

# Bases de Datos

Clase 2: Modelo Relacional - Álgebra Relacional

# Hasta ahora

- Todo el mundo necesita manejar datos
- Salvo que queramos programar cosas que no tienen que ver con nuestro problema, conviene utilizar un DBMS
- Arquitectura de capas:
  - Usuarios finales ven modelo lógico
  - Sistema ejecuta las acciones
  - Usuario no necesita saber cómo el sistema ejecuta las acciones

# DBMS

DBMS relacionales comerciales

- IBM DB2
- Microsoft SQL Server
- Oracle

# 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

## 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, XML, grafos)
- Modelo relacional es el modelo más usado en ambiente de producción, pero ha existido la necesidad de utilizar cada vez más modelos semiestructurados.

# Modelo Relacional

Busca almacenar datos en tablas:



# Modelo Relacional

Busca almacenar datos en tablas:

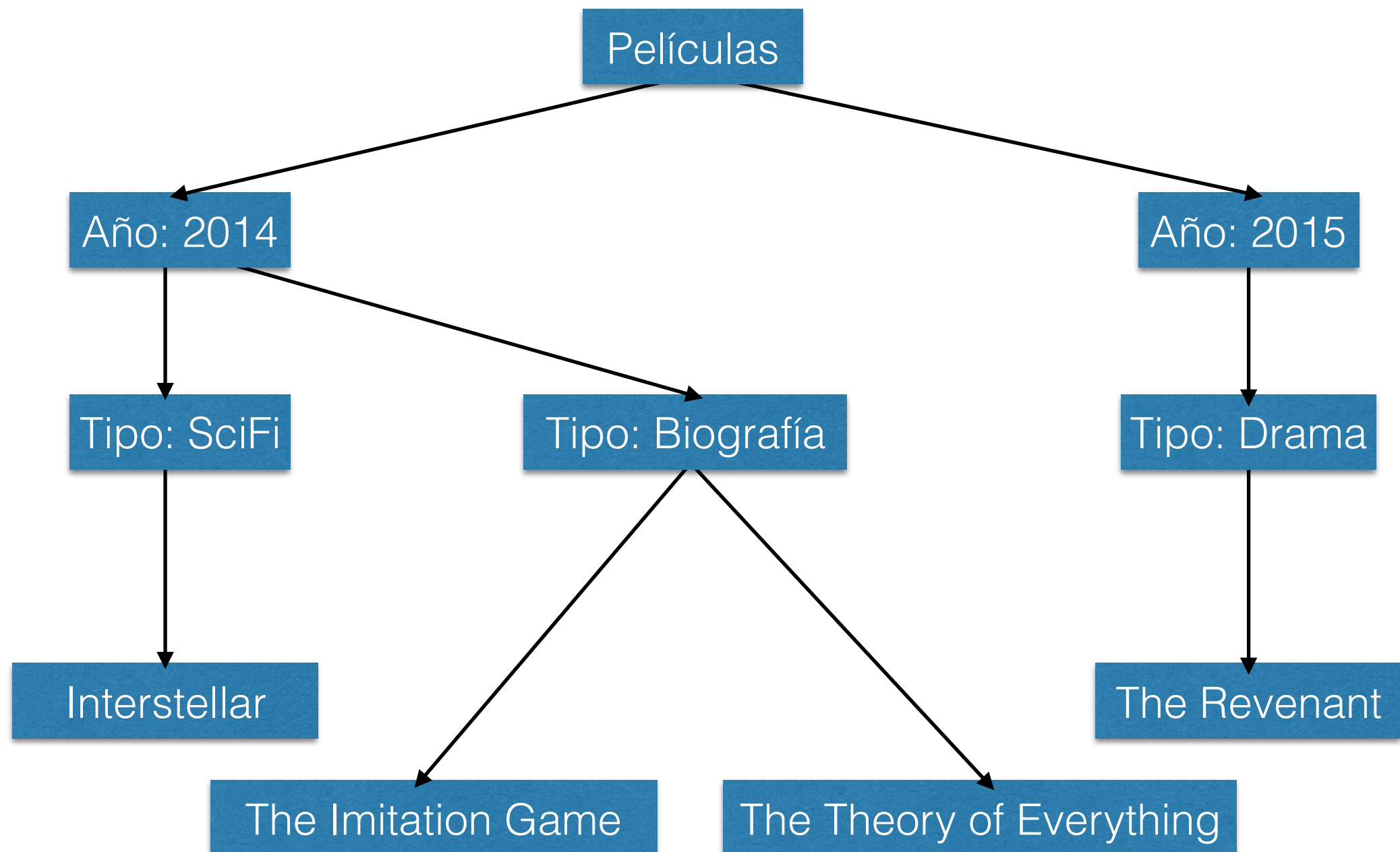
ID Película	Nombre Película	Año	Categoría	Calificación (IMDB)
1	Interstellar	2014	Fantasía	8,6
2	The Revenant	2015	Drama	8,1
3	The Imitation Game	2014	Biografía	8,1
4	The Theory of Everything	2014	Biografía	7,7

# 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

# 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 Modelos

- Bases de Datos orientados a objetos
- Modelo Objeto - Relacional
- Bases de Datos de Grafos



# Otros Modelos

- Bases de Datos orientados a objetos
- Modelo Objeto - Relacional
- Bases de Datos de Grafos

Tenemos que aprender las diferencias y cuando usar qué!

# Modelos Relacional

# Modelo Relacional

Los datos se almacenan como tablas:

# 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

# 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**.

# Modelo Relacional

## Esquema

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

# Modelo Relacional

## Esquema

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

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



# Modelo Relacional

## Esquema

Un esquema es un conjunto de relaciones con sus atributos:

# 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

## Dominio

En la práctica, asumimos que cada atributo tiene un dominio (float, integer, string, date, ...)

# Modelo Relacional

## Dominio

En la práctica, asumimos que cada atributo tiene un dominio (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

# 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



# 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?

# 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

# Modelo Relacional

## Llaves

Cuando escribimos las relaciones subrayamos las llaves

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

# Cómo consultar bases de datos

# Ejemplos de Consultas

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	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?

# 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

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

- Durante el curso 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  $R$

# 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:

# 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

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:

# 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:

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

# 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

# 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:

# 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:

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

# 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:

# 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:

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

# 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 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

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

# 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

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

# 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

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

**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

# Renombrando atributos

Para cambiar nombres de atributos en una relación usamos el operador  $\rho$

Para cambiar:

`peliculas(id, nombre, año, categoria, calificacion, director)` por  
`peliculas(id, name, year, category, rating, director)`

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

# 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:

$$\rho(\textit{actores\_jovenes}, \sigma_{\textit{edad} < 30}(\textit{actores}))$$

Luego si queremos consultar los nombres de esos actores:

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

# Producto Cruz

Nos falta 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”

# Producto Cruz

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

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

# Producto Cruz

*películas × actuo\_en*

pelicula. id	pelicula.nom bre	pelicula. año	pelicula.c ategoria	pelicula.cali ficacion	pelicula. director	actuo_e n.id_act or	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

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

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

peliculas .id	peliculas.no mbre	pelicula s.año	peliculas. categoria	peliculas.ca lificacion	peliculas .director	actuo_e n.id_act or	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

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

peliculas .id	peliculas.no mbre	pelicula s.año	peliculas. categoria	peliculas.ca lificacion	peliculas .director	actuo_e n.id_act or	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



# Join

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

Claramente debemos usar dos productos cruz y luego usar selección.

# 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:

# 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”

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

# Join

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

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

# ¿Qué pasa con esto?

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

# ¿Qué pasa con esto?

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

$$\begin{aligned} & \rho(\text{peliculas\_join}, \\ & \text{actuo\_en} \bowtie_{\text{peliculas.id=actuo\_en.id\_pelicula}} \\ & \text{peliculas} \bowtie_{\text{actores.id=actuo\_en.id\_actor}} \\ & \text{actores}) \\ & \pi_{\text{actores.nombre}, \text{peliculas.nombre}} ( \\ & \sigma_{\text{pelicula.director} = \text{"C.Nolan"} \wedge \text{pelicula.director} = \text{"A.Iñárritu"}} ( \\ & \text{peliculas\_join})) \end{aligned}$$

# ¿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

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

# Intersección

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

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

# Intersección

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

$$\rho(\text{peliculas\_join}, \\ \text{actuo\_en} \bowtie_{\text{peliculas.id=actuo\_en.id\_pelicula}} \\ \text{peliculas} \bowtie_{\text{actores.id=actuo\_en.id\_actor}} \\ \text{actores})$$
$$\rho(\text{peliculas\_nolan}, \\ \pi_{\text{actores.id}, \text{actores.nombre}}( \\ \sigma_{\text{pelicula.director}=\text{"C.Nolan"}}( \\ \text{peliculas\_join}))$$
$$\rho(\text{peliculas\_inarritu}, \\ \pi_{\text{actores.id}, \text{actores.nombre}}( \\ \sigma_{\text{pelicula.director}=\text{"A.Iñárritu"}}( \\ \text{peliculas\_join}))$$

# Intersección

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

$$\rho(\text{peliculas\_join}, \\ \text{actuo\_en} \bowtie_{\text{peliculas.id=actuo\_en.id\_pelicula}} \\ \text{peliculas} \bowtie_{\text{actores.id=actuo\_en.id\_actor}} \\ \text{actores})$$
$$\rho(\text{peliculas\_nolan}, \\ \pi_{\text{actores.id}, \text{actores.nombre}}( \\ \sigma_{\text{pelicula.director}=\text{"C.Nolan"}}( \\ \text{peliculas\_join}))$$
$$\rho(\text{peliculas\_inarritu}, \\ \pi_{\text{actores.id}, \text{actores.nombre}}( \\ \sigma_{\text{pelicula.director}=\text{"A.Iñárritu"}}( \\ \text{peliculas\_join}))$$
$$\pi_{\text{nombre}}(\text{peliculas\_nolan} \cap \text{peliculas\_inarritu})$$

# Intersección

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

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

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

# ¿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  $E(I) \subseteq E(J)$



# 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

# 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

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

# Diferencia

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

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

# Diferencia

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

$$\rho(\text{peliculas\_join}, \\ \text{actuo\_en} \bowtie_{\text{peliculas.id=actuo\_en.id\_pelicula}} \\ \text{peliculas} \bowtie_{\text{actores.id=actuo\_en.id\_actor}} \\ \text{actores})$$
$$\rho(\text{peliculas\_nolan}, \\ \pi_{\text{actores.id}, \text{actores.nombre}}( \\ \sigma_{\text{pelicula.director}=\text{"C.Nolan"}}( \\ \text{peliculas\_join}))$$
$$\rho(\text{peliculas\_inarritu}, \\ \pi_{\text{actores.id}, \text{actores.nombre}}( \\ \sigma_{\text{pelicula.director}=\text{"A.Iñárritu"}}( \\ \text{peliculas\_join}))$$

# Diferencia

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

$$\rho(\text{peliculas\_join}, \\ \text{actuo\_en} \bowtie_{\text{peliculas.id=actuo\_en.id\_pelicula}} \\ \text{peliculas} \bowtie_{\text{actores.id=actuo\_en.id\_actor}} \\ \text{actores})$$
$$\rho(\text{peliculas\_nolan}, \\ \pi_{\text{actores.id}, \text{actores.nombre}}( \\ \sigma_{\text{pelicula.director}=\text{"C.Nolan"}}( \\ \text{peliculas\_join}))$$
$$\rho(\text{peliculas\_inarritu}, \\ \pi_{\text{actores.id}, \text{actores.nombre}}( \\ \sigma_{\text{pelicula.director}=\text{"A.Iñárritu"}}( \\ \text{peliculas\_join}))$$
$$\pi_{\text{nombre}}(\text{peliculas\_nolan} - \text{peliculas\_inarritu})$$