

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:

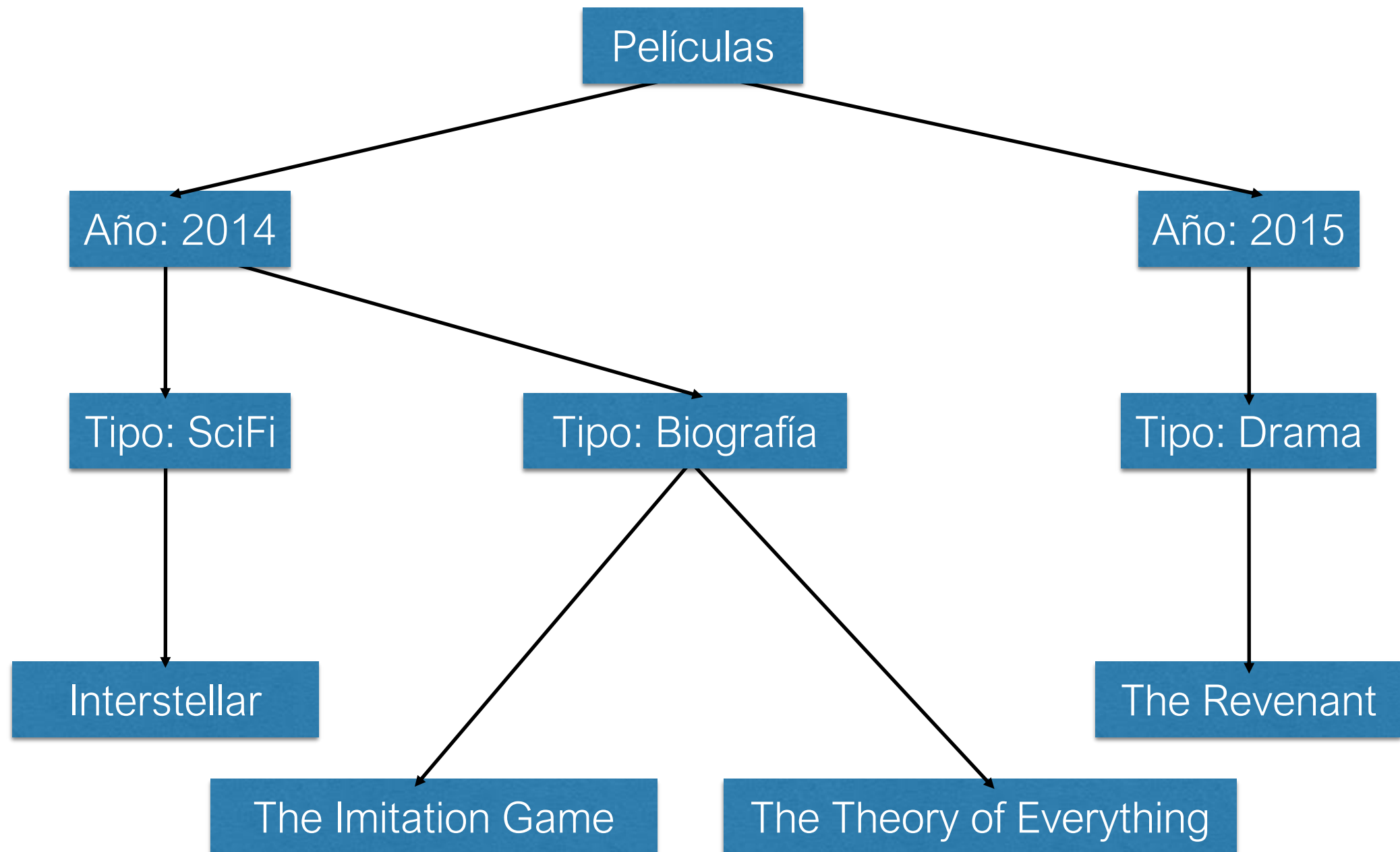
| ID Película | Nombre Película | Año | Categoría | Calificación (IMDB) |
|-------------|--------------------------|------|-----------|---------------------|
| 1 | Interstellar | 2014 | Fantasía | 8.6 |
| 2 | The Revenant | 2015 | Drama | 8.1 |
| 3 | The Imitation Game | 2014 | Biografía | 8.1 |
| 4 | 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 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:

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:

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

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, ...)

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)

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 |
| ... | ... |

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

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

- 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

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:

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:

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

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 |
| ... | ... |

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

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

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

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

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

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

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 | 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 | 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 | 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

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

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

director

C. Nolan

A. Iñárritu

D. Yates

J. Marsh

C. Nolan

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

C. Nolan

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

C. Nolan

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:

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

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”

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

películas × 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 | 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

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

| 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

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

| 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

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

| 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

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

| 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

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

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 ⋈_{*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

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

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

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

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

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

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

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

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