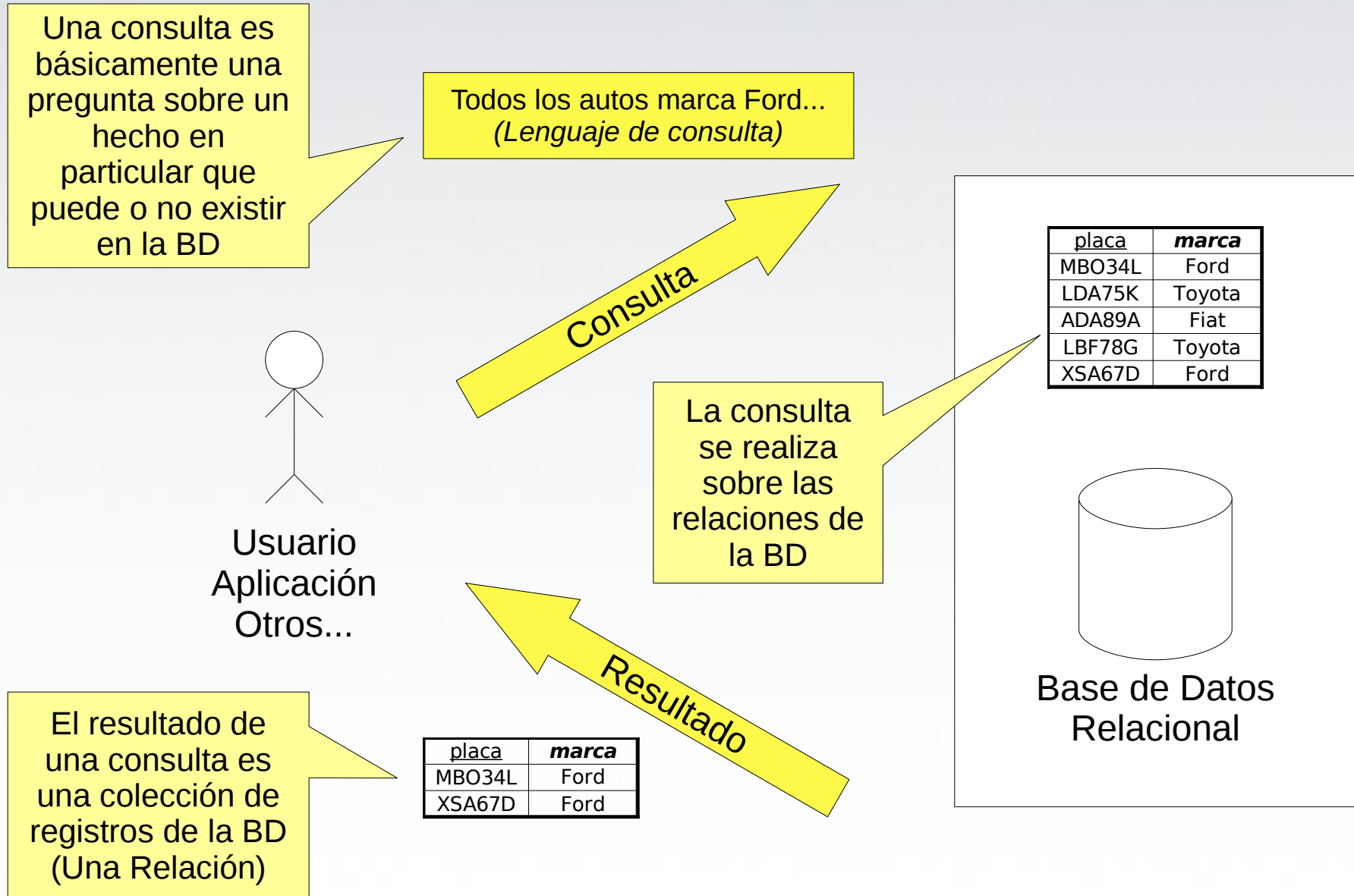


Álgebra Relacional

Universidad de los Andes

Demián Gutierrez

Mayo 2010



Son lenguajes que utilizan los usuarios para solicitar información a la BD

Hay de dos tipos

Procedimentales

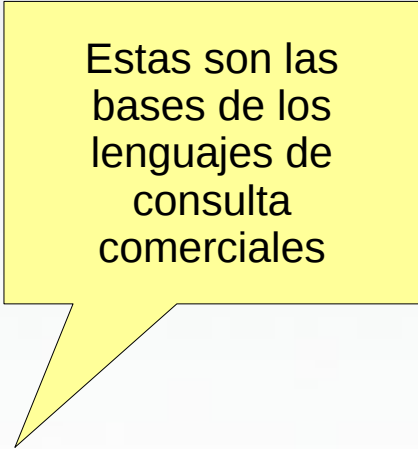
No-procedimentales

Lenguajes puros

Cálculo relacional de tuplas (N/P)

Cálculo relacional de dominios (N/P)

Álgebra relacional (P)



Estas son las bases de los lenguajes de consulta comerciales

Lenguajes comerciales

SEQUEL

QBE (N/P)

SQL (P + N/P)

OQL (P + N/P) (Y todos los [Object Oriented]QL)

...entre otros

El estándar “de facto” usado hoy en día en la industria es el SQL, aunque con la incursión de los SGBDOO, ORMs y tecnologías similares el OQL y sus distintas alternativas y variantes son también bastante utilizados

Es un lenguaje de consulta formal que permite expresar las consultas a partir de fórmulas bien formadas, donde las variables son interpretadas como variantes sobre las tuplas de las tablas. Fue presentado por Codd en 1972 y se deduce del ***Cálculo de Predicados***

Una consulta en CRT es una expresión de tipo:

$$\{t, e, x \mid C(t, e, x)\}$$

Donde t, e, x son variables de tuplas y $C(t, e, x)$ es una expresión condicional donde intervienen t, e, x

Átomos:

Las variables están asociadas a las tuplas de las tablas y se denota como relación(variable). Ej: *Modelo(M)*.

Los valores constantes están asociados a los valores de los dominios de los atributos y las funciones generadoras de los mismos se denotan como *variable.atributo*. Ej: *M.marca*

Los predicados utilizados se construyen con los operadores de comparación $\{<, \leq, >, \geq, =, \neq\}$ y constantes.

Ejm: *M.marca* \neq 'fiat'.

A modo informativo

Una fórmula bien formada se define como:

Todo átomo es una fórmula bien formada F .

Si $F1$ y $F2$ son fórmulas bien formadas, entonces $F1$ **and** $F2$, $F1$ **or** $F2$, **not** $F1$ o **not** $F2$ son fórmula bien formada.

$\exists F1$ es una fórmula bien formada (Cuantificador existencial, se lee, existe un...).

$\forall F1$ es una fórmula bien formada (Cuantificador universal, se lee, para todo ...).

A modo informativo

Ejemplo 1: Obtener la fecha de nacimiento y la dirección del empleado (o empleados) cuyo nombre es 'Pedro Pérez':

Empleado(Cédula, Nombre, Apellido FechaN, Dirección)

{e.FechaN, e.Dirección | Empleado(e) **and**
e.Nombre = 'Pedro' **and** e.Apellido = 'Pérez'}

Ejemplo 2: Obtener el nombre y la dirección de todos los empleados que trabajan para el departamento 'Investigación')

Empleado(Cédula, Nombre, Apellido FechaN, Dirección, NumDpto)

Dpto(NumDpto, NomDpto)

{e.Nombre, e.Dirección | Empleado(e) **and** ($\exists d$)
(Dpto(d) **and** e.NumDpto = d.NumDpto **and**
d.NomDpto = 'Investigación')}

Es un lenguaje de consulta formal que permite expresar las consultas a partir de fórmulas bien formadas, donde cada variable se interpreta como variante sobre el dominio del atributo de una relación.

Es similar al Cálculo Relacional de Tuplas y también se deduce del cálculo de predicados

Las variables están asociadas a los dominios de los atributos y se denota como

relación(att1: variable1, att2: variable2, ...)

Ejm: *ModeloCarro(modelo: m, marca: c)*

los predicados utilizados se construyen igual que para el cálculo relacional de tuplas

Ejemplo 1: Obtener el nombre y el color de cada producto en almacén:

Producto(nroPro, nombrePro, cantidad, color)

**{N, C | Producto(nombrePro: N, color: C,
cantidad > 0)}**

El resultado, a diferencia del CRT son variables

Ejemplo 2: Obtener los clientes que han comprado al menos un producto de color verde:

Producto(nroPro, nombrePro, cantidad, color)

Venta(nroVen, fechaVen, nombreCliente, nroProVen, cantidadVen)

$\{ V, P \mid \exists NP \text{ Venta}(\text{nombreCliente}: V, \text{nroProVen}: NP) \text{ and } \text{Producto}(\text{nroPro}: NP, \text{nombrePro}: P, \text{color} = \text{'verde'}) \}$

Se produce producto por medio de la variable NP

Es un conjunto de operaciones que describen paso a paso (procedimental) la forma de ***transformar*** una serie de relaciones en otras para así obtener una respuesta a una consulta

R2 = Operación1 (R1)

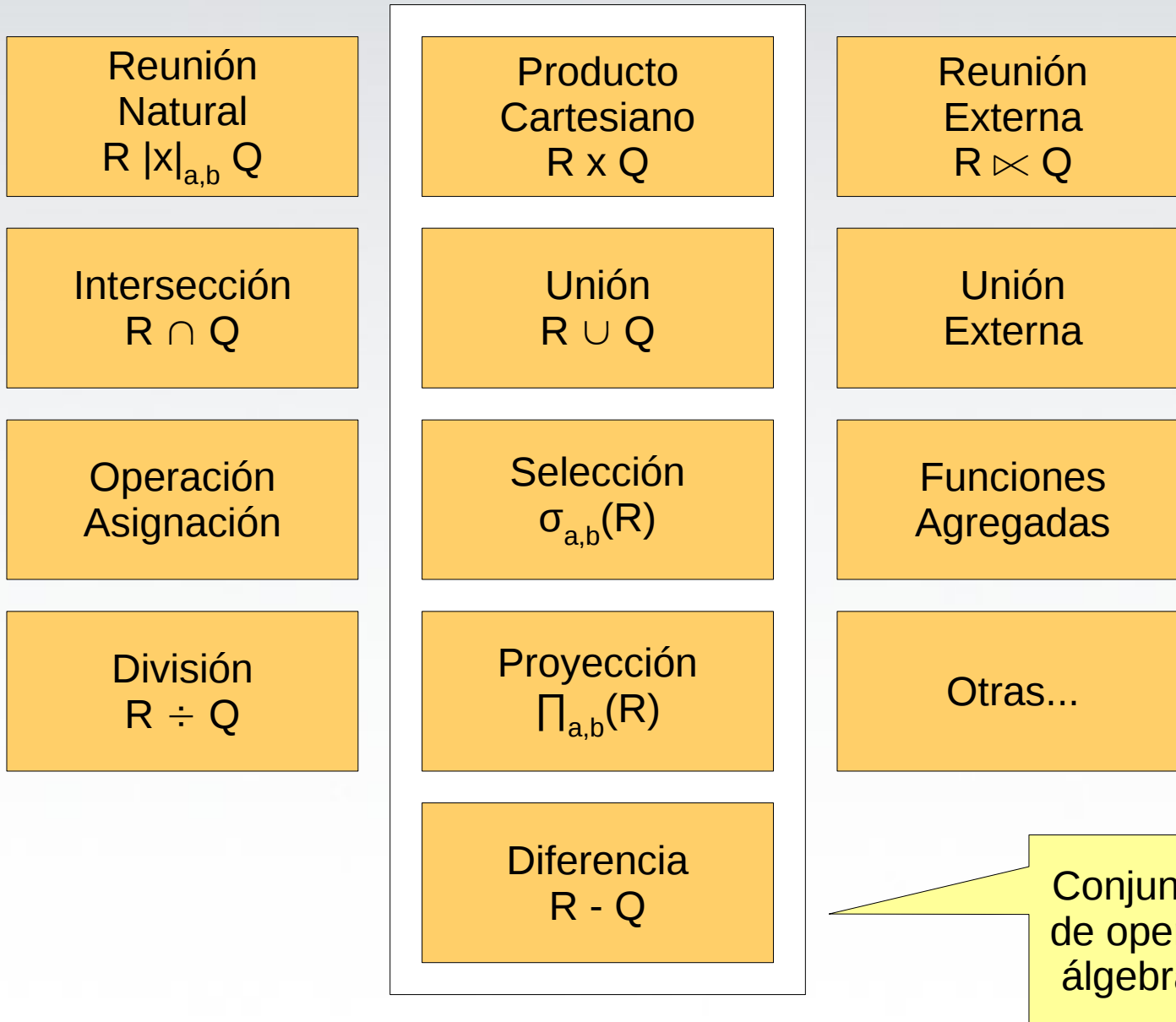
R3 = Operación2 (R2)

R5 = Operación2 (R3, R4)

...

Una operación de AR toma una serie de relaciones de entrada y genera una relación de salida

Álgebra Relacional (Operaciones)



$\Pi_{\text{placa, marca}}(\text{Carro})$
 $\Pi_{\text{marca, modelo, color}}(\text{Carro})$

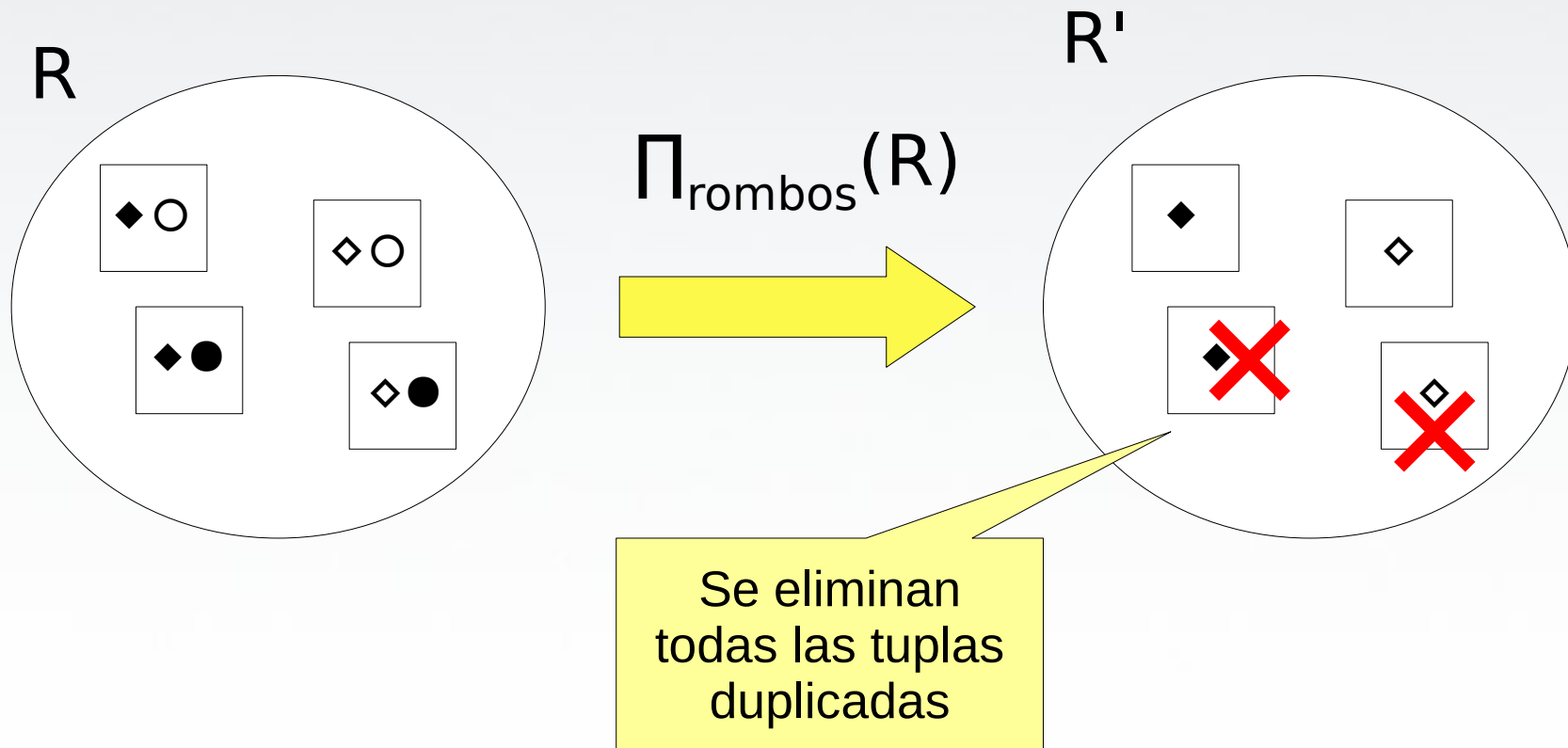
Carro	<u>placa</u>	marca	modelo	color
	MBO34L	Ford	Ka	verde
	LDA75K	Toyota	corollaXL	blanco
	ADA89A	Fiat	siena	gris
	LBF78G	Toyota	corollaXL	blanco
	XSA67D	Ford	Ka	rojo

Se eliminan todas salvo una de las tuplas repetidas (Ej, <Toyota, corollaXL, blanco>)

R	<u>placa</u>	marca
	MBO34L	Ford
	LDA75K	Toyota
	ADA89A	Fiat
	LBF78G	Toyota
	XSA67D	Ford

Q	marca	modelo	color
	Ford	Ka	verde
	Fiat	siena	gris
	Toyota	corollaXL	blanco
	Ford	Ka	rojo

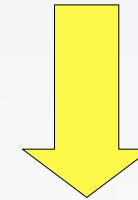
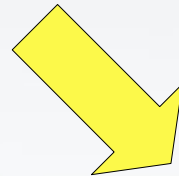
Todas las tuplas, pero no completas, sólo se seleccionan algunas columnas...



$$\text{Carro} = R \times Q$$

R	<u>placa</u>	<i>marca</i>
	ADA89A	Fiat
	LBF78G	Toyota
	XSA67D	Ford

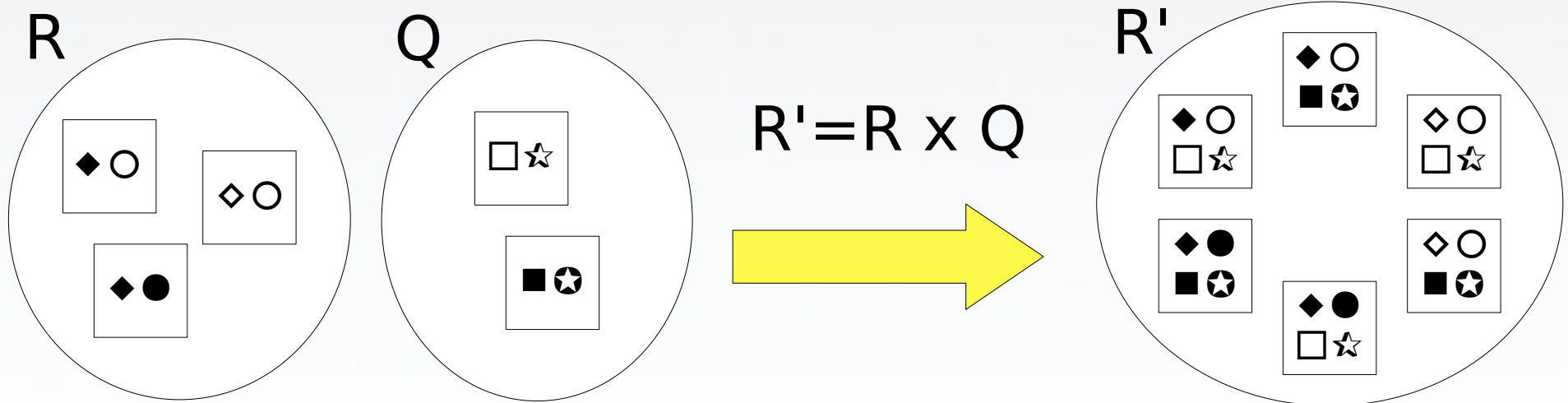
Q	<i>marca</i>	modelo	color
	Fiat	siena	gris
	Toyota	corollaXL	blanco
	Ford	Ka	rojo



Carro	<u>placa</u>	marcaR	marcaQ	modelo	color
	ADA89A	Fiat	Fiat	siena	gris
	ADA89A	Fiat	Toyota	corollaXL	blanco
	ADA89A	Fiat	Ford	Ka	rojo
	LBF78G	Toyota	Fiat	siena	gris
	LBF78G	Toyota	Toyota	corollaXL	blanco
	LBF78G	Toyota	Ford	Ka	rojo
	XSA67D	Ford	Fiat	siena	gris
	XSA67D	Ford	Toyota	corollaXL	blanco
	XSA67D	Ford	Ford	Ka	rojo

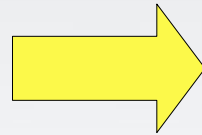
No es relevante para el producto cartesiano, pero es notable, que en algunas tuplas $\text{marcaR} = \text{marcaQ}$

Cada tupla de uno de los conjuntos se combina con todas las tuplas del otro conjunto



$$R = \sigma_{\text{marca=Ford}}(\text{Carro})$$

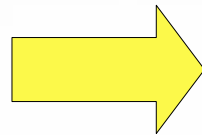
Carro	placa	marca	color
	MBO34L	Ford	verde
	LDA75K	Toyota	blanco
	ADA89A	Fiat	gris
	LBF78G	Toyota	blanco
	XSA67D	Ford	rojo



R	placa	marca	color
	MBO34L	Ford	verde
	XSA67D	Ford	rojo

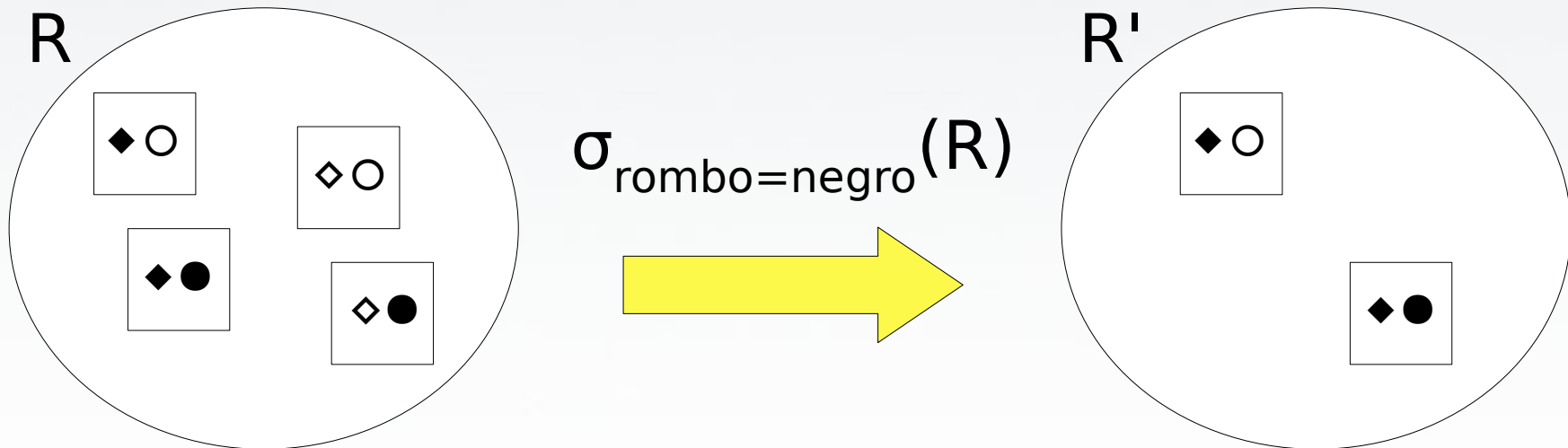
$$R = \sigma_{\text{marca=Ford} \wedge \text{color=rojo}}(\text{Carro})$$

Carro	placa	marca	color
	MBO34L	Ford	verde
	LDA75K	Toyota	blanco
	ADA89A	Fiat	gris
	LBF78G	Toyota	blanco
	XSA67D	Ford	rojo



R	placa	marca	color
	XSA67D	Ford	rojo

Se seleccionan sólo las tuplas que cumplen una condición dada



$$\text{Carro} = R |x|_{\text{marca}} Q$$

R	placa	marca
	MBO34L	Ford
	LDA75K	Toyota
	ADA89A	Fiat
	LBF78G	Toyota
	XSA67D	Ford

Q	marca	modelo	color
	Ford	Ka	verde
	Toyota	corollaXL	blanco
	Fiat	siena	gris
	Toyota	corollaXL	blanco
	Ford	Ka	rojo

Sin embargo aquí se perdió información
(Descomposición con pérdida)

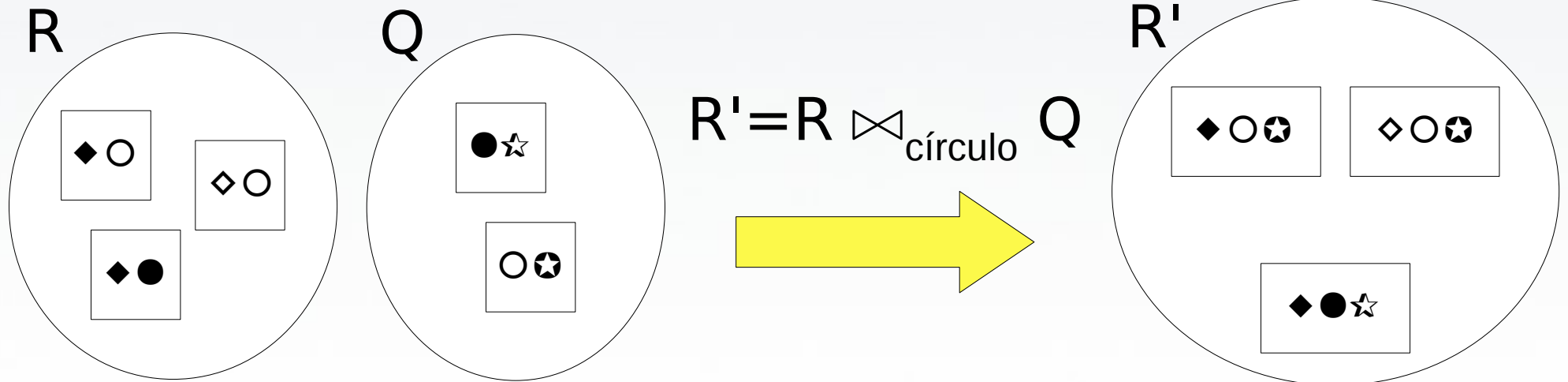
Carro	placa	marca	modelo	color
	MBO34L	Ford	Ka	verde
	MBO34L	Ford	Ka	rojo
	LDA75K	Toyota	corollaXL	blanco
	ADA89A	Fiat	siena	gris
	LBF78G	Toyota	corollaXL	blanco
	XSA67D	Ford	Ka	verde
	XSA67D	Ford	Ka	rojo

$$\text{Carro} = \sigma_{(R.\text{marca}=Q.\text{marca})}(R \times Q)$$

o bien:

$$\text{Carro} = R |x| Q$$

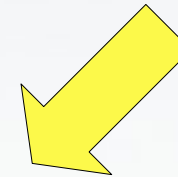
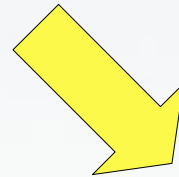
Producto cartesiano con condición de igualdad, se combinan solo las tuplas con valores iguales en ciertos atributos



$$R = E \cup P$$

E	Cédula	Nombre
	9.644.667	Pedro Pérez
	10.133.212	Gabriel Mendoza
	11.332.334	Luis Colina
	12.562.884	Andrés Rojas
	20.126.112	Gilberto Zapata

P	Cédula	Nombre
	8.347.223	Hector Redondo
	9.644.667	Pedro Pérez
	10.133.212	Gabriel Mendoza
	11.332.334	Luis Colina
	12.123.231	Diego Dávila

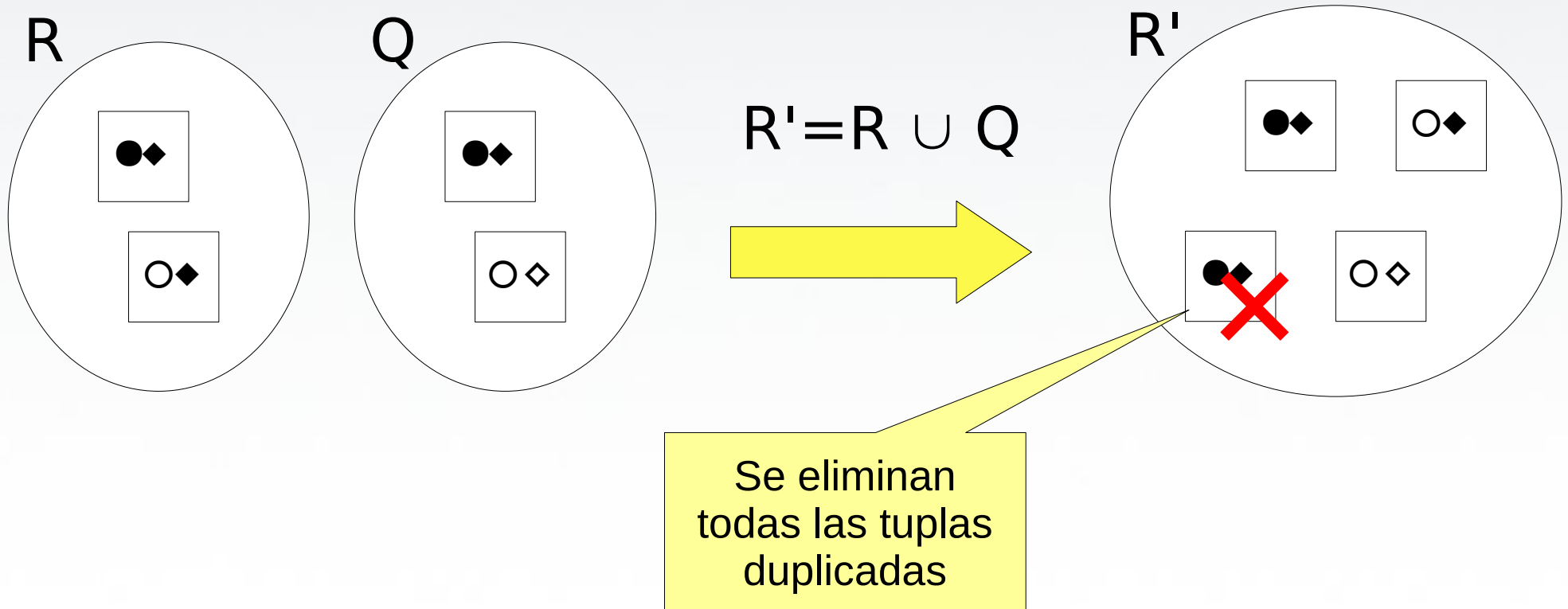


R	Cédula	Nombre
	8.347.223	Hector Redondo
	9.644.667	Pedro Pérez
	10.133.212	Gabriel Mendoza
	11.332.334	Luis Colina
	12.123.231	Diego Dávila
	12.562.884	Andrés Rojas
	20.126.112	Gilberto Zapata

Se realiza una operación de unión de conjuntos. Se eliminan las tuplas repetidas

Las relaciones usadas como operandos deben ser compatibles entre si

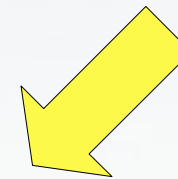
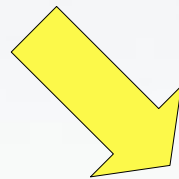
Todas las tuplas de ambas relaciones (que deben ser compatibles)



$$R = E \cap P$$

E	Cédula	Nombre
	9.644.667	Pedro Pérez
	10.133.212	Gabriel Mendoza
	11.332.334	Luis Colina
	12.562.884	Andrés Rojas
	20.126.112	Gilberto Zapata

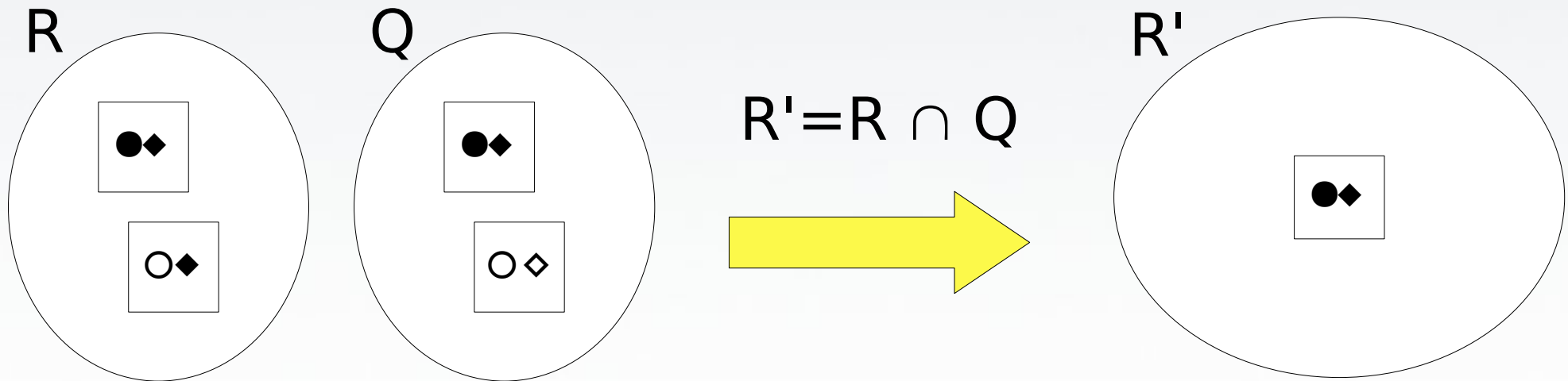
P	Cédula	Nombre
	8.347.223	Hector Redondo
	9.644.667	Pedro Pérez
	10.133.212	Gabriel Mendoza
	11.332.334	Luis Colina
	12.123.231	Diego Dávila



R	Cédula	Nombre
	9.644.667	Pedro Pérez
	10.133.212	Gabriel Mendoza
	11.332.334	Luis Colina

Las relaciones usadas como operandos deben ser compatibles entre si

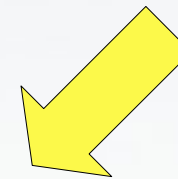
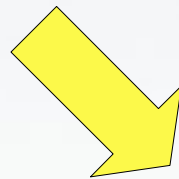
Sólo las tuplas comunes a ambas relaciones
(que deben ser compatibles)



$$R = E - P$$

E	Cédula	Nombre
	9.644.667	Pedro Pérez
	10.133.212	Gabriel Mendoza
	11.332.334	Luis Colina
	12.562.884	Andrés Rojas
	20.126.112	Gilberto Zapata

P	Cédula	Nombre
	8.347.223	Hector Redondo
	9.644.667	Pedro Pérez
	10.133.212	Gabriel Mendoza
	11.332.334	Luis Colina
	12.123.231	Diego Dávila

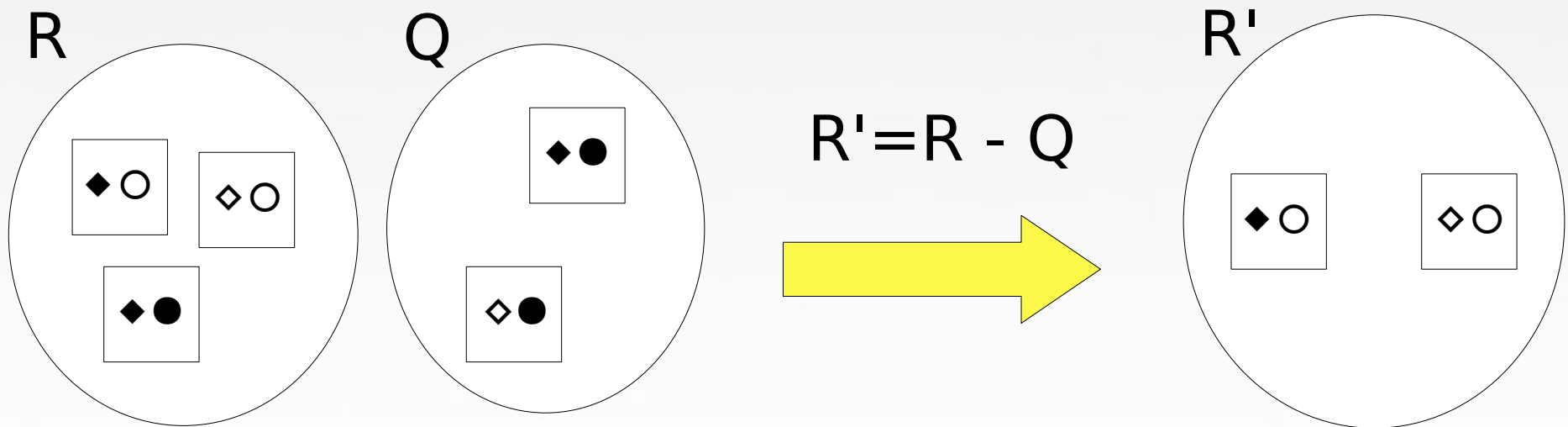


R	Cédula	Nombre
	12.562.884	Andrés Rojas
	20.126.112	Gilberto Zapata

Las relaciones usadas como operandos deben ser compatibles entre si

¿Cómo sería $P - E$?

Tuplas que aparecen en la primera relación
pero no en la segunda



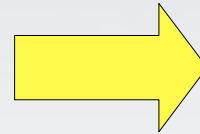
¿Cómo sería $Q - R$?

Supongamos que tenemos dos relaciones $A(x, y)$ y $B(y)$ donde el dominio de y en A y B , es el mismo.

El operador división $A \div B$ retorna todos los **distintos** valores de x tales que **para todo valor** y en B existe una tupla $\langle x, y \rangle$ en A

$$R = EM \div M'$$

M	Materia	Semestre
	BD	8
	IS	8
	LC	9
	SO	9

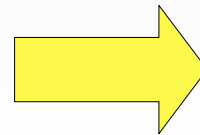


$$M' = \prod_{\text{materia}} (\sigma_{\text{semestre}=9}(M))$$

M'	Materia
	LC
	SO

Luego...

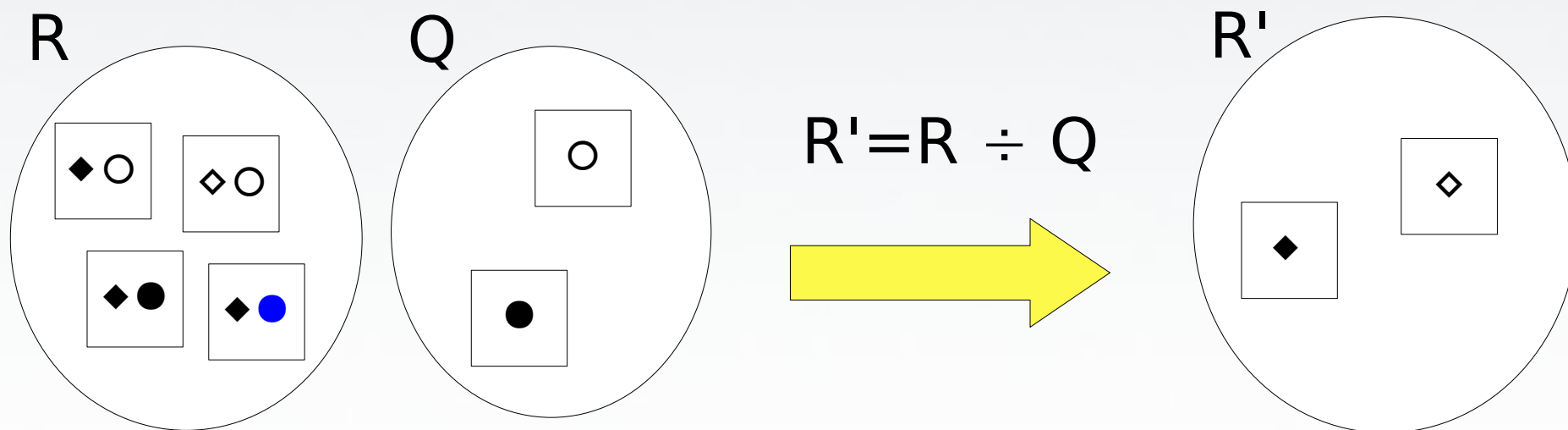
EM	Cédula	Materia
	9.644.667	BD
	9.644.667	IS
	10.133.212	LC
	10.133.212	BD
	10.133.212	SO
	11.332.334	LC
	11.332.334	SO
	12.562.884	LC
	12.562.884	BD



$$R = EM \div M'$$

R	Cédula
	10.133.212
	11.332.334

Tuplas de la primera que contienen a todas o alguna de las tuplas de la segunda



R = Prof \bowtie Dpto
cédula=ced_jefe

Reunión Natural

Profesor	Cédula	NombreP	CodigoDpto
	6.274.445	José Mendez	01
	7.422.114	Juán Zapata	01
	8.347.223	Hector Redondo	02
	9.644.667	Pedro Pérez	02
	11.332.334	Luis Colina	
	12.123.231	Diego Dávila	03

Dpto	Código	NombreD	Cédjefe
	01	Computación	6.274.445
	02	Investigación	
	03	Control	12.123.231

R	Cédula	NombreP	CódigoDpto	Código	NombreD	Cédjefe
	6.274.445	José Mendez	01	01	Computación	6.274.445
	12.123.231	Diego Dávila	03	03	Control	12.123.231

¿Dónde están los demás profesores?
¿Dónde está el departamento de Investigación?

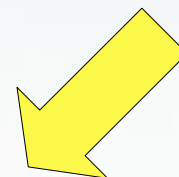
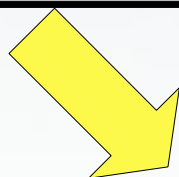
Producto / Reunión Externa

R = Prof ⋈_{cedula=ced_jefe} Dpto

Reunión Izquierda

Profesor	Cédula	NombreP	CodigoDpto
	6.274.445	José Mendez	01
	7.422.114	Juán Zapata	01
	8.347.223	Hector Redondo	02
	9.644.667	Pedro Pérez	02
	11.332.334	Luis Colina	NULO
	12.123.231	Diego Dávila	03

Dpto	Código	NombreD	Cédjefe
	01	Computación	6.274.445
	02	Investigación	NULO
	03	Control	12.123.231



R	Cédula	NombreP	CódigoDpto	Código	NombreD	Cédjefe
	6.274.445	José Mendez	01	01	Computación	6.274.445
	7.422.114	Juán Zapata	01	NULO	NULO	NULO
	8.347.223	Hector Redondo	02	NULO	NULO	NULO
	9.644.667	Pedro Pérez	02	NULO	NULO	NULO
	11.332.334	Luis Colina		NULO	NULO	NULO
	12.123.231	Diego Dávila	03	03	Control	12.123.231

Producto / Reunión Externa

$$R = \text{Dpto} \bowtie_{\text{cédula}=\text{ced_jefe}} \text{Prof}$$

Reunión Derecha

Dpto	Código	NombreD	CédJefe
	01	Computación	6.274.445
	02	Investigación	NULO
	03	Control	12.123.231

Profesor	Cédula	NombreP	CodigoDpto
	6.274.445	José Mendez	01
	7.422.114	Juán Zapata	01
	8.347.223	Hector Redondo	02
	9.644.667	Pedro Pérez	02
	11.332.334	Luis Colina	NULO
	12.123.231	Diego Dávila	03

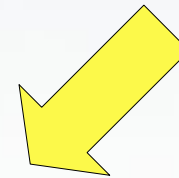
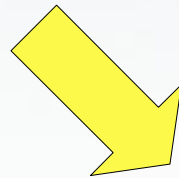
¿Es la misma relación resultante que la de la transparencia anterior?

R	Código	NombreD	CédJefe	Cédula	NombreP	CódigoDpto
	01	Computación	6.274.445	6.274.445	José Mendez	01
	NULO	NULO	NULO	7.422.114	Juán Zapata	01
	NULO	NULO	NULO	8.347.223	Hector Redondo	02
	NULO	NULO	NULO	9.644.667	Pedro Pérez	02
	NULO	NULO	NULO	11.332.334	Luis Colina	
	03	Control	12.123.231	12.123.231	Diego Dávila	03

R = Dpto $\bowtie_{\text{cédula=ced_jefe}}$ Prof

Dpto	Código	NombreD	CédJefe
	01	Computación	6.274.445
	02	Investigación	NULO
	03	Control	12.123.231

Profesor	Cédula	NombreP	CodigoDpto
	6.274.445	José Mendez	01
	7.422.114	Juán Zapata	01
	8.347.223	Hector Redondo	02
	9.644.667	Pedro Pérez	02
	11.332.334	Luis Colina	NULO
	12.123.231	Diego Dávila	03

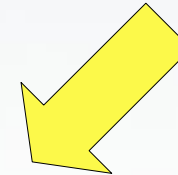
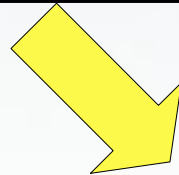


R	Código	NombreD	CédJefe	Cédula	NombreP	CódigoDpto
	01	Computación	6.274.445	6.274.445	José Mendez	01
	02	Investigación	NULO	NULO	NULO	NULO
	03	Control	12.123.231	12.123.231	Diego Dávila	03

R = Prof $\bowtie_{\text{cédula=ced_jefe}}$ Dpto

Profesor	Cédula	NombreP	CodigoDpto
	6.274.445	José Mendez	01
	7.422.114	Juán Zapata	01
	8.347.223	Hector Redondo	02
	9.644.667	Pedro Pérez	02
	11.332.334	Luis Colina	NULO
	12.123.231	Diego Dávila	03

Dpto	Código	NombreD	CédJefe
	01	Computación	6.274.445
	02	Investigación	NULO
	03	Control	12.123.231

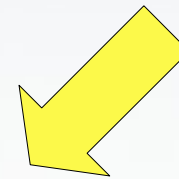
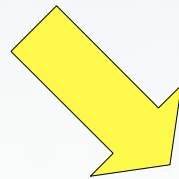


R	Cédula	NombreP	CódigoDpto	Código	NombreD	CédJefe
	6.274.445	José Mendez	01	01	Computación	6.274.445
	NULO	NULO	NULO	02	Investigación	NULO
	12.123.231	Diego Dávila	03	03	Control	12.123.231

$$R = \sigma_{\text{nombreP}=\text{NULO}} (\text{Dpto} \bowtie_{\text{cédula}=\text{ced_jefe}} \text{Prof})$$

Dpto	Código	NombreD	CédJefe
	01	Computación	6.274.445
	02	Investigación	NULO
	03	Control	12.123.231

Profesor	Cédula	NombreP	CodigoDpto
	6.274.445	José Mendez	01
	7.422.114	Juán Zapata	01
	8.347.223	Hector Redondo	02
	9.644.667	Pedro Pérez	02
	11.332.334	Luis Colina	NULO
	12.123.231	Diego Dávila	03



R	Código	NombreD	CédJefe	Cédula	NombreP	CódigoDpto
	02	Investigación	NULO	NULO	NULO	NULO

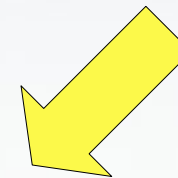
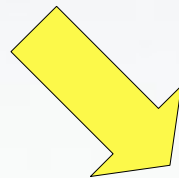
¿Cuáles son los departamentos sin Jefe de Departamento?

R = Dpto ⋈ cédula=ced_jefe Prof

Reunión Abierta

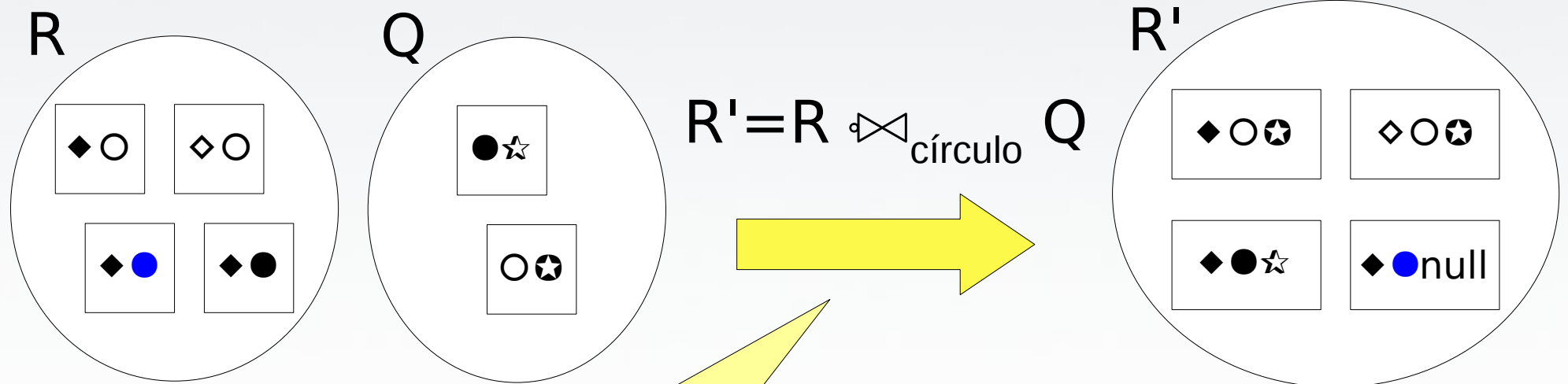
Dpto	Código	NombreD	CédJefe
	01	Computación	6.274.445
	02	Investigación	NULO
	03	Control	12.123.231

Profesor	Cédula	NombreP	CodigoDpto
	6.274.445	José Mendez	01
	7.422.114	Juán Zapata	01
	8.347.223	Hector Redondo	02
	9.644.667	Pedro Pérez	02
	11.332.334	Luis Colina	NULO
	12.123.231	Diego Dávila	03



R	Código	NombreD	CédJefe	Cédula	NombreP	CódigoDpto
	01	Computación	6.274.445	6.274.445	José Mendez	01
	NULO	NULO	NULO	7.422.114	Juán Zapata	01
	NULO	NULO	NULO	8.347.223	Hector Redondo	02
	NULO	NULO	NULO	9.644.667	Pedro Pérez	02
	NULO	NULO	NULO	11.332.334	Luis Colina	
	02	Investigación	NULO	NULO	NULO	NULO
	03	Control	12.123.231	12.123.231	Diego Dávila	03

Si algunas tuplas de la izquierda no tienen pareja en la derecha, entonces se rellena con valores nulos



En este caso se está haciendo una **reunión externa izquierda** ($\bowtie_{\text{círculo}}$), pero se puede hacer también una **reunión externa derecha** ($\bowtie_{\text{círculo}}$) y una **reunión externa completa** ($\bowtie_{\text{círculo}}$)

Agrupación (y Funciones Agregadas)

$$R = \text{nacionalidad } \mathcal{F} \text{ avg(edad), count (P)}$$

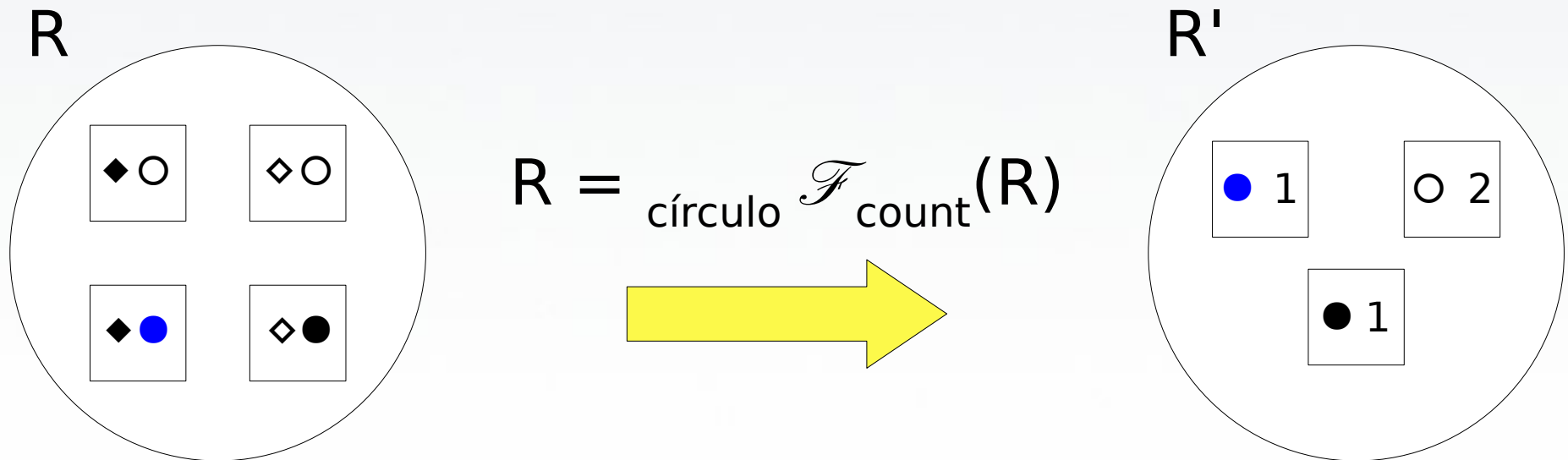
P	Nombre	Nacionalidad	Edad
	Pedro	Venezuela	45
	Gabriel	Venezuela	20
	Luis	Argentina	33
	Andrés	Colombia	20
	Miguel	Argentina	23
	Luis	Peru	34
	Gilberto	Colombia	15

Posibles funciones de agregación: avg, sum, max, min, count, entre otras

Se agrupan los datos usando algún tipo de criterio y luego se calculan funciones sobre los datos agrupados

R	Nacionalidad	AVG(Edad)	Count
	Venezuela	32,5	2
	Argentina	28	2
	Colombia	17,5	2
	Peru	34	1

Se agrupan las tuplas en base al valor de cierto atributo y luego se pueden calcular funciones sobre atributos de las tuplas agrupadas



Esquema de Ejemplo:

Empleado

NombreP	Inic	Apellido	<u>Ced</u>	FechaN	Dirección	Sexo	Salario	CedSuper	ND
---------	------	----------	------------	--------	-----------	------	---------	-----------------	-----------

Departamento

NombreD	<u>NúmeroD</u>	CedGte	FechaInicGte
---------	----------------	---------------	--------------

Lugares_Deptos

<u>NumeroD</u>	<u>LugarD</u>
----------------	---------------

Proyecto

NombreP	<u>NúmeroP</u>	LugarP	ND
---------	----------------	--------	-----------

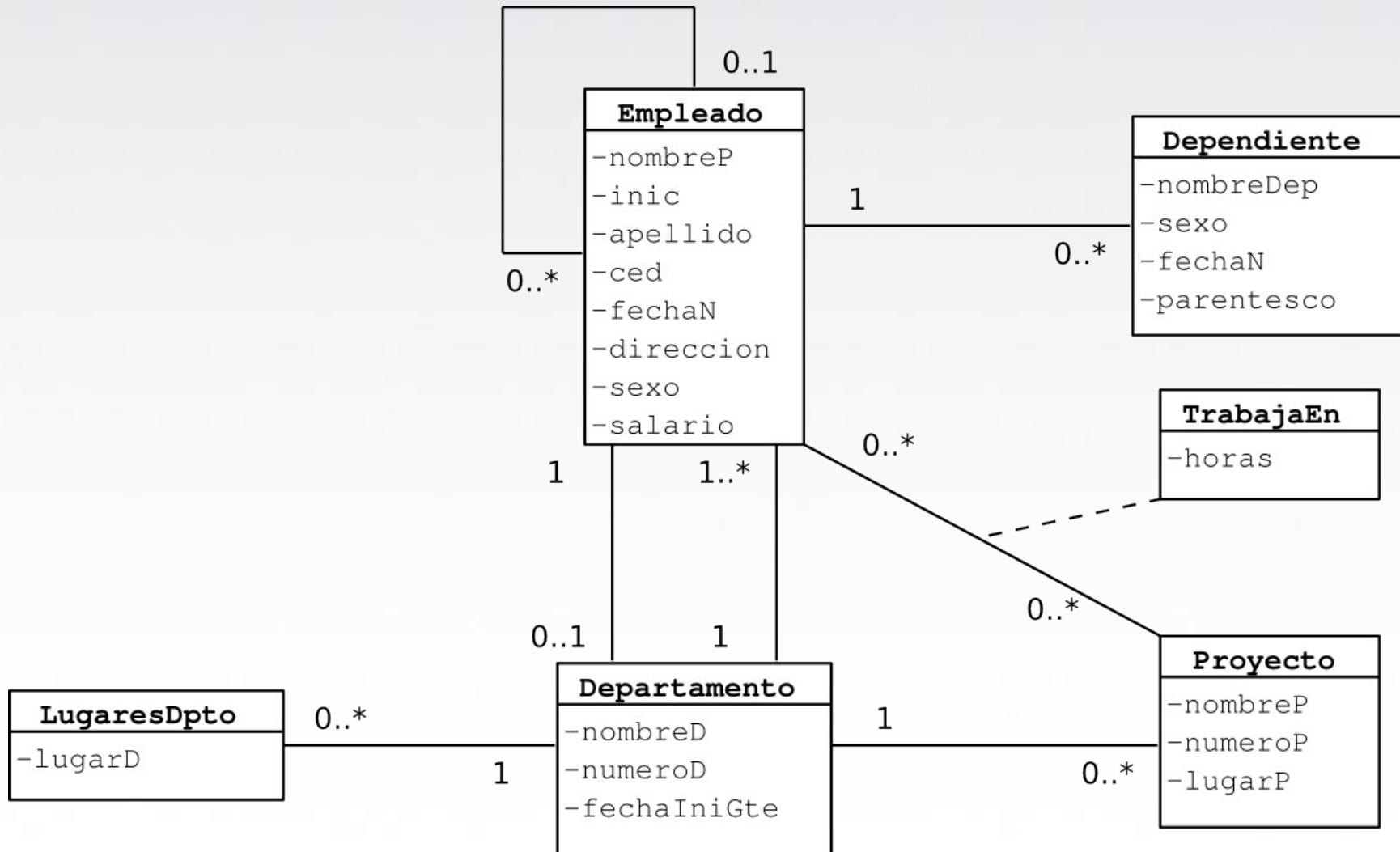
Trabaja_En

<u>Ced</u>	<u>NúmP</u>	Horas
------------	-------------	-------

Dependiente

<u>CédEmp</u>	<u>NombreDep</u>	Sexo	FechaN	Parentesco
---------------	------------------	------	--------	------------

Esquema de Ejemplo:



TODO: Preguntas!!!

TODO: Falta:

Ejercicios de Álgebra Relacional

Presentado por Zloff en el año 1977 y comercializado desde 1980 por IBM.

Es un lenguaje de manipulación de datos gráfico.

La idea de su construcción es la formulación de la consulta mediante un ejemplo de la posible respuesta.

Está basado en el Cálculo Relacional de Dominios.

Las consultas se realizan invocando los esquemas de las tablas objeto de la consulta, las cuales serán desplegadas en forma gráfica en la pantalla. Una vez obtenidas, se posiciona el ratón en la o las columnas deseadas y se indica la operación a realizar.

Producto	nroPro	nombrePro	cantidad	color

Producto	nroPro	nombrePro	cantidad	color
U.	_np		_c	'rojo'
	_np		_c+100	

Las variables se indican con el símbolo de subrayado como prefijo, ejemplo: s, 3, d5, o se subrayan, ejemplo: s, 3, d5.

Las constantes se colocan **directamente en la columna deseada** precedidas por el operador de comparación deseado, si no es =.

Toda variable desplegable está cuantificada implícitamente por el cuantificador existencial

Todas las operaciones deben tener como sufijo un punto (Ver tabla siguiente)

Operación	QBE
Desplegar o seleccionar	P.
Cuantificador universal	ALL.
Contar	CNT.
Promedio	AVG.
Suma	SUM.
Calcular el valor mínimo	MIN.
Calcular el valor máximo	MAX.
Agrupar tuplas	G.
Ordenar en orden ascendente	AO.
Ordenar en orden descendente	DO.
Negación lógica	\neg
Disyunción lógica	OR
Conjunción lógica	AND

Condiciones adicionales se expresan en una ventana aparte, en algunos SGBD. Las funciones **cnt**, **avg**, **sum**, **min** y **max** deben aplicarse a variables precedidas con ALL. Si no se desean eliminar las tuplas dobles en una proyección, se coloca P.ALL._v

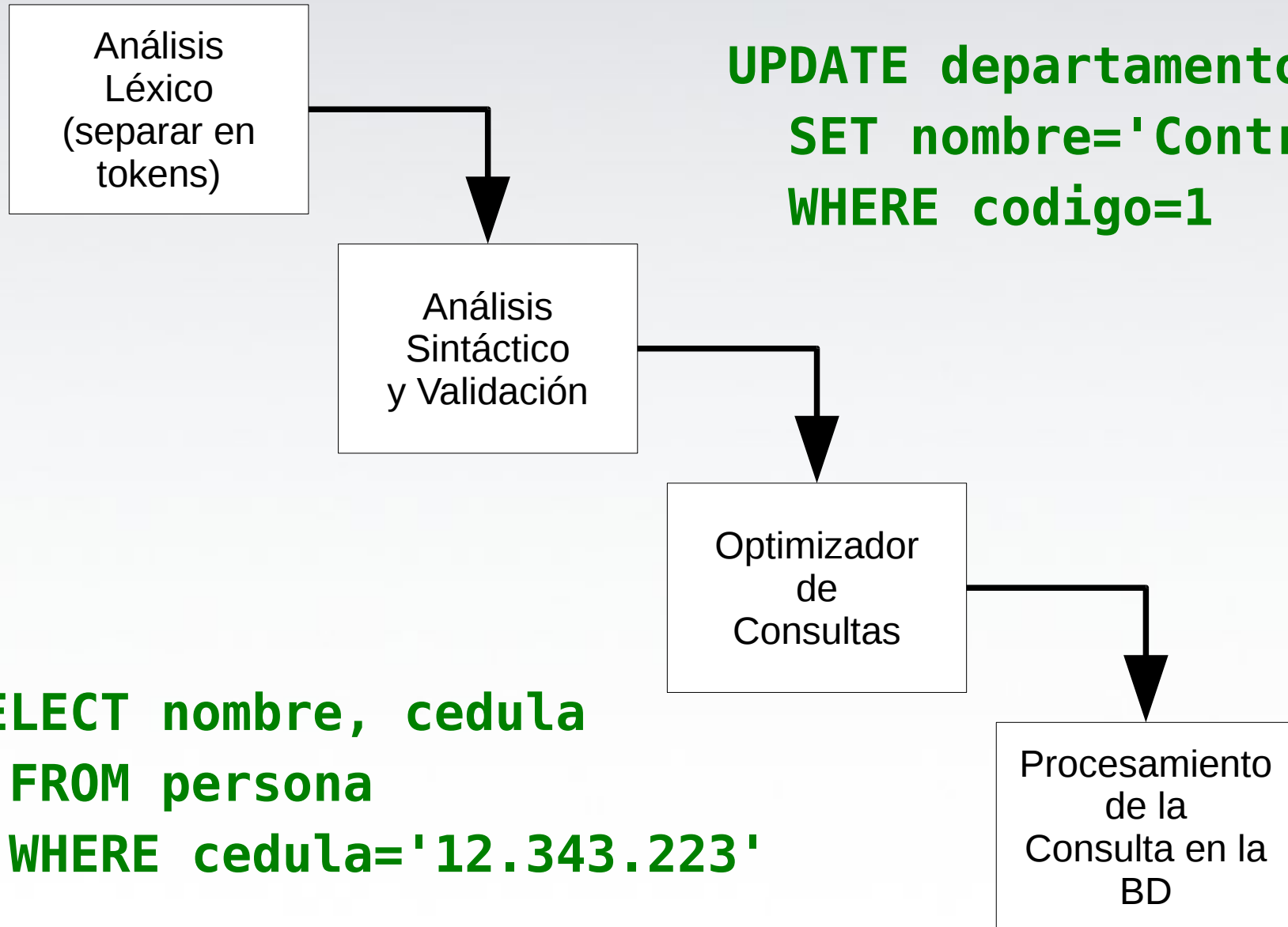
Esquema de Ejemplo:

Producto(nroPro, nombrePro, cantidad, color)

Venta(nroVen, fechaVen, nombreCliente,
nroProVen, cantidadVen)

Compra(nroCom, fechaCom, nombreProveedor,
nroProCom, cantidadComp)

Procesamiento de Consultas (Lo Básico)



Cascada de σ

$$\sigma_{c1 \text{ and } c2 \text{ and } c3}(R) = \sigma_{c1}(\sigma_{c2}(\sigma_{c3}(R)))$$

Conmutatividad de σ

$$\sigma_{c1}(\sigma_{c2}(R)) = \sigma_{c2}(\sigma_{c1}(R))$$

Cascada de \Join (se ignoran todas menos la última)

$$\Join_{\text{lista1}}(\Join_{\text{lista2}}(\Join_{\text{lista3}}(R))) = \Join_{\text{lista1}}$$

Conmutación de σ con \Join

$$\Join_{\text{lista}}(\sigma_{c1}(R)) = \sigma_{c1}(\Join_{\text{lista}}(R))$$

Conmutatividad de $|x|$ o \bowtie

$$R1 \bowtie_c R2 = R2 \bowtie_c R1$$

Proyecto (numeroPR, nombrePR, descripcion)

Empleado (cedula, nombre, apellido, fecha_nac)

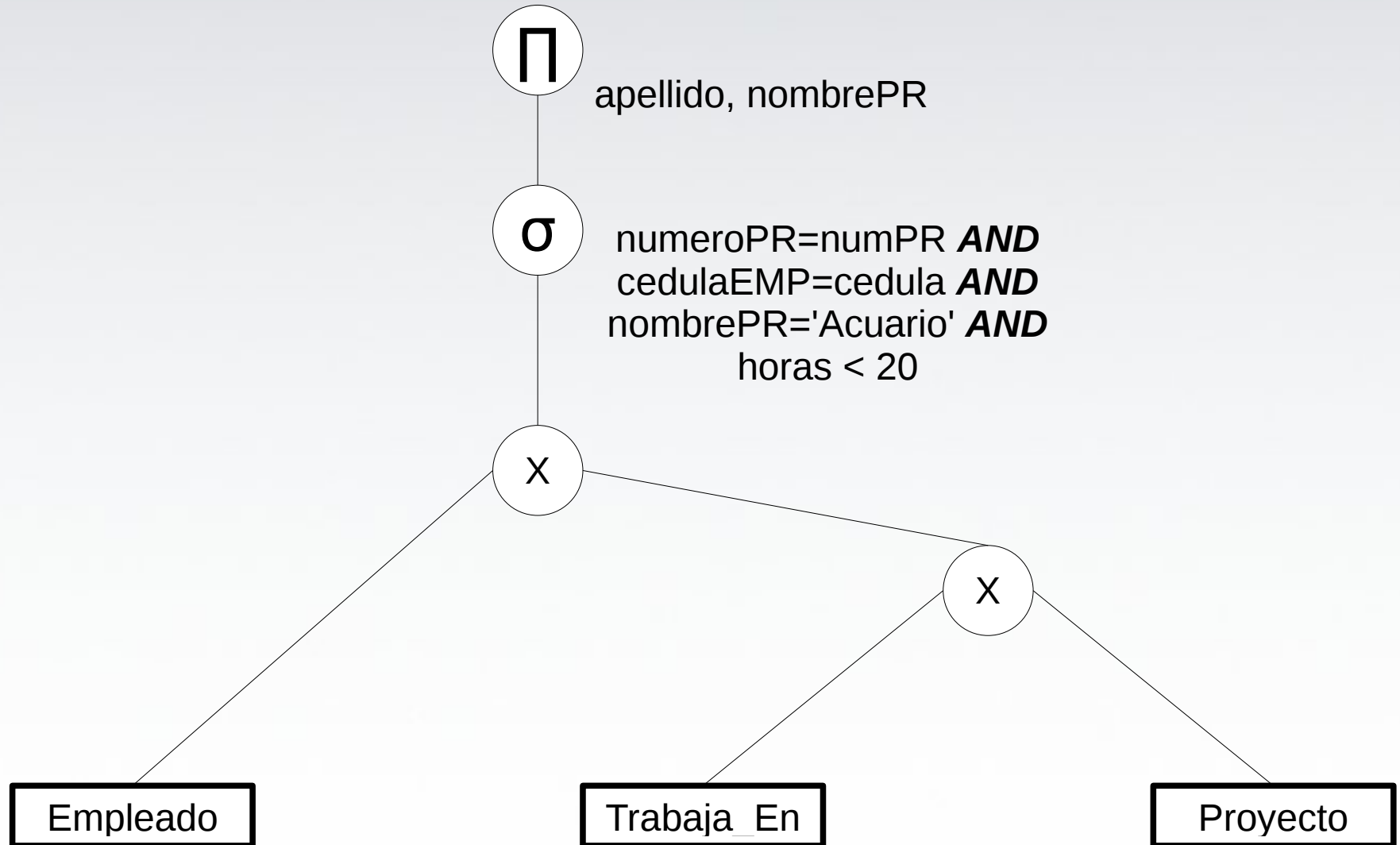
Trabaja_En (cedulaEMP, numPR, horas, categoria)

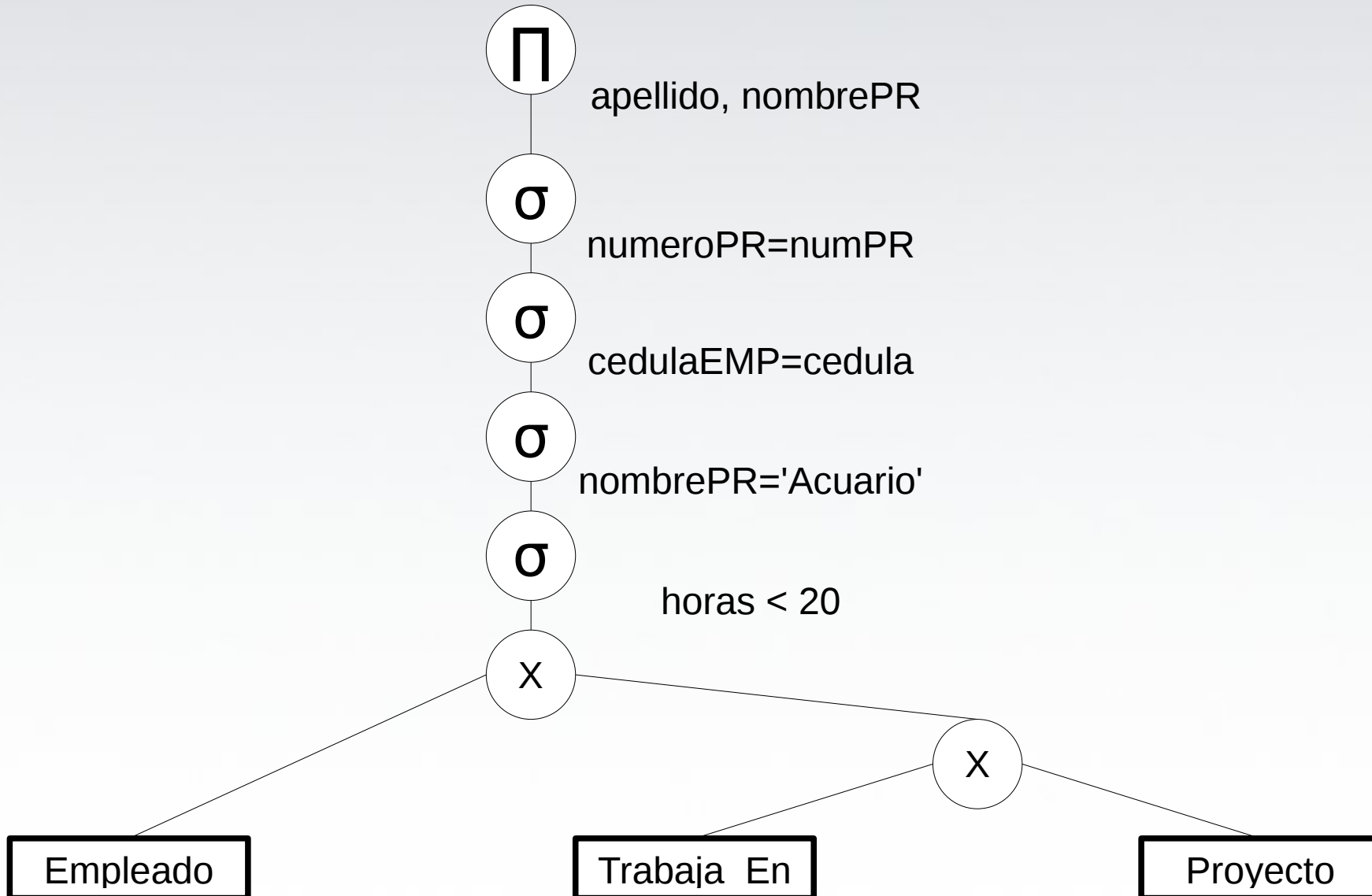
$\Pi_{\text{apellido, nombrePR}} ($

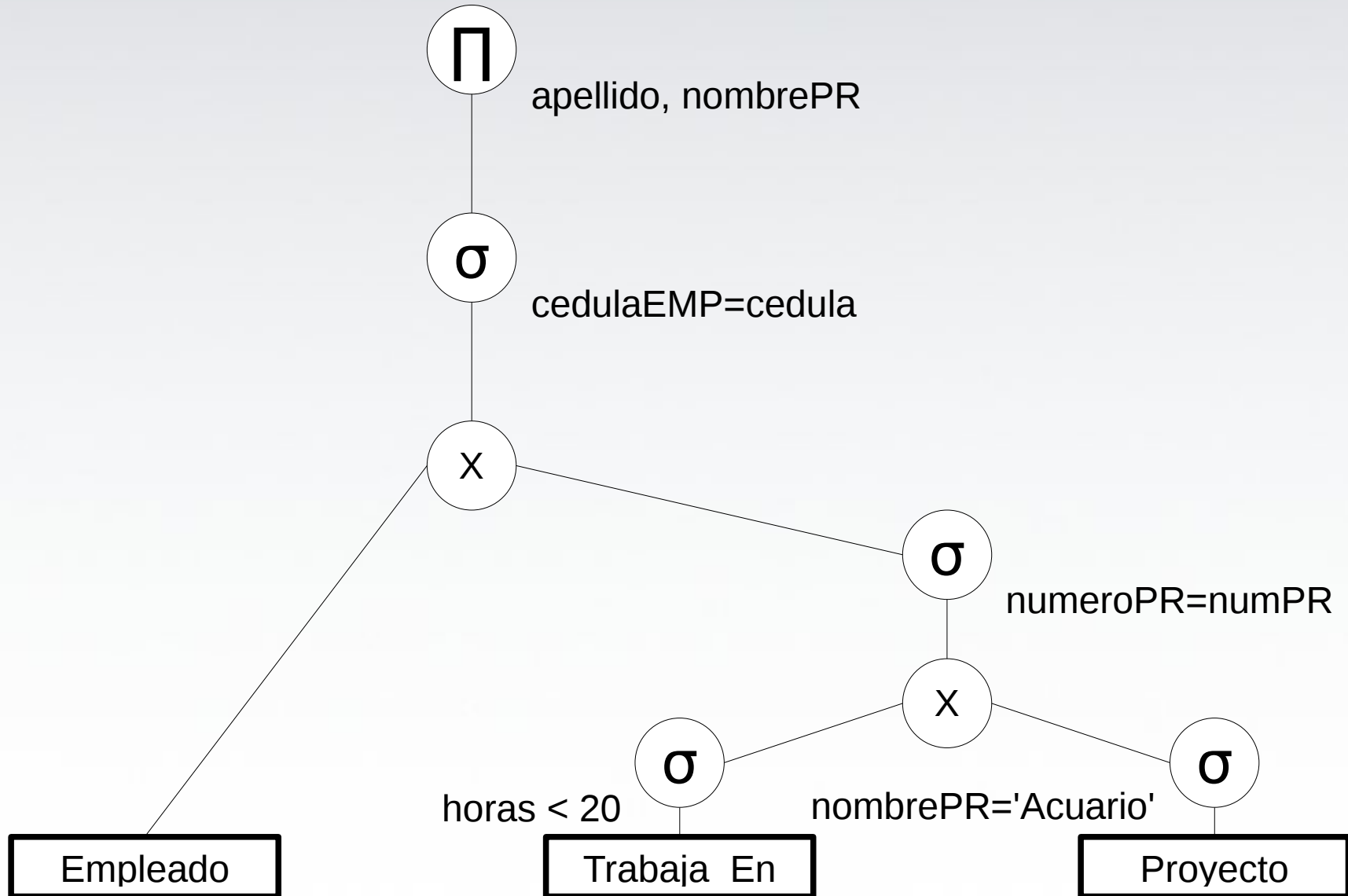
$\sigma_{\text{numeroPR=numPR AND cedulaEMP=cedula AND$

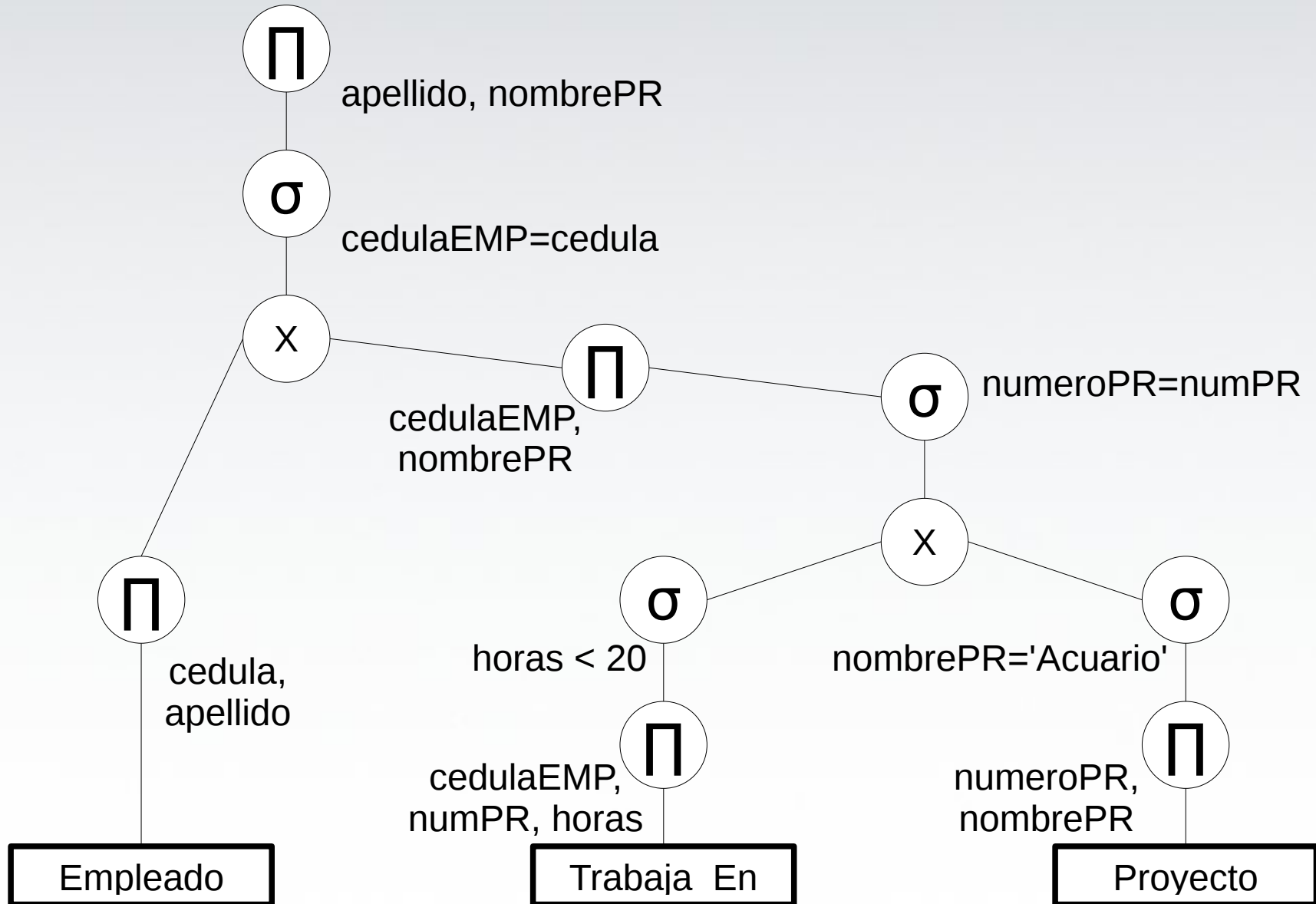
$\text{nombrePR='Acuario' AND horas} < 20 ($

$\text{Empleado|x| Trabaja_En |x|Proyecto}))$









Gracias

¡Gracias!

