

# MongoDB - Bases de datos documentales

---

## Bases de datos II

Edgar Talavera Muñoz ([e.talavera@upm.es](mailto:e.talavera@upm.es))

Departamento de Sistemas Informáticos

Escuela Técnica superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos

License CC BY-NC-SA 4.0

# **Introducción a MongoDB**

# Sistemas de almacenamiento

---

## Datos **estructurados**

- Hojas de calculo
- Bases de datos relacionales

## Datos **semi-estructurados** o **no estructurados**

- Se necesita un rediseño del sistema de almacenamiento

# Características de MongoDB

---

Es un motor open-source de **base de datos documental** de código abierto

- MongoDB ("humongous"), disponible en <http://www.mongodb.org>
- Líder de las bases de datos **NoSQL**

Licenciado bajo licencias libres

- Primero [GNU AGPL v3.0](#), ahora [Server Side Public License \(SSPL\)](#)
- Existen disponibles licencias comerciales para su uso en aplicaciones cerradas

Usa **UTF-8** como codificación (por defecto)

# JSON: JavaScript Object Notation

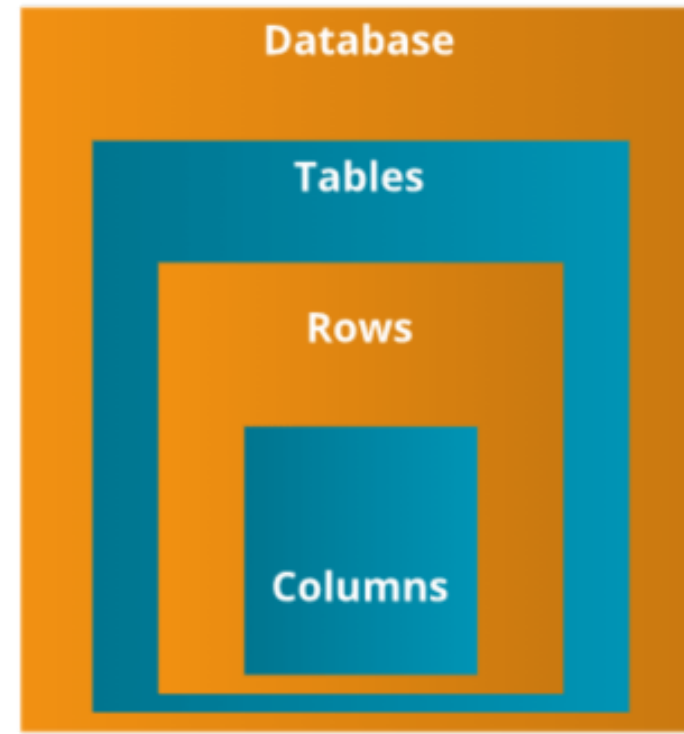
---

La información en MongoDB utiliza un formato basado en **JSON** para su sintaxis:

```
{
  "clientes": [
    {
      "apellido": "Alonso",
      "gasto": 100,
      "es_habitual": true,
      "productos": ["P001", "P032", "P099"]
    },
    ...
  ]
}
```

# MongoDB vs SQL

---



# Documentos

---

MongoDB almacena la información en forma de **documentos**

- ... que son pares clave-valor en formato **JSON**

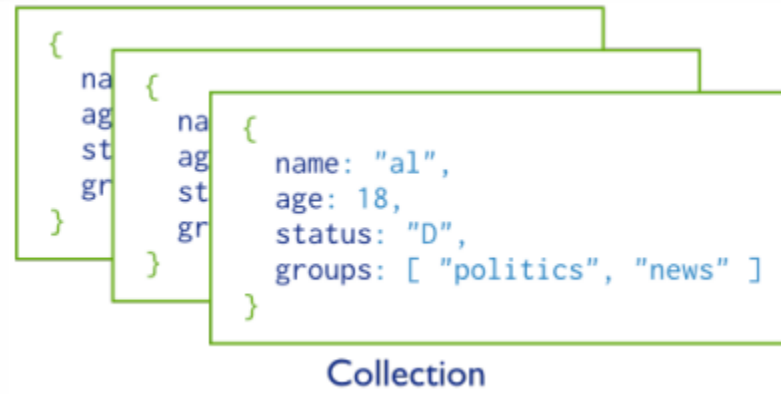
```
{  
  "clave": "valor",  
  "nombre": "Edgar",  
  "edad": 28,  
  "hobbies": ["Correr", "Ciclismo", "Motos"]  
}
```

# Colecciones

---

MongoDB almacena todos los documentos en **colecciones**

- Una colección es un **grupo de documentos relacionados** semánticamente

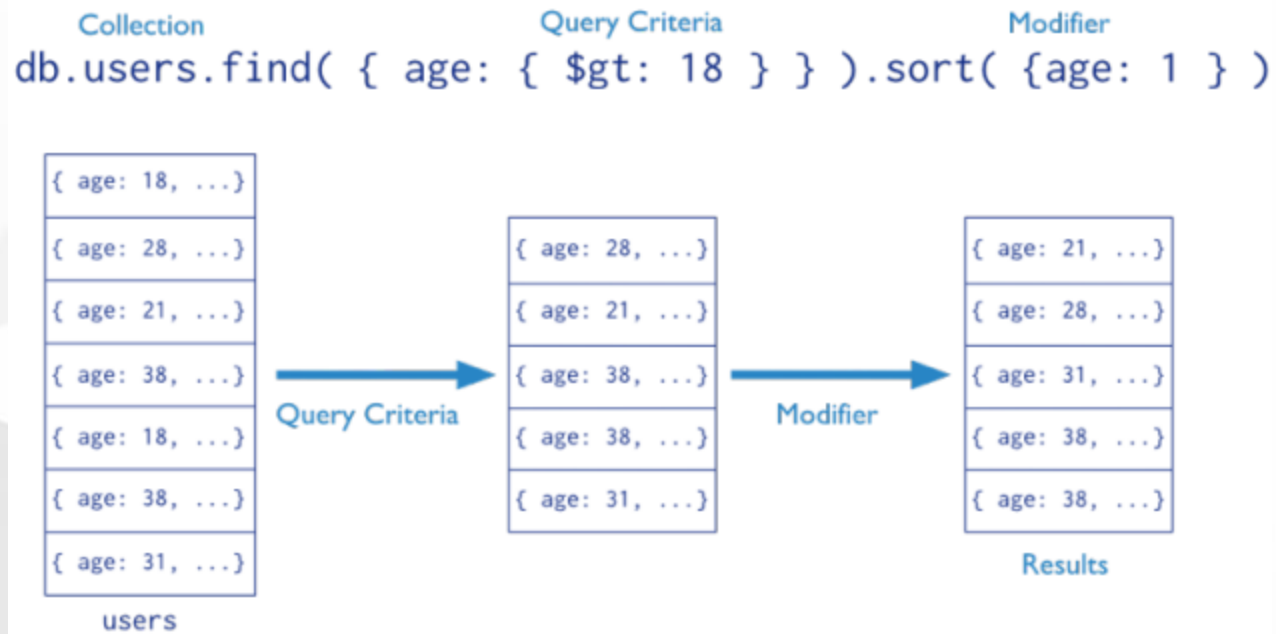




# Queries

En MongoDB las consultas se hacen sobre una colección de documentos

- Se especifican los criterios de los documentos a recuperar



# Conceptos básicos

---

Los documentos en MongoDB tienen un **esquema flexible**

- Las colecciones **no obligan a que sus documentos tengan un formato único**

Una colección puede tener varios documentos con una estructura diferente

- En la práctica los documentos de una colección comparten una estructura similar
- Todos los documentos tendrán un campo `_id`

# Relaciones entre documentos

---

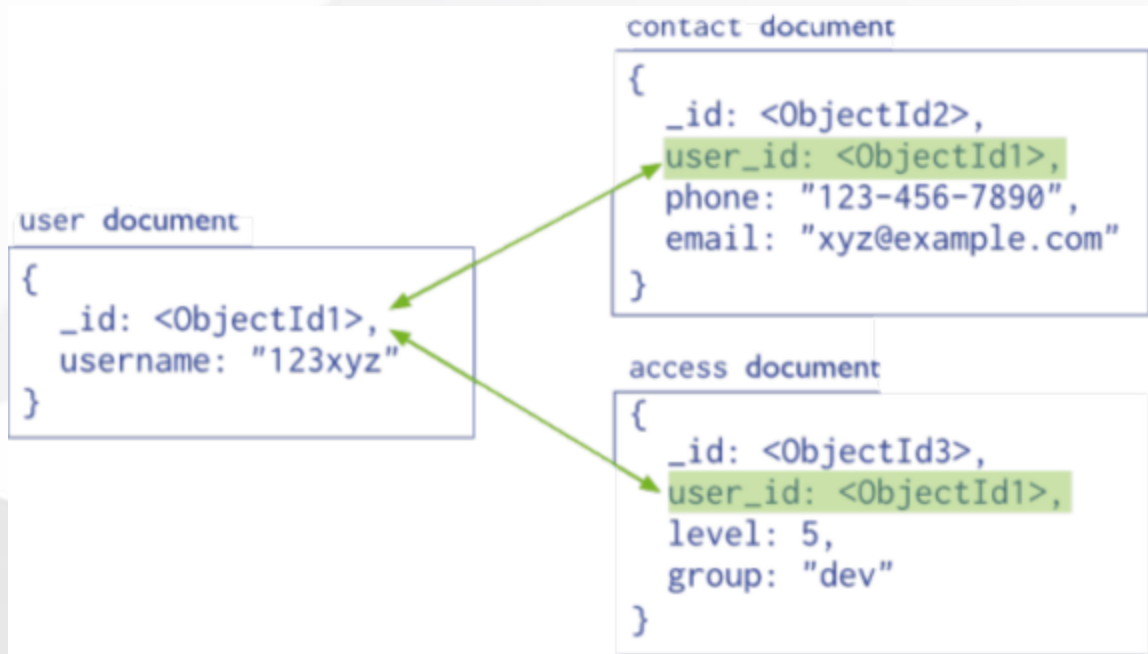
¿Cómo se representan las **relaciones** entre los datos? Dos formas:

- **Referencias** a otros documentos
- **Subdocumentos**

| Se permite (y aconseja) duplicar información

# Modelo normalizado

Ejemplo de modelo normalizado para MongoDB



# Modelo con subdocumentos

---

Ejemplo de modelo embebido para MongoDB

```
{
  _id: <ObjectId>,
  username: "123xyz",
  contact: {
    phone: "123-456-7890",
    email: "xyz@example.com"
  },
  access: {
    level: 5,
    group: "dev"
  }
}
```

Embedded sub-document

Embedded sub-document

# ¿Solución óptima?

---

La clave cuando modelamos es **balancear**:

- Las necesidades de la aplicación
- El rendimiento
- Las consultas que realizamos a los datos
- El modelo de datos está altamente relacionado con el **uso** que hacemos de los datos

# Ejemplo con Movielens

---

- Sistema de votación de películas
- Disponemos de:
  - Usuarios
  - Películas
  - Cada usuario puede votar tantas películas como desee

# Ejemplo con Movielens

- Modelo Normalizado:

Movies	Users	Ratings
<pre>{   _id: 111111,   title: "Star Wars",   director: "George Lucas",   year: 1977 }</pre>	<pre>{   _id: 999999,   nick: "juan007",   email: "juan007@gmail.com" }</pre>	<pre>{   user: 999999,   movie: 111111,   rating: 10 }</pre>
<pre>{   _id: 222222,   title: "La Vida de Brian",   director: "Terry Jones",   year: 1979 }</pre>	<pre>{   _id: 888888,   nick: "aruiz",   email: "aruiz@mtr.com" }</pre>	<pre>{   user: 999999,   movie: 222222,   rating: 7 }</pre>
		<pre>{   user: 888888,   movie: 111111,   rating: 8 }</pre>



# Ejemplo con Movielens

---

- Ventajas del modelo Normalizado:
  - Normalizado
  - Sin información duplicada
  - Un cambio en una votación se actualiza al instante
- Desventajas del modelo Normalizado:
  - Lento
  - No sigue la filosofía de MongoDB
  - Recuperar todos los votos de una película implica varias consultas

# Ejemplo con Movielens

---

- Modelo orientado a películas:

Movies	Users
<pre>{   _id: 111111,   title: "Star Wars",   director: "George Lucas",   year: 1977,   ratings: [     {       _id: 999999,       rating: 10     },     {       _id: 888888,       rating: 8     }   ] }</pre>	<pre>{   _id: 999999,   nick: "juan007",   email: "juan007@gmail.com" }  {   _id: 888888,   nick: "aruiz",   email: "aruiz@mtr.com" }</pre>

# Ejemplo con Movielens

---

- Ventajas del modelo orientado a películas:
  - Acceso inmediato a los votos de cada película
- Desventajas del modelo orientado a películas:
  - Recupera los votos de un usuario es más lento
  - Actualizar un voto es lento
  - Si una película tiene muchos votos el tamaño del objeto en disco puede ser demasiado grande

# Ejemplo con Movielens

- Modelo orientado a usuarios:

Movies	Users
<pre>{   _id: 111111,   title: "Star Wars",   director: "George Lucas",   year: 1977 }  {   _id: 222222,   title: "La Vida de Brian",   director: "Terry Jones",   year: 1979 }</pre>	<pre>{   _id: 999999,   nick: "juan007",   email: "juan007@gmail.com",   ratings: [     {       _id: 111111,       title: "Star Wars",       director: "George Lucas",       year: 1977,       rating: 10     },     {       _id: 222222,       title: "La Vida de Brian",       director: "Terry Jones",       year: 1979,       rating: 7     }   ] }  {   _id: 888888,   nick: "aruiz",   email: "aruiz@mtr.com",   ratings: [     {       _id: 111111,       title: "Star Wars",       director: "George Lucas",       year: 1977,       rating: 8     }   ] }</pre>

# Ejemplo con Movielens


---

- Ventajas del modelo orientado a usuarios:
  - Acceso inmediato a los votos del usuario
  - Acceso inmediato a las fichas de las películas votadas por el usuario
- Desventajas del modelo orientado a usuarios:
  - Duplica información
  - El objeto usuario puede ser muy grande si vota muchas películas
  - Un cambio en una ficha de una película implica actualizar información en los usuarios

# Ejemplo con Movielens

---


- Modelo mixto:

 center

# Ejemplo con Movielens

---

- Modelo mixto:

 center

# Ejemplo con Movielens

---

- Ventajas del modelo mixto:
  - Acceso inmediato a la información de los votos de las películas
  - Acceso inmediato a la información de los votos de los usuarios
- Desventajas del modelo mixto:
  - Mucha información duplicada
  - Objetos muy grandes



# Ejemplo con Movielens

---

- Debemos responder a las siguientes preguntas:
  - ¿Es frecuente actualizar los votos?
  - ¿Es necesario conocer quién votó cada película?
  - ¿Cada cuanto cambiamos la ficha de una película?
  - ¿Puede un usuario modificar su nick?
  - ...

# Aspectos clave

---

- MongoDB es flexible
- No existen normas para modelar la base de datos
- Solamente existen una serie de buenos consejos
- Debemos pensar en el uso de los datos
- Se puede (y se aconseja) duplicar información

# Operaciones en MongoDB

# Tipos de operaciones

---

MongoDB ofrece soporte para:

- Escritura (**C**reate)
- Lectura (**R**ead)
- Modificación (**U**ppdate)
- Borrado (**D**elete)

# Consultas básicas

---

`db.collection.find()`: Recupera documentos de una colección

- Todas las películas:

```
db.movies.find({})
```

- Todas las estrenadas en 1995:

```
db.movies.find({year: 1995})
```

- Todas las estrenadas en 1995 y empiezan por 'A' (**i** → case insensitive):

```
db.movies.find({year: 1995, title: {$regex: "^A", options: "i"}}) # 0 $regex: /^A/i
```

- Películas estrenadas entre 1995 y 1997:

```
db.movies.find({year: {$gte: 1995}, year: {$lte: 1997}})
```

# Consultas básicas - Operadores de selección

## `db.collection.find()` - Operadores lógicos `$and`

- **Sintaxis**

- `{ $and: [ { <expression1> }, { <expression2> }, ... , { <expressionN> } ] }`

- Las películas de comedia lanzadas en 2000

- `db.movies.find({ $and: [ { genres: "Comedy" }, { year: 2000 } ] })`

## `db.collection.find()` - Operadores lógicos `$or`

- **Sintaxis**

- `{ $or: [ { <expression1> }, { <expression2> }, ... , { <expressionN> } ] }`

- Las películas que sean de comedia o que hayan sido lanzadas en 2000

- `db.movies.find({ $or: [ { genres: "Comedy" }, { year: 2000 } ] })`

# Consultas básicas - Operadores de selección

---

## Método db.collection.find() - Operadores lógicos \$nor

- **Sintaxis**

- `{ $nor: [ { <expression1> }, { <expression2> }, ... { <expressionN> } ] }`

- Todas las películas que no sean de comedia y que no hayan sido lanzadas en 2000

- `db.movies.find({ $nor: [ { genres: "Comedy" }, { year: 2000 } ] })`

## Método db.collection.find() - Operadores lógicos \$not

- **Sintaxis**

- `{ field: { $not: { <operator-expression> } } }`

- Las películas que no sean de comedia

- `db.movies.find({ genres: { $not: { $eq: "Comedy" } } })`

# Consultas básicas - Operadores de selección

---

## Método db.collection.find() - Operadores de comparación \$eq

- **Sintaxis**

- `{ <field>: { $eq: <value> } }`

- Las películas que fueron lanzadas en el año 2016

- `db.movies.find({ year: { $eq: 2016 } })`

## Método db.collection.find() - Operadores de comparación \$gt y \$lt

- **Sintaxis**

- `{ field: { $gt: value } } || { field: { $lt: value } }`

- Las películas con un rating mayor a 8.0 y menor a 8.5

- `db.movies.find({ rating: { $gt: 8.0, $lt: 8.5 } })`

Se puede usar \$gte y \$lte para menor o igual y mayor o igual



# Consultas básicas - Operadores de selección

---

## Método db.collection.find() - Operadores de conjuntos \$in

- **Sintaxis**

- `{ field: { $in: [<value1>, <value2>, ... <valueN> ] } }`

- Las películas que sean de los géneros "Comedy" o "Drama"

- `db.movies.find({ genres: { $in: ["Comedy", "Drama"] } })`

## Método db.collection.find() - Operadores de conjuntos \$nin

- **Sintaxis**

- `{ field: { $nin: [ <value1>, <value2> ... <valueN> ] }}`

- Las películas que no sean de los géneros "Comedy" ni "Drama"

- `db.movies.find({ genres: { $nin: ["Comedy", "Drama"] } })`

# Consultas básicas - Operadores de selección

---

## Método db.collection.find() - Operadores de conjuntos \$all

### Sintaxis

```
{ field : { $all: [ <value1> , <value2> ... ] } }
```

Las películas que sean de los géneros "Comedy" y "Drama"

```
db.movies.find({ genres: { $all: ["Action", "Drama"] } })
```

## Método db.collection.find() - Operadores de conjuntos \$size

### Sintaxis

```
{ field: { $size: value } }
```

Todas las películas que tengan exactamente tres actores

```
db.movies.find({ actors: { $size: 3 } })
```

# Consultas básicas - Operadores de selección

---

## Método db.collection.find() - Operadores de conjuntos \$regex

### Sintaxis

```
{ field : { $all: [ <value1> , <value2> ... ] } }
```

**Películas que contengan la palabra "love" en su título.**

```
db.movies.find({ title: { $regex: /love/i } })
```

### Operadores de las expresiones regulares

- ^ : Coincide con el comienzo de una cadena de texto.
- \$ : Coincide con el final de una cadena de texto.
- . : Coincide con cualquier carácter excepto los caracteres de nueva línea.
- [] : Define un conjunto de caracteres posibles que pueden aparecer en esa posición.
- [^] : Define un conjunto de caracteres que no deben aparecer en esa posición.
- \* : Coincide con cero o más ocurrencias del carácter anterior.
- + : Coincide con una o más ocurrencias del carácter anterior.
- ? : Coincide con cero o una ocurrencia del carácter anterior.
- {} : Especifica un rango de repeticiones del carácter anterior.
- () : Agrupa un conjunto de caracteres y crea un grupo de captura.
- | : Utilizado para especificar múltiples opciones de coincidencia.

# Consultas básicas - Operadores de **proyección**

---

`db.collection.find()`: También puede definir los campos a devolver - "SELECT"

- Título e `_id` de las películas de 1995:

```
db.movies.find({year: 1995}, {title:1, _id: 0})
```

- Todos los datos menos "ratings" de las películas de 1995:

```
db.movies.find({year: 1995}, {ratings:0})
```

`db.collection.find()`: También podemos definir el orden - "ORDER BY"

- Todas las películas ordenadas por año ascendente:

```
db.movies.find({}).sort({year: 1})
```

- Todas las películas ordenadas por año descendente:

```
db.movies.find({}).sort({year: -1})
```

# Consultas básicas - Operadores de selección

---

## Método db.collection.find() - Operador \$elemMatch

### Sintaxis

```
{ field : { $elemMatch: [ <value1> , <value2> ... ] } }
```

~~Donde~~ **Donde** ratings sea un array que contiene al menos un elemento que cumple ambas

```
db.reviews.find({ ratings: { $elemMatch: { rating: { $gte: 4}, timestamp:{$gt:10} } } })
```

## Método db.collection.find() - Operador \$slice

### Sintaxis

```
db.collection.find( <query> , { <arrayField> : { $slice: <number> } } );
```

Devolver solo los últimos dos géneros de la película con el id 1

```
db.movies.find( { movieId: 1 }, { title: 1, genres: { $slice: -2 } } )
```

# Consultas básicas - Operadores adicionales

---

## Método count() - Operador para contar

### Sintaxis

```
db.collection.count(query, options)
```

o

```
db.collection.find(query, projection).count()
```

### Ejemplos

- Contar el número de documentos en la colección usuarios cuyo campo edad es mayor a 30 y obtener únicamente los campos `_id` y nombre:

```
db.usuarios.find({ edad: { $gt: 30 } }, { _id: 1, nombre: 1 }).count()
```

- Contar el número de documentos en la colección usuarios cuyo campo edad es mayor a 30:

```
db.usuarios.count({ edad: { $gt: 30 } })
```

# **Operaciones de escritura**

## Operaciones de escritura - InsertOne

`db.collection.insertOne(document, options)`: Permite insertar un solo documento en una colección

- Insertar un nuevo usuario en esta colección:

```
db.users.insertOne({  name: "John Doe",  email: "johndoe@example.com",  age: 30});
```

- Insertando un nuevo usuario, especificando una validación personalizada para el documento a insertar. La validación asegura que el documento tenga los campos name, email y age, y que el campo email tenga un formato válido de dirección de correo electrónico. Si la validación falla, se generará un error y la operación de inserción fallará.

```
db.users.insertOne(
  {
    name: "Jane Smith", email: "janesmith", age: 25 },
  { validationAction: "error",
    validationLevel: "strict",
    validator: {
      $jsonSchema: {
        bsonType: "object",
        required: ["name", "email", "age"],
        properties: {
          name: {
            bsonType: "string"
          },
          email: {
            bsonType: "string",
            pattern: "^[a-zA-Z0-9._%+-]+@[a-zA-Z0-9.-]+\.[a-zA-Z]{2,}$"
          },
          age: {
            bsonType: "int"
          }
        }
      }
    }
  });
```



# Operaciones de escritura - InsertMany

```
db.collection.insertMany(  
  [{document}, ...],  
  {writeConcern: <valor>,  
    ordered: <booleano>})
```

Permite insertar múltiples documentos en una sola operación, donde:

- **document**: son los documentos a insertar en la colección.
- **writeConcern** (opcional): especifica el nivel de garantía de escritura para la operación.
- **ordered** (opcional): Si se establece en false, los documentos se pueden insertar en cualquier orden.

Insertar un nuevo usuario en esta colección:

```
db.users.insertMany([  
  { name: "John Doe", email: "johndoe@example.com", age: 30 },  
  { name: "Jane Smith", email: "janesmith@example.com", age: 25 }  
]);
```

## Operaciones de escritura - **deleteOne**

---

`db.collection.deleteOne(<filtro>, { writeConcern: <valor> })` - elimina un solo documento que cumpla con los criterios de selección especificados, donde:

- **document**: son los documentos a insertar en la colección.
- **filtro**: es un objeto que especifica los criterios de selección para los documentos que se van a eliminar.
- **writeConcern** (opcional): especifica el nivel de garantía de escritura para la operación.

Borra el primer usuario que encuentre con name:"John Doe":

```
db.users.deleteOne({ name: "John Doe" })
```

## Operaciones de escritura - deleteMany

`db.collection.deleteMany(<filtro>, { writeConcern: <valor> })` - eliminar varios documentos que coinciden con un criterio de filtro especificado, donde:

- **document**: son los documentos a insertar en la colección.
- **filtro**: es un objeto que especifica los criterios de selección para los documentos que se van a eliminar.
- **writeConcern** (opcional): especifica el nivel de garantía de escritura para la operación.

Eliminar todos los documentos que tienen un campo age menor que 18 y queremos asegurarnos de que la operación de eliminación sea confirmada por la mayoría de las réplicas antes de considerarla exitosa:

```
db.users.deleteMany(  
  { age: { $lt: 18 } },  
  { writeConcern: { w: "majority" } }  
)
```

# Operaciones de escritura - **updateOne**

`db.collection.updateOne(filter, update, options)` - actualizar un solo documento que coincide con un criterio de filtro especificado, donde:

- **document**: son los documentos a insertar en la colección.
- **filtro**: es un objeto que especifica los criterios de selección para los documentos que se van a eliminar.
- **options** (opcional): es un objeto que contiene las opciones adicionales para la operación.

Queremos actualizar el campo email de un documento que tiene el campo username igual a "johndoe":

```
db.users.updateOne(
  { username: "johndoe" },
  { $set: { email: "johndoe@example.com" } },
  { writeConcern: { w: "majority" } }
)
```

# Operaciones de escritura - **updateMany**

`db.collection.updateMany( <filter>, <update>, { upsert: <boolean>, writeConcern: <document> } )` - actualiza todos los documentos que cumplan con los criterios de selección, donde:

- **filtro**: es un objeto que especifica los criterios de selección para los documentos que se van a eliminar.
- **update**: especifica cómo se actualizarán los documentos seleccionados. Este parámetro utiliza la sintaxis de actualización de MongoDB.
- **upsert** (opcional): si se establece en true, se creará un nuevo documento si no se encuentra ningún documento que coincida con los criterios de selección.
- **writeConcern** (opcional): especifica el nivel de durabilidad de la operación.

Actualiza todos los documentos de la colección `users` cuyo campo `age` es menor que 18. Los documentos actualizados tendrán un nuevo campo llamado *"underage"* con el valor `true`:

```
db.users.updateMany(  
  { age: { $lt: 18 } },  
  { $set: { underage: true } }  
)
```

# **Operaciones avanzadas**

## Consultas avanzadas - Operador **aggregate**

---

`db.collection.aggregate([etapa1, etapa2, ..., etapaN])`: Permite procesar los datos de una colección utilizando una serie de operaciones o etapas en una única consulta

La **operación de agregación** se lleva a cabo mediante una tubería o pipeline de datos, que se compone de varias etapas o pasos. Cada etapa se especifica como un objeto JavaScript, y puede realizar diferentes tipos de operaciones, como filtrar datos, agrupar datos, hacer cálculos de agregación, unir colecciones, y muchas más.

Algunas de las etapas más comunes que se utilizan en la operación de agregación son las siguientes:

- **\$match**: filtra documentos en función de una condición específica.
- **\$group**: agrupa documentos en función de una o varias claves y calcula los valores agregados de cada grupo.
- **\$sort**: ordena los documentos en función de uno o varios campos.
- **\$project**: proyecta campos específicos de los documentos de una colección, y permite renombrar y agregar campos.
- **\$lookup**: une los documentos de una colección con los documentos de otra colección en función de un campo común.

# Consultas avanzadas - Operador **aggregate**

## Ejemplo

El resultado de este comando será un conjunto de documentos que contiene el nombre de cada género y la cantidad de películas que hay en cada género, ordenados por cantidad de películas:

```
db.movies.aggregate([
  { $unwind: "$genres" },
  { $group: { _id: "$genres", count: { $sum: 1 } } },
  { $sort: { count: -1 } }
])
```

Este comando utiliza **tres etapas** de agregación:

1. **\$unwind**: descompone los documentos que contienen un arreglo en varios documentos, uno por cada elemento del arreglo. En este caso, descompone el arreglo de géneros de cada película.
2. **\$group**: agrupa los documentos según el valor de un campo y calcula una operación de agregación sobre los documentos agrupados. En este caso, agrupa los documentos por género y calcula la cantidad de películas que hay en cada género.
3. **\$sort**: ordena los documentos según un campo específico. En este caso, ordena los documentos según la cantidad de películas que hay en cada género, de mayor a menor.



## Consultas avanzadas - Operador **\$lookup** o como imitar un **JOIN**

El operador **\$lookup** permite realizar una operación de unión entre dos colecciones, devolviendo los documentos de la colección de origen y los documentos relacionados de la colección de destino.

```
db.users.aggregate([
  {
    $lookup: {
      from: "ratings",
      localField: "_id",
      foreignField: "userId",
      as: "ratings"
    }
  }
])
```

En este comando, **\$lookup** se usa para hacer la unión de las colecciones *users* y *ratings*.

- **from** especifica la colección de destino a la que se está uniendo,
- **localField** especifica el campo de la colección de origen que se utilizará para la unión,
- **foreignField** especifica el campo de la colección de destino que se utilizará para la unión
- **as** especifica el nombre del campo en el que se almacenarán los documentos unidos.

## Consultas avanzadas - Operador \$lookup o como imitar un JOIN

```
db.users.aggregate([
  {
    $lookup: {
      from: "ratings",
      localField: "_id",
      foreignField: "userId",
      as: "ratings"
    }
  }
])
```

```
[ {
  "_id": ObjectId("605aa27d00c3d1b8af90d2f2"),
  "name": "John Doe",
  "age": 25,
  "gender": "M",
  "occupation": "Student",
  "ratings": [ { "_id": ObjectId("605aa38e00c3d1b8af90d302"),
    "userId": ObjectId("605aa27d00c3d1b8af90d2f2"),
    "movieId": ObjectId("605aa35200c3d1b8af90d2f8"),
    "rating": 3.5,
    "timestamp": 978302438 },
    { "_id": ObjectId("605aa3a900c3d1b8af90d304"),
    "userId": ObjectId("605aa27d00c3d1b8af90d2f2"),
    "movieId": ObjectId("605aa35200c3d1b8af90d2f9"),
    "rating": 4.0,
    "timestamp": 978302439 }
  ],
  ...
}
```

## Consultas avanzadas - Operador \$group

```
db.users.aggregate([
  {
    $group: {
      _id: <expression>, // especifica la clave para agrupar documentos
      <field1>: { <accumulator1> : <expression1> },
      ...
    }
  }
])
```

Agrupar documentos por una o más claves y luego realiza cálculos en cada grupo, donde:

- **\_id**: especifica la clave para agrupar documentos, puede ser una expresión o un valor constante.
- **field**: campo de salida opcional en el resultado.
- **accumulator**: operador de acumulación que especifica el cálculo a realizar en cada grupo. Hay varios operadores de acumulación disponibles, incluyendo \$sum, \$avg, \$min, \$max, \$first, \$last, \$addToSet, entre otros.
- **expression**: puede incluir valores constantes, campos de documentos, operadores de expresión, entre otros.

## Consultas avanzadas - Operador \$group

Agrupar las películas por género y contar cuántas hay en cada grupo.

```
db.movies.aggregate([
  {
    $group: {
      _id: "$genres",
      count: { $sum: 1 }
    }
  }
])
```

### Solución

```
{ "_id" : "Animation|Children's|Comedy", "count" : 105 }
{ "_id" : "Crime", "count" : 211 }
{ "_id" : "Comedy|Romance", "count" : 471 }
...
```

