

Bases de Datos

Clase 2: Álgebra Relacional

Hasta ahora

- Todo el mundo necesita manejar datos
- Conviene utilizar un DBMS
- Arquitectura de capas:
 - Usuarios ven un modelo lógico
 - Sistema ejecuta las acciones
 - Usuario no necesita saber cómo el sistema ejecuta las acciones

Álgebra relacional de selección, proyección y unión

- Lenguaje teórico
- Posee un conjunto de operadores que como input toman tablas, y como output devuelven tablas

$$\pi, \sigma, \cup, \times$$

- Veremos cómo este lenguaje forma los cimientos de todos los lenguajes de consulta

Operadores

Consideremos la siguiente instancia

actores

id	nombre	edad
1	Leonardo DiCaprio	41
2	Matthew McConaughey	46
3	Daniel Radcliffe	27
4	Jessica Chastain	39
...

actuo_en

id_actor	id_pelicula
1	2
2	1
4	1
3	3
1	5
...	...

películas

id	nombre	año	categoría	calificación	director
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan
...

Proyección

Sea R una relación, entonces $\pi_{a_1, \dots, a_n}(R)$ es una nueva relación que deja sólo a los atributos a_1, \dots, a_n de R

Liste todos los actores:

$$\pi_{nombre}(actores)$$

Proyección

Liste todos los actores:

$\pi_{\text{nombre}}(\text{actores})$

actores

id	nombre	edad
1	Leonardo DiCaprio	41
2	Matthew McConaughey	46
3	Daniel Radcliffe	27
4	Jessica Chastain	39
...

Proyección

Liste todos los actores:

$$\pi_{\text{nombre}}(\text{actores})$$

actores

id	nombre	edad
1	Leonardo DiCaprio	41
2	Matthew McConaughey	46
3	Daniel Radcliffe	27
4	Jessica Chastain	39
...

Proyección

Liste todos los actores:

$$\pi_{\text{nombre}}(\text{actores})$$

actores

id	nombre	edad
1	Leonardo DiCaprio	41
2	Matthew McConaughey	46
3	Daniel Radcliffe	27
4	Jessica Chastain	39
...

Proyección

Liste todos los actores:

$\pi_{\text{nombre}}(\text{actores})$

nombre
Leonardo DiCaprio
Matthew McConaughey
Daniel Radcliffe
Jessica Chastain
...

Proyección

Sea R una relación, entonces $\pi_{a_1, \dots, a_n}(R)$ es una nueva relación que deja sólo a los atributos a_1, \dots, a_n de R

Liste todos los actores:

$$\pi_{\text{nombre}}(\text{actores})$$

Liste el nombre y la calificación de todas las películas:

$$\pi_{\text{nombre}, \text{calificacion}}(\text{peliculas})$$

Proyección

Liste el nombre y la calificación de todas las películas:

$\pi_{\text{nombre, calificación}}(\textit{Películas})$

películas

id	nombre	año	categoría	calificación	director
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan
...	

Proyección

Liste el nombre y la calificación de todas las películas:

$\pi_{nombre, calificación}(Películas)$

películas

id	nombre	año	categoría	calificación	director
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan
...	

Proyección

Liste el nombre y la calificación de todas las películas:

$\pi_{nombre, calificación}(Películas)$

nombre	calificacion
Interstellar	8.6
The Revenant	8.1
Harry Potter	8.1
The Theory of Everything	7.7
Inception	8.8
...	...

Proyección

Observación: la relación es un *conjunto* de tuplas. Entonces no hay duplicados entre las filas. Lo mismo para un resultado.

$$\pi_{año}(Películas)$$

películas

id	nombre	año	categoría	calificación	director
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan
...

Proyección

Observación: la relación es un *conjunto* de tuplas. Entonces no hay duplicados entre las filas. Lo mismo para un resultado.

$$\pi_{año}(Películas)$$

películas

id	nombre	año	categoría	calificación	director
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan
...

Proyección

Observación: la relación es un *conjunto* de tuplas. Entonces no hay duplicados entre las filas. Lo mismo para un resultado.

$$\pi_{año}(Películas)$$

año
2014
2015
2011
2014
2010
...

Proyección

Observación: la relación es un *conjunto* de tuplas. Entonces no hay duplicados entre las filas. Lo mismo para un resultado.

$$\pi_{año}(Películas)$$

año
2014
2015
2011
2014
2010
...

Proyección

Observación: la relación es un *conjunto* de tuplas. Entonces no hay duplicados entre las filas. Lo mismo para un resultado.

$$\pi_{año}(Películas)$$

año
2014
2015
2011
2010
...

Selección

Sea R una relación, entonces $\sigma_{condición}(R)$ es una nueva relación que deja sólo a las tuplas (filas) que satisfacen la condición

Las condiciones pueden ser:

$<, \leq, \geq, >, =, \neq$

Y se pueden combinar con:

\wedge, \vee

Selección

Liste todas las películas de C. Nolan:

Selección

Liste todas las películas de C. Nolan:

$\sigma_{director="C.Nolan"}(peliculas)$

Selección

Liste todas las películas de C. Nolan:

$\sigma_{director="C.Nolan"}(peliculas)$

peliculas

id	nombre	año	categoria	calificacion	director
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan
...

Selección

Liste todas las películas de C. Nolan:

$\sigma_{director="C.Nolan"}(peliculas)$

peliculas

id	nombre	año	categoria	calificacion	director
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan
...	

Selección

Liste todas las películas de C. Nolan:

$$\sigma_{director="C.Nolan"}(peliculas)$$

peliculas

id	nombre	año	categoria	calificacion	director
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan
...

Selección

Liste todas las películas de C. Nolan:

$\sigma_{director="C.Nolan"}(peliculas)$

peliculas

id	nombre	año	categoria	calificacion	director
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan
...	

Selección

Liste todas las películas de C. Nolan:

$\sigma_{director="C.Nolan"}(peliculas)$

peliculas

id	nombre	año	categoria	calificacion	director
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan
...	

Selección

Liste todas las películas de C. Nolan:

$$\sigma_{director="C.Nolan"}(peliculas)$$

peliculas

id	nombre	año	categoria	calificacion	director
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan
...	

Selección

Liste todas las películas de C. Nolan:

$$\sigma_{director="C.Nolan"}(peliculas)$$

peliculas

id	nombre	año	categoria	calificacion	director
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan
...	

Selección

Liste todas las películas de C. Nolan:

$\sigma_{director="C.Nolan"}(peliculas)$

id	nombre	año	categoria	calificacion	director
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan

Selección

Liste todas las películas de C. Nolan:

$$\sigma_{director="C.Nolan"}(peliculas)$$

Liste todas las películas con calificación inferior a 8.5 y dirigidas por J. Marsh

$$\sigma_{(calificacion < 8.5) \wedge (director = "J.Marsh")}(peliculas)$$

Selección

Liste todas las películas con calificación inferior a 8.5 y dirigidas por J. Marsh

$\sigma(\text{calificacion} < 8.5) \wedge (\text{director} = \text{"J. Marsh"})$ (*películas*)

películas

id	nombre	año	categoría	calificación	director
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan
...	

Selección

Liste todas las películas con calificación inferior a 8.5 y dirigidas por J. Marsh

$\sigma(\text{calificacion} < 8.5) \wedge (\text{director} = \text{"J. Marsh"})$ (*películas*)

películas

id	nombre	año	categoría	calificación	director
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan
...	

Selección

Liste todas las películas con calificación inferior a 8.5 y dirigidas por J. Marsh

$\sigma(\text{calificacion} < 8.5) \wedge (\text{director} = \text{"J.Marsh"}) (\text{peliculas})$

id	nombre	año	categoría	calificación	director
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh

Selección

Liste todas las películas de C. Nolan:

$$\sigma_{director="C.Nolan"}(películas)$$

Liste todas las películas con calificación inferior a 8.5 y dirigidas por J. Marsh

$$\sigma_{calificacion < 8.5 \wedge director="J.Marsh"}(películas)$$

Liste el nombre y la calificación de todas las películas con calificación inferior a 8.5

$$\pi_{nombre, calificacion}(\sigma_{calificacion < 8.5}(películas))$$

Selección

Liste el nombre y la calificación de todas las películas con calificación inferior a 8.5

$\pi_{nombre, calificacion}(\sigma_{calificacion < 8.5}(peliculas))$

peliculas

id	nombre	año	categoria	calificacion	director
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan
...	

Selección

Liste el nombre y la calificación de todas las películas con calificación inferior a 8.5

$\pi_{nombre, calificacion}(\sigma_{calificacion < 8.5}(peliculas))$

peliculas

id	nombre	año	categoria	calificacion	director
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan
...	

Selección

Liste el nombre y la calificación de todas las películas con calificación inferior a 8.5

$\pi_{nombre, calificacion}(\sigma_{calificacion < 8.5}(peliculas))$

peliculas

id	nombre	año	categoria	calificacion	director
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan
...

Selección

Liste el nombre y la calificación de todas las películas con calificación inferior a 8.5

$\pi_{nombre, calificacion}(\sigma_{calificacion < 8.5}(peliculas))$

id	nombre	año	categoría	calificación	director
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh

Selección

Liste el nombre y la calificación de todas las películas con calificación inferior a 8.5

$\pi_{nombre, calificacion}(\sigma_{calificacion < 8.5}(peliculas))$

id	nombre	año	categoría	calificación	director
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh

Selección

Liste el nombre y la calificación de todas las películas con calificación inferior a 8.5

$\pi_{nombre, calificacion}(\sigma_{calificacion < 8.5}(peliculas))$

id	nombre	año	categoría	calificación	director
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh

Selección

Liste el nombre y la calificación de todas las películas con calificación inferior a 8.5

$\pi_{nombre, calificacion}(\sigma_{calificacion < 8.5}(peliculas))$

nombre	calificacion
The Revenant	8.1
Harry Potter	8.1
The Theory of Everything	7.7

Unión

Sean R_1, R_2 relaciones con la misma cantidad de atributos y del mismo tipo, entonces $R_1 \cup R_2$ es una nueva relación que contiene la unión de las tuplas de R_1 y R_2

Liste el nombre de todos los actores y directores

$$\pi_{\text{nombre}}(\text{actores}) \cup \pi_{\text{director}}(\text{peliculas})$$

Observación: Las relaciones son conjuntos de tuplas, por lo que si una tupla está en R_1 y R_2 la unión contiene a la tupla una sola vez.

Observación 2: Acá en realidad deberíamos renombrar el atributo en una de las tablas para que fueran iguales. Más de eso en un rato.

Unión

Liste el nombre de todos los actores y directores

$$\pi_{\text{nombre}}(\text{actores}) \cup \pi_{\text{director}}(\text{peliculas})$$

Unión

Liste el nombre de todos los actores y directores

$$\pi_{\text{nombre}}(\text{actores}) \cup \pi_{\text{director}}(\text{peliculas})$$

Unión

Liste el nombre de todos los actores y directores

$$\pi_{\text{nombre}}(\text{actores}) \cup \pi_{\text{director}}(\text{peliculas})$$

actores

id	nombre	edad
1	Leonardo DiCaprio	41
2	Matthew McConaughey	46
3	Daniel Radcliffe	27
4	Jessica Chastain	39
...

Unión

Liste el nombre de todos los actores y directores

$$\pi_{\text{nombre}}(\text{actores}) \cup \pi_{\text{director}}(\text{peliculas})$$

nombre
Leonardo DiCaprio
Matthew McConaughey
Daniel Radcliffe
Jessica Chastain

Unión

Liste el nombre de todos los actores y directores

$$\pi_{\text{nombre}}(\text{actores}) \cup \pi_{\text{director}}(\text{peliculas})$$

nombre
Leonardo DiCaprio
Matthew McConaughey
Daniel Radcliffe
Jessica Chastain

Unión

Liste el nombre de todos los actores y directores

$$\pi_{\text{nombre}}(\text{actores}) \cup \pi_{\text{director}}(\text{peliculas})$$

peliculas

id	nombre	año	categoria	calificacion	director
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan
...	

Unión

Liste el nombre de todos los actores y directores

$$\pi_{nombre}(actores) \cup \pi_{director}(peliculas)$$

director
C. Nolan
A. Iñárritu
D. Yates
J. Marsh

Unión

Liste el nombre de todos los actores y directores

$$\pi_{\text{nombre}}(\text{actores}) \cup \pi_{\text{director}}(\text{peliculas})$$

nombre
Leonardo DiCaprio
Matthew McConaughey
Daniel Radcliffe
Jessica Chastain

director
C. Nolan
A. Iñárritu
D. Yates
J. Marsh

Unión

Liste el nombre de todos los actores y directores

$$\pi_{\text{nombre}}(\text{actores}) \cup \pi_{\text{director}}(\text{peliculas})$$

nombre
Leonardo DiCaprio
Matthew McConaughey
Daniel Radcliffe
Jessica Chastain
C. Nolan
A. Iñárritu
D. Yates
J. Marsh

Renombrando atributos

Para cambiar nombres de atributos en una relación usamos el operador ρ

Para cambiar:

películas(id, nombre, año, categoria, calificacion, director)

por

películas(id, name, year, category, rating, director)

$$\rho((\textit{nombre} \rightarrow \textit{name}, \textit{año} \rightarrow \textit{year},$$
$$\textit{categoria} \rightarrow \textit{category}, \textit{calificacion} \rightarrow \textit{rating}), \textit{películas})$$

Renombrando relaciones

Para cambiar nombres de relaciones (y usarlas más tarde) usamos el operador ρ

Guardamos en `actores_jovenes` todos los actores de menos de 30 años:

$$\rho(\text{actores_jovenes}, \sigma_{\text{edad} < 30}(\text{actores}))$$

Luego si queremos consultar los nombres de esos actores:

$$\pi_{\text{nombre}}(\text{actores_jovenes})$$

Nombre los actores de Interstellar

actores

id	nombre	edad
1	Leonardo DiCaprio	41
2	Matthew McConaughey	46
3	Daniel Radcliffe	27
4	Jessica Chastain	39
...

actuo_en

id_actor	id_pelicula
1	2
2	1
4	1
3	3
1	5
...	...

peliculas

id	nombre	año	categoria	calificacion	director
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan
...

Producto Cruz

Necesitamos poder cruzar información entre tablas

El operador \times permite hacer el producto cartesiano de dos relaciones

R_1			$R_1 \times R_2$			
A	B		R_2	A	C	D
a_1	b_1	\times	a_1	c_1	d_1	$=$
a_2	b_2		a_2	c_2	d_2	

$R_1.A$	$R_1.B$	$R_2.A$	$R_2.C$	$R_2.D$
a_1	b_1	a_1	c_1	d_1
a_1	b_1	a_2	c_2	d_2
a_2	b_2	a_1	c_1	d_1
a_2	b_2	a_2	c_2	d_2

Observación: La cardinalidad está dada por $|R_1 \times R_2| = |R_1| \cdot |R_2|$

Producto Cruz

Liste todos los id de los actores de la película “Interstellar”

1) Hacemos el producto cruz de `peliculas` y `actuo_en`

Nuestra base de datos

actores

id	nombre	edad
1	Leonardo DiCaprio	41
2	Matthew McConaughey	46
3	Daniel Radcliffe	27
4	Jessica Chastain	39
...

actuo_en

id_actor	id_pelicula
1	2
2	1
4	1
3	3
1	5
...	...

peliculas

id	nombre	año	categoria	calificacion	director
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan
...

Producto Cruz

peliculas × actuo_en

pelicula. id	pelicula. nombre	pelicula. año	pelicula. categoria	pelicula. calificacion	pelicula. director	actuo_en. id_actor	actuo_en. id_pelicula
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	2
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	4	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	3	3
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	5
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	2
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	2	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	4	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	3	3
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	5
...		

Producto Cruz

peliculas × *actuo_en*

pelicula.i d	pelicula. nombre	pelicula. año	pelicula. categoria	pelicula. calificacion	pelicula. director	actuo_en. id_actor	actuo_en. id_pelicula
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	2
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	3	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	3	3
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	5
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	2
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	2	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	4	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	3	3
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	5
...

Hay más tuplas!!!

Producto Cruz

Liste todos los id de los actores de la película “Interstellar”

2) Filtramos cuando `pelicula.id` sea igual a `actuo_en.id_pelicula`

Producto Cruz

$$\sigma_{\text{peliculas.id}=\text{actuo_en.id_pelicula}}(\text{peliculas} \times \text{actuo_en})$$

pelicula. id	pelicula. nombre	pelicula. año	pelicula. categoria	pelicula. calificacion	pelicula. director	actuo_en. id_actor	actuo_en. id_pelicula
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	2
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	4	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	3	3
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	5
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	2
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	2	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	4	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	3	3
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	5
...		

Producto Cruz

$$\sigma_{\text{peliculas.id}=\text{actuo_en.id_pelicula}}(\text{peliculas} \times \text{actuo_en})$$

pelicula. id	pelicula. nombre	pelicula. año	pelicula. categoria	pelicula. calificacion	pelicula. director	actuo_en. id_actor	actuo_en. id_pelicula
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	2
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	4	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	3	3
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	5
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	2
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	2	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	4	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	3	3
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	5
...		

Producto Cruz

$$\sigma_{peliculas.id=actuo_en.id_pelicula}(peliculas \times actuo_en)$$

pelicula. id	pelicula. nombre	pelicula. año	pelicula. categoria	pelicula. calificacion	pelicula. director	actuo_en. id_actor	actuo_en. id_pelicula
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	2
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	4	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	3	3
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	5
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	2
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	2	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	4	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	3	3
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	5
...		

Producto Cruz

$$\sigma_{peliculas.id=actuo_en.id_pelicula}(peliculas \times actuo_en)$$

pelicula. id	pelicula. nombre	pelicula. año	pelicula. categoria	pelicula. calificacion	pelicula. director	actuo_en. id_actor	actuo_en. id_pelicula
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	2
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	4	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	3	3
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	5
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	2
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	2	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	4	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	3	3
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	5
...		

Producto Cruz

$$\sigma_{peliculas.id=actuo_en.id_pelicula}(peliculas \times actuo_en)$$

pelicula. id	pelicula. nombre	pelicula. año	pelicula. categoria	pelicula. calificacion	pelicula. director	actuo_en. id_actor	actuo_en. id_pelicula
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	2
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	4	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	3	3
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	5
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	2
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	2	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	4	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	3	3
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	5
...		

Producto Cruz

$$\sigma_{peliculas.id=actuo_en.id_pelicula} (peliculas \times actuo_en)$$

pelicula. id	pelicula. nombre	pelicula. año	pelicula. categoria	pelicula. calificacion	pelicula. director	actuo_en. id_actor	actuo_en. id_pelicula
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	2
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	4	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	3	3
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	5
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	2
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	2	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	4	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	3	3
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	5
...		

Producto Cruz

$$\sigma_{peliculas.id=actuo_en.id_pelicula} (peliculas \times actuo_en)$$

pelicula. id	pelicula. nombre	pelicula. año	pelicula. categoria	pelicula. calificacion	pelicula. director	actuo_en. id_actor	actuo_en. id_pelicula
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	2
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	4	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	3	3
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	5
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	2
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	2	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	4	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	3	3
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	5
...		

Producto Cruz

$$\sigma_{\text{peliculas.id}=\text{actuo_en.id_pelicula}}(\text{peliculas} \times \text{actuo_en})$$

pelicula. id	pelicula. nombre	pelicula. año	pelicula. categoria	pelicula. calificacion	pelicula. director	actuo_en. id_actor	actuo_en. id_pelicula
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	2
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	4	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	3	3
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	5
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	2
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	2	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	4	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	3	3
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	5
...

Producto Cruz

$$\sigma_{peliculas.id=actuo_en.id_pelicula} (peliculas \times actuo_en)$$

pelicula. id	pelicula. nombre	pelicula. año	pelicula. categoria	pelicula. calificacion	pelicula. director	actuo_en. id_actor	actuo_en. id_pelicula
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	2
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	4	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	3	3
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	5
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	2
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	2	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	4	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	3	3
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	5
...

Producto Cruz

$$\sigma_{\text{peliculas.id}=\text{actuo_en.id_pelicula}}(\text{peliculas} \times \text{actuo_en})$$

pelicula. id	pelicula. nombre	pelicula. año	pelicula. categoria	pelicula. calificacion	pelicula. director	actuo_en. id_actor	actuo_en. id_pelicula
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	2
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	4	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	3	3
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	1	5
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	2
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	2	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	4	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	3	3
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	5
...		

Producto Cruz

$$\sigma_{\text{peliculas.id}=\text{actuo_en.id_pelicula}}(\text{peliculas} \times \text{actuo_en})$$

peliculas. id	peliculas. nombre	peliculas. año	peliculas. categoria	peliculas. calificacion	peliculas. director	actuo_en .id_actor	actuo_en. id_pelicula
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	4	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	2
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates	3	3
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan	1	5

Producto Cruz

Liste todos los id de los actores de la película “Interstellar”

3) Filtramos según el id de la película “Interstellar”:

Producto Cruz

$$\sigma_{\text{peliculas.id}=1} \left(\sigma_{\text{peliculas.id}=\text{actuo_en.id_pelicula}} \left(\text{peliculas} \times \text{actuo_en} \right) \right)$$

Producto Cruz

$$\sigma_{\text{peliculas.id}=1} \left(\sigma_{\text{peliculas.id}=\text{actuo_en.id_pelicula}} (\text{peliculas} \times \text{actuo_en}) \right)$$

peliculas. id	peliculas. nombre	peliculas. año	peliculas. categoria	peliculas. calificacion	peliculas. director	actuo_en .id_actor	actuo_en. id_pelicula
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	4	1
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	2
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates	3	3
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan	1	5

Producto Cruz

$$\sigma_{\text{peliculas.id}=1}(\sigma_{\text{peliculas.id}=\text{actuo_en.id_pelicula}}(\text{peliculas} \times \text{actuo_en}))$$

peliculas. id	peliculas. nombre	peliculas. año	peliculas. categoria	peliculas. calificacion	peliculas. director	actuo_en .id_actor	actuo_en. id_pelicula
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	4	1

Join

Liste cada actor junto a todas las películas en las que ha actuado

Claramente debemos usar dos productos cruz y luego usar selección.

Vamos a utilizar el “operador” Join \bowtie . En realidad no es un operador, pues es definible con selección y producto cruz:

$$R_1 \bowtie_{condicion} R_2 = \sigma_{condicion}(R_1 \times R_2)$$

Join

Liste todos los id de los actores de la película “Interstellar”

$$\sigma_{\text{peliculas.id}=1} \left(\sigma_{\text{peliculas.id}=\text{actuo_en.id_pelicula}} \left(\text{peliculas} \times \text{actuo_en} \right) \right)$$



$$\sigma_{\text{pelicula.id}=1} \left(\text{actuo_en} \bowtie_{\text{peliculas.id}=\text{actuo_en.id_pelicula}} \text{peliculas} \right)$$

Join

Liste todos los id de los actores de la película “Interstellar”

$$\sigma_{\text{peliculas.id}=1} \left(\sigma_{\text{peliculas.id}=\text{actuo_en.id_pelicula}} (\text{peliculas} \times \text{actuo_en}) \right)$$



$$\sigma_{\text{pelicula.id}=1} \left(\text{actuo_en} \bowtie_{\text{peliculas.id}=\text{actuo_en.id_pelicula}} \text{peliculas} \right)$$

Join

$actuo_en \bowtie_{peliculas.id=actuo_en.id_pelicula} peliculas$

peliculas

id	nombre	director
1	Interstellar	C. Nolan
2	The Revenant	A. Iñárritu
...

actuo_en

id_actor	id_pelicula
1	2
2	1
4	1
...	...

Join

actuo_en ⋈_{*peliculas.id=actuo_en.id_pelicula*} *peliculas*

peliculas

id	nombre	director
1	Interstellar	C. Nolan
2	The Revenant	A. Iñárritu
...

actuo_en


id_actor	id_pelicula
1	2
2	1
4	1
...	...

id	nombre	director	id_actor	id_pelicula

Join

$actuo_en \bowtie_{peliculas.id=actuo_en.id_pelicula} peliculas$

peliculas



id	nombre	director
1	Interstellar	C. Nolan
2	The Revenant	A. Iñárritu
...

actuo_en


id_actor	id_pelicula
1	2
2	1
4	1
...	...

id	nombre	director	id_actor	id_pelicula

Join

$actuo_en \bowtie_{peliculas.id=actuo_en.id_pelicula} peliculas$

peliculas



id	nombre	director
1	Interstellar	C. Nolan
2	The Revenant	A. Iñárritu
...	...	

actuo_en


id_actor	id_pelicula
1	2
2	1
4	1
...	...

id	nombre	director	id_actor	id_pelicula

Join

$actuo_en \bowtie_{peliculas.id=actuo_en.id_pelicula} peliculas$

peliculas



id	nombre	director
1	Interstellar	C. Nolan
2	The Revenant	A. Iñárritu
...	...	

actuo_en

id_actor	id_pelicula
1	2
2	1
4	1
...	...

iguales?




id	nombre	director	id_actor	id_pelicula

Join

$actuo_en \bowtie_{peliculas.id=actuo_en.id_pelicula} peliculas$

peliculas



id	nombre	director
1	Interstellar	C. Nolan
2	The Revenant	A. Iñárritu
...	...	

actuo_en

id_actor	id_pelicula
1	2
2	1
4	1
...	...

iguales?




id	nombre	director	id_actor	id_pelicula

Join

$actuo_en \bowtie_{peliculas.id=actuo_en.id_pelicula} peliculas$

peliculas




id	nombre	director
1	Interstellar	C. Nolan
2	The Revenant	A. Iñárritu
...	...	

actuo_en

id_actor	id_pelicula
1	2
2	1
4	1
...	...

iguales?




id	nombre	director	id_actor	id_pelicula
1	Interstellar	C. Nolan	2	1

Join

$actuo_en \bowtie_{peliculas.id=actuo_en.id_pelicula} peliculas$

peliculas



id	nombre	director
1	Interstellar	C. Nolan
2	The Revenant	A. Iñárritu
...	...	

actuo_en

id_actor	id_pelicula
1	2
2	1
4	1
...	...

iguales?




id	nombre	director	id_actor	id_pelicula
1	Interstellar	C. Nolan	2	1

Join

$actuo_en \bowtie_{peliculas.id=actuo_en.id_pelicula} peliculas$

peliculas



id	nombre	director
1	Interstellar	C. Nolan
2	The Revenant	A. Iñárritu
...	...	

actuo_en

id_actor	id_pelicula
1	2
2	1
4	1
...	...

iguales?




id	nombre	director	id_actor	id_pelicula
1	Interstellar	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	C. Nolan	4	1

Join

$actuo_en \bowtie_{peliculas.id=actuo_en.id_pelicula} peliculas$

peliculas



id	nombre	director
1	Interstellar	C. Nolan
2	The Revenant	A. Iñárritu
...	...	

actuo_en


id_actor	id_pelicula
1	2
2	1
4	1
...	...

id	nombre	director	id_actor	id_pelicula
1	Interstellar	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	C. Nolan	4	1

Join

$actuo_en \bowtie_{peliculas.id=actuo_en.id_pelicula} peliculas$

peliculas



id	nombre	director
1	Interstellar	C. Nolan
2	The Revenant	A. Iñárritu
...	...	

actuo_en

id_actor	id_pelicula
1	2
2	1
4	1
...	...

iguales?




id	nombre	director	id_actor	id_pelicula
1	Interstellar	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	C. Nolan	4	1

Join

$actuo_en \bowtie_{peliculas.id=actuo_en.id_pelicula} peliculas$

peliculas



id	nombre	director
1	Interstellar	C. Nolan
2	The Revenant	A. Iñárritu
...	...	

actuo_en

id_actor	id_pelicula
1	2
2	1
4	1
...	...

iguales?



id	nombre	director	id_actor	id_pelicula
1	Interstellar	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	C. Nolan	4	1
2	The Revenant	A. Iñárritu	1	2

Join

Liste cada actor junto a todas las películas en las que ha actuado

Nuestra base de datos

actores

id	nombre	edad
1	Leonardo DiCaprio	41
2	Matthew McConaughey	46
3	Daniel Radcliffe	27
4	Jessica Chastain	39
...

actuo_en

id_actor	id_pelicula
1	2
2	1
4	1
3	3
1	5
...	...

peliculas

id	nombre	año	categoria	calificacion	director
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu
3	Harry Potter	2011	Fantasía	8.1	D. Yates
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7	J. Marsh
5	Inception	2010	Adventure	8.8	C. Nolan
...

Join

Liste cada actor junto a todas las películas en las que ha actuado

$$\pi_{actores.nombre, peliculas.nombre}(\text{actuo_en} \bowtie_{peliculas.id=actuo_en.id_pelicula} \text{peliculas} \bowtie_{actores.id=actuo_en.id_actor} actores)$$

SQL

Natural Join

Cuando los atributos en ambas relaciones tienen el mismo nombre, es posible no indicar la condición:

Si las relaciones son: $R(a, b)$, $S(b, c)$

$$R \bowtie S$$

¿Qué pasa con esto?

Liste los actores dirigidos por C. Nolan y A. Iñárritu

$$\begin{aligned} & \rho(\text{peliculas_join}, \\ & \text{actuo_en} \bowtie_{\text{peliculas.id=actuo_en.id_pelicula}} \\ & \text{peliculas} \bowtie_{\text{actores.id=actuo_en.id_actor}} \\ & \text{actores}) \\ & \pi_{\text{actores.nombre}, \text{peliculas.nombre}} (\\ & \sigma_{\text{pelicula.director} = \text{"C.Nolan"} \wedge \text{pelicula.director} = \text{"A.Iñárritu"}} (\\ & \text{peliculas_join})) \end{aligned}$$

La consulta anterior no funciona, ¿por qué?

¿Qué pasa con esto?

Liste los actores dirigidos por C. Nolan y A. Iñárritu

$$\begin{aligned} & \rho(\text{peliculas_join}, \\ & \text{actuo_en} \bowtie_{\text{peliculas.id=actuo_en.id_pelicula}} \\ & \text{peliculas} \bowtie_{\text{actores.id=actuo_en.id_actor}} \\ & \text{actores}) \\ & \pi_{\text{actores.nombre}, \text{peliculas.nombre}}(\\ & \sigma_{\text{pelicula.director}=\text{"C.Nolan"} \wedge \text{pelicula.director}=\text{"A.Iñárritu"}}(\\ & \text{peliculas_join})) \end{aligned}$$

La consulta anterior no funciona, ¿por qué?

Intersección

Sean las relaciones R_1, R_2 , ambas con los mismos atributos, su intersección puede definirse con los operadores definidos anteriormente

$$\rho(R, R_1 \bowtie_{R_1.a_1=R_2.a_1 \wedge \dots \wedge R_1.a_n=R_2.a_n} R_2)$$

$$R_1 \cap R_2 = \pi_{R_1.a_1 \wedge \dots \wedge R_n.a_n}(R)$$

Intersección

actores

nombre	edad
Leonardo DiCaprio	41
Matthew McConaughey	46
Daniel Radcliffe	27
Clint Eastwood	192
...	...

directores

nombre	edad
Clint Eastwood	192
Christopher Nolan	50
Martin Scorsese	78
Wes Anderson	51
...	...

actores \cap directores

nombre	edad
Clint Eastwood	192

Intersección

Liste el nombre de todos los actores dirigidos por C. Nolan y A. Iñárritu

$$\rho(\text{peliculas_join}, \\ \text{actuo_en} \bowtie_{\text{peliculas.id=actuo_en.id_pelicula}} \\ \text{peliculas} \bowtie_{\text{actores.id=actuo_en.id_actor}} \\ \text{actores})$$

$$\rho(\text{peliculas_nolan}, \\ \pi_{\text{actores.id}, \text{actores.nombre}}(\\ \sigma_{\text{pelicula.director}=\text{"C.Nolan"}}(\\ \text{peliculas_join}))$$

$$\rho(\text{peliculas_inarritu}, \\ \pi_{\text{actores.id}, \text{actores.nombre}}(\\ \sigma_{\text{pelicula.director}=\text{"A.Iñárritu"}}(\\ \text{peliculas_join}))$$

$$\pi_{\text{nombre}}(\text{peliculas_nolan} \cap \text{peliculas_inarritu})$$

¿Qué pasa con esto?

Liste el nombre de todos los actores dirigidos por C. Nolan y no por A. Iñárritu

¿Qué pasa con esto?

Liste el nombre de todos los actores dirigidos por C. Nolan y no por A. Iñárritu

No podemos realizar esta consulta!

Consultas monótonas

Sea E una expresión de álgebra relacional sobre un esquema S

E es monótona si para toda instancia I, J sobre S si $I \subseteq J$, entonces se tiene $E(I) \subseteq E(J)$

Si aumenta el tamaño de mi instancia, entonces el resultado de mi consulta no disminuye!

Consultas monótonas

Teorema: Toda consulta usando los operadores

$$\rho, \times, \sigma, \pi, \cup$$

es monótona

¿Qué pasa con esto?

Liste el nombre de todos los actores dirigidos por C. Nolan y no por A. Iñárritu

No podemos realizar esta consulta!

Diferencia

Sean las relaciones R_1, R_2 , ambas con los mismos atributos, su diferencia $R_1 - R_2$ es una nueva relación que contiene la diferencia (de conjuntos) entre las tuplas de ambas relaciones

Diferencia

actores

nombre	edad
Leonardo DiCaprio	41
Matthew McConaughey	46
Daniel Radcliffe	27
Clint Eastwood	192
...	...

directores

nombre	edad
Clint Eastwood	192
Christopher Nolan	50
Martin Scorsese	78
Wes Anderson	51
...	...

actores – directores

nombre	edad
Leonardo DiCaprio	41
Matthew McConaughey	46
Daniel Radcliffe	27

Diferencia

Liste el nombre de todos los actores dirigidos por C. Nolan y no por A. Iñárritu

$$\rho(\text{peliculas_join}, \\ \text{actuo_en} \bowtie_{\text{peliculas.id=actuo_en.id_pelicula}} \\ \text{peliculas} \bowtie_{\text{actores.id=actuo_en.id_actor}} \\ \text{actores})$$
$$\rho(\text{peliculas_nolan}, \\ \pi_{\text{actores.id}, \text{actores.nombre}}(\\ \sigma_{\text{pelicula.director} = \text{"C.Nolan"}}(\\ \text{peliculas_join}))$$
$$\rho(\text{peliculas_inarritu}, \\ \pi_{\text{actores.id}, \text{actores.nombre}}(\\ \sigma_{\text{pelicula.director} = \text{"A.Iñárritu"}}(\\ \text{peliculas_join}))$$
$$\pi_{\text{nombre}}(\text{peliculas_nolan} - \text{peliculas_inarritu})$$