

# Bases de Datos

Clase 2: Modelo Relacional - 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

# DBMS

DBMS relacionales Open Source

- PostgreSQL - Es la que usaremos nosotros
- MySQL - Usada ampliamente en ambientes de producción
- SQLite - Base de datos pequeña, usada generalmente en contextos de apps móviles

# DBMS

DBMS relacionales comerciales

- IBM DB2
- Microsoft SQL Server
- Oracle

# DBMS

## Otros DBMS

- Neo4J (Grafos)
- MongoDB (Documentos)
- Cassandra (Key Value - Column Store)
- Apache Jena (RDF)
- Redis (In memory Store)
- Base (Column Store)
- Titan DB (Grafos)
- ...

Modelos de datos

# Modelo de Datos

- Un Modelo es una notación para escribir datos
- En este curso se verán en detalles dos modelos:
  - Relacional
  - Semiestructurados (key-value, grafos)
- Modelo relacional es el modelo más usado en ambientes de producción, pero la necesidad de utilizar modelos semiestructurados ha ido aumentando en el tiempo.

# Modelo Relacional

Almacenar datos en tablas:

ID Película	Nombre Película	Año	Categoría	Calificación (IMDB)
1	Interstellar	2014	Fantasía	8.6
2	The Revenant	2015	Drama	8.1
3	The Imitation Game	2014	Biografía	8.1
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7

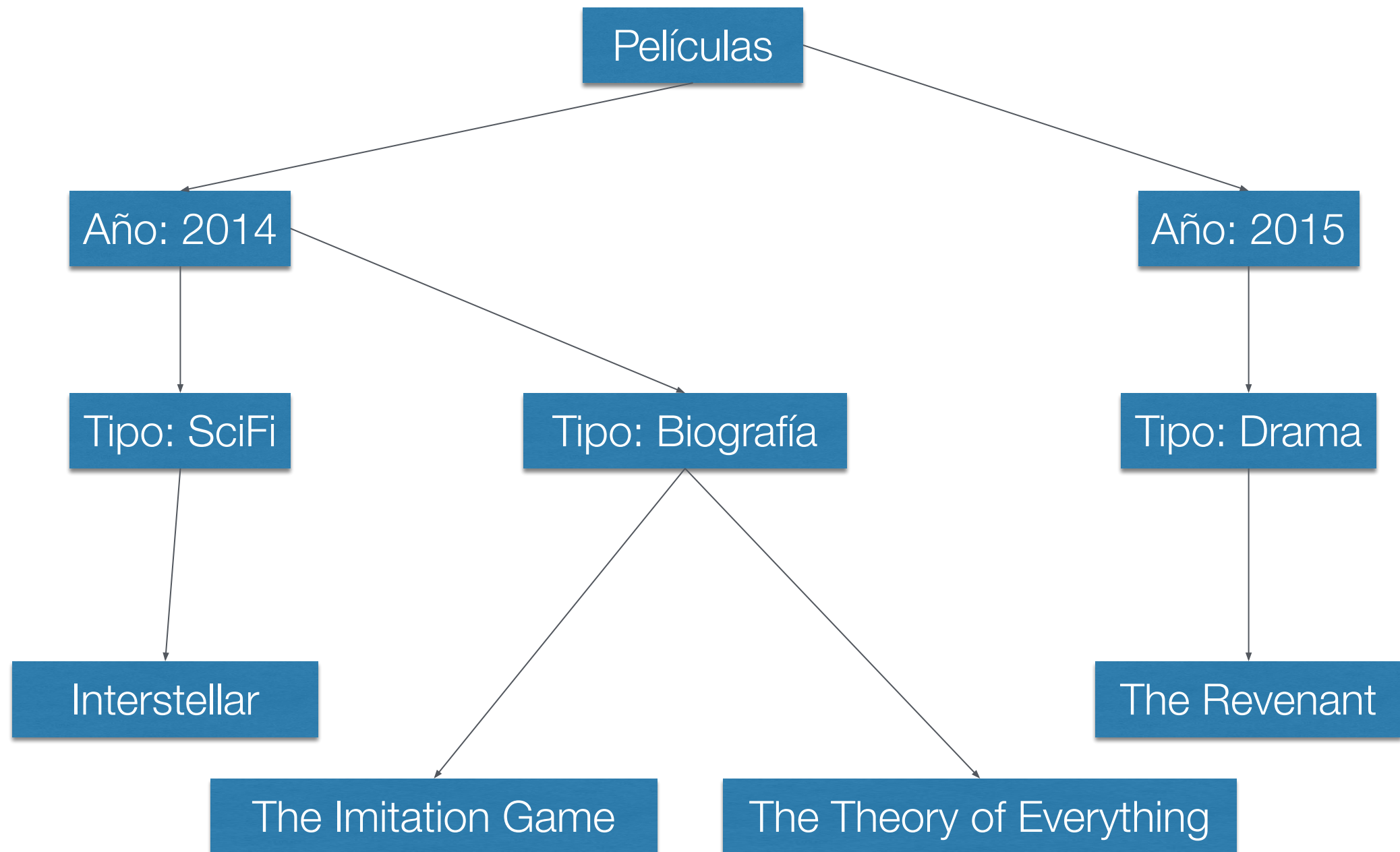


# Modelo Relacional

- Aunque parecen arreglos o listas (de Python por ejemplo) existen muchas diferencias
- Generalmente, se asume que están en Disco y no en Memoria
- No podemos hacer todo lo que queramos con esto
- Vamos a ver como manejar estos datos:
  - SQL
  - Álgebra Relacional

# Datos Semiestructurados

Estructura Jerárquica



# Datos Semiestructurados

## XML

```
<Películas>
  <Año valor="2014">
    <Tipo valor="Biografía">
      <Película nombre="The Imitation Game" calificación="8.1">
      </Película>
      <Película nombre="The Theory of Everything" calificación="7.7">
      </Película>
    </Tipo>
    <Tipo valor="SciFi">
      <Película nombre="Interstellar" calificación="8.6">
      </Película>
    </Tipo>
  </Año>
  <Año valor="2015">
    <Tipo valor="Drama">
      <Película nombre="The Revenant" calificación="8.1">
      </Película>
    </Tipo>
  </Año>
</Películas>
```

# Datos Semiestructurados

Key - Value

```
{
  "2014": {
    "Biografía": [
      { "nombre": "The Imitation Game", "calificación": 8.1 },
      { "nombre": "The Theory of Everything", "calificación": 7.7 }
    ],
    "SciFi": [
      { "nombre": "Interstellar", "calificación": 8.6 }
    ]
  },
  "2015": {
    "Drama": [
      { "nombre": "The Revenant", "calificación": 8.1 }
    ]
  }
}
```

# Comparación

Ambos:

- Proveen solución para almacenar datos
- Son versátiles para modelar
- Ambos tienen lenguaje de consultas

Pero:

- Modelo relacional está definido por un **esquema**
- XML es más flexible, no está separado por un esquema

El modelo relacional al ser menos flexible es más simple pero también limitado

# Otros Ejemplos

- Bases de Datos orientados a objetos.
- Bases de Datos columnares.
- Bases de Datos de Grafos.

Tenemos que aprender las diferencias y  
cuando usar qué!

# Modelo Relacional

# Modelo Relacional

Los datos se almacenan como tablas:

Películas

ID Película	Nombre Película	Año	Categoría	Calificación (IMDB)
1	Interstellar	2014	Fantasía	8.6
2	The Revenant	2015	Drama	8.1
3	The Imitation Game	2014	Biografía	8.1
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7

Distinguimos:

- **Relaciones:** a cada tabla le llamamos relación
- **Atributos:** son las columnas de la relación
- **Tuplas:** son las filas de la relación



# Modelo Relacional

## Películas

ID Película	Nombre Película	Año	Categoría	Calificación (IMDB)
1	Interstellar	2014	Fantasía	8.6
2	The Revenant	2015	Drama	8.1
3	The Imitation Game	2014	Biografía	8.1
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7

- En este caso tenemos la relación **Películas**
- Los atributos de la relación **Películas** son **ID\_Película**, **Nombre\_Película**, **Año**, **Categoría** y **Calificación (IMDB)**.

# Modelo Relacional

## Esquema

Un esquema es un conjunto de relaciones con sus atributos:

Películas(id, nombre, año, categoría, calificación)

Actor(id, nombre, edad)

Actuó\_en(id\_actor, id\_película)

# Modelo Relacional

## Esquema

Para denominar relaciones escribimos su nombre y luego sus atributos entre paréntesis:

**Películas(id, nombre, año, categoría, calificación)**

# Modelo Relacional

## Dominio

En la práctica, cada atributo tiene un dominio o tipo de dato (float, integer, string, date, ...)

Películas(id: **int**, nombre: **string**, año: **int**,  
categoría: **string**, calificación: **float**)

# Modelo Relacional

Instancia

Una **instancia** de un **esquema** es un conjunto de tuplas para cada relación del esquema

Esto es un esquema:

ID Película	Nombre Película	Año	Categoría	Calificación (IMDB)
-------------	-----------------	-----	-----------	---------------------

# Modelo Relacional

## Instancia

Una **instancia** de un **esquema** es un conjunto de tuplas para cada relación del esquema

Esto es una instancia:

ID Película	Nombre Película	Año	Categoría	Calificación (IMDB)
1	Interstellar	2014	Fantasía	8.6
2	The Revenant	2015	Drama	8.1
3	The Imitation Game	2014	Biografía	8.1
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7

# Modelo Relacional

## Restricciones de integridad

Son restricciones que imponemos a un esquema que todas las instancias deben satisfacer

La restricción más importante son las **llaves**

Un conjunto de atributos forma una **llave** en una **relación** si no permitimos que existan dos tuplas para esa relación con los mismos valores en todos los atributos de la llave, y no hay un subconjunto de esos atributos que cumpla esa condición.

# Modelo Relacional

Ejemplo: Llaves

¿Cuál es la llave?

ID Película	Nombre Película	Año	Categoría	Calificación (IMDB)
1	Interstellar	2014	Fantasía	8.6
2	Batman	2005	Acción	8.3
3	The Imitation Game	2014	Biografía	8.1
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7.7
5	Batman	1995	Acción	5.4

Nota:

- Batman Begins (2005)
- Batman Forever (1995)



# Modelo Relacional

## Llaves

Cuando escribimos las relaciones subrayamos las llaves

Películas(id, nombre, año, categoría, calificación)

# Llaves

## Terminología

**Super llave (superkey):** cualquier conjunto de atributos que determina a todo el resto

**Llave (candidata/minimal):** cualquier conjunto de atributos que determina a todo el resto, y ninguno de sus subconjuntos es una super llave

**Llave primaria:** una llave candidata que queremos destacar (la subrayada en el esquema)

# Llaves

Ejemplo

**Persona(id, rut, nombre)**

**Llave primaria:** id

# Llaves

Ejemplo

**Persona(id, rut, nombre)**

**Llave primaria:** id

**Llaves candidatas:**

- id
- rut

# Llaves

Ejemplo

**Persona(id, rut, nombre)**

**Llave primaria:** id

**Llaves candidatas:**

- id
- rut

**Superllaves:**

- id
- rut
- id,rut
- id,nombre
- rut,nombre
- id,rut,nombre

# Surrogate Key

**Persona(id, rut, nombre)**

**Surrogate key:** una llave genérica que simplifica cosas

- **id**

En nuestro ejemplo id es mas fácil de manejar que rut

# Cómo consultar bases de datos

# 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
...	...

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
...	...	...	...	...	...



# Ejemplos de Consultas

## Ejemplo 1

Liste el nombre de todos los actores

nombre
Leonardo DiCaprio
Matthew McConaughey
Daniel Radcliffe
Jessica Chastain

# Ejemplos de Consultas

## Ejemplo 2

Liste el nombre y la calificación de todas las películas

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

# Ejemplos de Consultas

## Ejemplo 3

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

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

# Ejemplos de Consultas

## Ejemplo 4

Liste el todas las películas de Nolan

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

# Ejemplos de Consultas

## Ejemplo 5

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

id
2
4

# Ejemplos de Consultas

## Ejemplo 6

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

id	nombre	nombre_pelicula
1	Leonardo DiCaprio	The Revenant
1	Leonardo DiCaprio	Inception
2	Matthew McConaughey	Interstellar
3	Daniel Radcliffe	Harry Potter
4	Jessica Chastain	Interstellar

# Ejemplos de Consultas

## Ejemplo 7

Liste todas las películas en que actúe Leonardo DiCaprio y que sean dirigidas por C. Nolan

nombre
Inception

# Ejemplos de Consultas

## Ejemplo 8

Liste todas las películas y la calificación en que actúe Leonardo DiCaprio o que sean dirigidas por C. Nolan

nombre	calificacion
Interstellar	8.6
The Revenant	8.1
Inception	8.8



# Ejemplos de Consultas

## Ejemplo 9

Liste el nombre de todos los actores y directores

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

# Ejemplos de Consultas

## Ejemplo 10

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

id	nombre	edad
1	Leonardo DiCaprio	41

# Ejemplos de Consultas

¿Qué podemos concluir?

- Los resultados de las consultas también son tablas
- Parecen haber operaciones en común

# 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

# 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:

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

# Proyección

Liste todos los actores:

$\pi_{nombre}(actores)$

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:

$\pi_{nombre}(actores)$

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:

$\pi_{nombre}(actores)$

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:

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

**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
...	...	...	...	...	

# Proyección

Liste el nombre y la calificación de todas las películas:

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

**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
...	...	...	...	...	

# Proyección

Liste el nombre y la calificación de todas las películas:

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

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.

$\pi_{año}(peliculas)$

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
...	...	...	...	...	

# Proyección

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

$\pi_{año}(peliculas)$

peliculas

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.

$$\pi_{año}(peliculas)$$

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.

$$\pi_{año}(peliculas)$$

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.

$$\pi_{año}(peliculas)$$

año
2014
2015
2011
2010
...

# Selección

Sea  $R$  una relación, entonces  $\sigma_{\text{condición}}(R)$  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

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

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

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 con calificación inferior a 8.5 y dirigidas por J. Marsh

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

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:

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

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

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

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

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

# 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

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

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 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	categoria	calificacion	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	categoria	calificacion	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

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

# 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

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

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  $\rho$

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  $\rho$

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:

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

# 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.i d_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. id	pelicula. nombre	pelicula. año	pelicula. categoria	pelicula. calificacion	pelicula. director	actuo_en.i d_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

$$\sigma_{peliculas.id=actuo\_en.id\_pelicula} (peliculas \times actuo\_en)$$

pelicula. id	pelicula. nombre	pelicula. año	pelicula. categoria	pelicula. calificacion	pelicula. director	actuo_en.i d_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.i d_actor	actuo_en. id_pelicula
<del>1</del>	<del>Interstellar</del>	<del>2014</del>	<del>SciFi</del>	<del>8.6</del>	<del>C. Nolan</del>	<del>1</del>	<del>2</del>
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.i d_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.i d_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.i d_actor	actuo_en. id_pelicula
<del>1</del>	<del>Interstellar</del>	<del>2014</del>	<del>SciFi</del>	<del>8.6</del>	<del>C. Nolan</del>	<del>1</del>	<del>2</del>
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	4	1
<del>1</del>	<del>Interstellar</del>	<del>2014</del>	<del>SciFi</del>	<del>8.6</del>	<del>C. Nolan</del>	<del>3</del>	<del>3</del>
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.i d_actor	actuo_en. id_pelicula
<del>1</del>	<del>Interstellar</del>	<del>2014</del>	<del>SciFi</del>	<del>8.6</del>	<del>C. Nolan</del>	<del>1</del>	<del>2</del>
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	4	1
<del>1</del>	<del>Interstellar</del>	<del>2014</del>	<del>SciFi</del>	<del>8.6</del>	<del>C. Nolan</del>	<del>3</del>	<del>3</del>
<del>1</del>	<del>Interstellar</del>	<del>2014</del>	<del>SciFi</del>	<del>8.6</del>	<del>C. Nolan</del>	<del>1</del>	<del>5</del>
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.i d_actor	actuo_en. id_pelicula
<del>1</del>	<del>Interstellar</del>	<del>2014</del>	<del>SciFi</del>	<del>8.6</del>	<del>C. Nolan</del>	<del>1</del>	<del>2</del>
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	4	1
<del>1</del>	<del>Interstellar</del>	<del>2014</del>	<del>SciFi</del>	<del>8.6</del>	<del>C. Nolan</del>	<del>3</del>	<del>3</del>
<del>1</del>	<del>Interstellar</del>	<del>2014</del>	<del>SciFi</del>	<del>8.6</del>	<del>C. Nolan</del>	<del>1</del>	<del>5</del>
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.i d_actor	actuo_en. id_pelicula
<del>1</del>	<del>Interstellar</del>	<del>2014</del>	<del>SciFi</del>	<del>8.6</del>	<del>C. Nolan</del>	<del>1</del>	<del>2</del>
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	4	1
<del>1</del>	<del>Interstellar</del>	<del>2014</del>	<del>SciFi</del>	<del>8.6</del>	<del>C. Nolan</del>	<del>3</del>	<del>3</del>
<del>1</del>	<del>Interstellar</del>	<del>2014</del>	<del>SciFi</del>	<del>8.6</del>	<del>C. Nolan</del>	<del>1</del>	<del>5</del>
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	2
<del>2</del>	<del>The Revenant</del>	<del>2015</del>	<del>Drama</del>	<del>8.1</del>	<del>A. Iñárritu</del>	<del>2</del>	<del>1</del>
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.i d_actor	actuo_en. id_pelicula
<del>1</del>	<del>Interstellar</del>	<del>2014</del>	<del>SciFi</del>	<del>8.6</del>	<del>C. Nolan</del>	<del>1</del>	<del>2</del>
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	4	1
<del>1</del>	<del>Interstellar</del>	<del>2014</del>	<del>SciFi</del>	<del>8.6</del>	<del>C. Nolan</del>	<del>3</del>	<del>3</del>
<del>1</del>	<del>Interstellar</del>	<del>2014</del>	<del>SciFi</del>	<del>8.6</del>	<del>C. Nolan</del>	<del>1</del>	<del>5</del>
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	2
<del>2</del>	<del>The Revenant</del>	<del>2015</del>	<del>Drama</del>	<del>8.1</del>	<del>A. Iñárritu</del>	<del>2</del>	<del>1</del>
<del>2</del>	<del>The Revenant</del>	<del>2015</del>	<del>Drama</del>	<del>8.1</del>	<del>A. Iñárritu</del>	<del>4</del>	<del>1</del>
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.i d_actor	actuo_en. id_pelicula
<del>1</del>	<del>Interstellar</del>	<del>2014</del>	<del>SciFi</del>	<del>8.6</del>	<del>C. Nolan</del>	<del>1</del>	<del>2</del>
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	2	1
1	Interstellar	2014	SciFi	8.6	C. Nolan	4	1
<del>1</del>	<del>Interstellar</del>	<del>2014</del>	<del>SciFi</del>	<del>8.6</del>	<del>C. Nolan</del>	<del>3</del>	<del>3</del>
<del>1</del>	<del>Interstellar</del>	<del>2014</del>	<del>SciFi</del>	<del>8.6</del>	<del>C. Nolan</del>	<del>1</del>	<del>5</del>
2	The Revenant	2015	Drama	8.1	A. Iñárritu	1	2
<del>2</del>	<del>The Revenant</del>	<del>2015</del>	<del>Drama</del>	<del>8.1</del>	<del>A. Iñárritu</del>	<del>2</del>	<del>1</del>
<del>2</del>	<del>The Revenant</del>	<del>2015</del>	<del>Drama</del>	<del>8.1</del>	<del>A. Iñárritu</del>	<del>4</del>	<del>1</del>
<del>2</del>	<del>The Revenant</del>	<del>2015</del>	<del>Drama</del>	<del>8.1</del>	<del>A. Iñárritu</del>	<del>3</del>	<del>3</del>
<del>2</del>	<del>The Revenant</del>	<del>2015</del>	<del>Drama</del>	<del>8.1</del>	<del>A. Iñárritu</del>	<del>1</del>	<del>5</del>
...	...	...	...	...	...		

# Producto Cruz

$$\sigma_{\text{peliculas.id}=\text{actuo\_en.id\_pelicula}}(\text{peliculas} \times \text{actuo\_en})$$

<b>peliculas. id</b>	<b>peliculas. nombre</b>	<b>peliculas. año</b>	<b>peliculas. categoria</b>	<b>peliculas. calificacion</b>	<b>peliculas. director</b>	<b>actuo_en. id_actor</b>	<b>actuo_en. id_pelicula</b>
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

$$\sigma_{\sigma_{\text{peliculas.id}=1}(\text{peliculas.id}=\text{actuo\_en.id\_pelicula}(\text{peliculas} \times \text{actuo\_en}))}$$

# 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

$$\sigma_{\text{peliculas.id}=1} \left( \sigma_{\text{peliculas.id}=\text{actuo\_en.id\_pelicula}} \left( \text{peliculas} \times \text{actuo\_en} \right) \right)$$

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

# 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”

$$\sigma_{\text{peliculas.id}=1}(\sigma_{\text{peliculas.id}=\text{actuo\_en.id\_pelicula}}(\text{peliculas} \times \text{actuo\_en}))$$



$$\sigma_{\text{pelicula.id}=1}(\text{actuo\_en} \bowtie_{\text{peliculas.id}=\text{actuo\_en.id\_pelicula}} \text{peliculas})$$

# Join

*actuo\_en* ⋈<sub>*peliculas.id=actuo\_en.id\_pelicula*</sub> *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

$actuo\_en \bowtie_{peliculas.id=actuo\_en.id\_pelicula} peliculas$

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
...	...

id	nombre	director	id_actor	id_pelicula

# Join

*actuo\_en* ⋈<sub>*peliculas.id=actuo\_en.id\_pelicula*</sub> *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* ⋈<sub>*peliculas.id=actuo\_en.id\_pelicula*</sub> *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
Matthew McConaughey	46
Daniel Radcliffe	27
Jessica Chastain	39
...	...

*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

$$\rho(\text{peliculas\_join}, \\ \text{actuo\_en} \bowtie_{\text{peliculas.id=actuo\_en.id\_pelicula}} \\ \text{peliculas} \bowtie_{\text{actores.id=actuo\_en.id\_actor}} \\ \text{actores})$$

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

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

$$\pi_{\text{nombre}}(\text{peliculas\_nolan} - \text{peliculas\_inarritu})$$