# Big Data, MapReduce y el ecosistema Hadoop

**Bases de Datos No Relacionales**

Instituto de Computación, FING, UdelaR – 2021

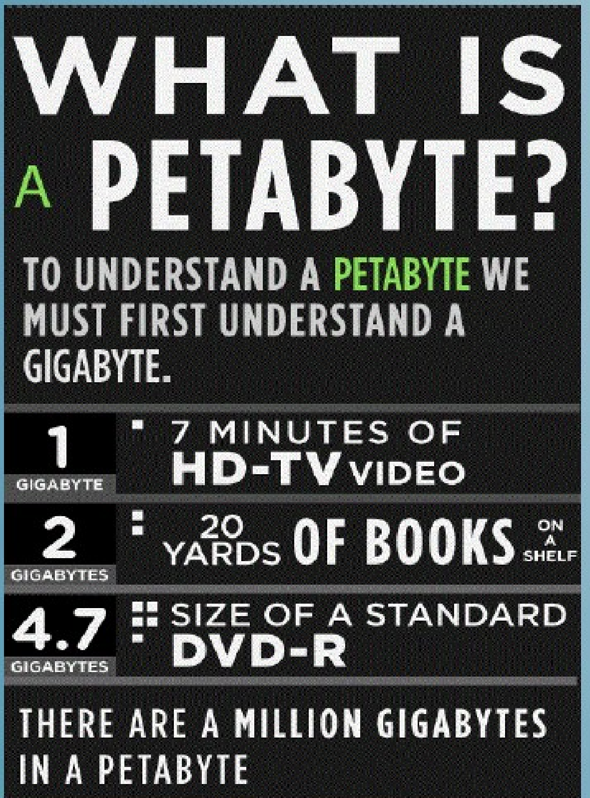
# Agenda

- **Big Data: algunas definiciones**
- El paradigma de programación MapReduce
- Patrones de diseño sobre MapReduce
- Hadoop y *Hadoop Distributed Filesystem*

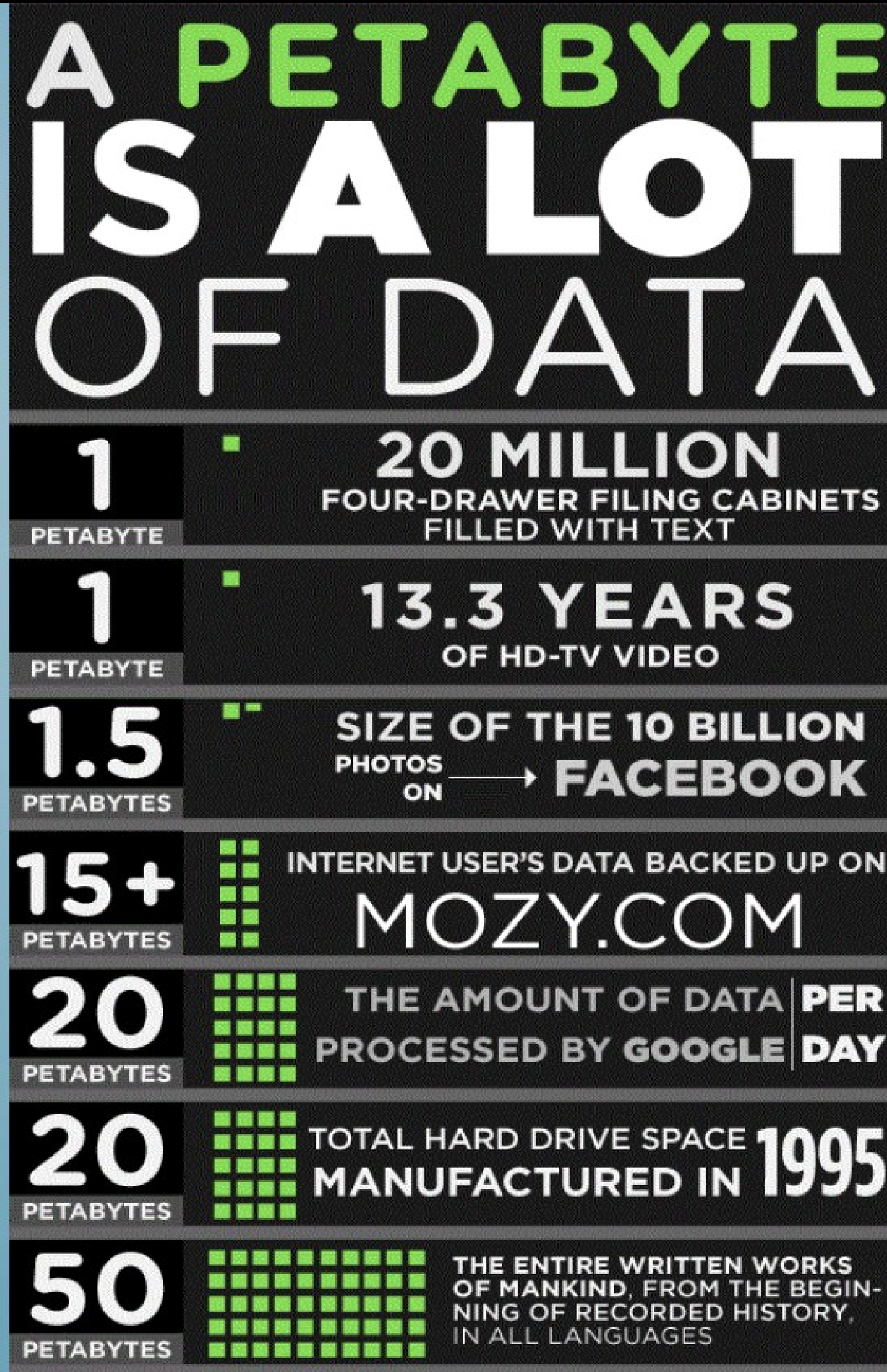

Fuente: http://www.usine-digitale.fr/

## SO WHAT IS A PETABYTE ANYWAY?

Source – www.mozy.com



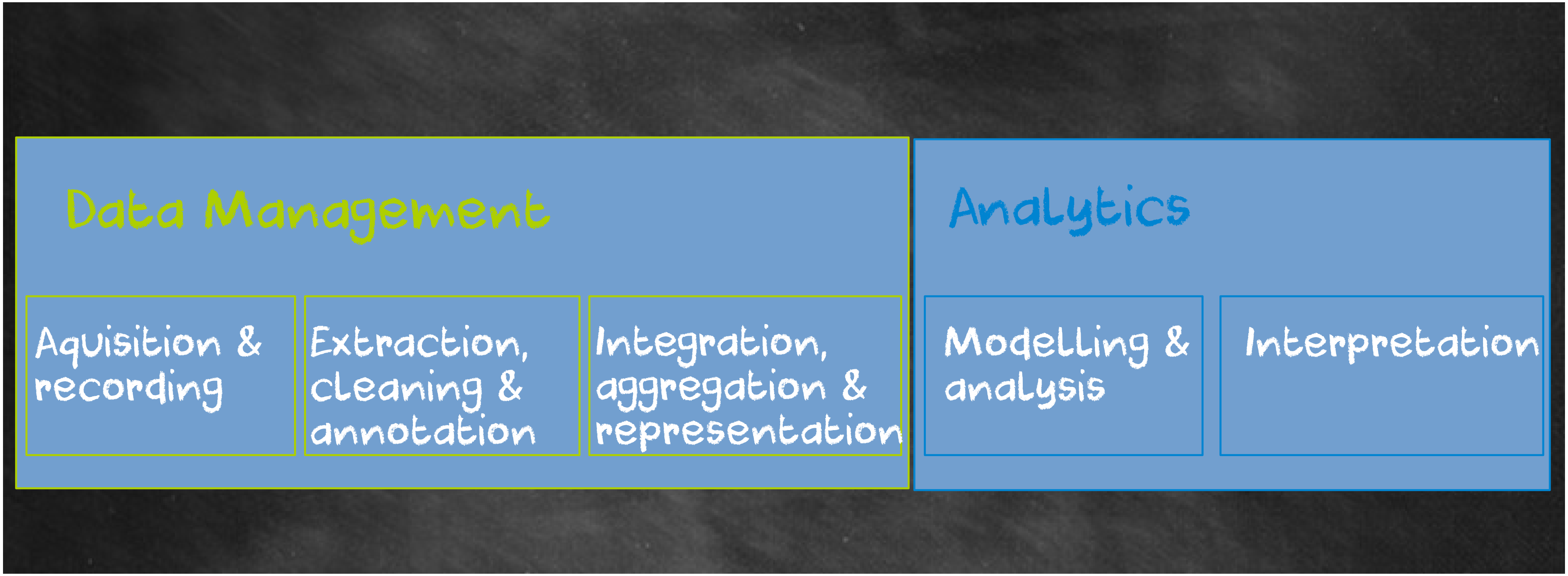

*"Let me repeat that: we create as much information in two days now as we did from the dawn of man through 2003."* *(That's something like 5 Exabytes of Data). - Eric Schmidt – Google 8/10*




**Twitter:**
Over 7TB a Day in Tweets.

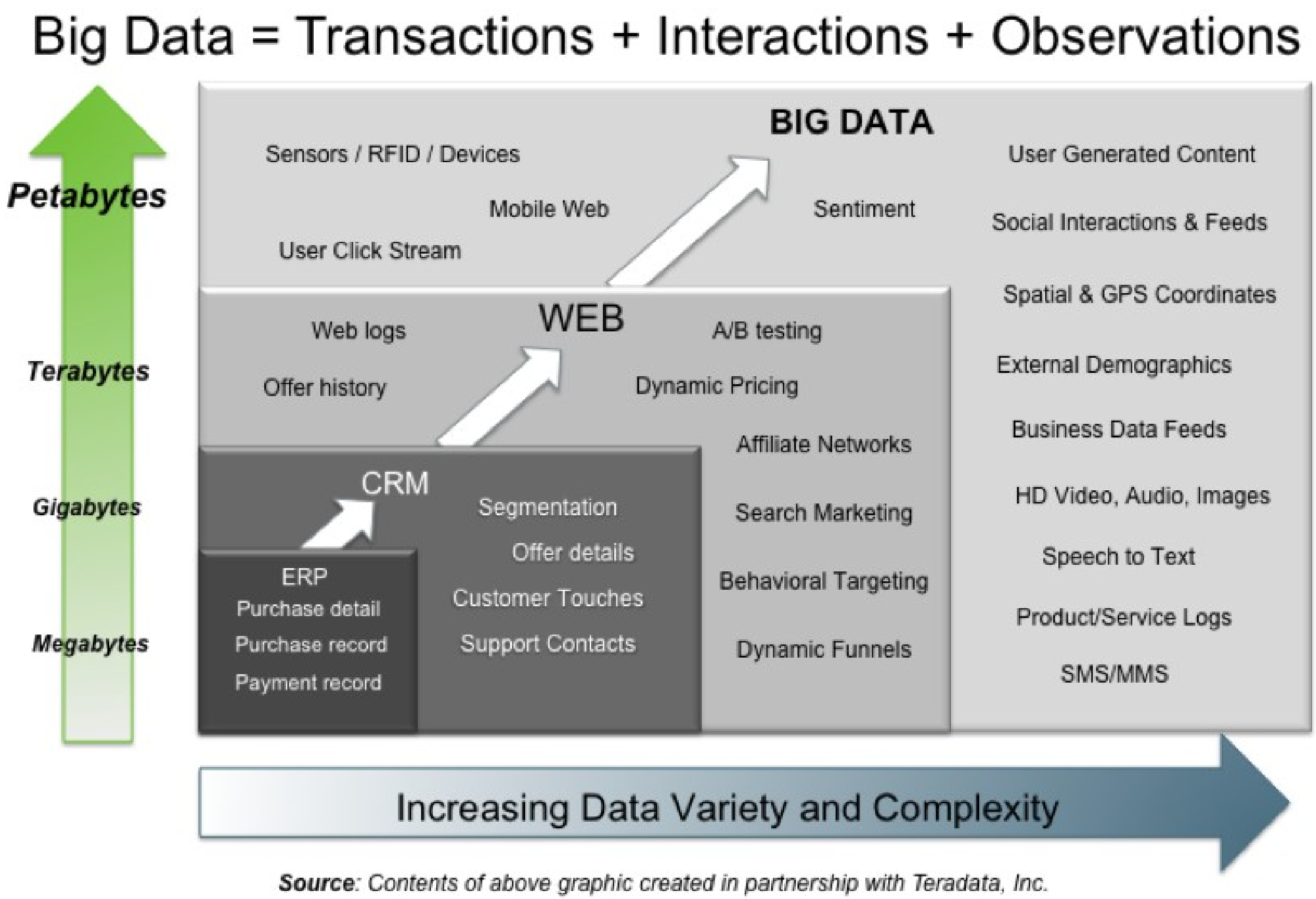
**A ZETABYTE IS ONE MILLION PETABYTES!**

**Facebook:**
More that 750 Million Users.
Average user creates 90 Pieces of content each month.
More than 30B pieces of content shared each month.


Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. A. Gandomi | M.Haider , IJIM 2015

# Sobre la naturaleza del Big Data




Fuente: http://hortonworks.com/blog/7-key-drivers-for-the-big-data-market/

# Big Data y la frescura del dato

- El "mundo viejo" trabaja sobre transacciones, datos históricos
- Este nuevo mundo en algunos casos trabaja sobre datos casi en *real-time*
  - *Ej:*
    - *stream analytics*
    - *sentiment analysis*

# Big Data para la academia

Michael Stonebraker considera que *Big Data* quiere decir al menos tres cosas:

- gran **volumen**
  - análisis de datos simple (SQL)
  - análisis de datos complejo (no SQL)
- gran **velocidad**
  - "drink from a fire hose"
- gran **variedad**
  - intregrar una gran cantidad de fuentes diversas

M. Stonebraker Big Data Means at Least Three Different Things....,
http://www.nist.gov/itl/ssd/is/upload/NIST-stonebraker.pdf
http://www.bizjournals.com/boston/blog/startups/2013/03/michael-stonebraker-what-is-big-data.html

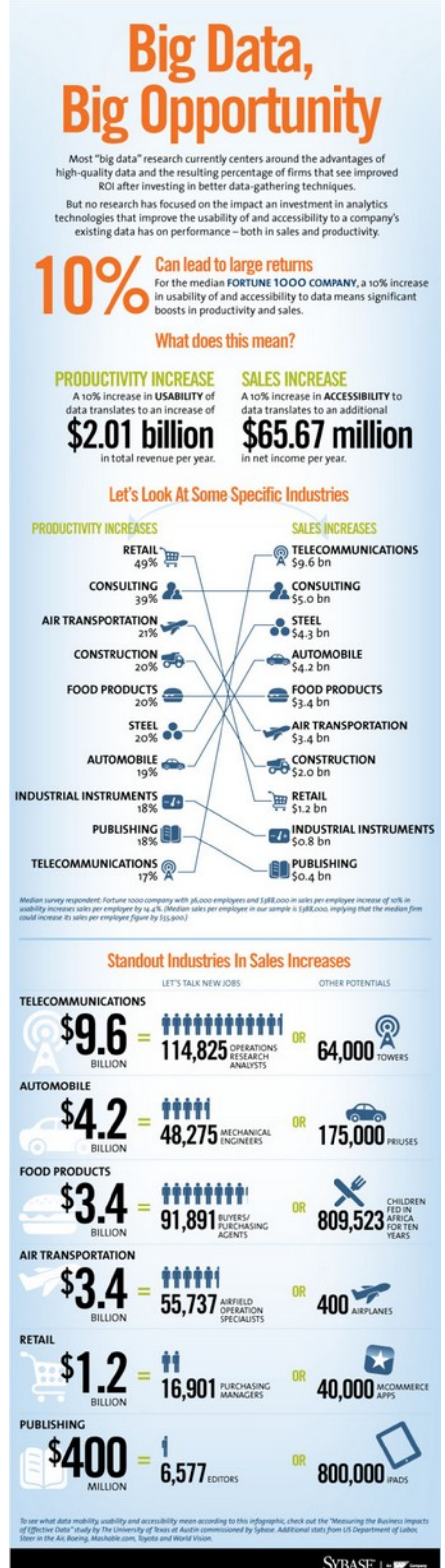
# Big Data representa una disrupción

- Michael Stonebraker: "Big Data, Technological Disruption and the 800 Pound Gorilla in the Corner" (setiembre 2018) https://www.youtube.com/watch?v=KRcecxdGxvQ

# Big Data y la industria

- 85% of Fortune1000 companies have big data initiatives planned or in progress
- 83% say they'll consider making greater use of real-time data in 2013
- 63% say use of info (including big data) and **analytics** is creating competitive advantage. 73% say leveraging data has increased value.
- 84% say using data helps make better business decisions
- 65% say company leadership sees data management/analysis as source of value, not a drain on resource

Big data: What you need to know from the new Econsultancy report, 2013.



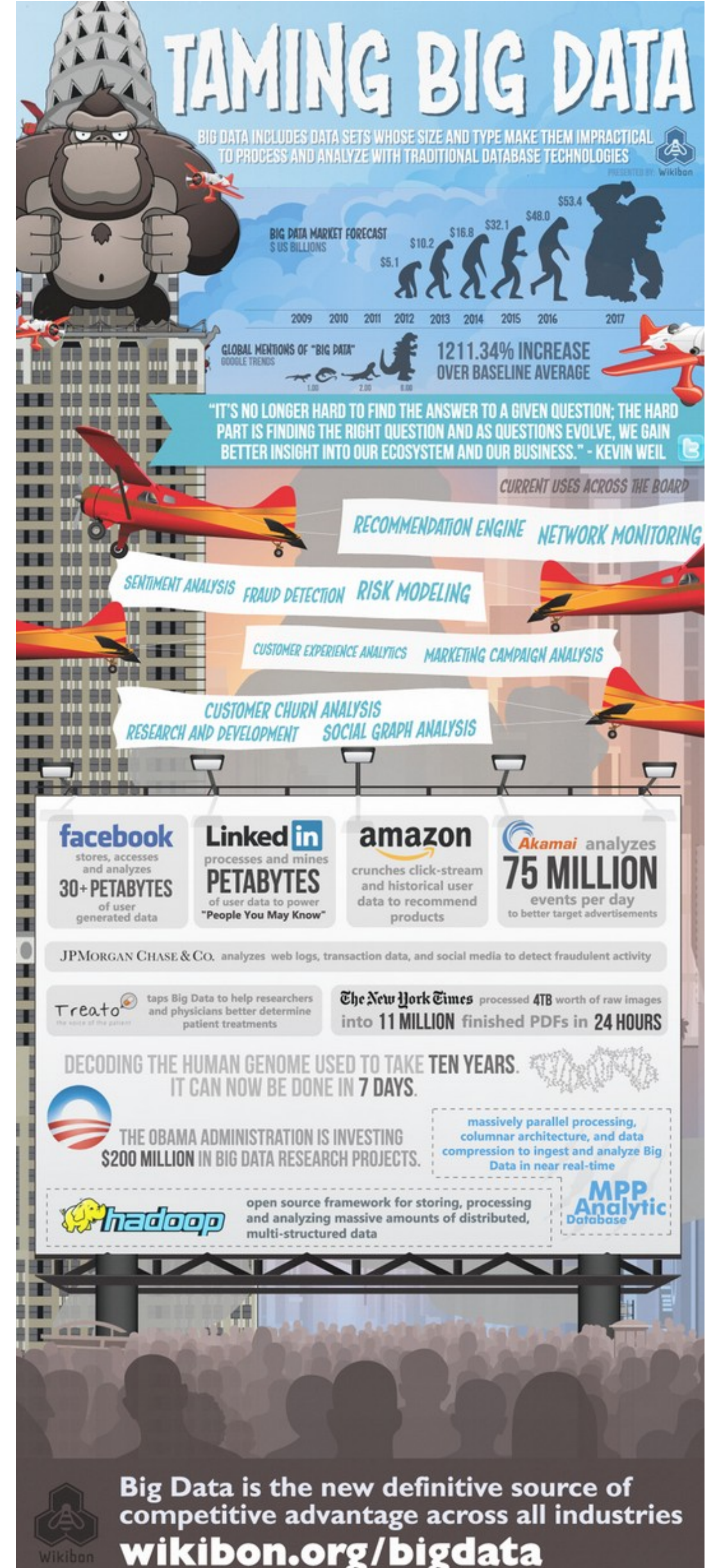
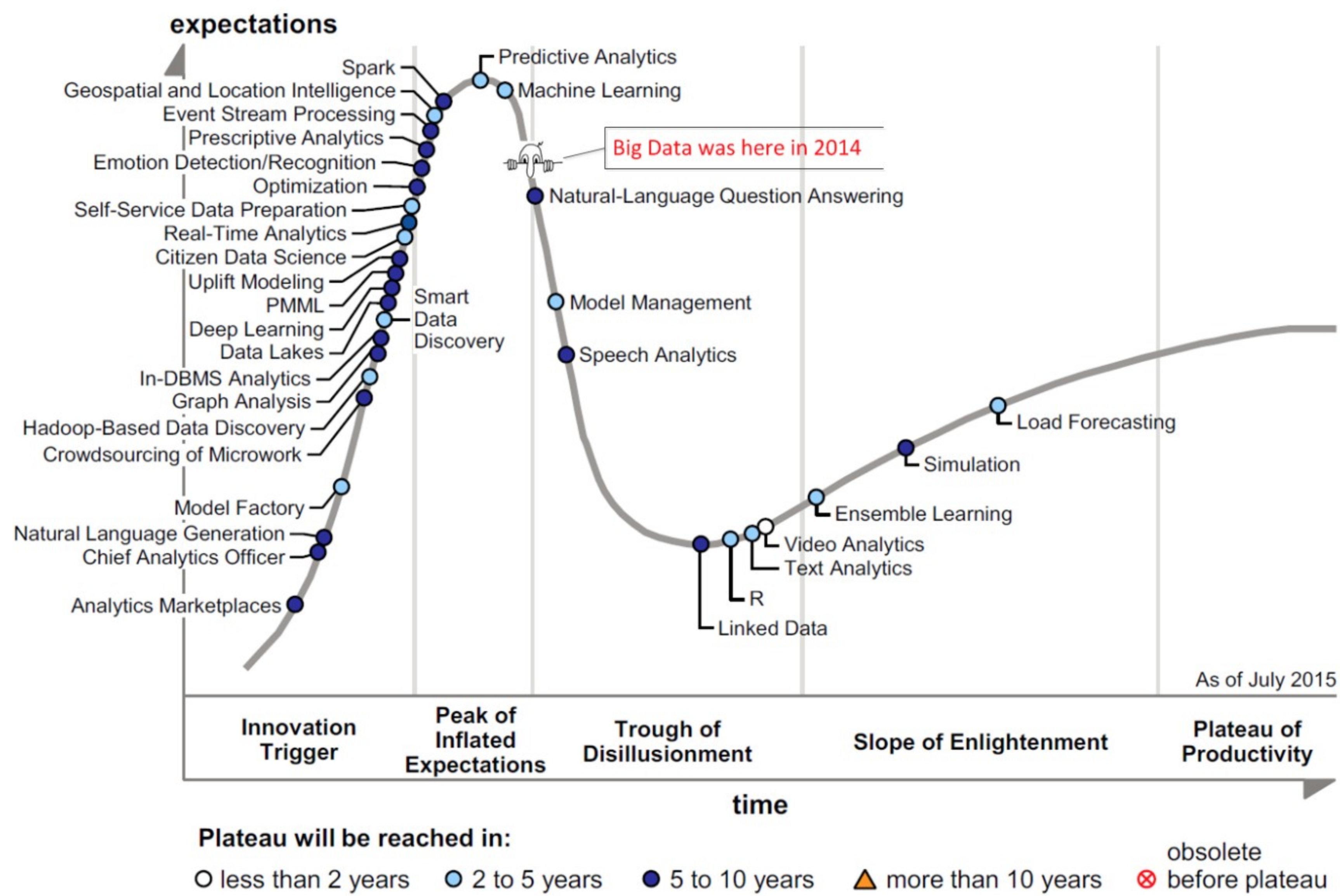



Figure 1. Hype Cycle for Advanced Analytics and Data Science, 2015




Source: Gartner (July 2015)

https://www.datasciencecentral.com/profiles/blogs/big-data-falls-off-the-hype-cycle

# Agenda

- Big Data: algunas definiciones
- **El paradigma de programación MapReduce**
- Patrones de diseño sobre MapReduce
- Hadoop y Hadoop Distributed Filesystem

# MapReduce

- Paradigma de programación paralela
- Entorno de ejecución distribuido.
- El modelo básico tiene dos fases:
  - Fase **map**: generar parejas (clave,valor) a partir de la entrada
  - Fase **reduce**: agrupar las parejas a partir del valor de la clave y producir una salida

Dean, Jeffrey, and Sanjay Ghemawat. "MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters." OSDI (2004)

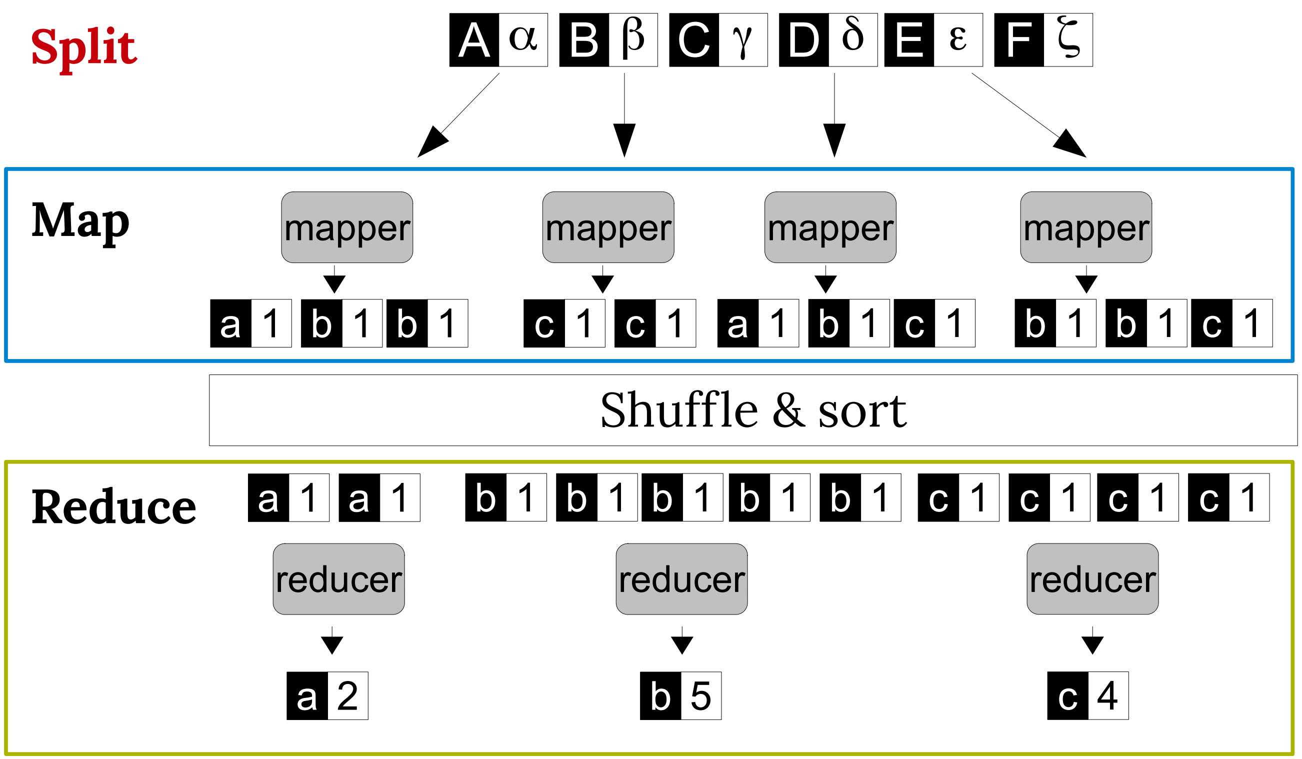
# MapReduce (ii)

- En el modelo básico se deben programar dos funciones:
  - map: $(k_1,v_1) \rightarrow [(k_2,v_2)]$
  - reduce: $(k_2,[v_2]) \rightarrow [(k_3,v_3)]$

- Vamos a aplicarlo a un problema simple: conteo de palabras

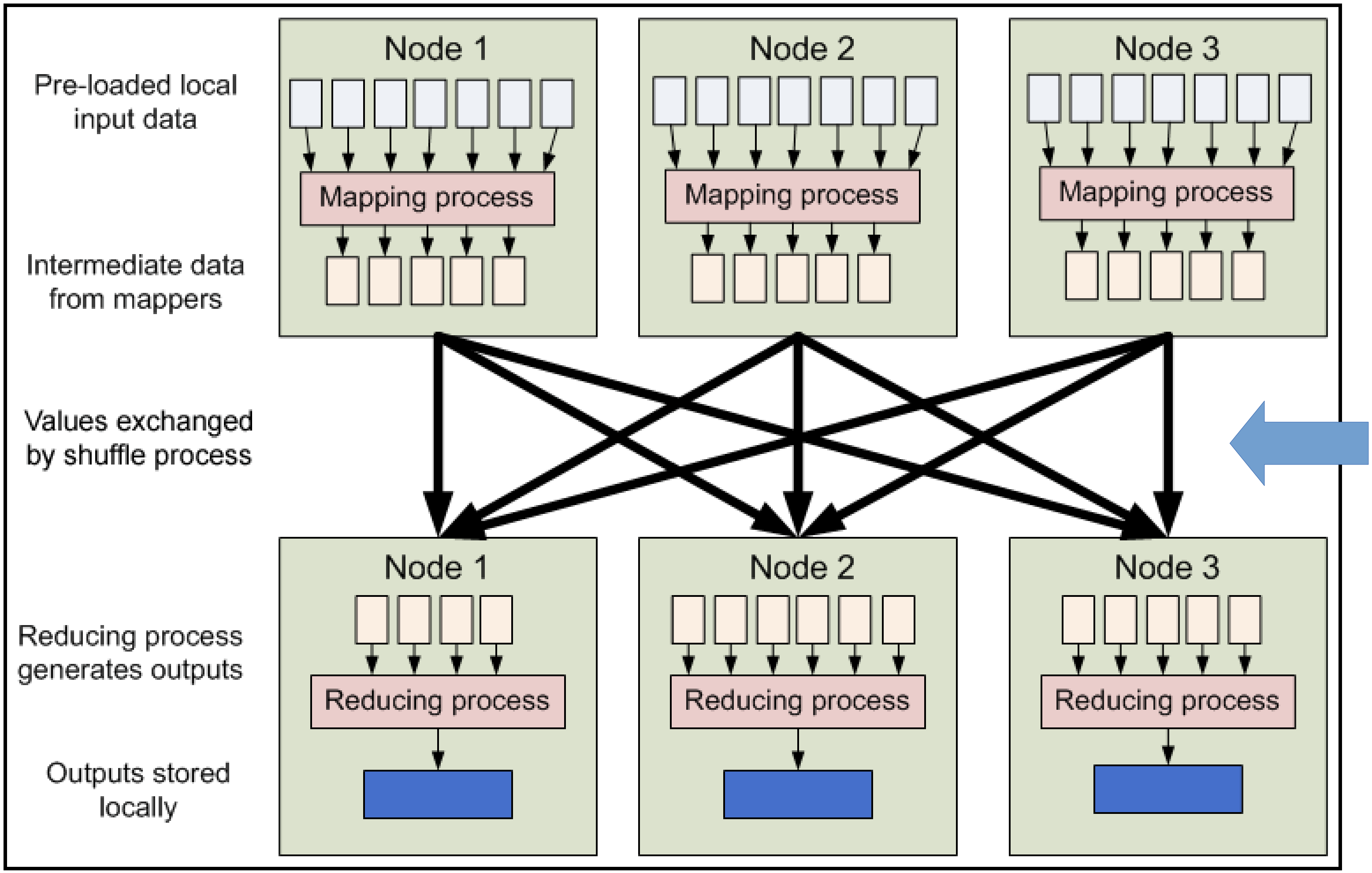
# Ejemplo: conteo de palabras

- Dado un texto contar la cantidad de ocurrencias de cada palabra




```
class MAPPER
    method MAP(docid a, doc d)
        for all term t ∈ doc d do
            EMIT(term t, count 1)
```

```
class REDUCER
    method REDUCE(term t, counts [c1, c2, ...])
        sum ← 0
        for all count c ∈ counts [c1, c2, ...] do
            sum ← sum + c
        EMIT(term t, count sum)
```

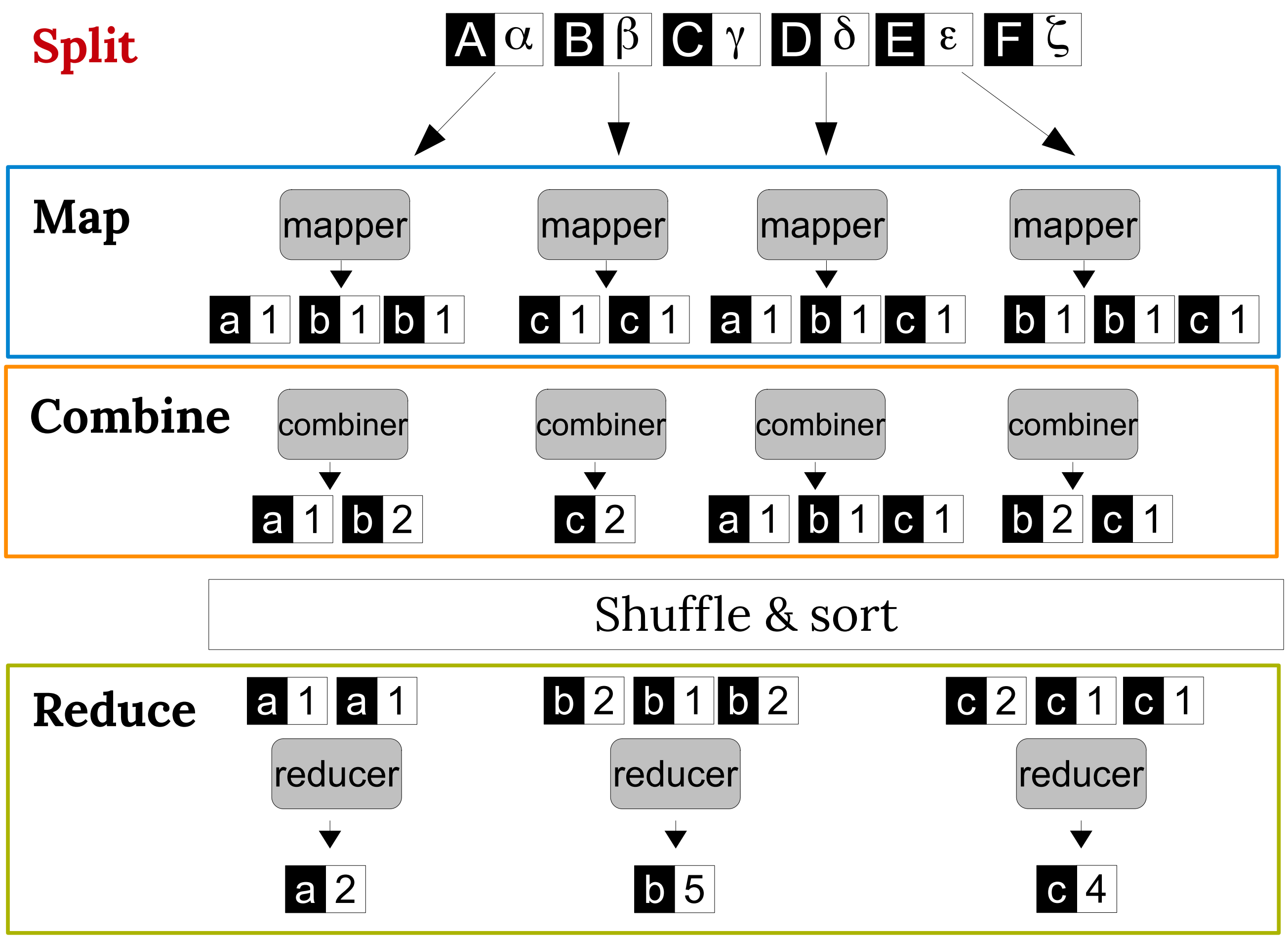



Reducir todo lo posible la cantidad de datos que pasan a la fase de *reduce*

"Hadoop Tutorial from Yahoo!" by Yahoo! Inc.

# Conteo de palabras : *combiners*

- Permiten computar resultados parciales a la salida de cada *mapper* (mini-reducers)



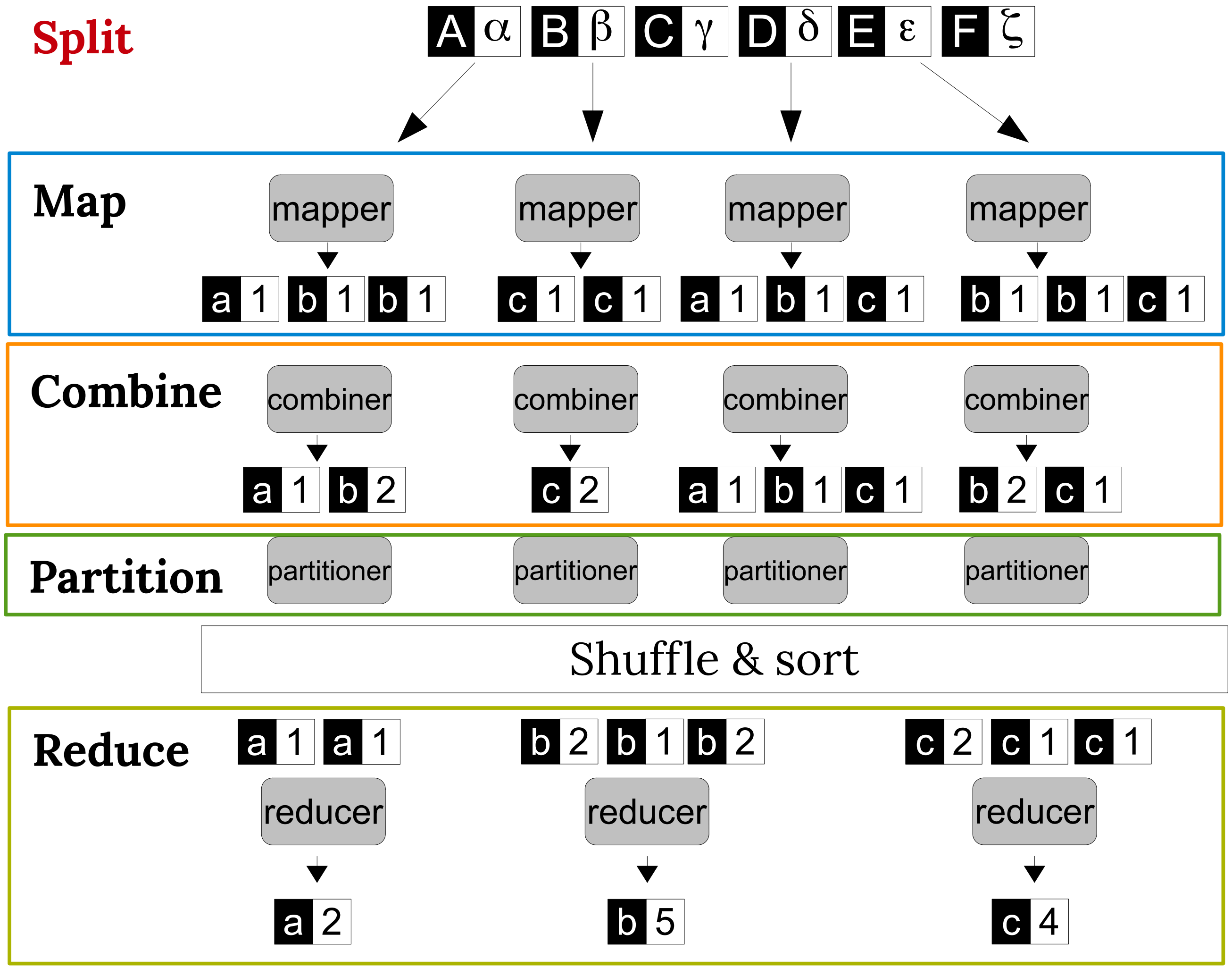

```
class Mapper
    method Map(docid a, doc d)
        for all term t ∈ doc d do
            Emit(term t, count 1)
```

```
class Reducer
    method Reduce(term t, counts [c1, c2, ...])
        sum ← 0
        for all count c ∈ counts [c1, c2, ...] do
            sum ← sum + c
        Emit(term t, count sum)
```

```
class Reducer
    method Reduce(term t, counts [c1, c2, ...])
        sum ← 0
        for all count c ∈ counts [c1, c2, ...] do
            sum ← sum + c
        Emit(term t, count sum)
```

# Conteo de palabras : *partitioners*

- Permiten determinar cómo se distribuyen las parejas en los diferentes *reducers*




Un método de particionado sencillo consiste en computar hash(k) MOD #reducers.

# Agenda

- Big Data: algunas definiciones
- El paradigma de programación MapReduce
- **Patrones de diseño sobre MapReduce**
- Hadoop y Hadoop Distributed Filesystem

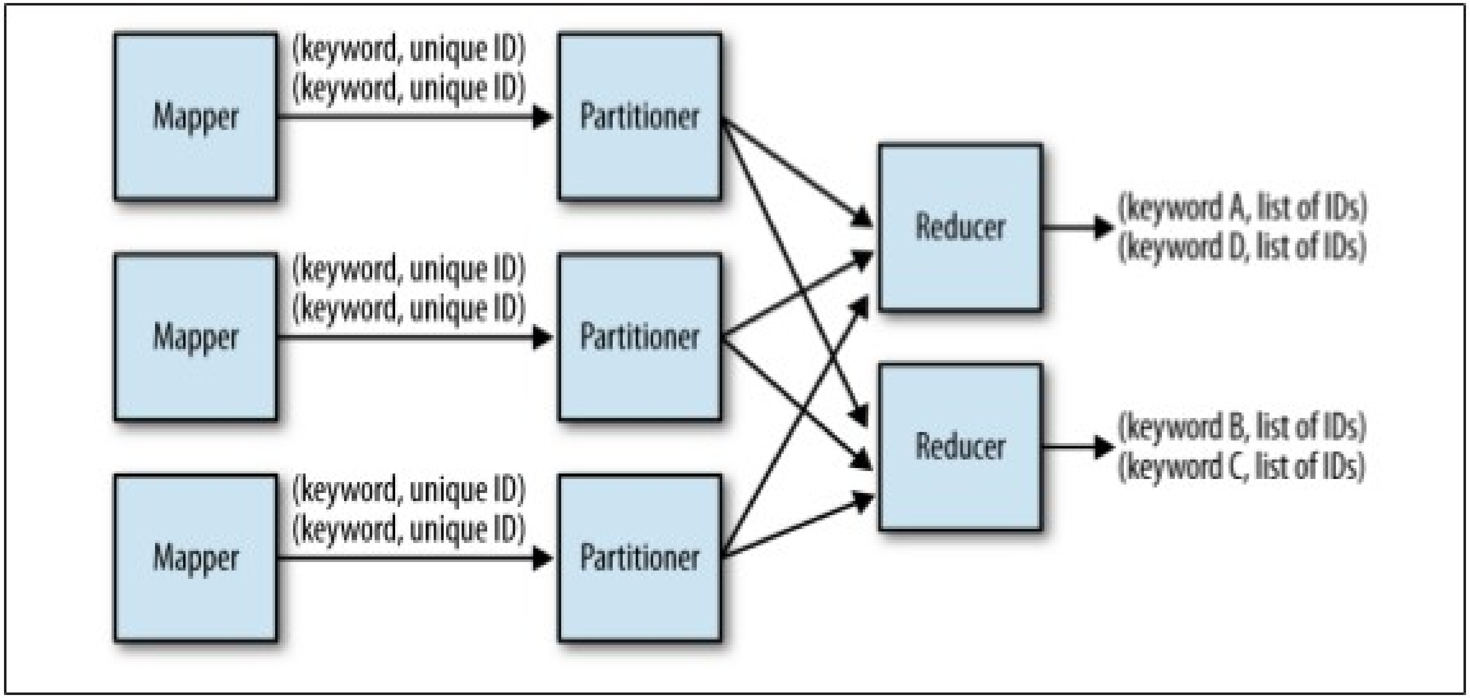
# Patrones en MapReduce

- No puedo resolver cualquier problema con esta técnica
- Para algunos problemas hay patrones de diseño definidos:
  - Sumarización e indexado
  - Filtrado
  - Organización de datos (particionado, transformaciones)
  - Join

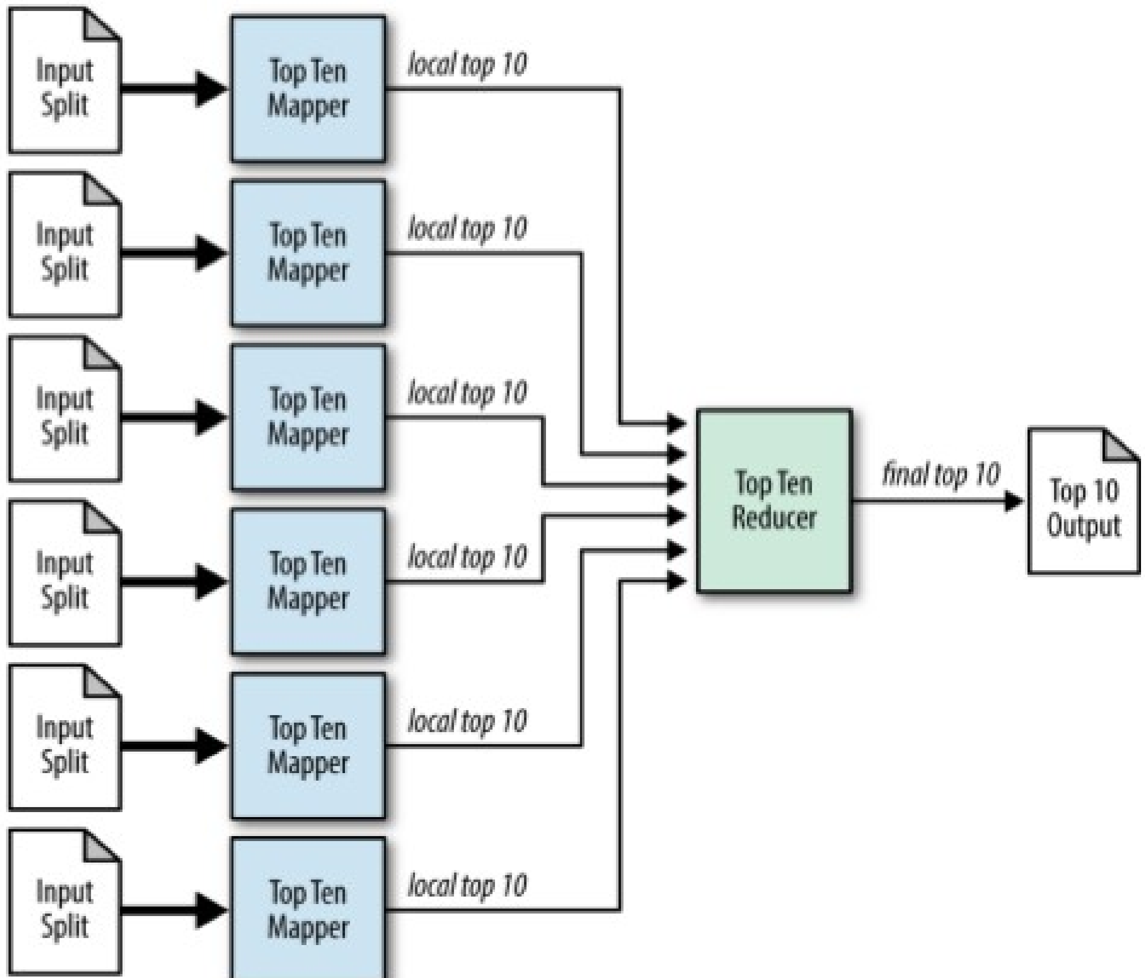
Donald Miner and Adam Shook. MapReduce Design Patterns Building Effective Algorithms and Analytics for Hadoop and Other Systems. O'Reilly Media,Inc., 2012.

# Indices inversos

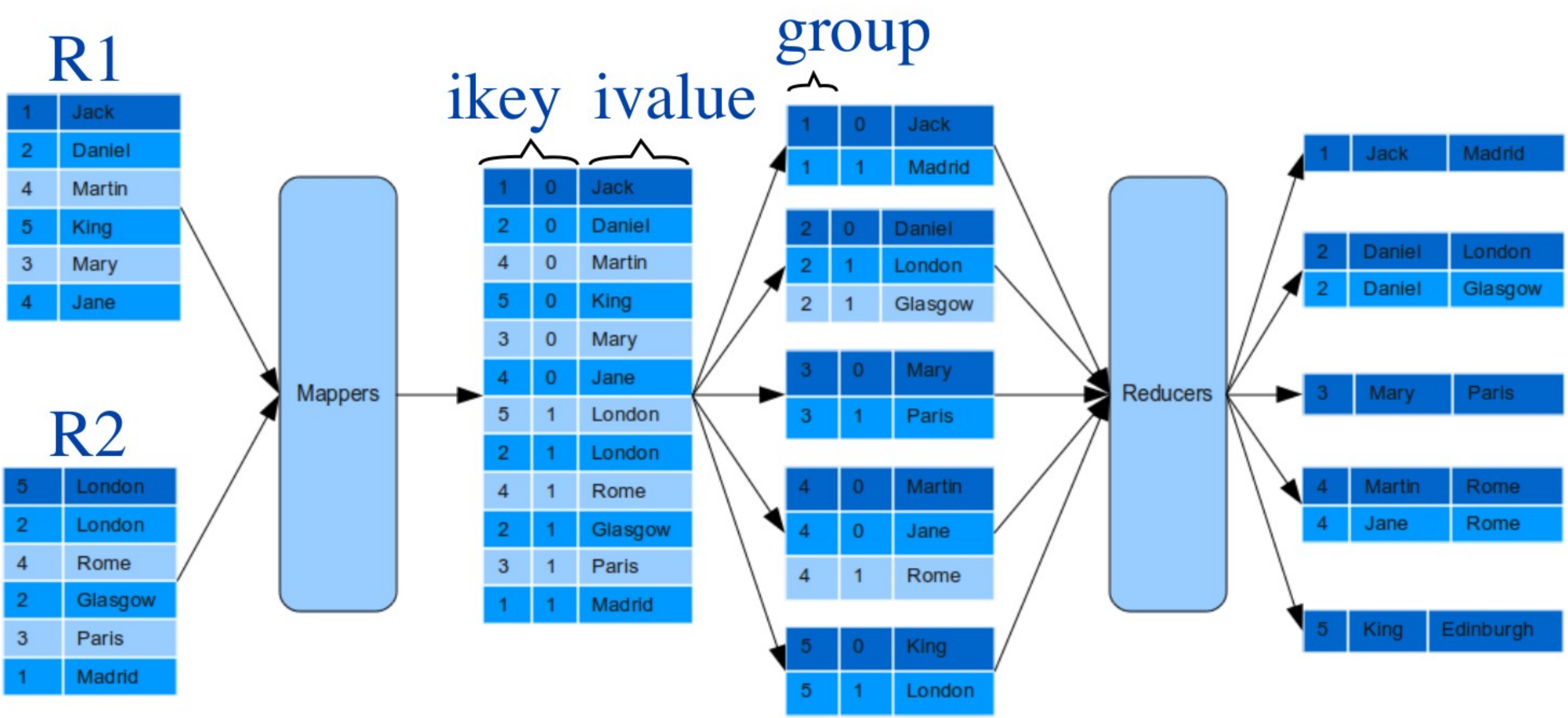
- Fue el caso de uso que dio origen a MapReduce en Google
- Construir una lista de URLs que contienen cierta palabra



# Filtrado: top - k

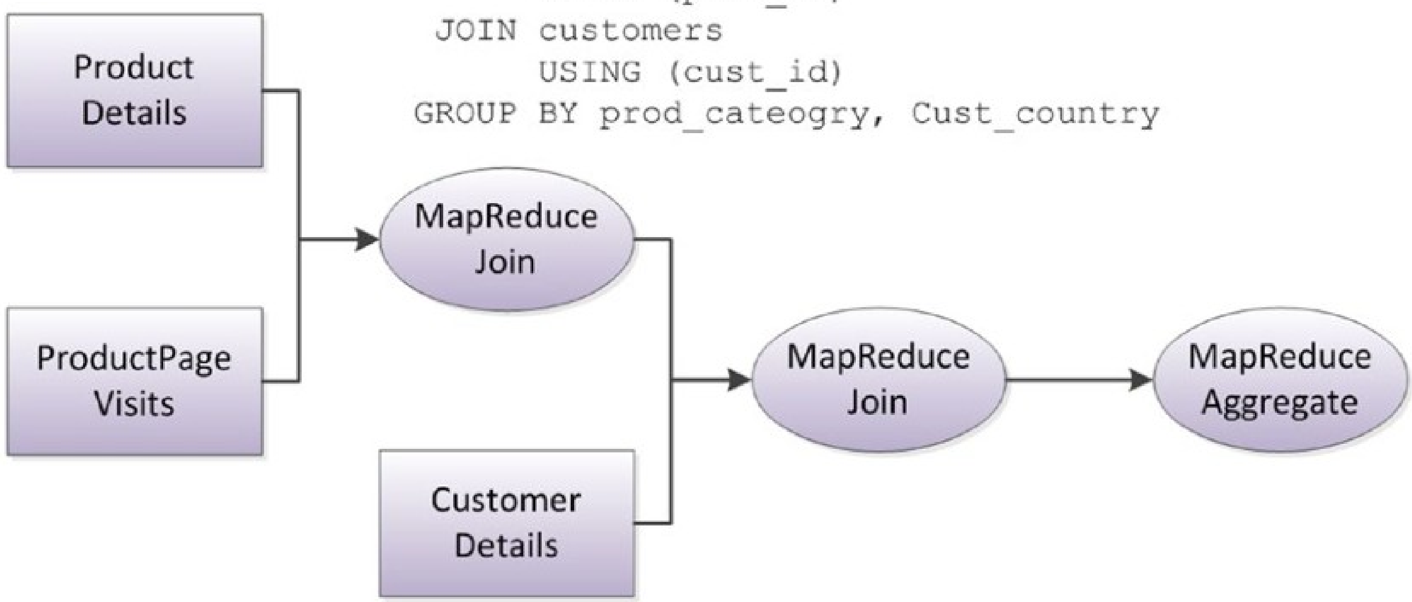


# Patrones de Join (reduce side join)



# Componiendo tareas

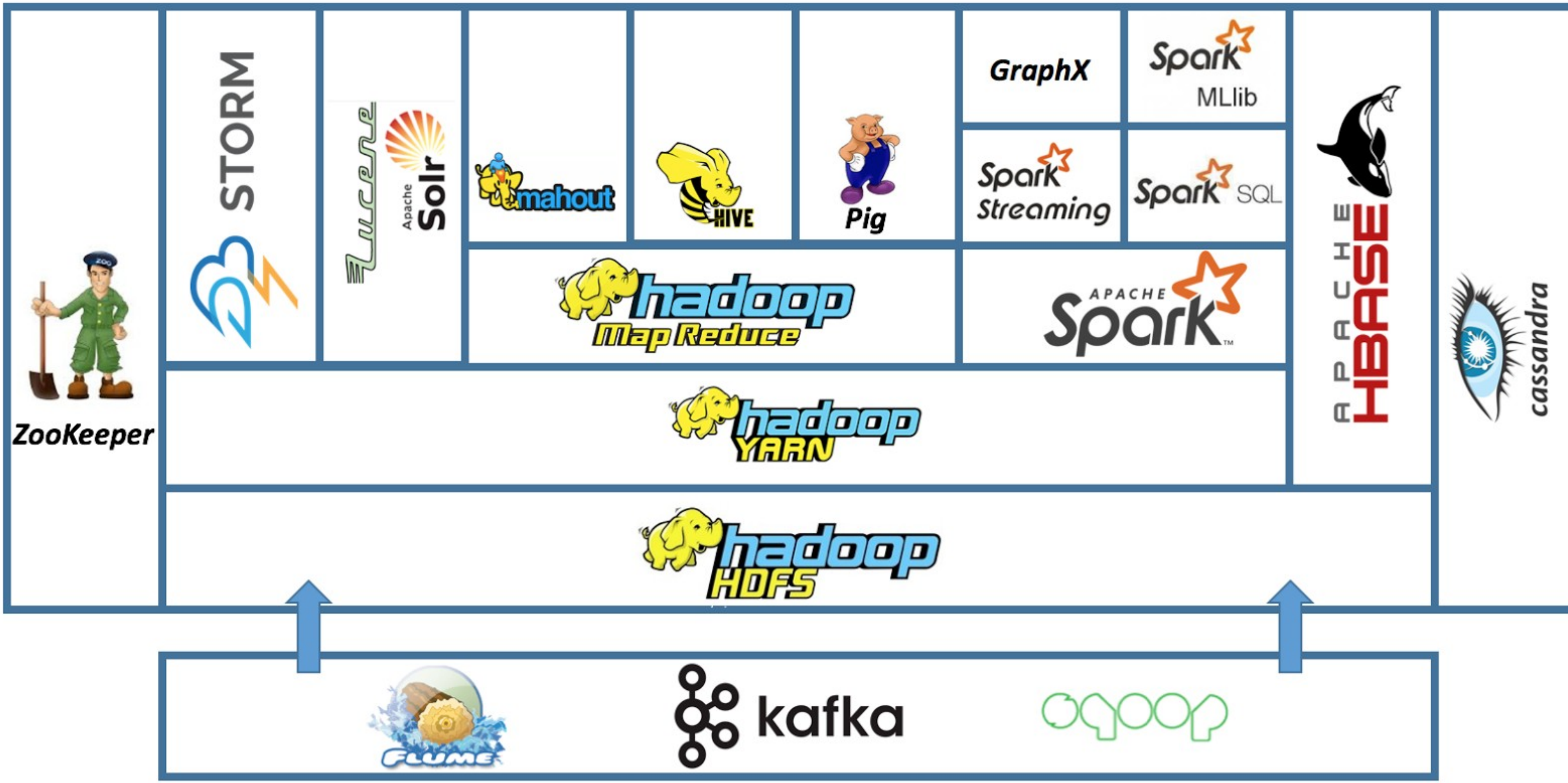
```
Equivalent of:

SELECT prod_category, Cust_country,
       SUM(visits)
  FROM products
  JOIN product_page_visits
       USING (prod_id)
  JOIN customers
       USING (cust_id)
 GROUP BY prod_cateogry, Cust_country
```




Next Generation Databases, Guy Harrison

# Agenda

- Big Data: algunas definiciones
- El paradigma de programación MapReduce
- Patrones de diseño sobre MapReduce
- **Hadoop y Hadoop Distributed Filesystem**



ZooKeeper
STORM
Lucene
Apache Solr
mahout
HIVE
Pig
GraphX
Spark MLlib
Spark Streaming
Spark SQL
hadoop Map Reduce
APACHE Spark
hadoop YARN
APACHE HBASE
cassandra
hadoop HDFS
FLUME
kafka
sqoop

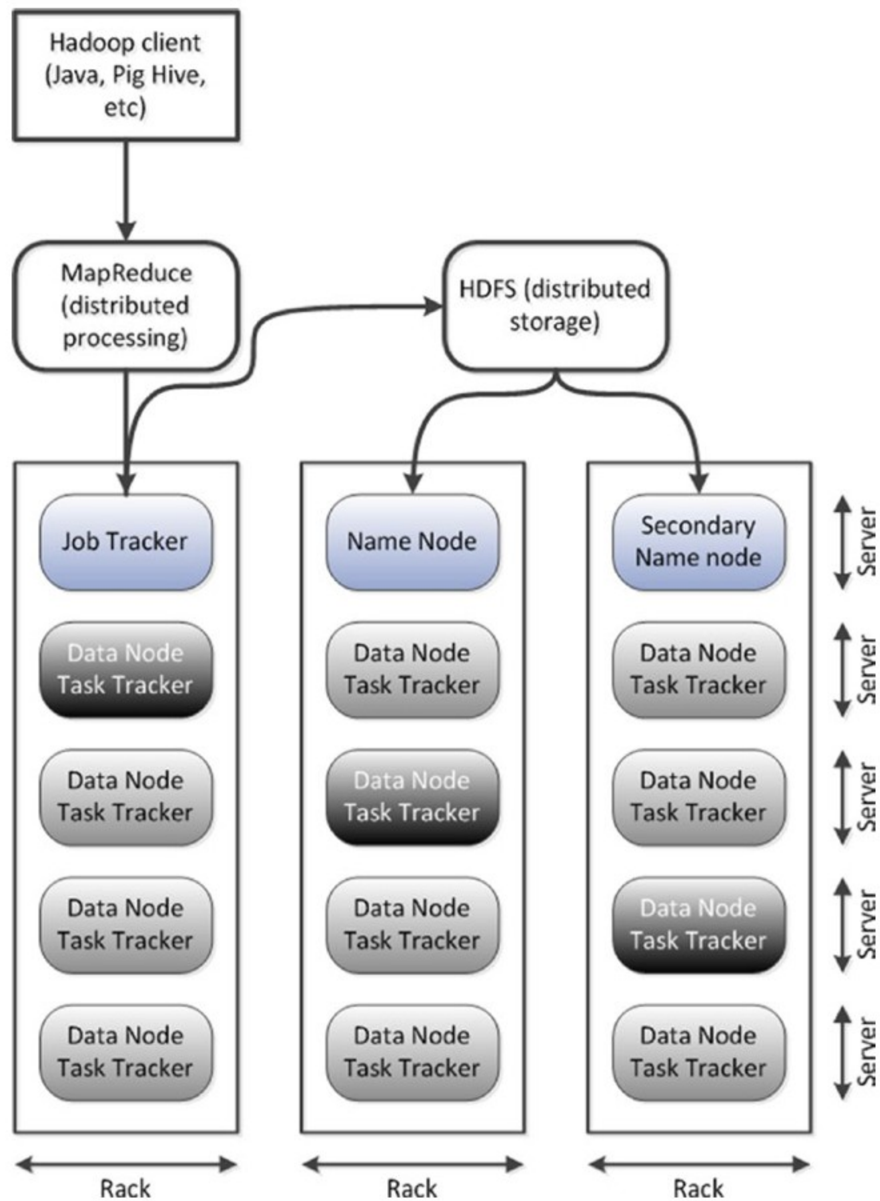
# Hadoop: algunas características

- Un entorno de ejecución distribuído.
- Pensado para ejecutar en *commodity hardware.*
- Altamente escalable.
- Redundancia de datos.
- *Schema on read* en lugar de *Schema on write.*

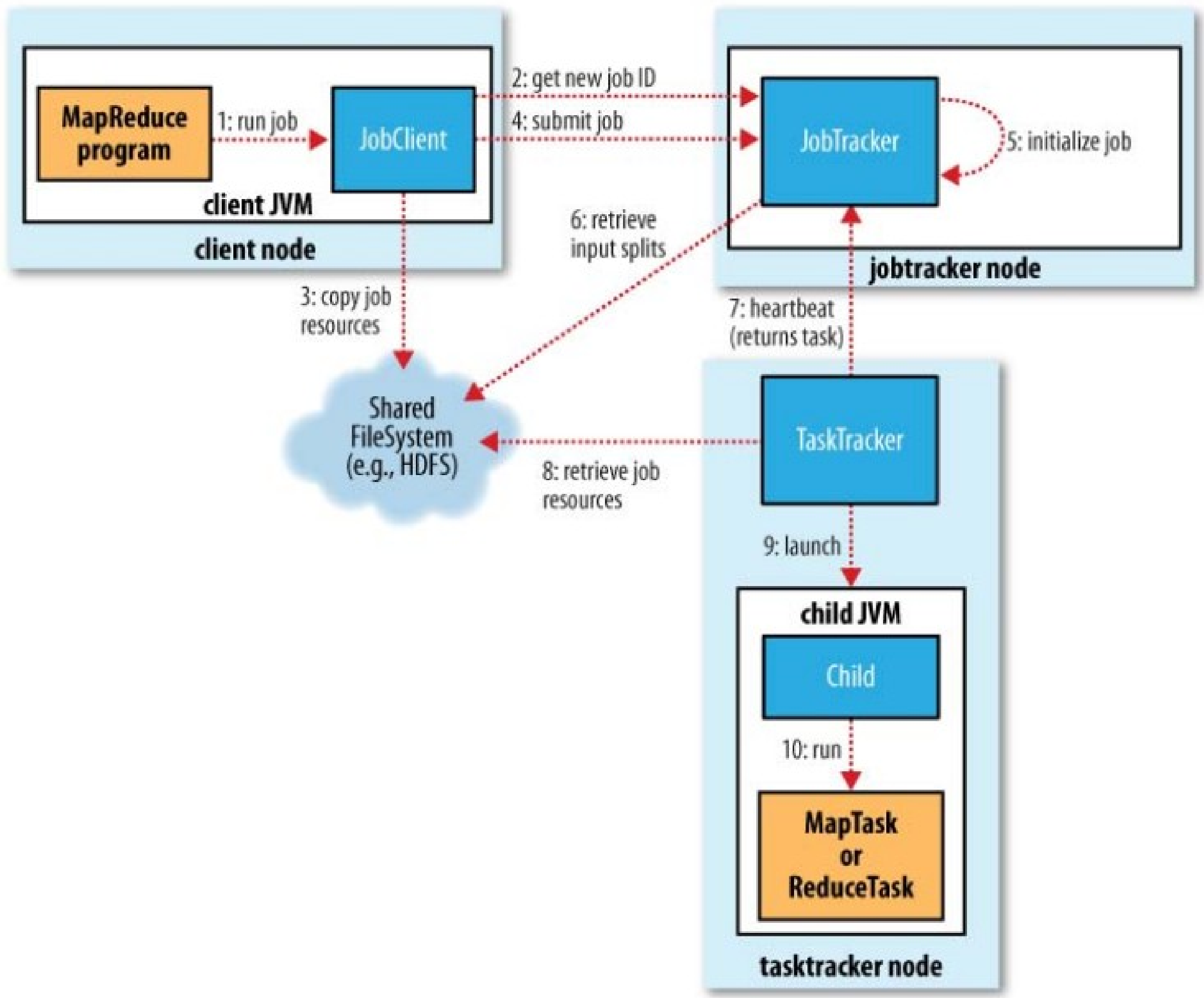
# Hadoop como entorno resuelve:

- *Scheduling* de tareas
- “Mueve” el código a los datos (comenzar la tarea en el nodo que tiene los datos necesarios)
- Sincronización entre procesos
- Errores y manejo de fallas

# Arquitectura: Hadoop 1.0

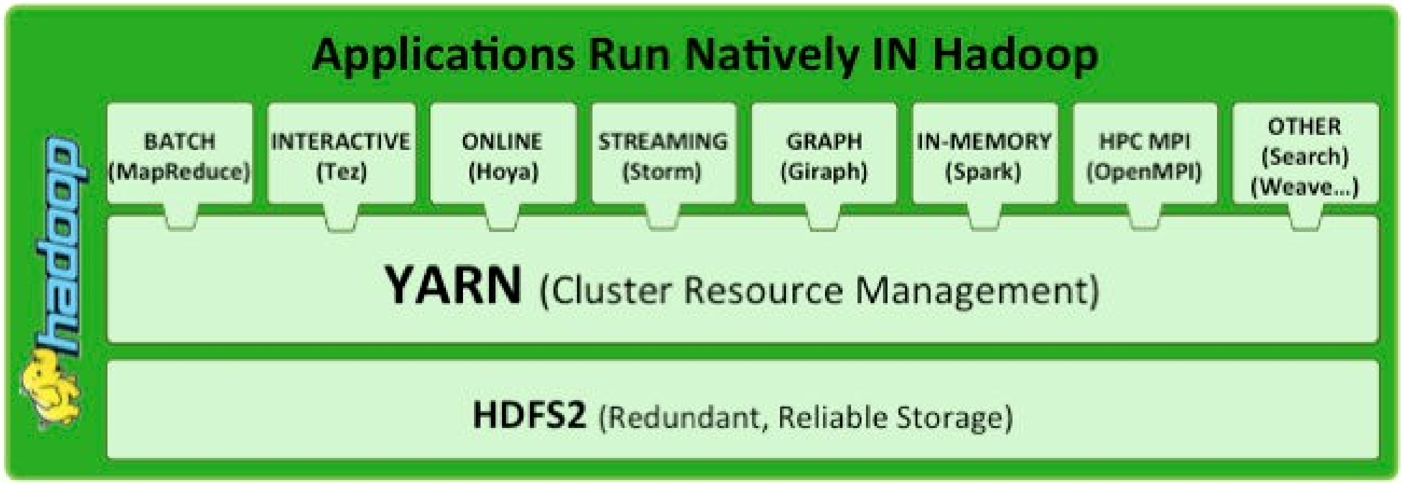


# Ejecutando un programa MapReduce en Hadoop 1.0



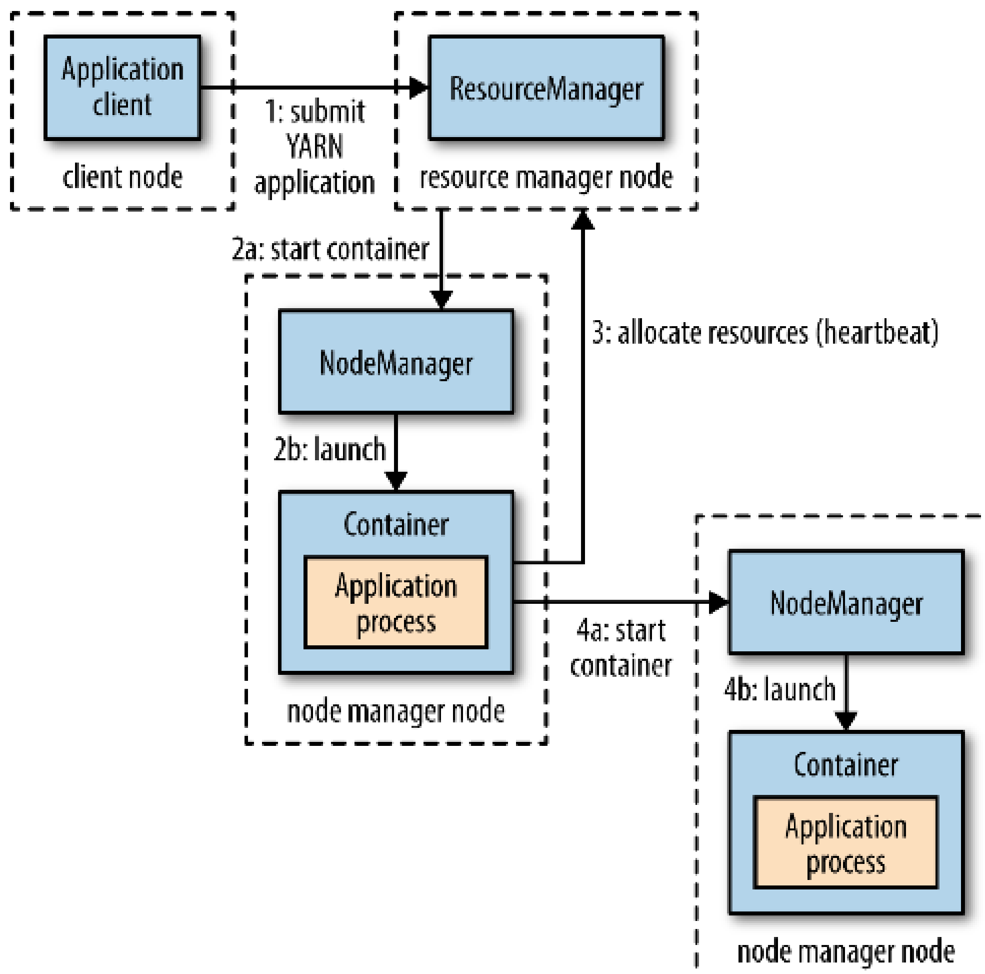

Tom White. Hadoop: The definitive guide. O'Reilly Media, Inc., 2012.

# Arquitectura: Hadoop 2.0




- Aparece YARN (Yet Another Resource Negotiator)
- El JobTracker y TaskTracker son reemplazados por 3 componentes:
  - **ResourceManager:** controla el acceso a todos los recursos
  - **NodeManager:** corre en cada nodo y maneja sus recursos. Responde al RM
  - **ApplicationManager:** controla la ejecución de la tarea.

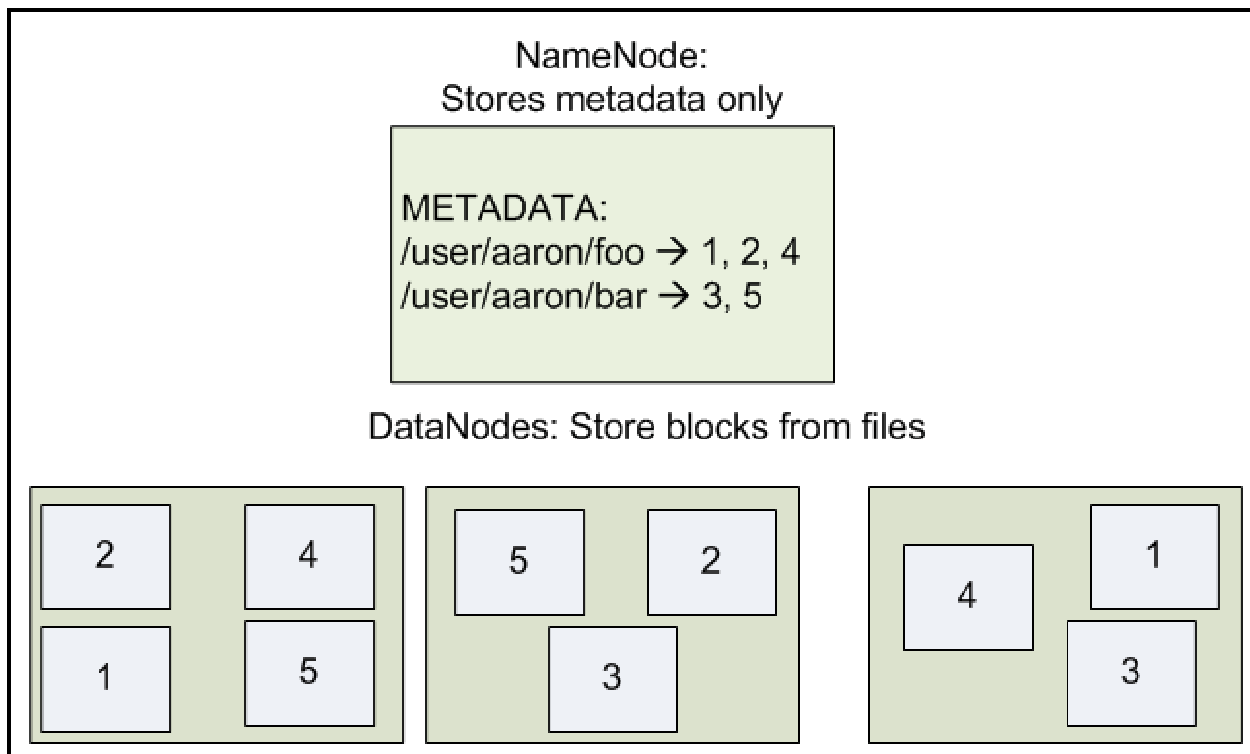
# Ejecutando un programa en Hadoop 2.0




Tom White. Hadoop: The definitive guide. O'Reilly Media, Inc., 4th Edition 2015.

# Hadoop Distributed Filesystem (HDFS)

- Sistema de archivos distribuído
- Organiza los datos en *bloques* (64 MB)
- Dos tipos de nodos:
  - *namenode*
  - *datanodes*




"Hadoop Tutorial from Yahoo!" by Yahoo! Inc.

# Pero programar sobre Hadoop no es sencillo :(

- Aparecen abstracciones
- Pig es un lenguaje de alto nivel que permite realizar consultas
  - B = ORDER A BY col4 DESC;
  - C = LIMIT B 10;
- Hive provee una abstracción sobre Hadoop.
  - Modelo de datos: tablas, vistas, etc
  - HiveQL como lenguaje de consultas