventuras o novelas

Adventuras \cup *Novelas*

Adventuras

<i>Signat.</i>	<i>Título</i>	<i>Autor</i>
Dum-1	Los Tres Mosqueteros	Dumas
Per-1	El Capitán Alatriste	P-Reverte
Dum-2	El Conde de Montecristo	Dumas

Novelas

<i>Signat.</i>	<i>Título</i>	<i>Autor</i>
Ner-1	Veinte poemas de amor	Neruda
Asi-1	El Fin de la Eternidad	Asimov



Adventuras \cup *Novelas*

<i>Signat.</i>	<i>Título</i>	<i>Autor</i>
Dum-1	Los Tres Mosqueteros	Dumas
Per-1	El Capitán Alatriste	P-Reverte
Asi-1	El Fin de la Eternidad	Asimov
Dum-2	El Conde de Montecristo	Dumas
Ner-1	Veinte poemas de amor	Neruda

```
SELECT * FROM Aventuras
UNION
SELECT * FROM Novelas;
```

Intersección: todas las tuplas que estén en ambas (compatibles)

Aventuras

<i>Signat.</i>	<i>Título</i>	<i>Autor</i>
Dum-1	Los Tres Mosqueteros	Dumas
Per-1	El Capitán Alatriste	P-Reverte
Dum-2	El Conde de Montecristo	Dumas

Novelas

<i>Signat.</i>	<i>Título</i>	<i>Autor</i>
Ner-1	Veinte poemas de amor	Neruda
Per-1	El Capitán Alatriste	P-Reverte



Aventuras \cap *Novelas*

<i>Signat.</i>	<i>Título</i>	<i>Autor</i>
Per-1	El Capitán Alatriste	P-Reverte

Novelas de aventuras

```
SELECT * FROM Aventuras
INTERSECT
SELECT * FROM Novelas;
```

Diferencia: tuplas que aparecen en la primera y no en la otra
(compatibles)

Libros de aventuras que no se consideran novelas

Aventuras

<i>Signat.</i>	<i>Título</i>	<i>Autor</i>
Dum-1	Los Tres Mosqueteros	Dumas
Per-1	El Capitán Alatriste	P-Reverte
Dum-2	El Conde de Montecristo	Dumas

Novelas

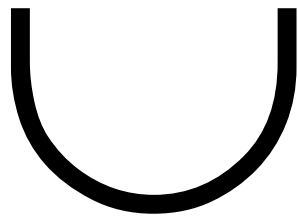
<i>Signat.</i>	<i>Título</i>	<i>Autor</i>
Ner-1	Veinte poemas de amor	Neruda
Per-1	El Capitán Alatriste	P-Reverte



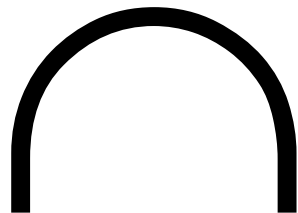
Aventuras - Novelas

<i>Signat.</i>	<i>Título</i>	<i>Autor</i>
Dum-1	Los Tres Mosqueteros	Dumas
Dum-2	El Conde de Montecristo	Dumas

```
SELECT * FROM Aventuras
MINUS
SELECT * FROM Novelas;
```

Tu turno:

- Listado de profesores y alumnos



- Asignaturas sin prácticas



- Profesores que son alumnos

- Listado de profesores y alumnos

$$\pi_{\text{profesor}}(\textit{Asignatura}) \cup \pi_{\text{nombre||apellido1||apellido2}}(\textit{Alumno})$$

- Asignaturas que no tienen prácticas

$$\pi_{\text{nombre,titulación}}(\textit{Asignatura}) - \pi_{\text{asignatura,titulación}}(\textit{Práctica})$$

- Profesores que son alumnos

$$\pi_{\text{profesor}}(\textit{Asignatura}) \cap \pi_{\text{nombre||apellido1||apellido2}}(\textit{Alumno})$$

Producto cartesiano: tuplas de ambas en todas las combinaciones

Comidas

<i>Especialidad</i>	<i>Región</i>
Gazpacho	Andalucía
Cocido	Castilla
Pote	Galicia

Vinos

<i>Denominación</i>
Rioja
Rueda



Comidas x Vinos

<i>Especialidad</i>	<i>Región</i>	<i>Denominación</i>
Gazpacho	Andalucía	Rioja
Gazpacho	Andalucía	Rueda
Cocido	Castilla	Rioja
Cocido	Castilla	Rueda
Pote	Galicia	Rioja
Pote	Galicia	Rueda

Carta de comidas con los distintos vinos que se ofrecen

```
SELECT * FROM Comidas CROSS JOIN Vinos;
SELECT * FROM Comidas, Vinos;
```

Combinación (simple join or **inner join**): tuplas del producto cartesiano que cumplen una expresión condicional genérica. La condición lleva operadores de comparación (=, >, <..)

¿Qué películas pueden ver los clientes del cine?

Clientes

<i>Nombre</i>	<i>Edad</i>
Fulano	29
Mengano	18
Zutano	9

Películas

<i>Título</i>	<i>Calificación</i>
Matrix	18
Sólo tu	0



Clientes $\theta_{\text{Edad} \geq \text{Calificación}}$ *Películas*

<i>Nombre</i>	<i>Edad</i>	<i>Título</i>	<i>Calificación</i>
Fulano	29	Matrix	18
Fulano	29	Sólo tu	0
Mengano	18	Matrix	18
Mengano	18	Sólo tu	0
Zutano	9	Sólo tu	0

```
SELECT * FROM Clientes JOIN Películas
ON (Clientes.edad>=calificación);
```

Combinación Natural (equijoin): Caso particular del operador combinación donde la comparación es de igualdad. Notación: $*$ ó

Empleados

<i>Nombre</i>	<i>DNI</i>
Fulano	569064
Mengano	434848
Zutano	383090

Coches

<i>Marca</i>	<i>Dueño</i>
Ford Escort	383090
Seat Ibiza	569064

Nombre de los empleados que son dueños de algún coche

$\text{Empleados} *_{\text{dueño}} \text{Coches}$

$\Pi_{\text{nombre}} (\text{Empleados} *_{\text{dueño}} \text{Coches})$



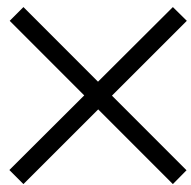
<i>Nombre</i>	<i>DNI</i>	<i>Marca</i>
Fulano	569064	Seat Ibiza
Zutano	383090	Ford Escort



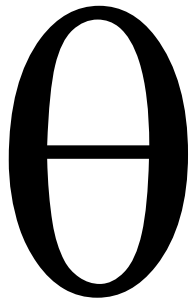
<i>Nombre</i>
Fulano
Zutano

- observar que se elimina la columna repetida

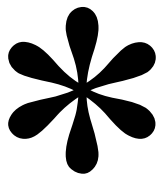
```
SELECT Nombre FROM Clientes NATURAL JOIN Coches
USING (DNI, Dueño);
```

Tu turno:

- Posibles grupos en la asignatura de Ficheros y BD



- Grupos con entregas fuera de plazo.
- Listado de alumnos que han entregado alguna práctica (nombre y primer apellido)



- Posibles grupos en la asignatura de Ficheros y BD

$$\Pi_{\text{Alumno}} (\sigma_{\text{asignatura}='Ficheros y BD'} (\text{Matrícula})) \times \Pi_{\text{Alumno}} (\sigma_{\text{asignatura}='Ficheros y BD'} (\text{Matrícula}))$$

$$\Pi_{\text{Alumno}} (\sigma_{\text{asignatura}='Ficheros y BD'} (\text{Matrícula})) \theta_{\text{Alumno} \neq \text{Alumno}} \Pi_{\text{Alumno}} (\sigma_{\text{asignatura}='Ficheros y BD'} (\text{Matrícula}))$$

- Grupos con entregas fuera de plazo.

$$\Pi_{\text{Asignatura, titulación, num_grupo}} (\text{Entrega} \theta_{\text{fecha_entrega NOT BETWEEN f_ini AND F_fin}} \text{Práctica})$$

- Listado de alumnos que han entregado alguna práctica (nombre y primer apellido)

$$\Pi_{\text{nombre, apellido}} ((\text{Entrega} *_{\text{asignatura, titulación, num_grupo}} \text{Miembro}) *_{\text{alumno}} \text{Alumno})$$

Agrupación: formación de grupos según un conjunto de atributos al cual se le aplica una función de agregación.

Notación: $\pi_{\text{proyección}} \sigma_{\text{selección}} \mathbf{G}_{\text{criterio}}(\text{relación})$

/* también se admite GROUP BY en vez de \mathbf{G} */

Personas

<i>Nombre</i>	<i>Edad</i>	<i>Nacionalidad</i>
Fulano	29	Español
Mengano	49	Español
John Doe	73	Inglés
Smith	14	Inglés
Zutano	3	Español
Pelancejo	25	Español

$\pi_{\text{Count('x')}} \mathbf{Group\ by}_{\text{Nacionalidad}}(\textit{Personas})$



<i>Nacionalidad</i>	<i>Count</i>
Español	4
Inglés	2

Número de personas por nacionalidad

```
SELECT Nacionalidad, count('x')
FROM Personas
GROUP BY Nacionalidad;
```

Funciones de agrupación: Count(), Sum(), Avg(), Min(), Max()

Tema 2P.2: Álgebra Relacional Extendida. Conjuntos Ordenados

Orden: conjunto ordenado (lista) es el resultado de aplicar un orden ($\text{ORDER BY}_{\text{orden}}$ ó \top_{orden}) sobre una relación. Sobre una lista ordenada se pueden aplicar funciones (analíticas) de agregación: *first*, *last*, y *rank(value)*, y la pseudocolumna *numrow*.

Cual es la posición de John Doe entre los clientes ordenados alfabéticamente?

Clients

Name	Age	Nationality
Fulano	29	Spanish
Mengano	49	Spanish
John Doe	73	English
Smith	14	English
Zutano	3	Spanish
Pelancejo	25	Spanish

$\pi_{\text{rank('John Doe')}} \top_{\text{age}}(\text{Clients})$



<i>rank('John Doe')</i>
6

```
SELECT rank('John Doe')
       within group (ORDER BY Name) "position"
FROM Clients;
```

Tu turno:

G,

T

- Asignaturas con menos de 15 alumnos
- Nota media y máxima por práctica, y nota media 'global' (media de todas las prácticas de cada asignatura).
- Asignatura con mayor número de prácticas
- Nombre y apellido del estudiante con mayor calificación por asignatura.

- Asignaturas con menos de 15 alumnos

$$\pi_{\text{asignatura,titulación}} \sigma_{\text{COUNT('X')} < 15} (\mathbf{G}_{\text{asignatura,titulación}} \mathbf{Matrícula})$$

- Nota media y máxima por práctica, y media 'global' (media de todas las prácticas de cada asignatura).

$$\pi_{\text{asignatura,titulación,num_pract}, \text{AVG(calificación)} \text{ as media } \mathbf{G}_{\text{asignatura,titulación,num_pract}} (\mathbf{Entrega})$$

$$\cup \pi_{\text{asignatura,titulación,'Global'}, \text{AVG(calificación)} \text{ as media } \mathbf{G}_{\text{asignatura,titulación}} (\mathbf{Entrega})$$

- Asignatura con mayor número de prácticas

$$\pi_{\text{asignatura,titulación}} \sigma_{\text{first}(1)} \top_{\text{COUNT('X')}} (\mathbf{G}_{\text{asignatura,titulación}} \mathbf{Práctica})$$

- Nombre y apellido del estudiante con mayor calificación por asignatura.

$$\rho_{\text{CAL}} (\pi_{\text{asignatura,titulación,num_grupo}, \text{SUM(calificación)} \text{ as nota } (\mathbf{G}_{\text{asignatura,titulación,numgrupo}} \mathbf{Entrega}))$$

$$\rho_{\text{GRP}} (\pi_{\text{asignatura,titulación}, \text{MAX(nota)} \text{ as nota } (\mathbf{G}_{\text{asignatura,titulación}} \mathbf{CAL}))$$

$$\rho_Q (\pi_{\text{asignatura,titulación,nombre,apellido,nota} } (\mathbf{Alumno} * \mathbf{Miembro} * \mathbf{CAL} * \mathbf{GRP})$$

Tema 2P.2: Álgebra Relacional Extendida: División

División: el cociente lo forman todas las tuplas que concatenadas con cada tupla del divisor estén contenidas en el dividendo.

Notación:

$$\mathbf{A} \div \mathbf{B} \equiv \pi_{\text{esq}(\mathbf{A})-\text{esq}(\mathbf{B})} \mathbf{A} - \pi_{\text{esq}(\mathbf{A})-\text{esq}(\mathbf{B})} ((\pi_{\text{esq}(\mathbf{A})-\text{esq}(\mathbf{B})} \mathbf{A} \times \mathbf{B}) - \mathbf{A})$$

Curricula

Candidato	Habilidad
Pepe Pérez	Lenguaje C
Pepe Pérez	Java
José Gómez	Lenguaje C
José Gómez	SQL
Fulano Pi	SQL
Fulano Pi	Java
Fulano Pi	Lenguaje C

Puestos

Perfil	Requisito
Analista/Des	Lenguaje C
Analista/Des	SQL

Candidatos que cumplen el perfil 'Analista/Des'

$\text{Curricula} \div \pi_{\text{requisito}} (\sigma_{\text{perfil}='Analista/Des'} \text{Puestos})$

```
SELECT candidato FROM curricula
MINUS
SELECT candidato
  FROM (SELECT candidato, requisito
        FROM curricula, puesto
        MINUS
        SELECT * FROM curricula);
```



Candidato
José Gómez
Fulano Pi

Semi-Combinación: igual que cualquier combinación, pero sólo se toman las columnas del operando izquierdo ($|*$) o derecho ($*|$).

Notación: left semijoin: $|^* \text{ ó } \ltimes$ right semijoin: $^*| \text{ ó } \rtimes$

<i>Empleados</i>	
<i>Nombre</i>	<i>DNI</i>
Fulano	569064
Mengano	434848
Zutano	383090

<i>Coches</i>	
<i>Marca</i>	<i>Dueño</i>
Ford Escort	383090
Seat Ibiza	569064

Empleados  *Coches*

<i>Nombre</i>	<i>DNI</i>
Fulano	569064
Zutano	383090

Empleados con coche

```
SELECT *
FROM empleados NATURAL JOIN
      (SELECT dueño FROM coche);
```

```
SELECT * FROM empleados
      WHERE DNI IN
            (SELECT dueño FROM coche);
```

Tema 2P.2: Álgebra Relacional Extendida: Anti-Join

Anti-Combinación: igual que la semi combinación, pero las tuplas que se incluyen son las que no cumplen la condición definida.

Empleados

<i>Nombre</i>	<i>DNI</i>
Fulano	569064
Mengano	434848
Zutano	383090

Empleados



dueño

Coches



<i>Nombre</i>	<i>DNI</i>
Mengano	434848

Empleados sin coche

Coches

<i>Marca</i>	<i>Dueño</i>
Ford Escort	383090
Seat Ibiza	569064
Honda Civic	383090

```
SELECT * FROM empleados
MINUS
SELECT * FROM empleados NATURAL JOIN
      (SELECT dueño FROM coche);
```

```
SELECT * FROM empleados
WHERE DNI NOT IN
      (SELECT dueño FROM coche);
```

Tema 2P.2: Álgebra Relacional Extendida: Outer Join

Combinación externa: extensión de la combinación, que incluye las tuplas que no encajan de la relación izquierda/derecha/ambas. Las columnas que no aplican, adoptan el valor nulo (NULL ó ω).

left outer join: $]^*$ ó  **right outer join:** $*[$ ó  **full outer join:** $]^*[$ ó 

Empleados y sus coches,
en su caso

Empleados  _{dueño} *Coches*

```
SELECT *  
FROM empleados  
LEFT OUTER JOIN coches;
```

Coches con su dueño si es
uno de nuestros empleados.

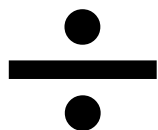
Empleados  _{dueño} *Coches*

```
SELECT *  
FROM empleados RIGHT  
OUTER JOIN coches;
```

Empleados y coches,
asociados como proceda

Empleados  _{dueño} *Coches*

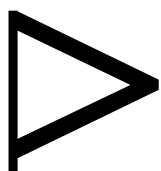
```
SELECT *  
FROM empleados  
FULL OUTER JOIN coches;
```

Tu turno:

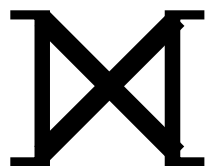
- Estudiantes en evaluación continua (su calificación es mayor de cero en cada una de las prácticas planteadas).



- Profesores de asignaturas con prácticas.



- Nombre completo de los estudiantes que no están matriculados



- Estudiantes con sus asignaturas, tanto los matriculados como los que no lo están.

- Estudiantes en evaluación continua (su calificación es mayor de cero en cada práctica).

$$\rho_{\text{CONT}} \left((\sigma_{\text{calificacion} > 0} \text{Entregas}) \div (\pi_{\text{asignatura, titulación, orden}} \text{Práctica}) \right)$$

$$\rho_Q \left(\pi_{\text{asignatura, titulación, NIA}} \text{Miembro} * \text{CONT} \right)$$

- Profesores de asignaturas con prácticas.

$$\pi_{\text{profesor}} (\text{Asignatura} \bowtie_{\text{asignatura, titulación}} \pi_{\text{asignatura, titulación}} (\text{Práctica}))$$

- Nombre completo de estudiantes no matriculados

$$\pi_{\text{nombre, apellido}} (\text{Alumno} \triangleright \pi_{\text{alumno}} (\text{Matrícula}))$$

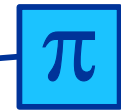
- Estudiantes con sus asignaturas, tanto los que estén matriculados como los que no lo están.

$$\pi_{\text{NIA, asignatura, titulación}} (\text{Alumno} \bowtie \pi_{\text{alumno}} (\text{Matrícula}))$$

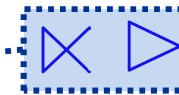
[WITH

<símbolo> **AS** <subquery>

[, <símbolo> AS <subquery> ...]]

**SELECT** [ALL|DISTINCT] <lista de selección>**FROM** <cláusula de origen>

[WHERE <condición>]



right



left

[GROUP BY <expresión> [HAVING <condcn>]]

[{ UNION | UNION ALL | MINUS | INTERSECT } <query>]

[ORDER BY <expresión> [ASC|DESC]] ;



[WITH

1 <símbolo> **AS** <subquery>
[, <símbolo> AS <subquery> ...]]

SELECT [**ALL|DISTINCT**] <lista de selección>

7

2 **FROM** <cláusula de origen>

3 [**WHERE** <condición>]

4 [**GROUP BY** <expresión> [**HAVING** <condcn>]]

5 [{**UNION|UNION ALL|MINUS|INTERSECT**} <query>]

6 [**ORDER BY** <expresión> [**ASC|DESC**]] ;