



**FACULTAD de
CIENCIAS ECONÓMICAS**

INTRODUCCIÓN AL CURSO

ALAN REYES-FIGUEROA

ELEMENTS OF MACHINE LEARNING

(AULA 01) 06.ENERO.2025

Motivación

El curso Elements of Machine Learning es una introducción a los métodos estadísticos, matemáticos y computacionales para extraer información basada en datos. Incluye técnicas provenientes áreas como: estadística, reconocimiento estadístico de patrones (*pattern recognition*), aprendizaje estadístico (*machine learning*), y es una parte integral de la ciencia de datos.

Este es un curso integrador. Haremos uso de

- estadística e inferencia estadística,
- álgebra lineal (espacios, autovalores, descomposición matricial),
- optimización continua,
- reconocimiento de patrones y aprendizaje estadístico,
- programación y algoritmos.

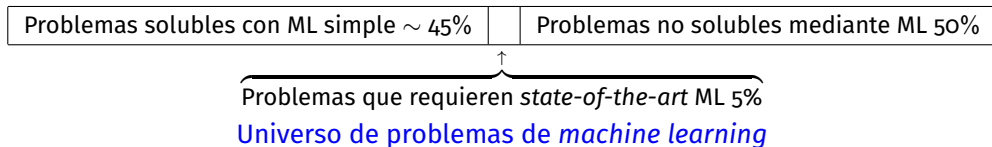
ML vs. Ciencia de Datos

Data science \neq machine learning (ML)

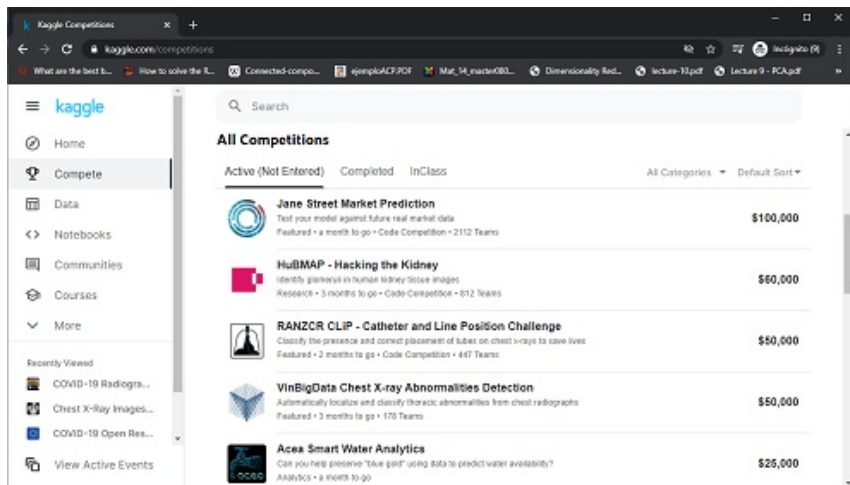
- El aprendizaje automático involucra, matemática, computación y estadística, pero tradicionalmente no trata sobre cómo resolver preguntas científicas.

El aprendizaje automático tiene un enfoque más de algoritmos.

- Algunas veces, la mejor forma de resolver un problema es visualizando los datos.



ML vs. Ciencia de Datos



The screenshot shows the Kaggle website's 'All Competitions' page. The left sidebar contains navigation links: Home, Compete (selected), Data, Notebooks, Communities, Courses, and More. Below these are 'Recently Viewed' items: COVID-19 Radiographs, Chest X-ray Images, and COVID-19 Open Results. The main content area lists competitions with filters for 'Active (Not Entered)', 'Completed', and 'InClass'. The competitions listed are:

Competition	Prize
Jane Street Market Prediction	\$100,000
HubMAP - Hacking the Kidney	\$60,000
RANZCR CLIP - Catheter and Line Position Challenge	\$50,000
VinBigData Chest X-ray Abnormalities Detection	\$50,000
Acea Smart Water Analytics	\$25,000

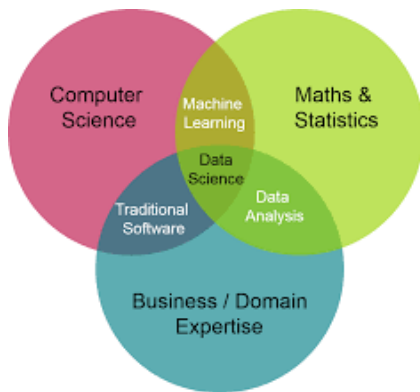
Data science \neq competencias o concursos.

- Concursos de ciencia de datos, *e.g.* Kaggle, usualmente requieren optimizar una métrica sobre un conjunto de datos fijo.
- Esto, en última instancia, no resuelve un problema científico o aplicado.
- La ciencia de datos es un ciclo iterativo en el que se plantea un problema, y se busca diseñar mecanismos o algoritmos para resolverlo (o determinar que no es posible), y evaluar qué aportes pueden generar estos algoritmos sobre la pregunta en consideración.

ML vs. Ciencia de Datos

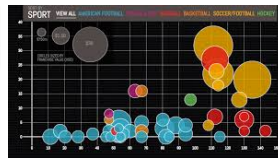
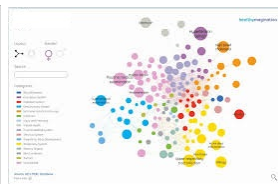
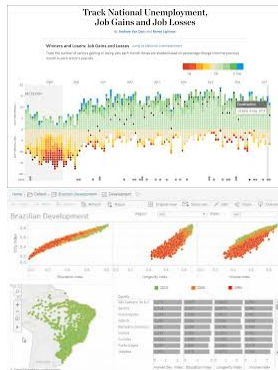
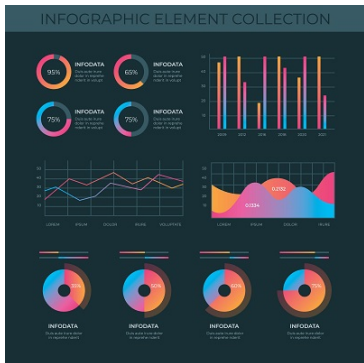
Data science \neq estadística

- Estadística (al menos en un sentido académico), ha evolucionado al punto de probar teoremas. Hacer teoría estadística.
- En este curso veremos algunos pocos teoremas, pero no vamos a hacer teoría. La idea principal es que este sea un curso aplicado.



ML vs. Ciencia de Datos

Ciencia de datos \neq visualización

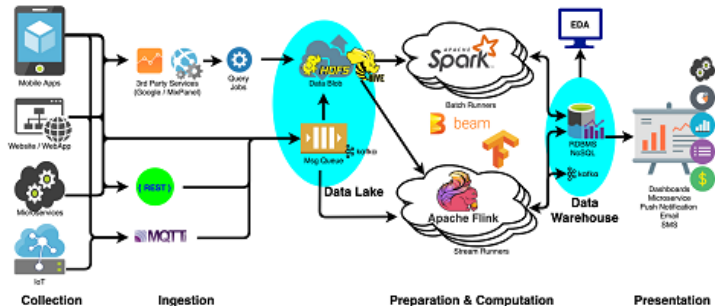


«The greatest value of a picture is when it forces us to notice what we never expected to see.» –John Tukey

ML vs. Ciencia de Datos

Ciencia de datos \neq *big data*

- El término *big data* está más relacionado con la ingeniería de software. Se refiere más al tratamiento de grandes cantidades de datos, o a las técnicas, metodologías o desarrollo de *pipelines* o *workflows* para el procesamiento de datos.



¿Qué es ciencia de datos?

Algunas posibles definiciones.

- Es la aplicación de técnicas estadísticas y computacionales para obtener o ganar entendimiento de un problema en el mundo real, mediante datos.
- Ciencia de datos = estadística + procesamiento (minería) de datos + aprendizaje automático + investigación científica + visualización de datos + inteligencia de negocios + *big data* + ...
- A criterio personal, aún no hay una definición concreta, cada persona hace su propia definición según su experiencia y punto de vista.
- Lo que está claro, es que es un tema que mezcla y usa herramientas de muchas áreas del conocimiento.

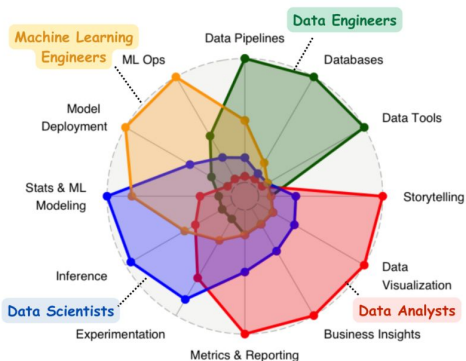
¿Qué es ciencia de datos?

- La ciencia de datos y el aprendizaje automático no son nada nuevo, pero la tendencia actual continúa impulsando las tecnologías hacia el centro de atención.
- Creciente interés (y exageración) en torno a la inteligencia artificial (IA), impulsado por el *marketing* y combinada con la comprensible confusión de términos: IA, ML, Data Science, Big data ...
- Escasez de talento en ciencia de datos y aprendizaje automático.
- Aumento de la capacidad y potencia informática y la disponibilidad de arquitecturas avanzadas. (Estos avances han alimentado la publicidad y el interés en torno al aprendizaje profundo (*deep learning*)).
- Aumento y popularidad de herramientas y bibliotecas de código abierto para ciencia de datos y aprendizaje automático.

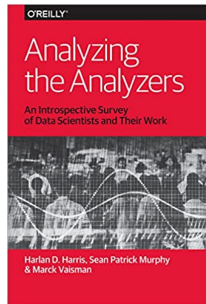
¿Qué se hace en ciencia de datos?

Recientemente hay mucha demanda por personas especializadas en el área de datos.

Types of Data Roles - Where are you?

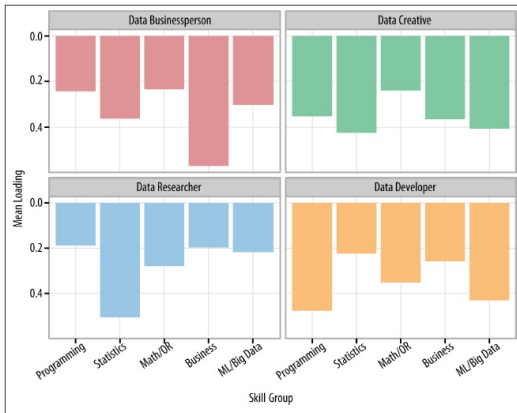
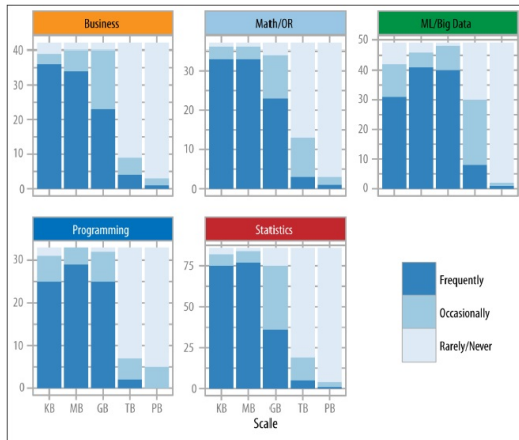


¿Qué se hace en ciencia de datos?

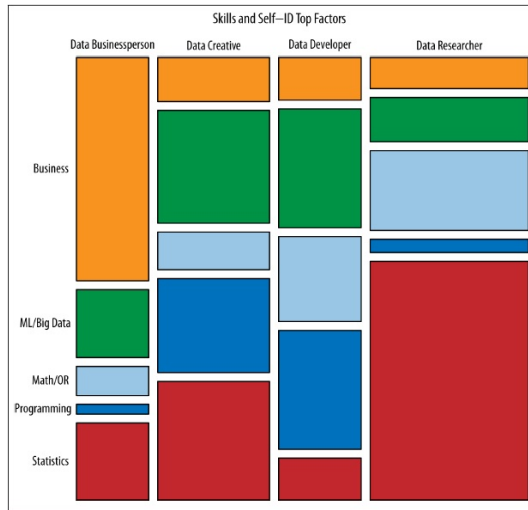


Data Developer	Developer	Engineer	
Data Researcher	Researcher	Scientist	Statistician
Data Creative	Jack of All Trades	Artist	Hacker
Data Businessperson	Leader	Businessperson	Entrepreneur

¿Qué se hace en ciencia de datos?



Habilidades



Habilidades

Business	ML / Big Data	Math / OR	Programming	Statistics
Product Development	Unstructured Data	Optimization	Systems Administration	Visualization
Business	Structured Data	Math	Back End Programming	Temporal Statistics
	Machine Learning	Graphical Models	Front End Programming	Surveys and Marketing
	Big and Distributed Data	Bayesian / Monte Carlo Statistics		Spatial Statistics
		Algorithms		Science
		Simulation		Data Manipulation
				Classical Statistics

Tareas

		Hacker															Scripter					Application User												
		Analytics	Biology	Datamart	Finance	Finance	Healthcare	Healthcare	Healthcare	Insurance	Marketing	Marketing	News	Retail	Retail	Social Networking	Social Networking	Visualization	Web	Web	Analytics	Analytics	Analytics	Finance	Healthcare	Media	Retail	Finance	Insurance	Retail	Retail	Sports	Web	Security
Process	Discovery	Locating Data	x	x	x	x	x	x	x					x		x	x	x																
		Field Definitions	x	x	x	x	x	x	x					x		x	x																	
	Wrangle	Data Integration	x	x	x	x	x	x	x	x						x	x																	
		Parsing Semi-Structured	x	x	x	x		x		x	x			x		x	x																	
		Advanced Aggregation and Filtering	x			x							x	x		x	x																	
	Profile	Data Quality	x		x	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x	x	x														
		Verifying Assumptions		x		x			x	x				x	x	x	x	x	x	x														
	Model	Feature Selection	x	x	x												x	x																
		Scale	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																
		Advanced Analytics	x	x		x					x	x	x	x																				
Report	Communicating Assumptions						x	x		x	x	x	x	x	x	x																		
	Static Reports		x	x		x		x		x	x		x	x																				
Workflow	Data Migration	x	x	x	x	x		x	x				x	x	x																			
	Operationalizing Workflows		x	x		x	x						x	x	x	x																		
Tools	Database	SQL	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x					x						
		Hadoop/Hive/Pig	x	x	x				x						x		x																	
		MongoDB																																
		CustomDB					x	x	x	x																								
	Scripting	Java	x	x		x			x	x	x			x	x	x																		
		Perl																																
		Python	x	x	x	x	x	x		x	x					x	x																	
		Clojure																																
		Visual Basic		x																														
	Modeling	R	x	x						x	x					x	x					x	x	x										
	Matlab														x																			
	SAS	x																																
	Excel		x		x	x				x	x	x		x	x																			



Data Science Programming Languages



Python



Scala



R



SAS



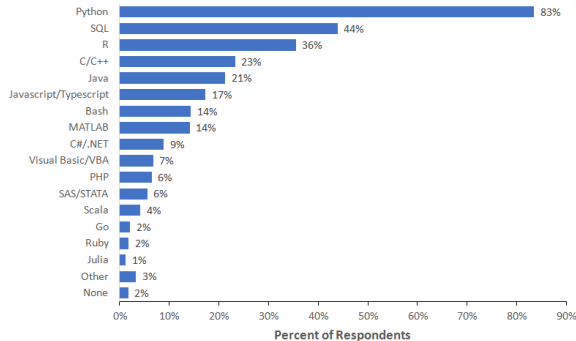
SQL



Julia

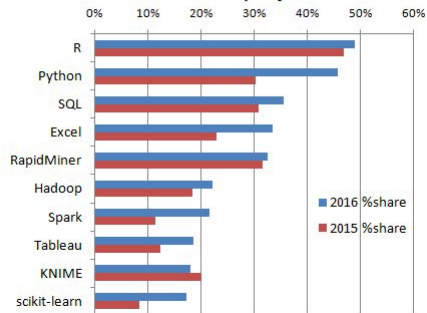
Lenguajes y herramientas

What programming language do you use on a regular basis?

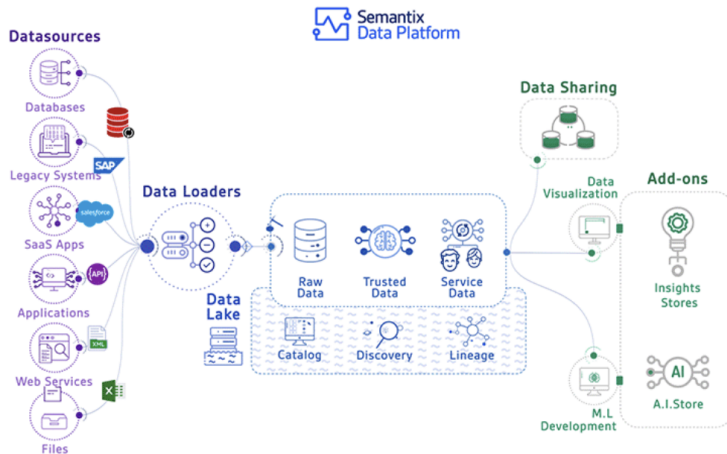


Note: Data are from the 2018 Kaggle Machine Learning and Data Science Survey.

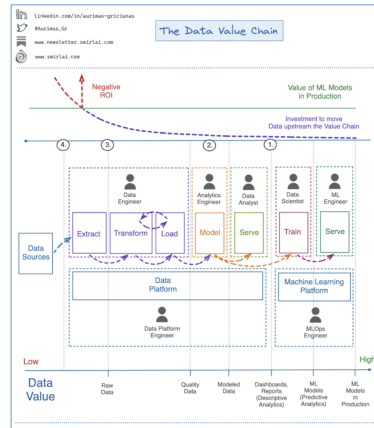
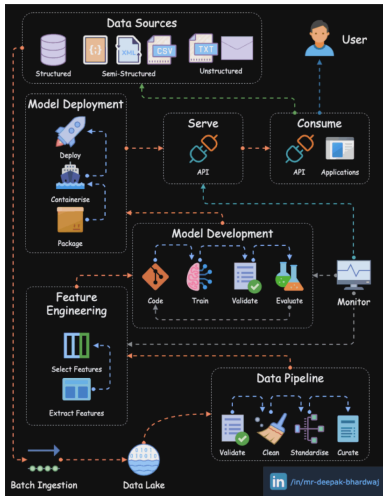
KDnuggets Analytics/Data Science
2016 Software Poll, top 10 tools



Framework en Ciencia de Datos

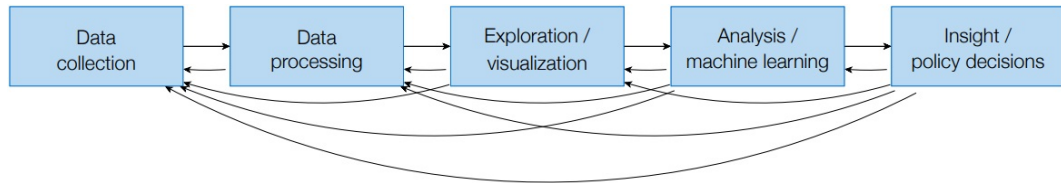


Framework en Ciencia de Datos



Haciendo ciencia de datos

Hacer ciencia de datos es un proceso que conlleva varias etapas y que integra habilidades diversas, y colaboración entre disciplinas, profesionales y enfoques diversos.



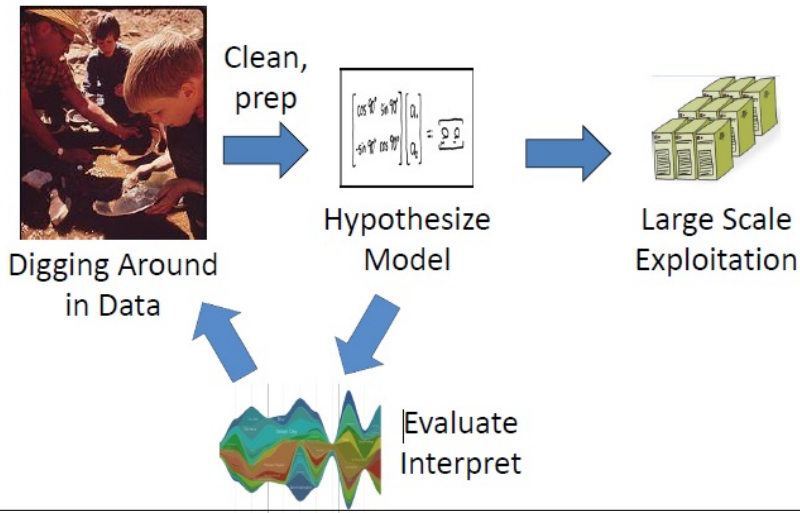
Por ejemplo, Ben Fry, propone el siguiente modelo de ciencia de datos:

1. Acquire
2. Parse
3. Filter
4. Mine
5. Represent
6. Refine
7. Interact

En contraste, Jeff Hammerbacher propone este esquema para hacer ciencia de datos:

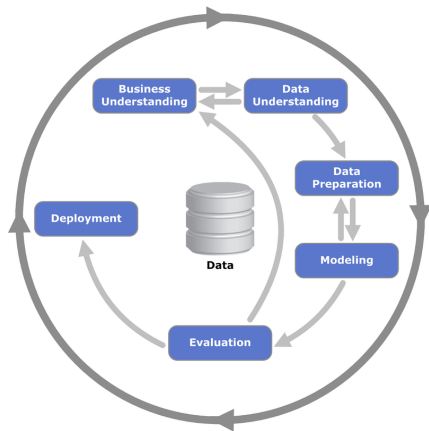
1. Identify problem
2. Instrument data sources
3. Collect data
4. Prepare data (integrate, transform, clean, filter, aggregate)
5. Build model
6. Evaluate model
7. Communicate results

Haciendo ciencia de datos



Metodologías para Data Science

CRISP DM (IBM, 1996) *Cross-industry standard process for data mining.*



La parte difícil

¿Qué parte es difícil a la hora de hacer ciencia de datos?

- Adquisición y tratamiento de datos
- Establecer supuestos y objetivos
- Evitar hacer explicaciones ad-hoc a partir de patrones
- Sobre-generalización
- Comunicar adecuadamente
- No chequear lo suficiente (validar modelos, integridad del pipeline, etc.)
- Usar pruebas estadísticas de forma correcta
- Fallas en los modelos (¿a quién preguntar?)
- Transición prototipo - producción
- Complejidad del pipeline de datos (¿a quien preguntar?)
- Regulación, leyes, ética, protocolos de seguridad, ...

¿De qué va este curso?

La idea es hacer una introducción a la ciencia de datos, desde un punto de vista más matemático.

- Más orientado a *machine learning*, patrones y análisis de datos.
Veremos algoritmos, y su fundamento matemático (no vamos a hacer teoría, pero sí vamos a mencionar teoremas importantes, y mostrar algunos de ellos).
Fundamentos en optimización, estadística, cálculo y álgebra lineal (herramientas).
- Veremos una parte computacional: implementar algoritmos.
Ejercicios sobre algoritmos (teórico), analizar datos (aplicado).
- Análisis de datos reales.
Proyectos aplicados