UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

Departamento de Computación

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Bases de Datos

Trabajo Práctico 2

10 de noviembre de 2015

Integrante	LU	Correo electrónico
Maurizio, Miguel Sebastián	**635/11**	miguelmaurizio.92@gmail.com
Prillo, Sebastián	**616/11**	sebastianprillo@gmail.com
Tagliavini Ponce, Guido	**783/11**	guido.tag@gmail.com

Índice

1. Introducción

2. Ejercicio 1

En este ejercicio diseñamos una base de datos NoSQL de tipo documentos con la capacidad de responder rapidamente a varias consultas. Para ello, empleamos desnormalización, diseñando documentos adecuados para las consultas.

2.1. Desnormalización

Desnormalizamos el esquema, de la forma tradicional. Cada entidad tiene un documento asociado. Las relaciones 1:N se incluyen en el documento asociado al lado 1. Las relaciones N:M se incluyen a ambos lados de la relación.

2.1.1. Documento `empleados`

```
empleados {
    nro_legajo : INTEGER
    nombre : STRING
    clientes_atendidos : [{dni : STRING, edad : INTEGER, fecha : DATETIME}]
    sectores_donde_trabaja : [{cod_sector : INTEGER, id_tarea : INTEGER}]
}
```

Observar que en `clientes_atendidos` nos guardamos, además del atributo identificatorio `dni` y el atributo de relación `fecha`, la `edad` de los clientes atendidos. Este atributo será necesario para responder una de las consultas, posteriormente.

Insertamos algunos documentos:

```
db.empleados.insert({
    nro_legajo : 1,
    nombre : "empleado1",
    clientes_atendidos : [ {dni : "11111111", edad : 18, fecha : "01/01/2015"},
                           {dni : "22222222", edad : 17, fecha : "01/02/2015"}],
    sectores_donde_trabaja : [{cod_sector : 1, id_tarea : 1} ,  {cod_sector : 2, cod_tarea : 1}]
})

db.empleados.insert({
    nro_legajo : 2,
    nombre : "empleado2",
    clientes_atendidos : [ {dni : "22222222", edad : 17, fecha : "02/02/2015"} ],
    sectores_donde_trabaja : [{cod_sector : 1, id_tarea : 1},  {cod_sector : 2, cod_tarea : 1}]
})

db.empleados.insert({
    nro_legajo : 3,
    nombre : "empleado3",
    clientes_atendidos : [{dni : "33333333", edad : 19, fecha : "01/03/2015"}],
    sectores_donde_trabaja : [{cod_sector : 1, id_tarea : 1},  {cod_sector : 2, cod_tarea : 1}]
})
```

```
db.empleados.insert({
    nro_legajo : 4,
    nombre : "empleado4",
    clientes_atendidos : [],
    sectores_donde_trabaja : [{cod_sector : 1, id_tarea : 1}]
})
```

2.1.2. Documento `articulos`

```
articulos {
    codigo : STRING
    nombre : STRING
    ventas : [{dni : STRING}]
}
```

Insertamos algunos documentos:

```
db.articulos.insert({
    codigo : "1",
    nombre : "articulo1",
    ventas : [{dni :  "11111111"}, {dni : "22222222"}]
})

db.articulos.insert({
    codigo : "2",
    nombre : "articulo2",
    ventas : [{dni : "11111111"}, {dni : "33333333"}]
})

db.articulos.insert({
    codigo : "3",
    nombre : "articulo3",
    ventas : [{dni : "33333333"}]
})
```

2.1.3. Documento `sectores`

```
sectores{
    cod_sector : INTEGER
    articulos : [{codigo : STRING}]
    trabaja : [{nro_legajo : INTEGER, id_tarea : INTEGER}]
}
```

Insertamos algunos documentos:

```
db.sectores.insert({
    cod_sector : 1,
    articulos : [{codigo : "1"}],
    trabaja : [ {nro_legajo : 1, id_tarea : 1},
                {nro_legajo : 2, id_tarea : 1},
```

```
                {nro_legajo : 3, id_tarea : 1},
                {nro_legajo : 4, id_tarea : 1}]
})

db.sectores.insert({
    cod_sector : 2,
    articulos : [{codigo : "2"}],
    trabaja : [ {nro_legajo : 1, id_tarea : 1},
                {nro_legajo : 2, id_tarea : 1},
                {nro_legajo : 3, id_tarea : 1}]
})
```

2.1.4. Documento `clientes`

```
clientes{
    dni : STRING
    nombre : STRING,
    edad : INTEGER,
    atendido_por : [{nro_legajo : INTEGER, fecha : DATETIME}],
    compro_articulos : [{codigo : INTEGER}]
}
```

Insertamos algunos documentos:

```
db.clientes.insert({
    dni : "11111111",
    nombre : "cliente1",
    edad : 18,
    atendido_por : [{nro_legajo : 1, fecha : "01/01/2015"}],
    compro_articulos : [{codigo : "1"} , {codigo : "2"}]
})

db.clientes.insert({
    dni : "22222222",
    nombre : "cliente2",
    edad : 17,
    atendido_por : [{nro_legajo : 1, fecha : "01/02/2015"} , {nro_legajo : 2,
                                                              fecha : "02/02/2015"}],
    compro_articulos : [{codigo : "1"}]
})

db.clientes.insert({
    dni : "33333333",
    nombre : "cliente3",
    edad : 19,
    atendido_por : [{nro_legajo : 1, fecha : "01/03/2015"}],
    compro_articulos : [{codigo : "2"} , {codigo : "3"}]
})
```

2.1.5. Documento `tareas`

Si bien este documento no es estrictamente necesario para poder responder a las consultas, incluimos su definición por completitud.

```
tareas{
    id_tarea : INT,
    descripcion : STRING,
    empleados_realizandola : [{nro_legajo : INTEGER, cod_sector: INTEGER}]
}
```

2.2. Consultas

2.2.1. Los empleados que atendieron clientes mayores de edad

```
db.empleados.find(
    {"clientes_atendidos.edad" : {$gte : 18}},
    {nro_legajo : 1, nombre : 1}
)
```

Equivalenemente, podriamos pedir:

```
db.empleados.find(
    {"clientes_atendidos" : {$elemMatch : {"edad" : {$gte : 18}}}},
    {nro_legajo : 1, nombre : 1}
)
```

La query nos retorna, como deseamos:

```
{ "_id" : ObjectId("56420cfd92d300ad159887da"), "nro_legajo" : 1, "nombre" : "empleado1" }
{ "_id" : ObjectId("56420cfd92d300ad159887dc"), "nro_legajo" : 3, "nombre" : "empleado3" }
```

2.2.2. Los artículos más vendidos

```
db.articulos.aggregate([
    {$project : {"cant_ventas" : {$size : "$ventas"} , nombre : 1, codigo : 1}},
    {$sort : {"cant_ventas" : -1}},
])
```

La respuesta a esta consulta es:

```
{ "_id" : ObjectId("56420d1e92d300ad159887de"), "codigo" : "1", "nombre" : "articulo1",
    "cant_ventas" : 2 }
{ "_id" : ObjectId("56420d1e92d300ad159887df"), "codigo" : "2", "nombre" : "articulo2",
    "cant_ventas" : 2 }
{ "_id" : ObjectId("56420d1e92d300ad159887e0"), "codigo" : "3", "nombre" : "articulo3",
    "cant_ventas" : 1 }
```

Así, vemos que los articulos mas vendidos son los de codigo 1 y 2, cada uno con 2 ventas.

2.2.3. Los sectores donde trabajan exactamente 3 empleados

```
db.sectores.find(
    {trabaja : {$size : 3}},
    {cod_sector : 1}
)
```

La respuesta a esta consulta es:

```
{ "_id" : ObjectId("56420d9e92d300ad159887e2"), "cod_sector" : 2 }
```

Efectivamente, el sector 2 contiene exactamente 3 trabajadores.

2.2.4. El empleado que trabaja en más sectores

```
db.empleados.aggregate([
    {$project : {cant_sectores : {$size : "$sectores_donde_trabaja"} , nombre : 1, nro_legajo : 1}
    {$sort : {cant_sectores : -1}},
    {$limit : 1}
])
```

La respuesta a esta consulta es:

```
{ "_id" : ObjectId("56420cfd92d300ad159887da"), "nro_legajo" : 1, "nombre" : "empleado1",
    "cant_sectores" : 2 }
```

Si bien los empleados 2 y 3 tambien trabajan en dos sectores, solo se nos pide dar uno solo, asi que desempatamos arbitrariamente.

2.2.5. Ranking de los clientes con mayor cantidad de compras

```
db.clientes.aggregate([
    {$project : {cant_compras : {$size : "$compro_articulos"} , nombre : 1, dni : 1}},
    {$sort : {cant_compras : -1}}
])
```

La respuesta a esta consulta es:

```
{ "_id" : ObjectId("56420df292d300ad159887e3"), "dni" : "11111111", "nombre" : "cliente1",
    "cant_compras" : 2 }
{ "_id" : ObjectId("56420df392d300ad159887e5"), "dni" : "33333333", "nombre" : "cliente3",
    "cant_compras" : 2 }
{ "_id" : ObjectId("56420df292d300ad159887e4"), "dni" : "22222222", "nombre" : "cliente2",
    "cant_compras" : 1 }
```

Como vemos, los clientes aparecen ordenamos de mayor a menos cantidad de compras.

2.2.6. Cantidad de compras realizadas por clientes de misma edad

```
db.clientes.aggregate([
    {$project : {cant_compras : {$size : "$compro_articulos"} , nombre : 1, dni : 1, edad : 1}},
    {$group :{
        _id : "$edad",
        total_compras : {$sum : "$cant_compras"}
    }}
])
```

El resultado de la query es:

```
{ "_id" : 19, "total_compras" : 2 }
{ "_id" : 17, "total_compras" : 1 }
{ "_id" : 18, "total_compras" : 2 }
```

En definitiva, este es un diseño de documentos que, mediante documentos adecuados y redundancia, permite responder rapidamente a todas las queries pedidas.

3. Ejercicio 2

3.1. Consultas

3.1.1. Cantidad de disposiciones tipo *resoluciones* que se hayan realizado en Abril de 2013

```
var map1 = function(){
    emit(this["Tipo"],1)
}

var reduce1 = function(key,values){
    return Array.sum(values)
}

db.disposiciones.mapReduce(map1,reduce1,{query : {FechaDisposicion : {$regex : /^2013-04-/},
 Tipo : "Resoluciones"}, out : "map_res"})
db.map_res.find()
```

El resultado de esta consulta es:

```
{ "_id" : "Resoluciones", "value" : 642 }
```

3.1.2. Cantidad de disposiciones por cada tipo definido

```
var map2 = function(){
    emit(this["Tipo"],1)
}

var reduce2 = function(key,values){
    return Array.sum(values)
}
```

```
db.disposiciones.mapReduce(map2,reduce2,{query : {}, out : "map_res"})
db.map_res.find()
```

El resultado de esta consulta es:

```
{ "_id" : "", "value" : 3 }
{ "_id" : "Acuerdos", "value" : 2790 }
{ "_id" : "Acuerdos del Consejo de Gobierno", "value" : 160 }
{ "_id" : "Anuncios", "value" : 17226 }
{ "_id" : "Candidaturas", "value" : 1 }
{ "_id" : "Certificaciones", "value" : 72 }
{ "_id" : "Circular", "value" : 1 }
{ "_id" : "Conflictos Positivos", "value" : 6 }
{ "_id" : "Correcciones de Erratas", "value" : 59 }
{ "_id" : "Correcciones de Errores", "value" : 321 }
{ "_id" : "Correcciones de erratas", "value" : 8 }
{ "_id" : "Correcciones de errores", "value" : 44 }
{ "_id" : "Corrección de errores", "value" : 1 }
{ "_id" : "Correción de errores", "value" : 1 }
{ "_id" : "Cuestiones de Inconstitucionalidad", "value" : 1 }
{ "_id" : "Decretos", "value" : 828 }
{ "_id" : "Decretos Legislativos", "value" : 5 }
{ "_id" : "Decretos del Presidente", "value" : 13 }
{ "_id" : "Decretos-leyes", "value" : 15 }
{ "_id" : "Edictos", "value" : 3223 }
{ "_id" : "Instrucciones", "value" : 2 }
{ "_id" : "Leyes", "value" : 12 }
{ "_id" : "Notificaciones", "value" : 768 }
{ "_id" : "Orden", "value" : 4 }
{ "_id" : "Otros", "value" : 45 }
{ "_id" : "Reales Decretos", "value" : 5 }
{ "_id" : "Recursos de Inconstitucionalidad", "value" : 7 }
{ "_id" : "Requisitorias", "value" : 2 }
{ "_id" : "Resoluciones", "value" : 13956 }
{ "_id" : "Órdenes", "value" : 2061 }
{ "_id" : "Órdenes de Comision Delegada", "value" : 2 }
```

3.1.3. Fecha más citada para todos los informes

```
var map3 = function(){
    emit(this["FechaBOJA"],1)
}

var reduce3 = function(key,values){
    return Array.sum(values)
}

db.disposiciones.mapReduce(map3,reduce3,{query : {}, out : "map_res"})
db.map_res.find().sort({value : -1}).limit(1)
```

El resultado de esta consulta es:

```
{ "_id" : "01/08/2012", "value" : 242 }
```

3.1.4. Máxima cantidad de páginas utilizadas por cada tipo de disposición

```
var map4 = function(){
    emit(this["Tipo"],this["PaginaFinal"] - this["PaginaInicial"] + 1)
}

var reduce4 = function(key,values){
    res = values[0]
    for (var i=1; i < values.length; i++){
        if(res < values[i]){
            res = values[i]
        }
    }
    return res
}

db.disposiciones.mapReduce(map4,reduce4,{query : {}, out : "map_res"})
db.map_res.find()
```

El resultado de esta consulta es:

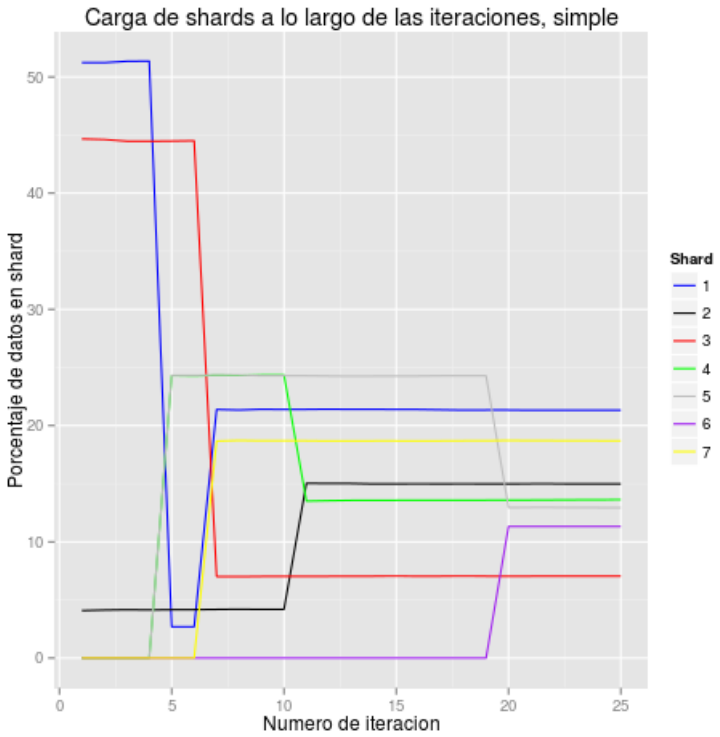
```
{ "_id" : "", "value" : 16 }
{ "_id" : "Acuerdos", "value" : 12 }
{ "_id" : "Acuerdos del Consejo de Gobierno", "value" : 83 }
{ "_id" : "Anuncios", "value" : 393 }
{ "_id" : "Candidaturas", "value" : 68 }
{ "_id" : "Certificaciones", "value" : 47 }
{ "_id" : "Circular", "value" : 3 }
{ "_id" : "Conflictos Positivos", "value" : 1 }
{ "_id" : "Correcciones de Erratas", "value" : 174 }
{ "_id" : "Correcciones de Errores", "value" : 99 }
{ "_id" : "Correcciones de erratas", "value" : 10 }
{ "_id" : "Correcciones de errores", "value" : 5 }
{ "_id" : "Corrección de errores", "value" : 1 }
{ "_id" : "Correción de errores", "value" : 1 }
{ "_id" : "Cuestiones de Inconstitucionalidad", "value" : 1 }
{ "_id" : "Decretos", "value" : 492 }
{ "_id" : "Decretos Legislativos", "value" : 37 }
{ "_id" : "Decretos del Presidente", "value" : 3 }
{ "_id" : "Decretos-leyes", "value" : 139 }
{ "_id" : "Edictos", "value" : 48 }
{ "_id" : "Instrucciones", "value" : 3 }
{ "_id" : "Leyes", "value" : 194 }
{ "_id" : "Notificaciones", "value" : 11 }
{ "_id" : "Orden", "value" : 7 }
{ "_id" : "Otros", "value" : 65 }
{ "_id" : "Reales Decretos", "value" : 1 }
{ "_id" : "Recursos de Inconstitucionalidad", "value" : 1 }
{ "_id" : "Requisitorias", "value" : 1 }
```

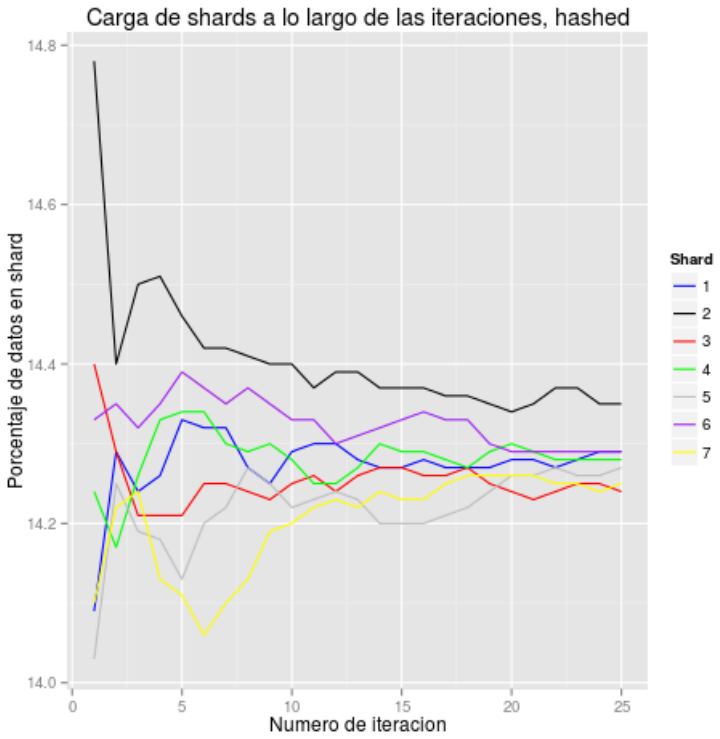
```
{ "_id" : "Resoluciones", "value" : 454 }
{ "_id" : "Órdenes", "value" : 634 }
{ "_id" : "Órdenes de Comision Delegada", "value" : 2 }
```

4. Ejercicio 3

4.1. Ejemplo de sharding en Mongo

Seguimos las sugerencias del enunciado y analizamos los efectos de usar sharding simple o hasheado en una base de datos en la que insertamos iterativamente tandas de a 20000 registros, para un total de 25 tandas. A continuación mostramos los gráficos de carga de los shards a lo largo de las iteraciones:





Recordemos que el atributo usado de clave para los shards simples es el codigo postal, que es un entero de hasta 6 dígitos. Cuando se usa un hash para shardear, se lo hace sobre el atributo _id.

Como podemos apreciar, cuando hacemos sharding hasheando, la distribución de los datos a lo largo de los shards tiende a estar bien balanceada. Por el contrario, si no se usa hash y en cambio se emplea el codigo postal directamente, mongo empieza cargando fuertemente dos shards, y recien despues de un rato empiezan a tener participacion los demás shards. Esto se debe a que la forma de determinar qué documentos van a qué shards cuando se shardea por código postal se determina en base a interavlos contiguos de esta variable, que mongo no conoce a priori y debe ir estimando. Una vez que la cantidad de datos crece, mongo puede inferir que la distribución del codigo postal es en uniforme entre cero y un millon y la carga se empieza a equilibrar entre los shards. Aún así, la carga nunca se empareja tanto como cuando hasheamos.

4.2. Características de un buen atributo para sharding

Para que un atributo sea un buen candidato para aplicar la técnica de sharding, debe ser tal que al particionar los datos por ese atributo, las clases que se formen sean de tamaños similares. Esto permite que la carga sobre los shards esté bien distribuída, no sólo en términos del volúmen de cada shard, sino también en el sentido de que los accesos y escrituras sean uniformes. Bajo estas condiciones obtendremos una mejor performance de I/O. Específicamente, la latencia y el tiempo de respuesta de los mismos serán bajos, gracias a que evitamos cuellos de botella.

Para ilustrar esto, pensemos en un mal ejemplo de sharding. Consideremos una base de datos que contenga los datos de los alumnos del Departamento de Computación de la facultad. Si hacemos sharding sobre el atributo *género*, tendremos dos shards completamente asimétricos en su tamaño. Claramente, la enorme mayoría de los accesos serán sobre el shard de alumnos de sexo masculino, lo cual tiene un obvio impacto en la performance.

Vale la pena mencionar que el sharding puede ser de utilidad no sólo para asegurar balanceo de carga. En ciertos sistemas, son habituales las consultas que necesitan revisar únicamente un subconjunto de todo el universo de elementos. En estos casos, es útil hacer sharding de modo tal de que uno de estos subconjuntos que nos

interesan estén separados en shards. Tomemos como ejemplo un base de datos de una red social, en la cual se hace sharding por el país de residencia de las personas. En este caso, podremos optimizar la consulta *amigos de una persona*, puesto que, en general, la mayor parte de los amigos de una persona están geográficamente cerca.

4.3. Ejemplos de sharding

Algunos ejemplos de una buena elección de un atributo para hacer sharding son los siguientes:

1. Sharding por atributo *género* en una base de datos del padrón electoral de un país.
2. Sharding por atributo *país de residencia* en una base de datos de personas de una red social.
3. Sharding por atributo *año de nacimiento* en una base de datos de personas nacidas durante cierto período de tiempo, fijo. Por ejemplo, durante la dictadura de 1976.

Se puede ver que en los tres casos, la proporción de los grupos en los que clasificamos es aproximadamente la misma, y que, a priori, no debería haber ninguna tendencia de acceso a un shard en particular.

Una alternativa siempre útil es hacer sharding utilizando hashing. Esto significa tomar un atributo cuya distribución sea más o menos uniforme (por ejemplo, un atributo identificatorio o un número de teléfono), y shardear utilizando el hasheo del atributo.

5. Ejercicio 4

Las bases de datos NoSQL del tipo *column family* almacenan la información, no por filas como las bases de datos SQL tradicionales, sino por columnas. Esto permite realizar queries que requieren acceder a grandes cantidades de datos eficientemente. Esta eficiencia se basa en dos hipótesis. La primera es que, en general, las consultas sólo requieren un subconjuntos de la totalidad de las columnas de una tabla, con lo cual resulta conveniente poder restrigirse sólo a las columnas necesarias. La segunda es que, cuando la cantidad de datos de la respuesta es grande, tendremos que leer casi todos los valores de una columna, por lo que resulta útil que estén almacenados consecutivamente.

Una base de datos de este tipo se compone de *familias de columnas*. Cada familia de columnas se compone de varias *claves de fila* (simbolizadas con K), y asociada a cada una de estas claves hay *columnas* (simbolizadas con C) con sus respectivos valores. Finalmente, asociado a cada clave de fila también suele almacenarse un timestamp, que es utilizado para determinar el tiempo de expiración de los datos.

Para diseñar bases de datos de este tipo, creamos, para cada query, una o más familias de columnas que sean capaces de responder a la consulta. Esto implica que los datos almacenados son estrictamente los requeridos para responder a las consultas.

5.1. Consultas

5.1.1. Los empleados que atendieron clientes mayores de edad

`idRow`	K
`legajo_empleado_que_atendio_mayor`	C ↑

En este caso, tenemos una clave de fila *dummy*, `idRow`, en la cual se almacenarán una secuencia de columnas `legajo_empleado_que_atendio_mayor`. Cada valor de una columna `legajo_empleado_que_atendio_mayor` es el identificador de un empleado que atendió a una persona mayor de edad.

La actualización de esta familia es sencilla. Cada vez que se realiza una venta, debemos verificar si el cliente es mayor de edad, en cuyo caso insertamos en la familia al empleado que lo atendió, siempre que no estuviera en la familia de antemano.

5.1.2. Los artículos más vendidos

codigo_articulo	K
cantidad_vendida	++

A cada artículo le asociamos un contador `cantidad_vendida`. Con esta información es fácil extraer aquellos artículos cuyo valor del contador sea máximo.

La actualización consiste en incrementar el contador de un artículo, cada vez que es vendido.

5.1.3. Los sectores donde trabajan exactamente 3 empleados

codigo_sector	K
legajo_empleado_del_sector	C ↑

Para cada sector, almacenamos todos los empleados que trabajan allí. Determinar aquellos sectores donde trabajan exactamente 3 empleados consiste en determinar cuáles tienen exactamente 3 columnas.

5.1.4. El empleado que trabaja en más sectores

Aqui podemos saber para un empledo todos los sectores donde trabajó, asi que también sabemos la cantidad.

legajo_empleado	K
codigo_sector_donde_trabaja	C ↑

La desventaja de esta implementación es que debemos revisar todos los empleados de la base de datos. En la siguiente solución alternativa remendamos eso agregando una tabla.

row_id	K
cantidad_sectores_trabaja	C ↑
empleados	

Entonces al agregar para un empleado un nuevo sector donde trabajo, primero nos fijamos si en la primera tabla aparece dicho sector. Si es asi no actualizamos nada. Sino, sea e el id el numero de legajo del empleado, s el nuevo sector y n la cantidad de anterior donde trabajaba. Debemos remover a e de aquellos que trabajaban en n secciones y agregarlo en $n + 1$. Además, hay que actualizar la primera tabla.

Mateniendo esta relación solo tenemos que ver la primera columna de *cantidad_sectores_trabaja* y tomar algún empleado.

5.1.5. Ranking de los clientes con mayor cantidad de compras

Este es realmente muy similar al caso anterior. Podríamos decir, tal vez, que puede haber muchas cantidades de compras por usuario, pero esto no debería ser un problema. Proponemos:

dni_usuario	K
ids_compras_realizadas	C ↑

row_id	K
cantidad_compras_realizadas	C ↑
empleados	

Notar que en las primeras columnas tenemos, justamente, los clientes que más compraron.

En cambio, si no nos interesa cuales fueron exactamente las compras y podemos recorrer toda la base de datos, las siguiente alternativa resulta razonable:

dni_cliente	K
cantidad_compras	++

Es decir, un contador de cantidad de compras por cliente.

5.1.6. Cantidad de compras realizadas por clientes de misma edad

Asumiendo que no necesitamos los clientes, sino solo la cantidad, podemos tener la siguiente implementación, que es basicamente un contador por edad posible de cliente.

edad_cliente	K
cantidad_compras	++

5.2. Consultas MapReduce

El motor de bases de datos column-family Cassandra soporta MapReduce desde abril de 2010. Además provee la posibilidad de integrarse con Apache Hadoop, herramienta que permite realizar procesamientos distribuidos de datos, y que incorpora un motor de consultas MapReduce. Esto hace que la forma de pensar las consultas MapReduce depende de la interfaz que provee Hadoop, y no de la clase de bases de datos que vamos.

Hadoop tiene ciertas características que impactan en la ejecución de consultas MapReduce. Algunas de ellas son:

- **Escalabilidad.** Es capaz de majear volúmenes de datos importantes, al nivel de miles de nodos, cada uno con una carga de varios terabytes de información.
- **Usabilidad.** Es muy simple de usar, el programador solo debe escribir los procedimientos realcionados con map-reduce.
- **Resistencia a fallos.** Ante la caida de un nodo el sistema puede seguir operando.

Para realizar las consultas MapReduce del Ejercicio 2 para column oriented, primero deberíamos generar una o varias tablas, que contengan toda la información que queremos consultar. En este caso, deberíamos generar un diseño orientado a columnas, para los archivos JSON. Esto es lo único que cambia, puesto, las consultas MapReduce son análogas. La clave de una emisión de MapReduce es una clave de fila (K) columna (C) cualquiera y el valor asociado a esta clave es alguna función del resto de los valores de la fila.

5.3. Sharding

Cassandra provee un mecanismo de sharding sobre un cluster de nodos, mediante hashing. Cada registro insertado se almacena en una serie de nodos dado por el hashing de una clave del registro. Para determinar a qué nodo corresponde cierto valor del hash, se disponen los nodos formando un anillo, de modo tal que cada porción del anillo le corresponde a un nodo y a cierto rango de valores de hash.

Al utilizar sharding por hash, tenemos asegurada la uniformidad en la distribución de los datos, siempre y cuando sepamos que el atributo que se está hasheando también aparece con una distribución uniforme. En el caso del Ejercicio 3, el atributo `codigo_postal` se asume que tiene distribución uniforme (se generan en forma aleatoria), con lo cual la carga de los shards estará balanceada. Del mismo modo, si se hace sharding por un atributo `_id`, generado aleatoriamente, obtendremos una uniforme distribución de la carga.

6. Conclusión

En este trabajo hemos estudiado dos modelos de bases de datos no relacionales.

Por un lado, hemos visto, en profundidad, cómo realizar un modelado de una *document oriented*, responder consultas sobre la base de datos, realizar consultas MapReduce, y aplicar técnicas de sharding para que los accesos a la base de datos en un hipotético escenario de clustering, sea eficiente. Se pudo ver que este el modelado en esta clase de bases de datos es sencillo, y permite que las consultas sean más sencillas que en SQL tradicional, puesto que este diseño se orienta específicamente a responder las consultas de nuestro interés. La capacidad de realizar consultas MapReduce y de utilizar sharding ponen en evidencia lo preparado de esta clase de base de datos para un escenario de cómputo distribuído, en el cual los datos se distribuyen sobre más de una computadora. Bajo ciertas hipótesis de uniformidad sobre la información ingresada en la base de datos, mostramos que el sharding permite balancear la carga de datos sobre todos los shards, lo cual, en el mundo real, tiene un impacto no sólo en la optimización de los recursos de hardware (ningún nodo requiere demasiado disco), sino también desde el punto de vista del tiempo de respuesta de las queries (el ancho de banda necesario para mantener un delay aceptable es bajo, pues no hay nodos que sean cuellos de botella). Además, en muchos casos donde se trabaja con cantidades enormes de datos, SQL es imposible de utilizar. La gran ventaja de las bases de NOSQL es que permite que escalen en forma horizontal, ademas de vertical. Es decir, hablando en forma simplificada, para procesar un mayor flujo en SQL tradicional necesitamos una *mejor* computadora, en cambio en NOSQL podemos utilizar una *mayorcantidad* de computadoras. Por otro lado, estudiamos superficialmente el modelo *column oriented*. Como se vió, este modelo provee prestaciones similares, al permitir tanto consultas MapReduce como sharding. La disyuntiva en la elección entre document oriented y column oriented dependerá fuertemente del contexto en el que estemos trabajando. De hecho, incluso dentro de una misma familia, dada la gran cantidad de oferta de bases de datos NOSQL, existen diferentes implementaciones, con ventajas y desventajas que el desarrollador deberá evaluar a la hora de su elección.