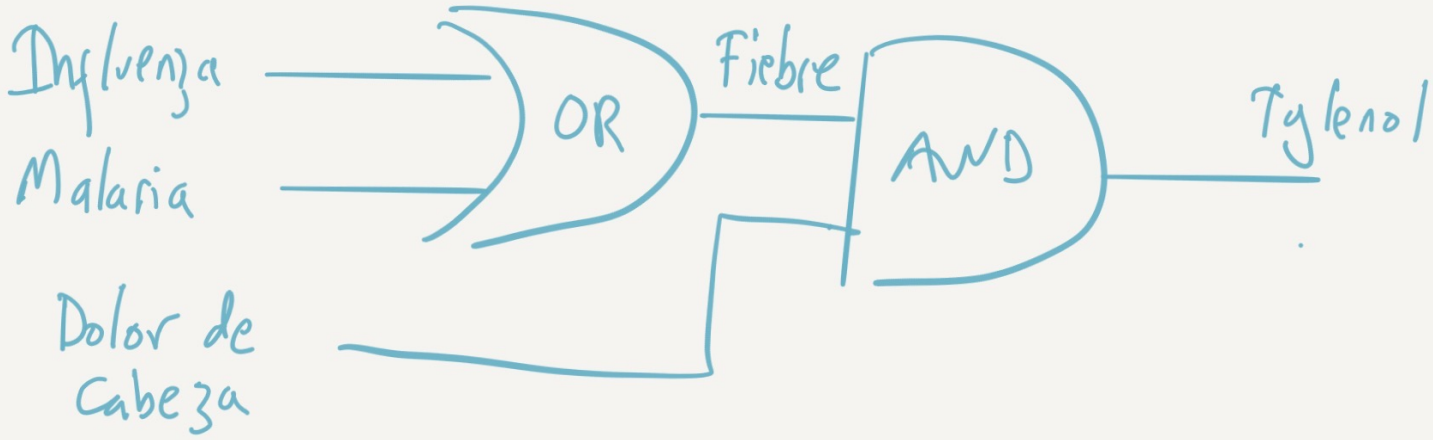
Big Data & Machine Learning

MSc. Ing. Máximo Gurméndez
Universidad de Montevideo

¿Qué es un algoritmo?



¿Qué es Machine Learning?

Vuelca de Tuerta

- Algoritmos creando algoritmos
- La entrada son DATOS la salida es un algoritmo
- ¿Tenemos tantos datos?

¿Qué es Big Data?

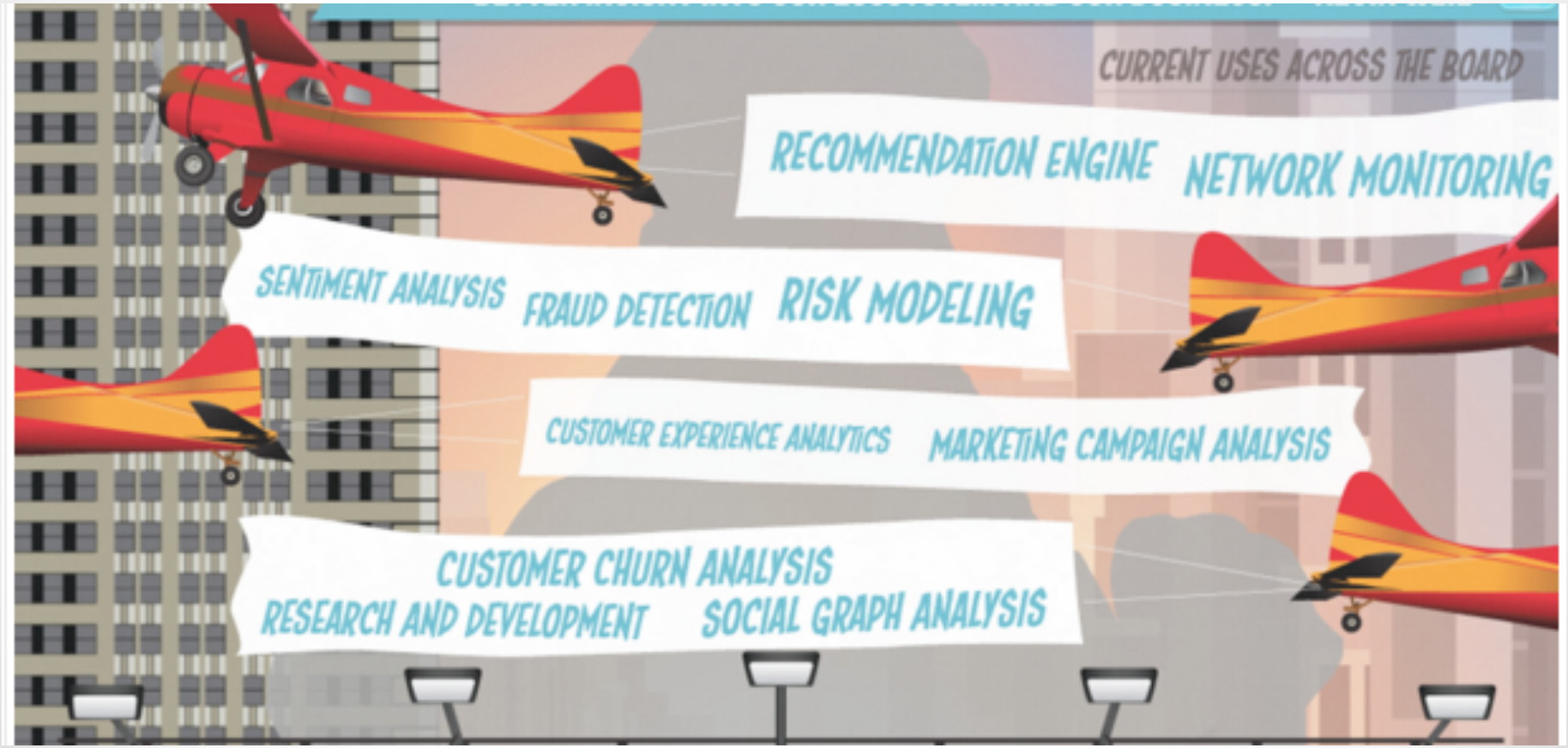
Big Data

- 4 billones de páginas web indexadas
- 300 horas de video subidas a YouTube por minuto
- Walmart maneja 1 millón de transacciones por hora
- 90% de los datos del mundo fueron creados en los últimos 2 años
- Facebook: 30 petabytes de información almacenada, analizada y accedida.
- Twitter: 230 millones de tweets por día
- 300 billones de emails enviados todos los días

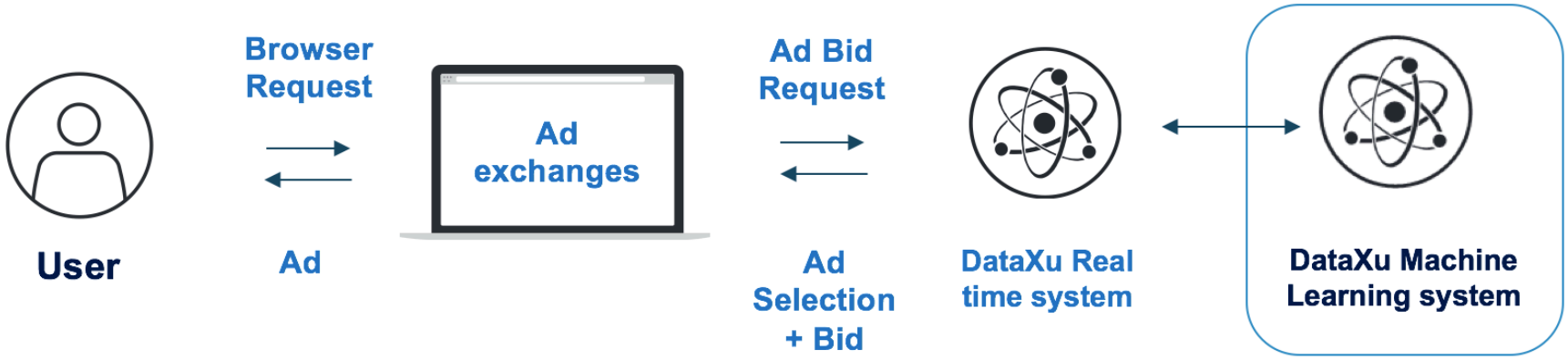
Big Data

- 2020: 1.7 MB de nueva información producida por segundo por persona en el mundo. 44 Zettabytes
- Google: 40K queries por segundo
- 2015: 1 billón de usuarios usaron facebook en 1 día
- 2015: 1.4 billones de smartphones producidos
- 0.5% de todos los datos no son analizado ni usados.
- 75% de ejecutivos creen que Big Data resultará en > 60% en producción en 2016
- Internet de las cosas

Aplicaciones



Caso: DataXu

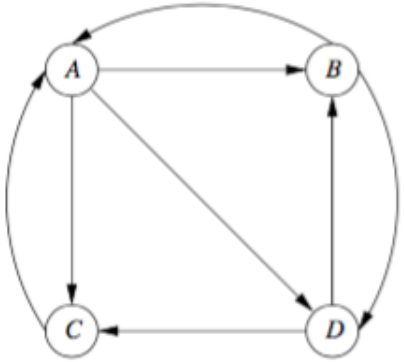

User
Browser Request
Ad
Ad exchanges
Ad Bid Request
Ad Selection + Bid
DataXu Real time system
DataXu Machine Learning system

Big Data

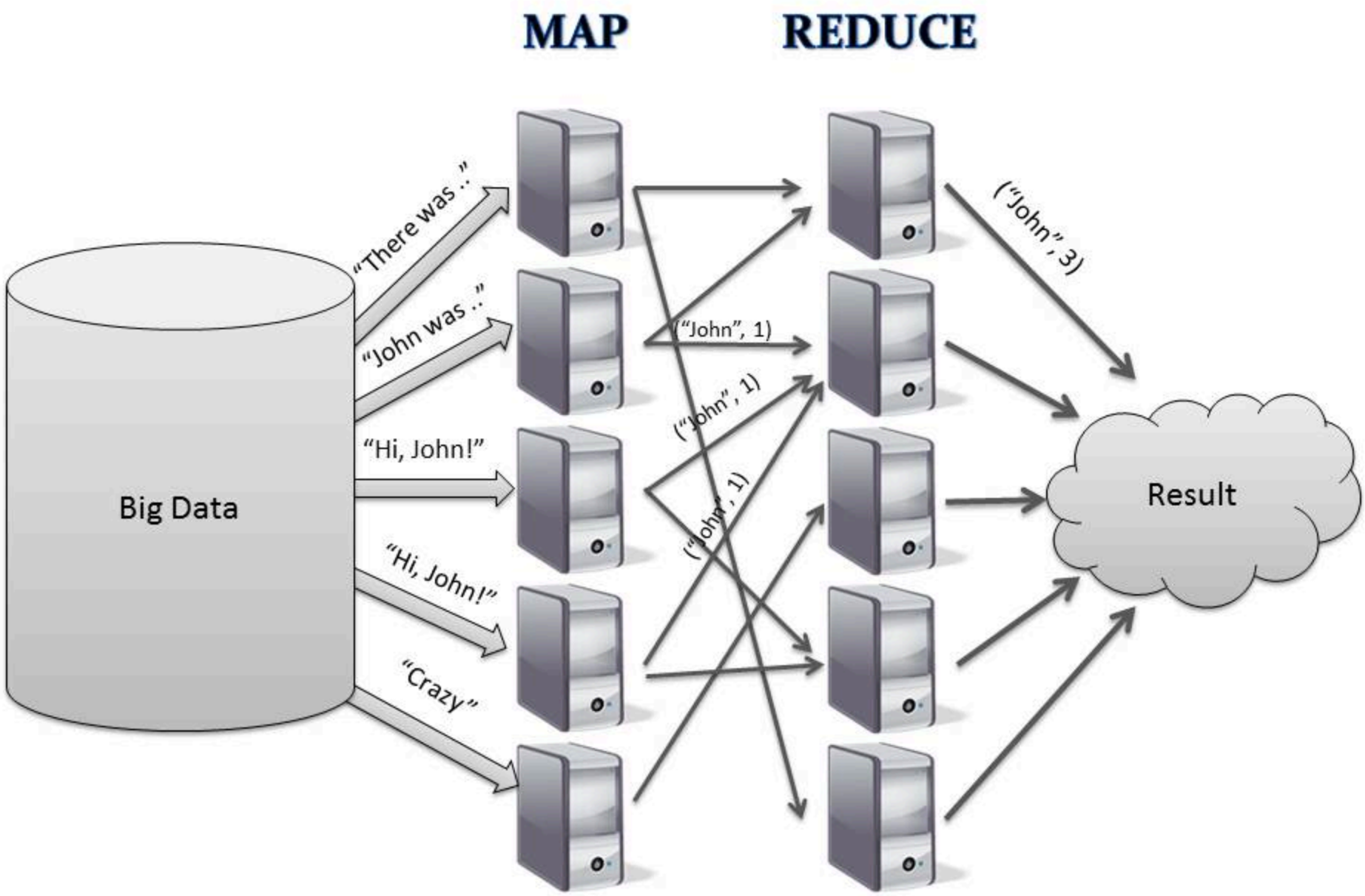
- DataXu:
  - 2 Petabytes procesados cada día
  - 1.8 millones de decisiones de apuestas por segundo
  - 24 X 7 en 5 Continentes
  - Miles de modelos entrenados cada día

Big Data

- Google
  - File System (GFS)
  - Map Reduce
- Hadoop
  - FileSystem (HDFS)
  - Map Reduce, YARN
- Amazon
  - S3
  - Elastic Map Reduce



$$M = \begin{bmatrix} 0 & 1/2 & 1 & 0 \\ 1/3 & 0 & 0 & 1/2 \\ 1/3 & 0 & 0 & 1/2 \\ 1/3 & 1/2 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$


MAP
REDUCE
Big Data
"There was .."
"John was .."
"Hi, John!"
"Hi, John!"
"Crazy"
("John", 1)
("John", 1)
("John", 1)
("John", 3)
Result

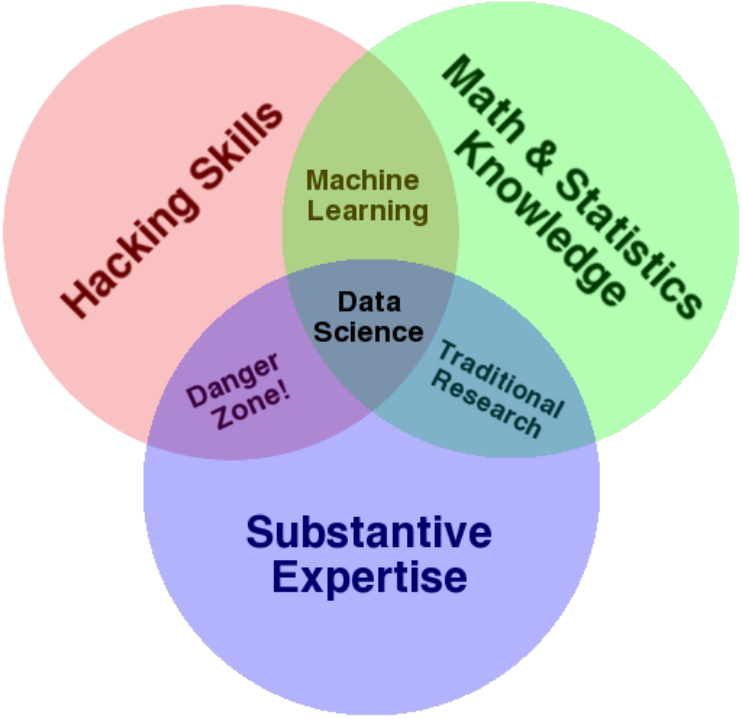
Hadoop Resuelve

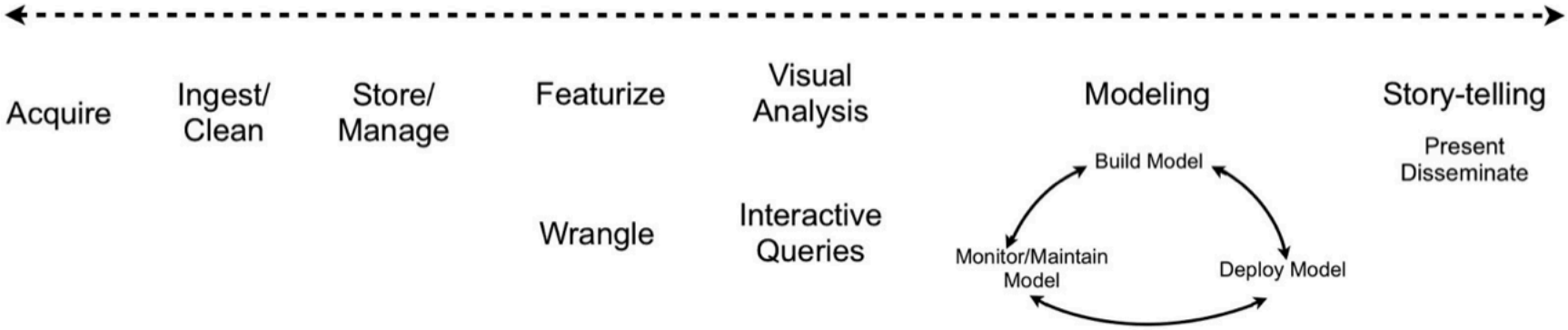
- Almacenamiento Distribuido
- Particionar la Información
- Procesamiento distribuido
- Agrupación de datos
- Tolerante a fallas

Apache Spark

- Generalización de MapReduce
- Optimizado para guardar los datos en memoria
- Optimización transparente
- Transformaciones son declarativas
- Compatible con Python, Java y Scala.
- Tiene paquete para ML

¿Qué es Data Science?





Profesión

- Tim O' Reilly => Data Scientist is the hottest job title in Silicon Valey
- McKinsey: 2018 USA necesitará casi 200 000 más expertos en ML
- ¿Una nueva "Revolución Industrial"?

Ejemplo: Predecir origen de artículos

República.com.uy

EL PAIS.com.uy

¿QUÉ DIARIO LO ESCRIBIÓ ?

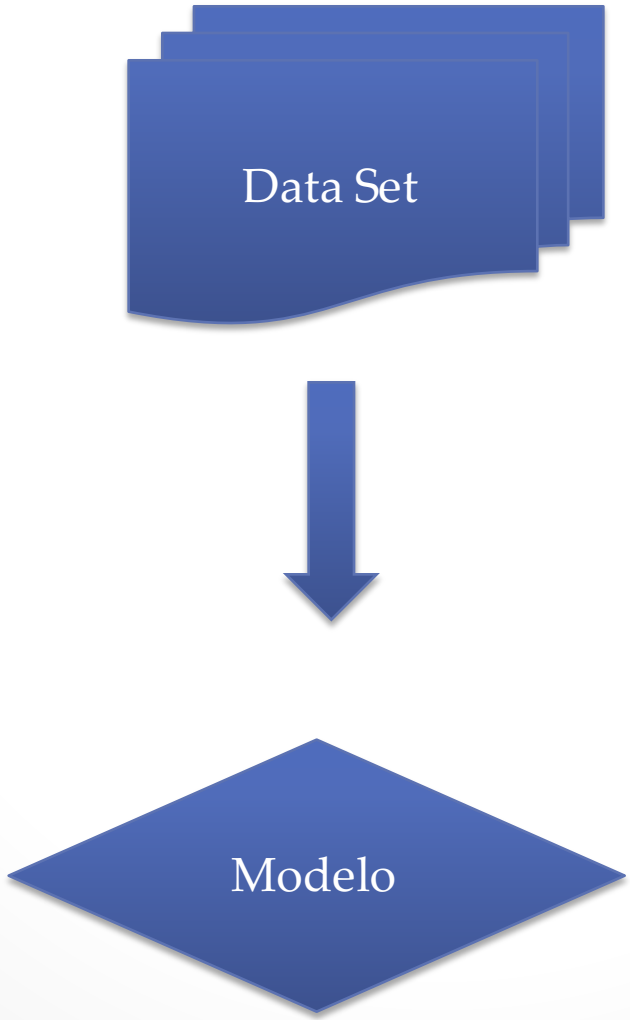
ARTÍCULO X

Armamos un Data Set

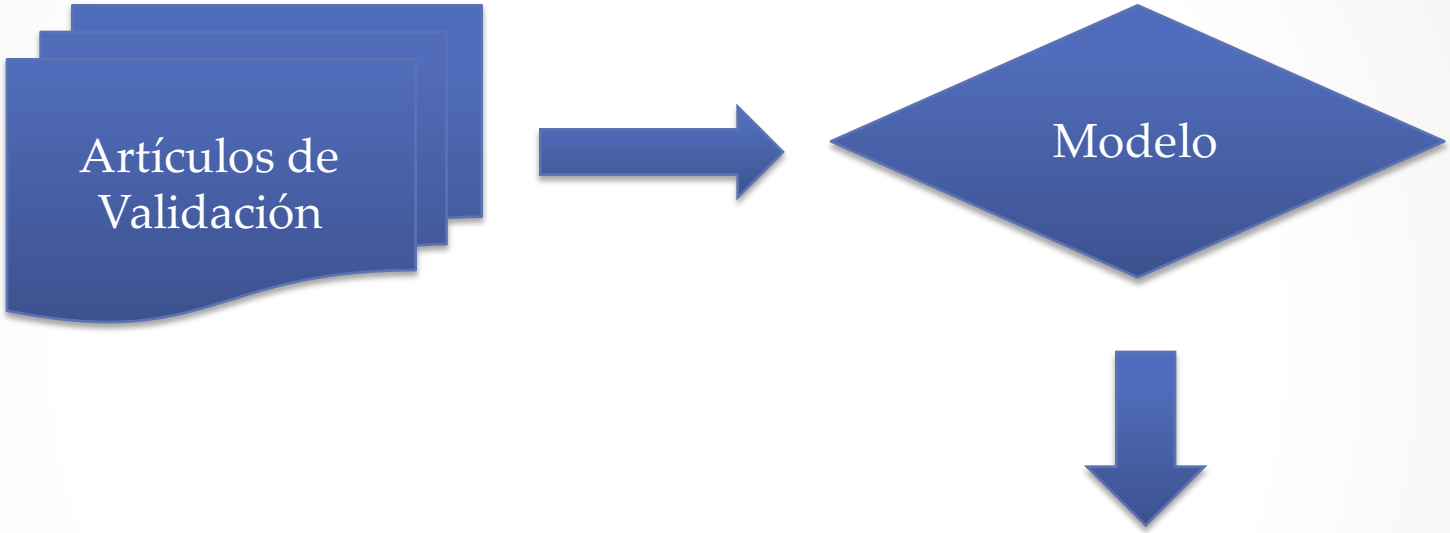
CRAWLER

Data Set

Generamos un Modelo



Validamos el Modelo

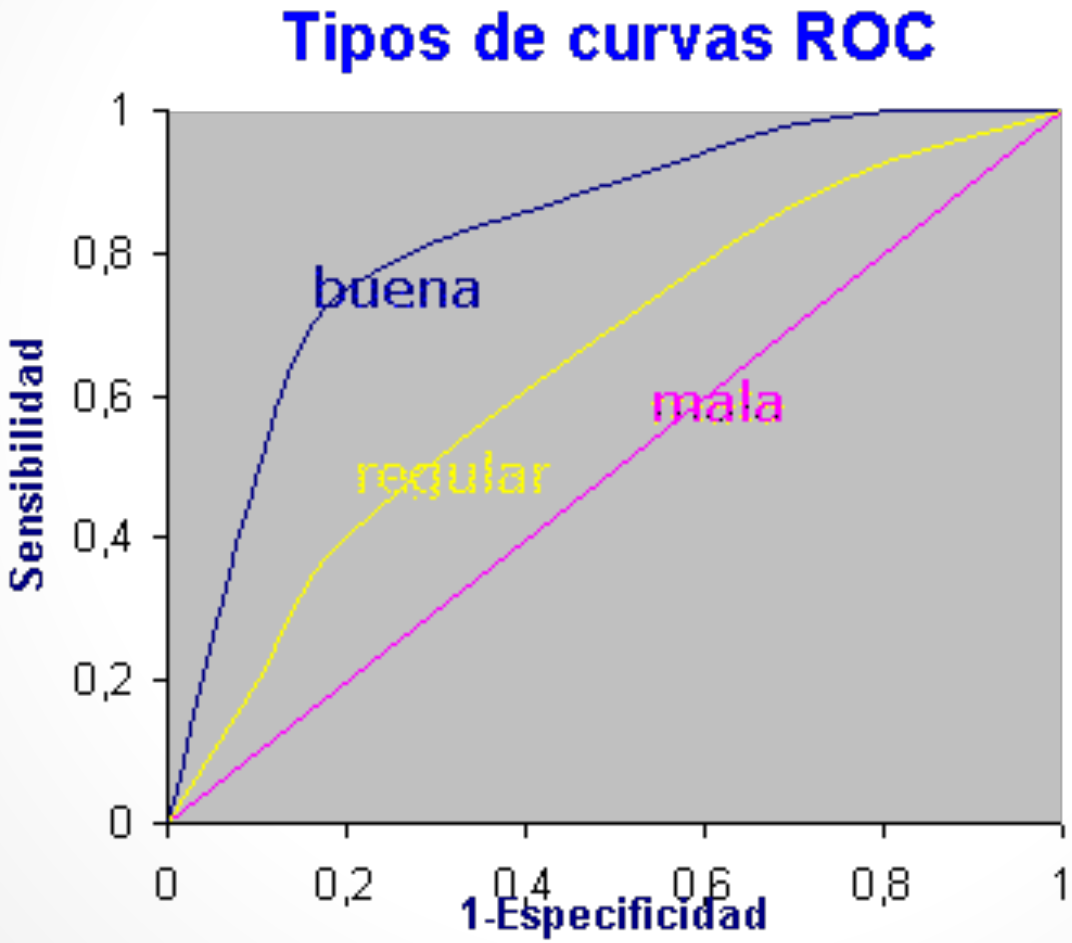


Origen de Artículo	LR	EP	LR	EP	LR	EP	LR
Predicción:	LR	EP	EP	EP	LR	LR	LR
Precisión 71%	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓

Matriz de Confusión

Diario	Aciertos	Errores	Precisión
El Pais	885	249	78%
La República	2521	201	92%
Precisión			88% (ROC: 0.85)

Curva ROC


Tipos de curvas ROC
Sensibilidad
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
buena
regular
mala
0
0,2
0,4
0,6
0,8
1
1-Especificidad

Modelo

- Algoritmo:
  - Support Vector Machines (SVM)
- Atributos:
  - n-gramas de las palabras más frecuentes
- Sentiment Analysis:
  - Identificar palabras positivas / negativas
  - Identificar palabras asociadas a los partidos políticos

Proceso

- Selección de los datos
- Pre-procesamiento
- Transformación
- Learning
- Interpretación / Evaluación

¿Cómo funciona?

- Ejemplo:

  Predecir el interés que esta charla pueda tener en la audiencia.

Tipo	Edad	Perfil	Interesa_charla
ESTUDIANTE	< 21	TÉCNICO	SI
TRABAJADOR	< 21	EMPRESARIAL	SI
ESTUDIANTE	< 21	EMPRESARIAL	NO
ESTUDIANTE	< 21	ACADÉMICO	SI
ESTUDIANTE	> 21 < 25	EMPRESARIAL	SI
TRABAJADOR	> 21 < 25	ACADÉMICO	NO
ESTUDIANTE	> 21 < 25	EMPRESARIAL	NO
TRABAJADOR	> 21 < 25	EMPRESARIAL	NO
ESTUDIANTE	> 21 < 25	ACADÉMICO	NO
ESTUDIANTE	> 25	TÉCNICO	SI
TRABAJADOR	> 25	TÉCNICO	NO
ESTUDIANTE	> 25	TÉCNICO	SI
ESTUDIANTE	> 25	TÉCNICO	SI
TRABAJADOR	> 25	EMPRESARIAL	NO

Modelo (Árbol de Decisión)

```
Edad = < 21
|   Perfil = TÉCNICO: SI
|   Perfil = EMPRESARIAL
|   |   Tipo = ESTUDIANTE: NO
|   |   Tipo = TRABAJADOR: SI
|   Perfil = ACADÉMICO: SI
Edad = > 21 < 25
|   Tipo = ESTUDIANTE
|   |   Perfil = EMPRESARIAL: SI
|   |   Perfil = ACADÉMICO: NO
|   Tipo = TRABAJADOR: NO
Edad = > 25
|   Tipo = ESTUDIANTE: SI
|   Tipo = TRABAJADOR: NO
Edad = > 25 : NO
```

Tipo	Edad	Perfil	Interesa_charla
ESTUDIANTE	< 21	TÉCNICO	SI
TRABAJADOR	< 21	EMPRESARIAL	SI
ESTUDIANTE	< 21	EMPRESARIAL	NO
ESTUDIANTE	< 21	ACADÉMICO	SI
ESTUDIANTE	> 21 < 25	EMPRESARIAL	SI
TRABAJADOR	> 21 < 25	ACADÉMICO	NO
ESTUDIANTE	> 21 < 25	EMPRESARIAL	NO
TRABAJADOR	> 21 < 25	EMPRESARIAL	NO
ESTUDIANTE	> 21 < 25	ACADÉMICO	NO
ESTUDIANTE	> 25	TÉCNICO	SI
TRABAJADOR	> 25	TÉCNICO	NO
ESTUDIANTE	> 25	TÉCNICO	SI
ESTUDIANTE	> 25	TÉCNICO	SI
TRABAJADOR	> 25	EMPRESARIAL	NO

Tipo	Edad	Perfil	Interesa_charla
ESTUDIANTE	< 21	TÉCNICO	SI
ESTUDIANTE	< 21	EMPRESARIAL	NO
ESTUDIANTE	< 21	ACADÉMICO	SI
ESTUDIANTE	> 21 < 25	EMPRESARIAL	SI
ESTUDIANTE	> 21 < 25	EMPRESARIAL	NO
ESTUDIANTE	> 21 < 25	ACADÉMICO	NO
ESTUDIANTE	> 25	TÉCNICO	SI
ESTUDIANTE	> 25	TÉCNICO	SI
ESTUDIANTE	> 25	TÉCNICO	SI
TRABAJADOR	< 21	EMPRESARIAL	SI
TRABAJADOR	> 21 < 25	ACADÉMICO	NO
TRABAJADOR	> 21 < 25	EMPRESARIAL	NO
TRABAJADOR	> 25	TÉCNICO	NO
TRABAJADOR	> 25	EMPRESARIAL	NO

Tipo	Edad	Perfil	Interesa_charla
ESTUDIANTE	< 21	ACADÉMICO	SI
ESTUDIANTE	> 21 < 25	ACADÉMICO	NO
TRABAJADOR	> 21 < 25	ACADÉMICO	NO
ESTUDIANTE	< 21	EMPRESARIAL	NO
ESTUDIANTE	> 21 < 25	EMPRESARIAL	SI
ESTUDIANTE	> 21 < 25	EMPRESARIAL	NO
TRABAJADOR	< 21	EMPRESARIAL	SI
TRABAJADOR	> 21 < 25	EMPRESARIAL	NO
TRABAJADOR	> 25	EMPRESARIAL	NO
ESTUDIANTE	< 21	TÉCNICO	SI
ESTUDIANTE	> 25	TÉCNICO	SI
ESTUDIANTE	> 25	TÉCNICO	SI
ESTUDIANTE	> 25	TÉCNICO	SI
TRABAJADOR	> 25	TÉCNICO	NO

Edad	Perfil	Tipo	Interesa_charla
< 21	ACADÉMICO	ESTUDIANTE	SI
< 21	EMPRESARIAL	ESTUDIANTE	NO
< 21	EMPRESARIAL	TRABAJADOR	SI
< 21	TÉCNICO	ESTUDIANTE	SI
> 21 < 25	ACADÉMICO	ESTUDIANTE	NO
> 21 < 25	ACADÉMICO	TRABAJADOR	NO
> 21 < 25	EMPRESARIAL	ESTUDIANTE	SI
> 21 < 25	EMPRESARIAL	ESTUDIANTE	NO
> 21 < 25	EMPRESARIAL	TRABAJADOR	NO
> 25	TÉCNICO	ESTUDIANTE	SI
> 25	TÉCNICO	ESTUDIANTE	SI
> 25	TÉCNICO	ESTUDIANTE	SI
> 25	TÉCNICO	TRABAJADOR	NO
> 25	EMPRESARIAL	TRABAJADOR	NO

Algoritmo (ID3)

```
Id3(Ejemplos, Atributo-objetivo, Atributos )
   Si todos los ejemplos son positivos devolver un nodo positivo
   Si todos los ejemplos son negativos devolver un nodo negativo
   Si Atributos está vacío devolver el voto mayoritario del valor del atributo objetivo en
                                                                                  Ejemplos
   En otro caso
        Sea A Atributo el MEJOR de atributos
        Para cada v valor del atributo hacer
              Sea Ejemplos(v) el subconjunto de ejemplos cuyo valor de atributo A es v
              Si Ejemplos(v) esta vacío devolver un nodo con el voto mayoritario del
                                                                  Atributo objetivo de Ejemplos
              Sino Devolver Id3(Ejemplos(v), Atributo-objetivo, Atributos/{A})
```

ML @ Negocio

- Google vs Yahoo:
  - Gana quien tenga más datos y mejores algoritmos.
- Etapas:
  - Manual, Automatizado, ML-izado!
- Empresas se tienen que subir al barco

ML @ Ciencias

- Super Método Científico
- ¿Podemos crear teorías desde los datos?
- Experimentación Biológica: Adam analiza información y crea nuevos experimentos

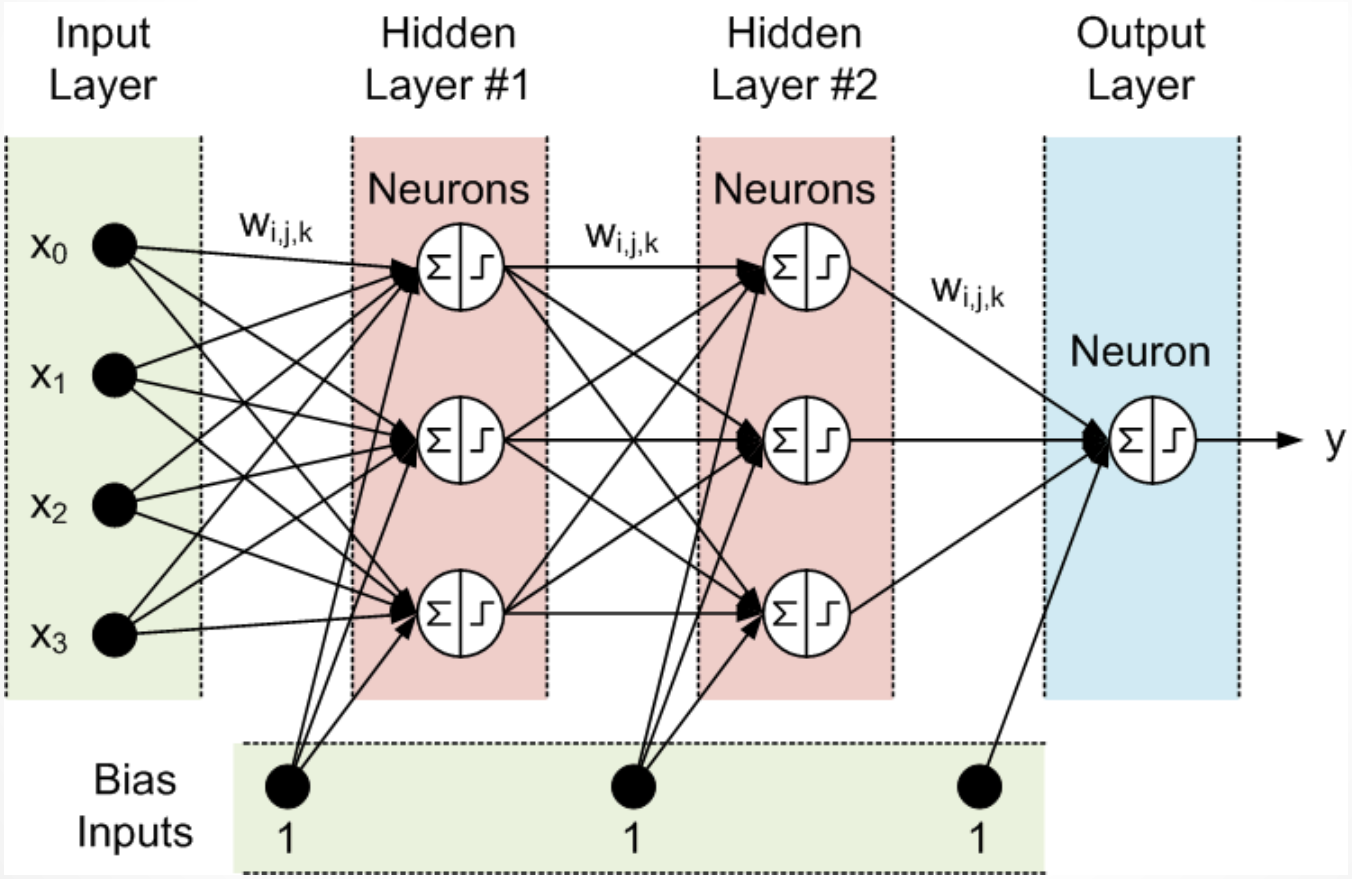
ML @ Política

- Rayid Ghani: Experto ML Chief Scientist de la campaña de Obama.
- Cada noche sistema corría 66000 simulaciones y encausaba a voluntarios en cuanto a quién llamar y qué decir.
- "Un billón de Bill Clintons"

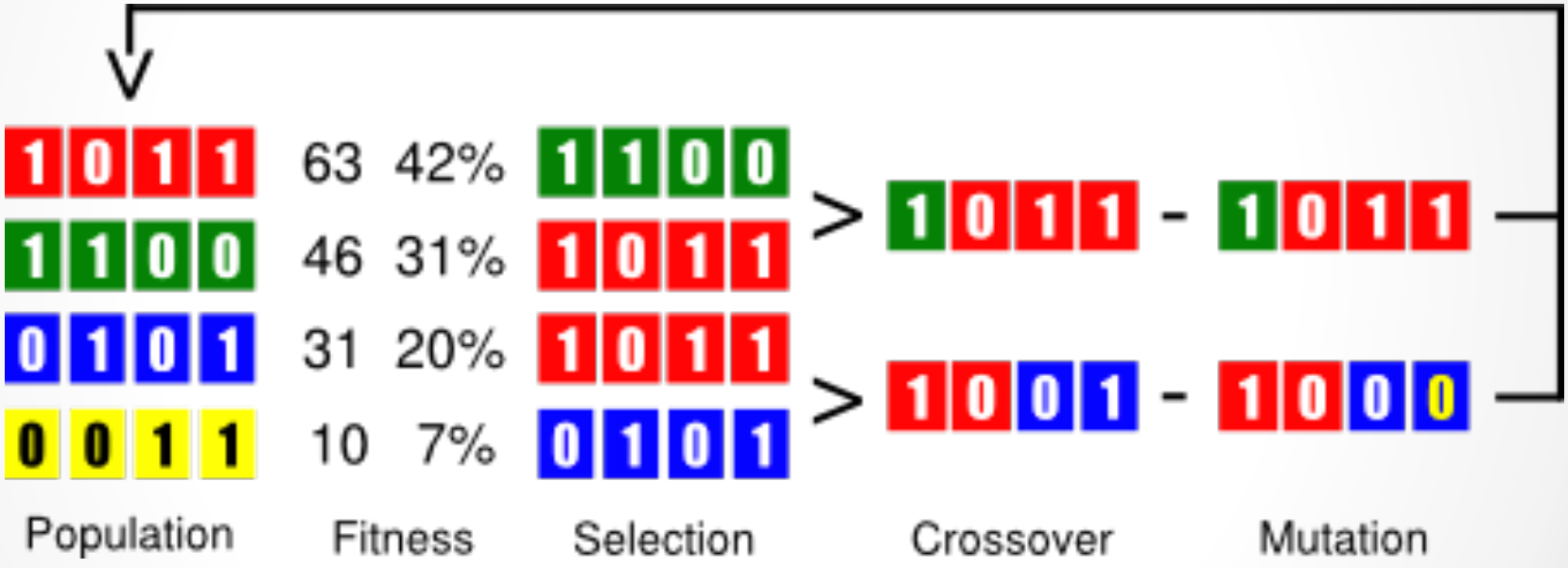
Escuelas de ML

- Symbologists: deducción inversa
- Connectionists: back-propagation
- Evolutionaries: algoritmos genéticos
- Bayesian: Inferencia Bayesiana
- Analogizers: KNN / SVM

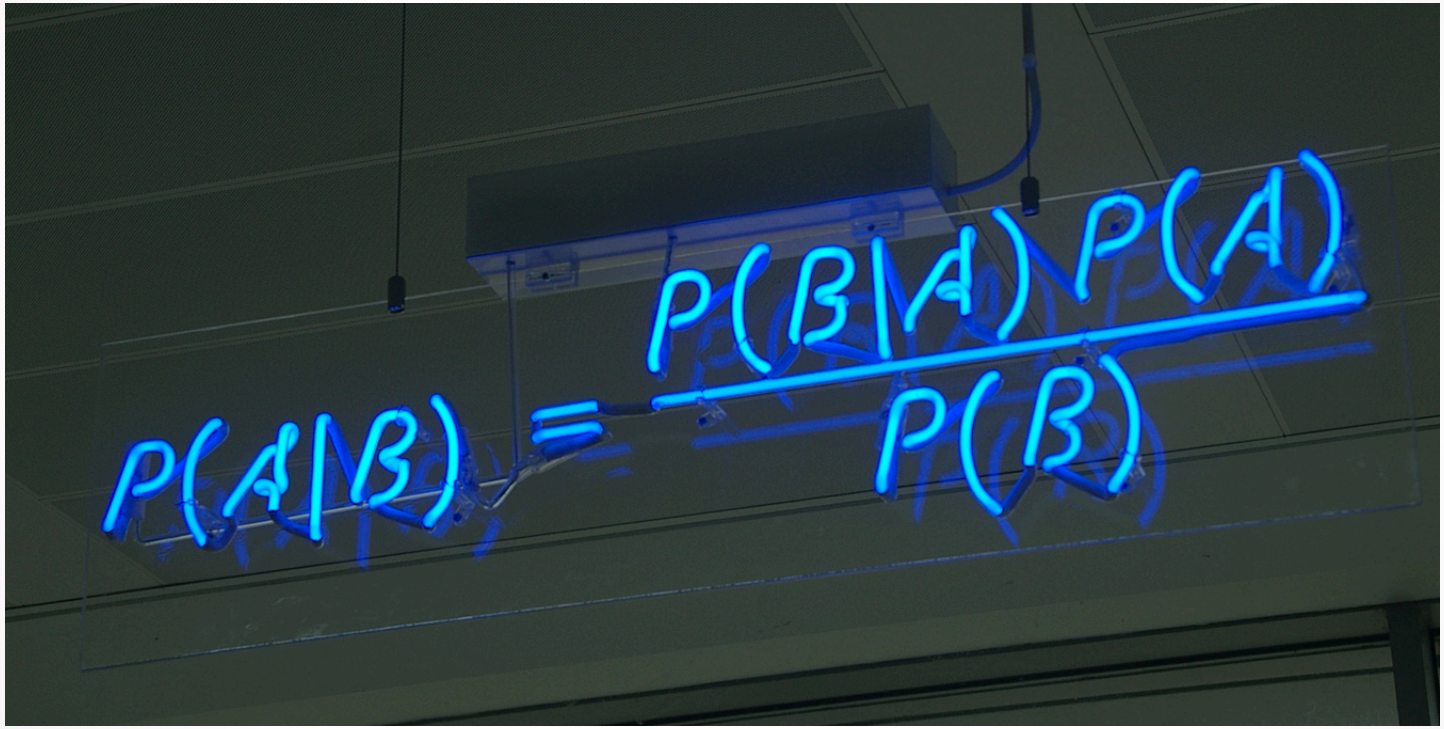
Redes Neuronales



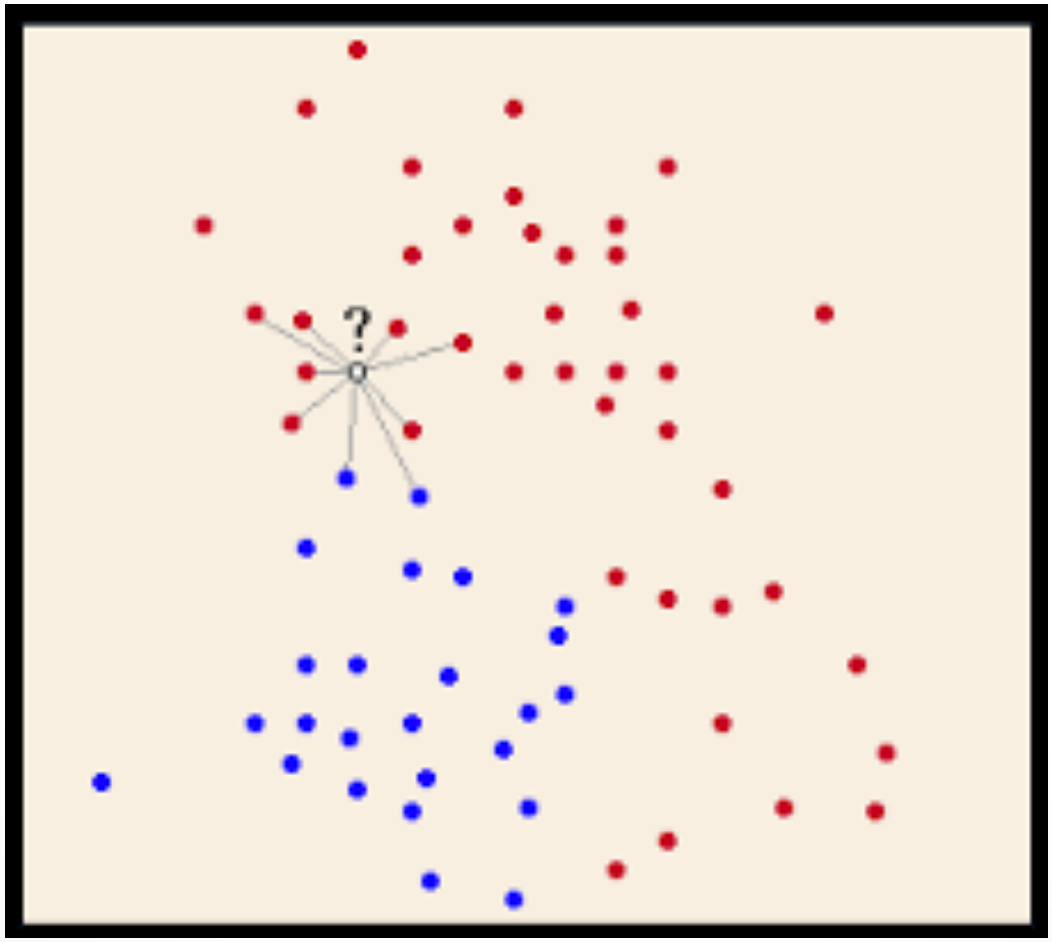
Algoritmos Genéticos



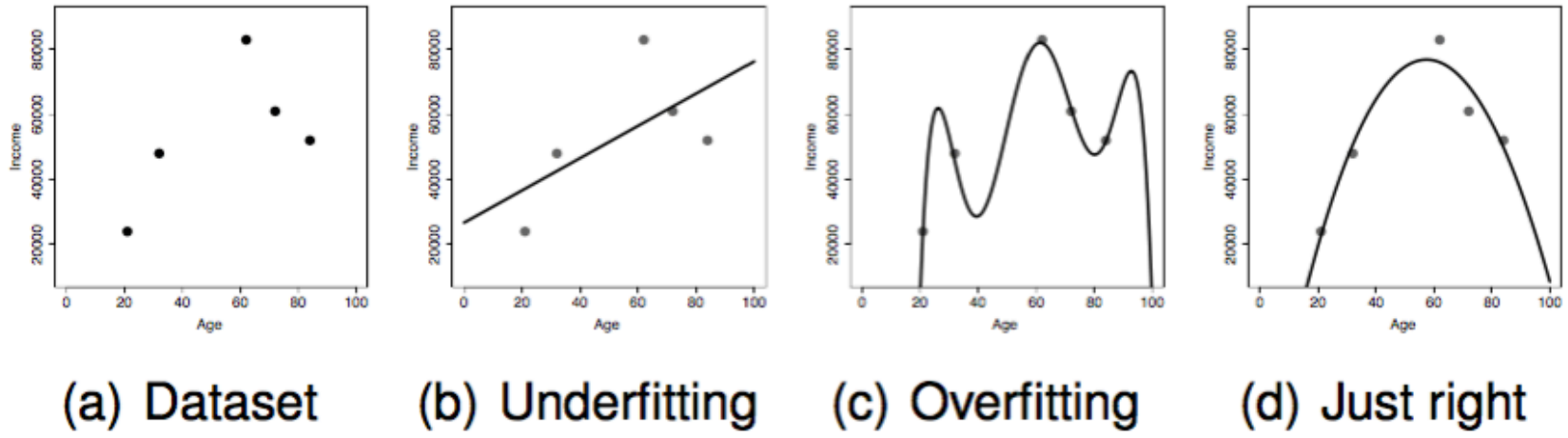
Algoritmos Bayesianos



KNN



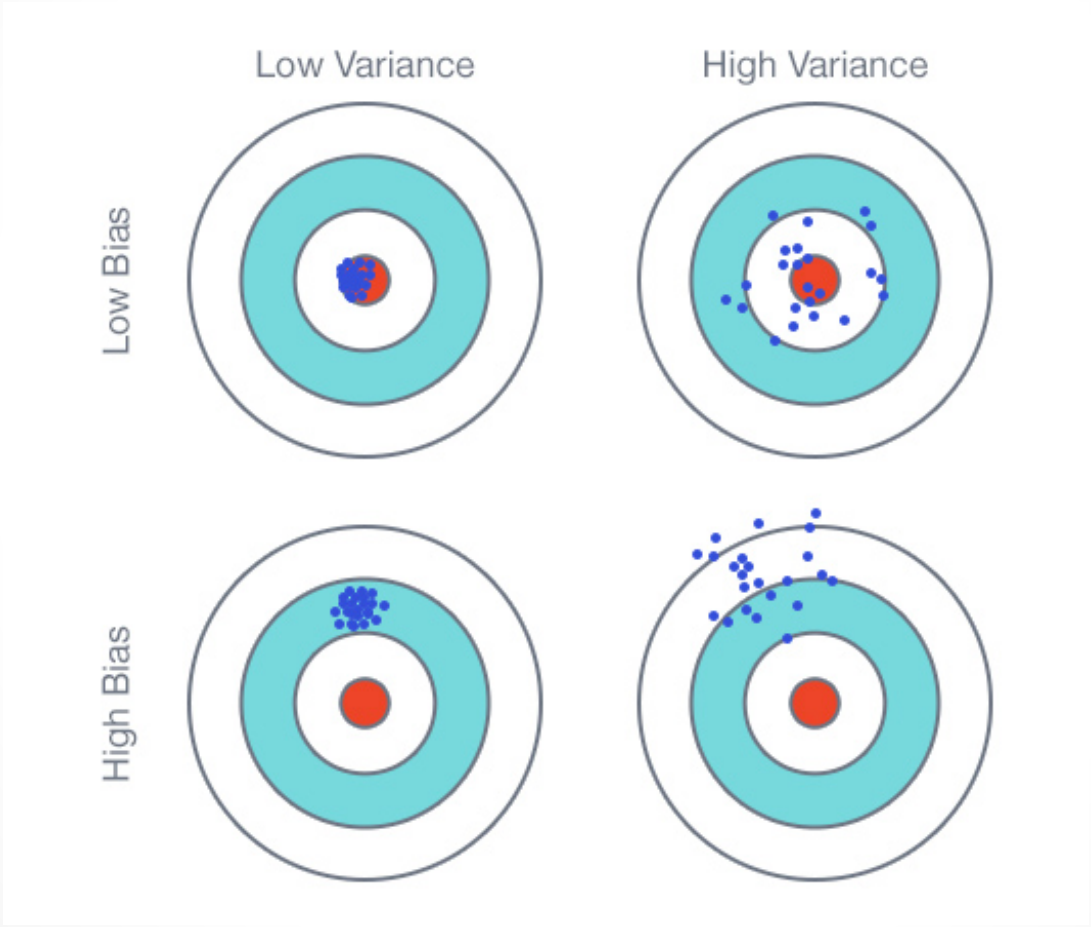
Fitting


Income
20000
40000
60000
80000
0
20
40
60
80
100
Age
(a) Dataset
(b) Underfitting
(c) Overfitting
(d) Just right

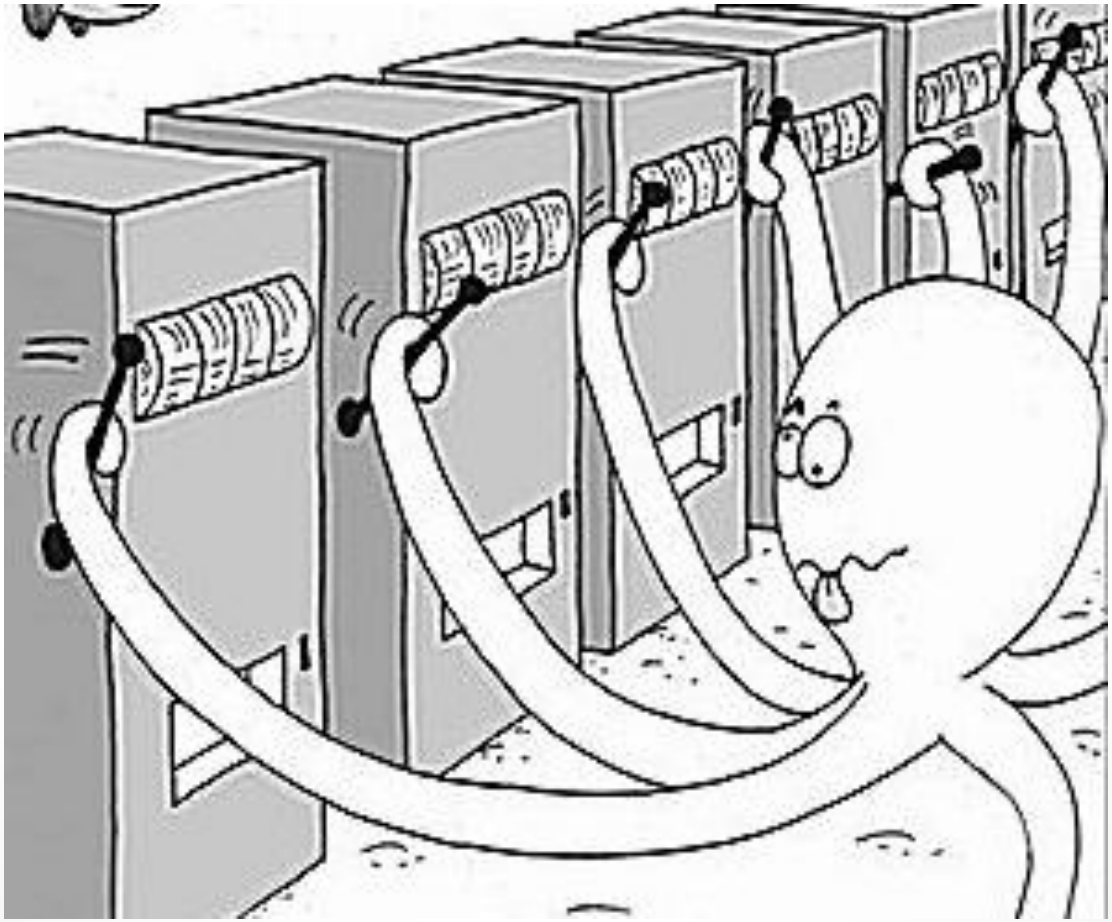
ML – "Ill Posed"

- El problema de Hume
- Funes el Memorioso
- No Free Lunch Theorem

Bias vs Variance



Exploración vs Explotación



“El gran objetivo de toda ciencia es cubrir el mayor número de hechos empíricos por deducción lógica a partir del menor número de hipótesis o axiomas”

–Albert Einstein

Muchas Gracias

¿Preguntas?

Links

Links

- http://mobile.blogs.wsj.com/cio/2014/07/10/germanys-12th-man-at-the-world-cup-big-data/?mg=blogs-wsj&utm_content=buffer378d4&utm_medium=social&utm_source=linkedin.com&utm_campaign=buffer
- http://en.wikipedia.org/wiki/Big_data
- https://www.linkedin.com/pulse/article/20131113065157-64875646-the-awesome-ways-big-data-is-used-today-to-change-our-world
- https://spark.apache.org/
- www.dataxu.com
- https://mahout.apache.org/users/basics/algorithms.html
- http://hortonworks.com/hadoop/yarn/
- http://hadoop.apache.org/docs/current/hadoop-yarn/hadoop-yarn-site/YARN.html
- http://www.ibmbigdatahub.com/gallery/quick-facts-and-stats-big-data
- https://yoyoclouds.wordpress.com/tag/hdfs/
- http://www.baselinemag.com/analytics-big-data/slideshows/surprising-statistics-about-big-data.html
- http://www.forbes.com/sites/tedgreenwald/2012/03/29/big-data-small-decisions-rendered-very-quickly-under-the-hood-at-dataxu/
- http://www.worldwidewebsize.com/
- http://papers.nips.cc/paper/3150-map-reduce-for-machine-learning-on-multicore.pdf
- http://www.cs.ubc.ca/~murphyk/MLbook/
- http://en.wikipedia.org/wiki/Data_mining#Process

Imágenes

- http://www.pakwheels.com/forums/attachments/guess-humor-hobbies/545611d1210727280-how-many-people-can-u-fit-ur-car-volkswagen-beetle_1938_800x600_wallpaper_1f_bob_pakwheels-com-.jpg
- http://www.enterrasolutions.com/media/images/2013/08/6a00d8341c4ebd53ef0191047c2f5c970c-pi.png
- http://www.baselinemag.com/analytics-big-data/slideshows/surprising-statistics-about-big-data.html
- http://www.ibmbigdatahub.com/gallery/quick-facts-and-stats-big-data
- https://yoyoclouds.wordpress.com/tag/hdfs/
- http://www.hrc.es/bioest/roc_21.gif
- http://techblog.baghel.com/index.php?itemid=132