

Corso di educazione all'economia – anno II
«Le tecnologie digitali che stanno cambiando il mondo»
Crema, 6 Febbraio 2018

Verso un mondo «smart»?

Giovanni Righini

Dipartimento di Informatica - sede di Crema
Università degli Studi di Milano

Smarter Planet (IBM, 2008)

<http://www.ibm.com/think>



Smart traffic systems



Intelligent oil field technologies



Smart food systems



Smart healthcare



Smart energy grids



Smart retail



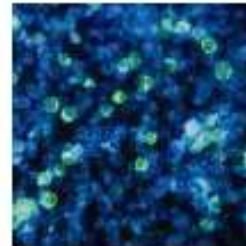
Smart water management



Smart supply chains



Smart countries



Smart weather



Smart regions

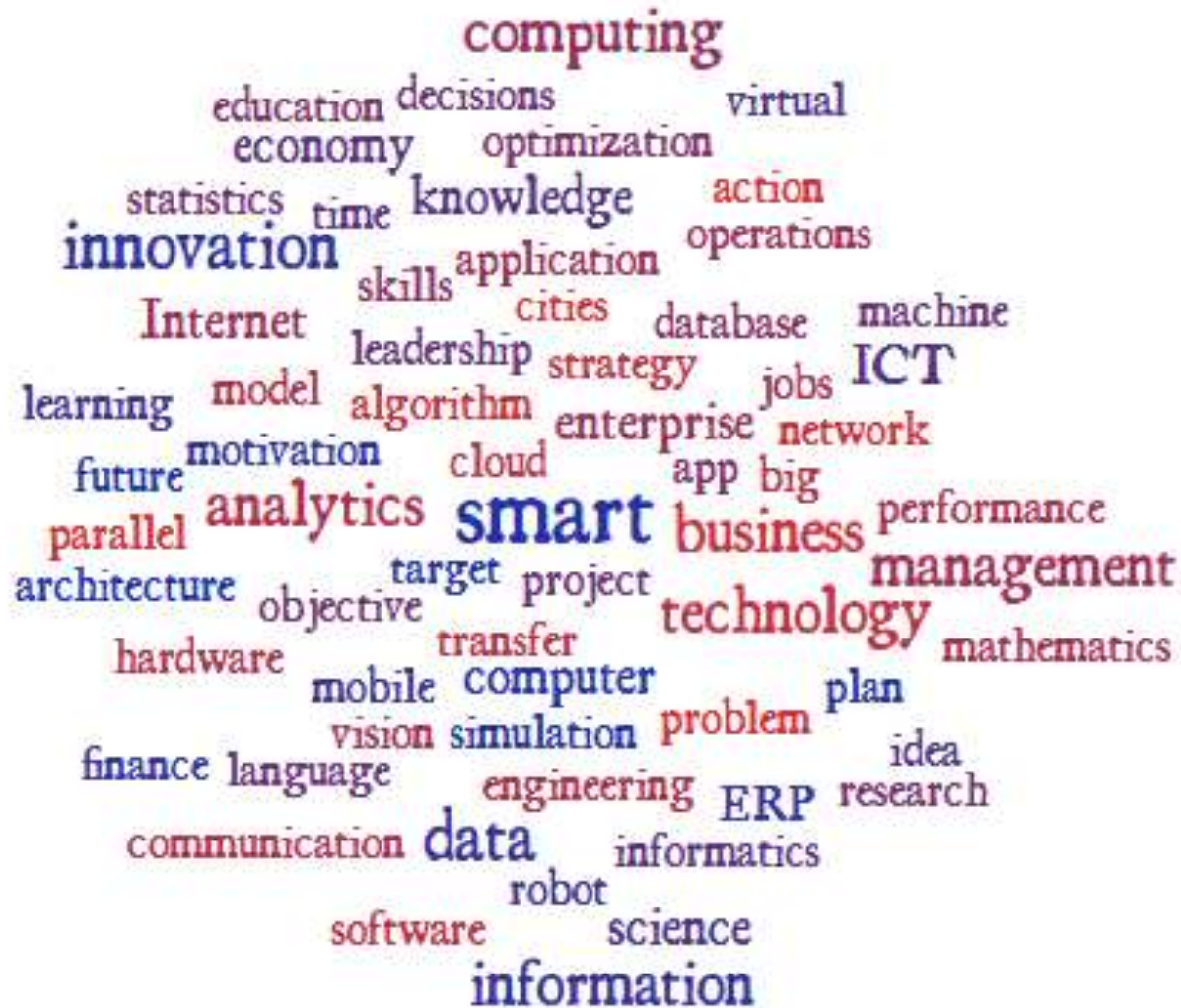


Smart cities

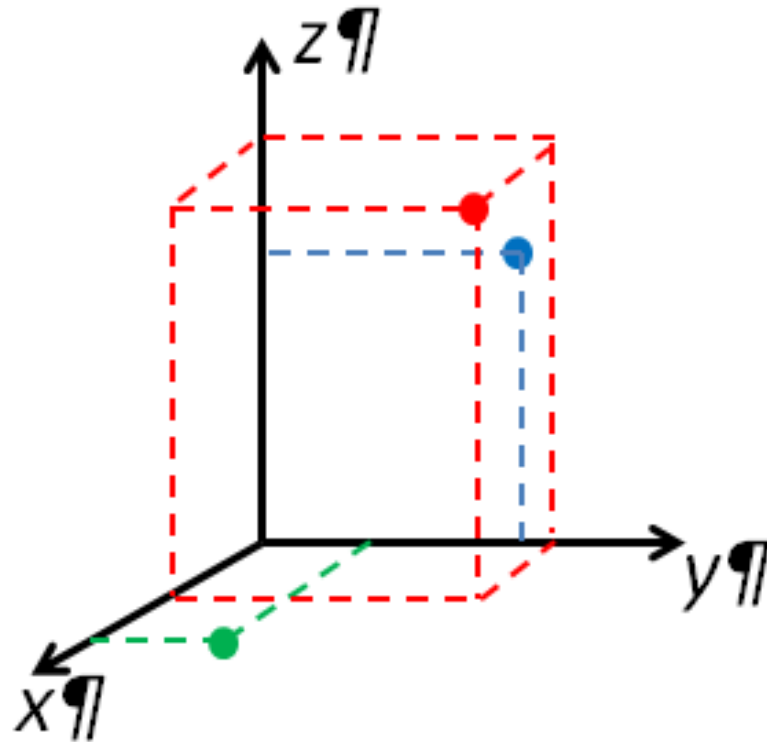
Traccia

1. Un (tentativo di) sistema di riferimento (27)
2. Problemi, modelli, algoritmi, soluzioni, decisioni (5)
3. Dalla formazione al lavoro:
conoscenze, competenze, abilità (9)
4. E noi siamo *smart*? (1)

1. Un (tentativo di) sistema di riferimento



Come orientarsi?



Serve innanzitutto un **sistema di riferimento...**

...anche perché nei periodi di transizione...



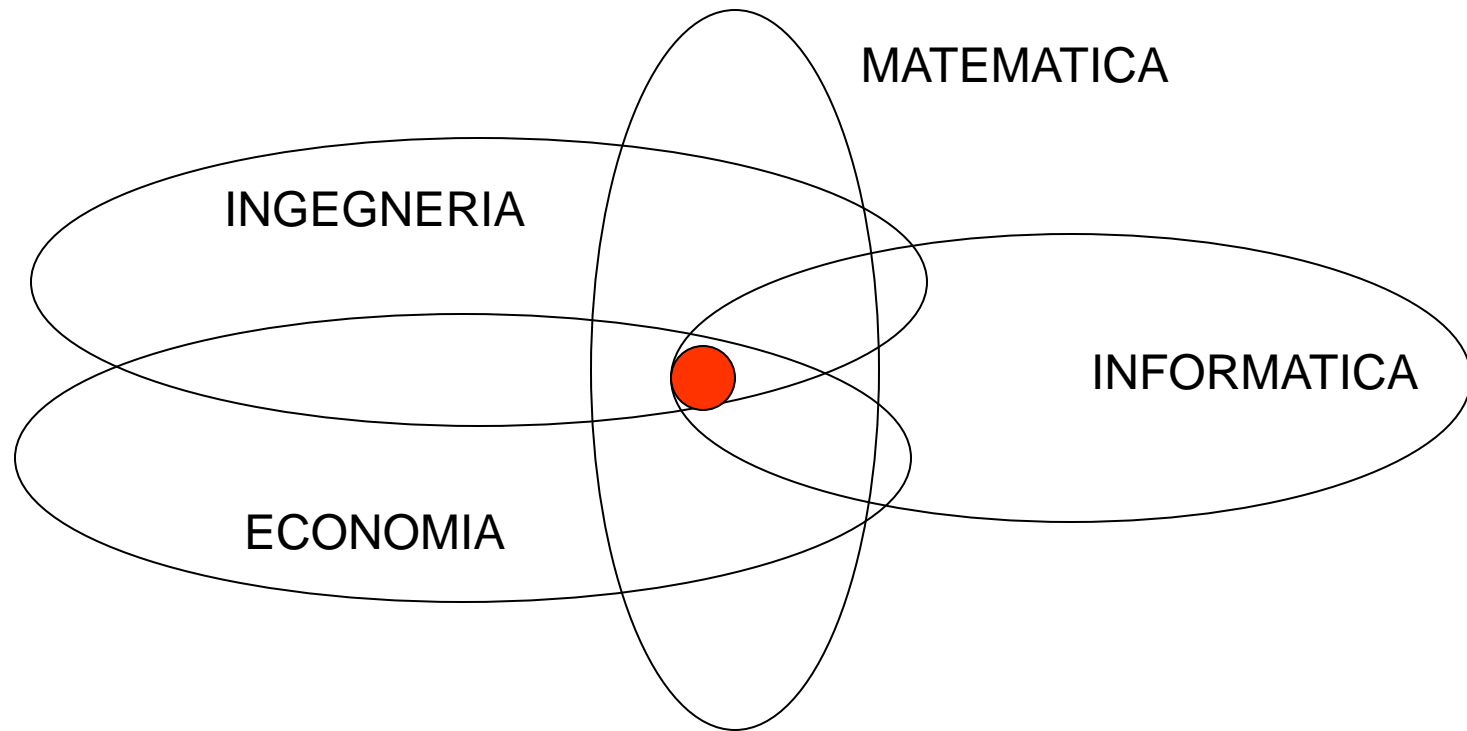
Il mio punto di osservazione:
Ricerca Operativa / Management Science

La Ricerca Operativa è
la disciplina che studia

modelli matematici
e algoritmi

per la risoluzione (automatica)
di problemi decisionali.





Ricerca Operativa

è il nome disciplinare dell'interdisciplinarietà.

Rispetto alla **matematica**

Teoremi sulle proprietà di **concetti** (figure geometriche, numeri, equazioni, funzioni, insiemi...)

vs

algoritmi per risolvere (automaticamente) **problemi**.

Ricerca «**curiosity-driven**»

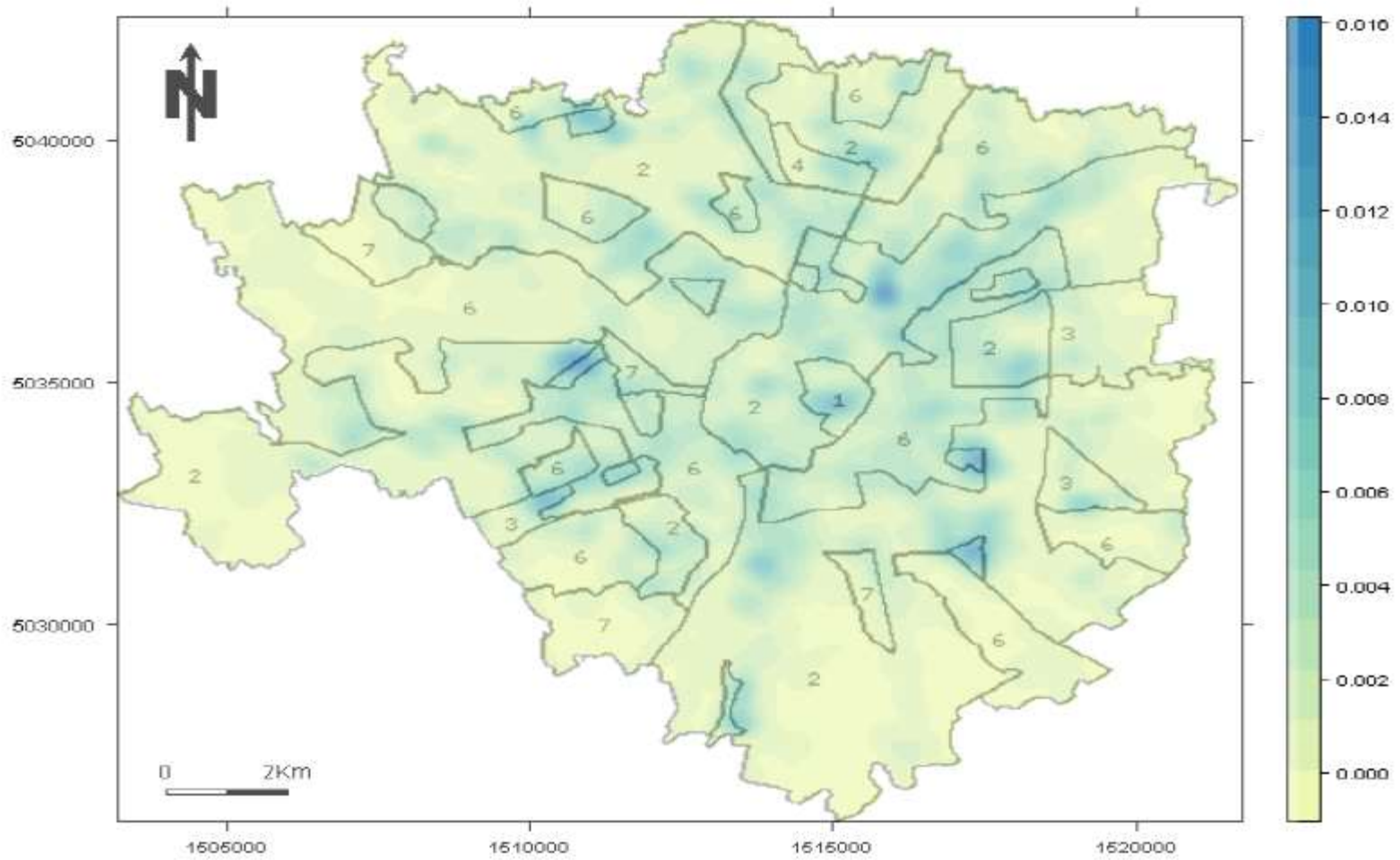
vs

ricerca «**problem-driven**».

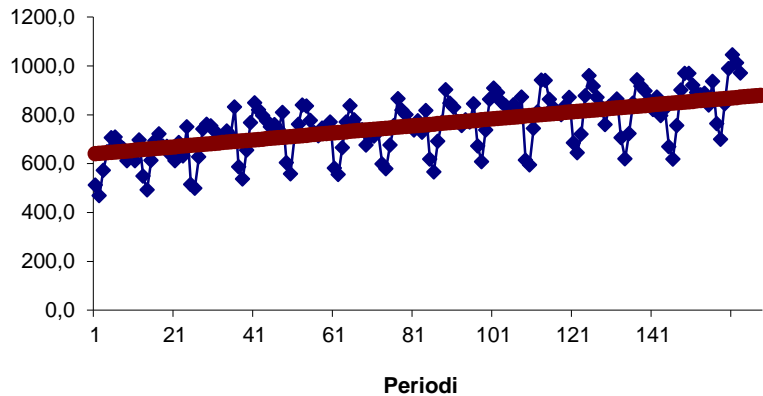
Modelli **descrittivi**

vs modelli **predittivi** vs

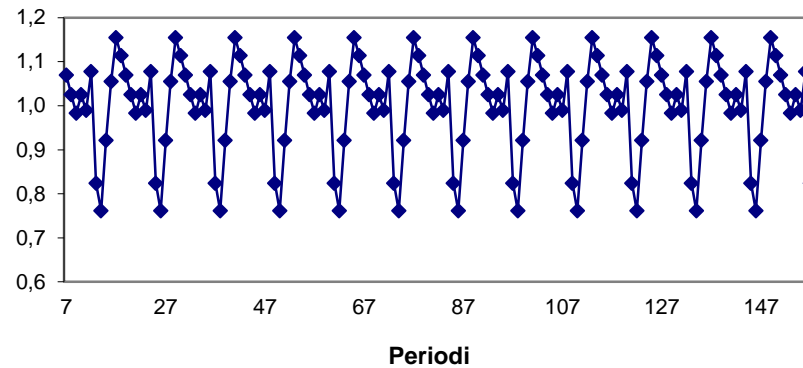
modelli **prescrittivi**.



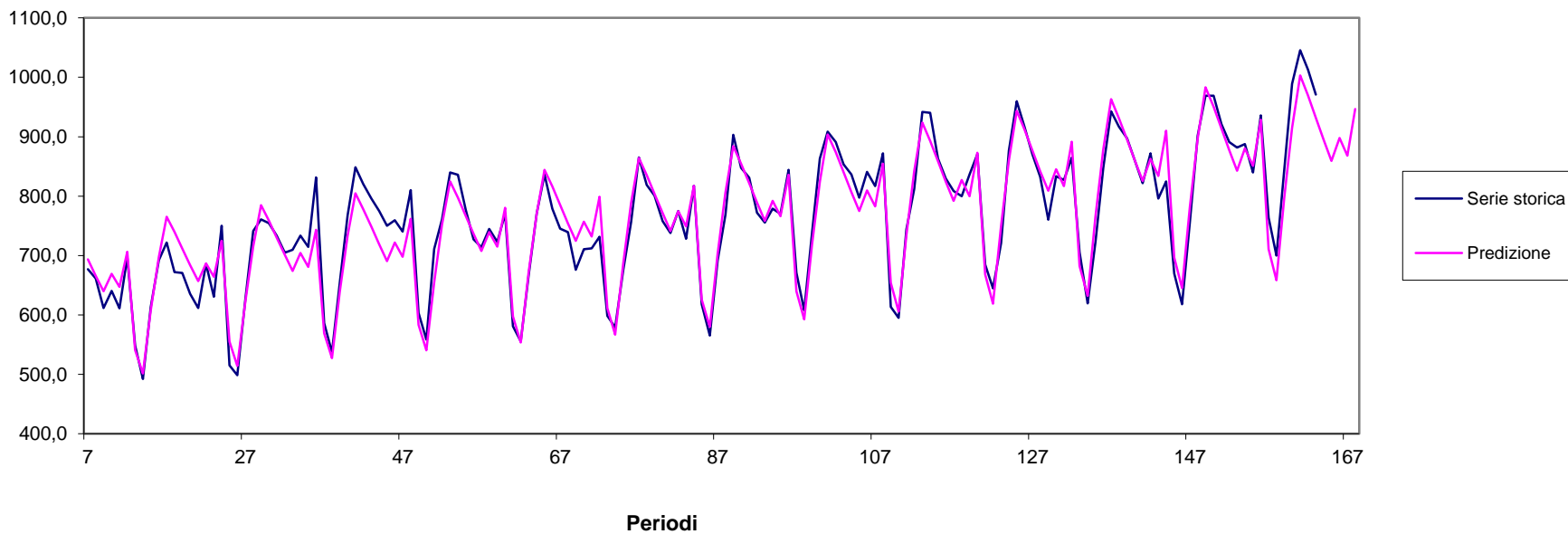
Componente tendenziale



Componente stagionale



Predizione



$$\text{maximize } v = \sum_{i \in \mathcal{I}} \sum_{t \in \mathcal{T}} d_{it} z_{it}$$

$$\text{s.t. } z_{it} \leq \sum_{c \in \mathcal{C}_i} y_{ct} \quad \forall t \in \mathcal{T}$$

$$y_{ct} \leq x_c \quad \forall c \in \mathcal{C} \quad \forall t \in \mathcal{T}$$

$$\sum_{c \in \mathcal{C}} y_{ct} \leq A_t \quad \forall t \in \mathcal{T}$$

$$\sum_{c \in \mathcal{C}} x_c \leq C$$

$$x_c \in \{0, 1\} \quad \forall c \in \mathcal{C}$$

$$y_{ct} \in \{0, 1\} \quad \forall c \in \mathcal{C} \quad \forall t \in \mathcal{T}$$

$$z_{it} \in \{0, 1\} \quad \forall i \in \mathcal{I} \quad \forall t \in \mathcal{T}.$$



Rispetto all'ingegneria

Progettazione di sistemi artificiali

VS

soluzione di problemi decisionali.

Invenzione e sviluppo di nuova tecnologia

VS

uso intelligente della tecnologia esistente.

Rispetto all'economia

Descrizione di processi decisionali
(modelli descrittivi e predittivi)

vs

soluzione di problemi decisionali
(modelli prescrittivi e algoritmi).

Rispetto all'**informatica**

Information technology (ICT) vs computer science



“Computer science is no more about computers than astronomy is about telescopes”



Edsger W. Dijkstra
(1930-2002)

Scienza informatica vs tecnologia informatica

LP Progress: An Example



A Production Planning Model

401,640 cons. 1,584,000 vars. 9,498,000 nonzeros

Solution time line (2.0 GHz P4):	Speedup
▪ 1988 (CPLEX 1.0): 29.8 days	1x
▪ 1997 (CPLEX 5.0): 1.5 hours	480x
▪ 2003 (CPLEX 9.0): 59.1 seconds	43500x

Solving IN 1988: 82 years (machines 1000x slower)

Rispetto all'**informatica**

Svolgere **compiti banali** in modo straordinariamente veloce e su vasta scala (es. memorizzare e trasmettere dati)

VS

e eseguire **compiti non-banali**
(es. guidare un'auto, rispondere ad un quiz,
giocare a scacchi, fare una diagnosi medica...)

Ricerca e innovazione «**data-driven**»

VS

ricerca e innovazione «**problem-driven**»

Due **diversi** modi di procedere

Studio guidato dai dati

Poiché esistono tanti dati digitali, cerchiamo di estrarne tutto il valore possibile.

Statistica

Big data

Data mining

Data science

Studio guidato dai problemi

Poiché vogliamo risolvere certi problemi, produciamo i dati digitali che ci servono.

Ricerca Operativa

Management science

Analytics

Decision science

Il valore dei («big»?) dati

“L’informazione è potere”

“L’informazione è ricchezza”



DATI



DECISIONI



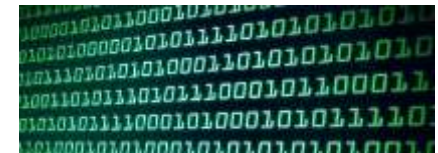
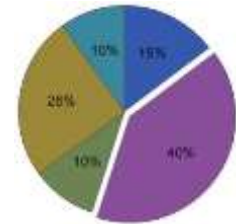
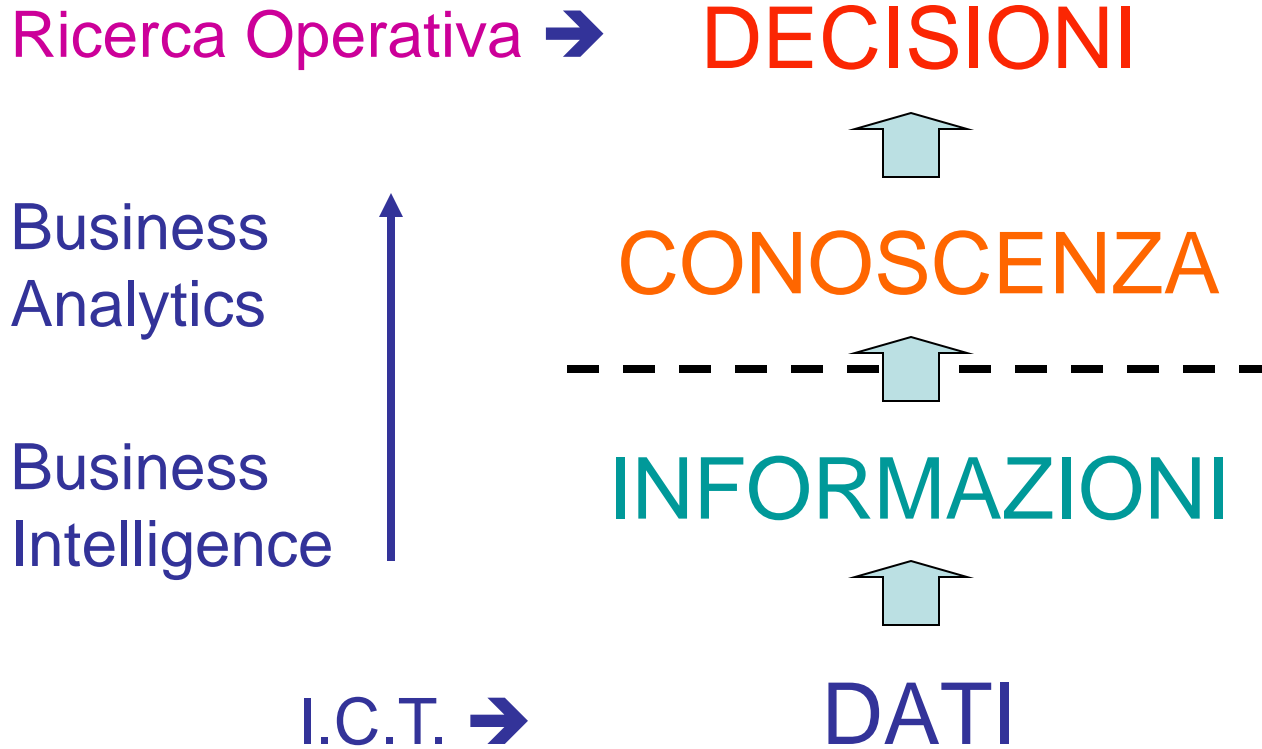
Ciò che davvero caratterizza la nostra epoca non è solo l’esistenza di dati digitali in **quantità senza precedenti**, ma soprattutto

la nostra **capacità senza precedenti** di **produrre i dati digitali** che ci servono.

La piramide DIKW (Data, Information, Knowledge, Wisdom)



La produzione di valore



Il **valore** aumenta dal livello **DATI** al livello **DECISIONI**

Un chiarimento necessario

La cosiddetta «intelligenza artificiale» non **simula** bensì **emula** il comportamento o ragionamento umano.

«Chiedersi se un **calcolatore** possa **pensare** è come chiedersi se un **sottomarino** possa **nuotare**» (E.W. Dijkstra).

Artificial intelligence

Semantic web

Computational intelligence

Machine learning

Knowledge bases

sono tutte **denominazioni fuorvianti**.

Cosa è «smart»?

Da punti di vista diversi, si danno **definizioni diverse**, che possono riguardare **prodotti**, **processi**, **servizi**:

- ciò che si basa su una **tecnologia nuova**:
 - «smart city» = illuminare le strade a LED
 - «smart manufacturing» = usare la stampa 3D per i prototipi
- ciò che ha **funzioni più numerose o avanzate**:
 - «smartphones», «smart meters», «smart parking»...
 - «smart manufacturing» = robot anziché macchine utensili
- ciò che **risolve bene un problema decisionale** difficile:
 - «smart city» = **ottimizzare** il servizio TPL
 - «smart manufacturing» = **ottimizzare** la produttività

Esempio n.1: UBER (*smart transportation*)

È un **servizio** immateriale, non un **prodotto**.

Usa **tecnologia esistente**, non sviluppa **nuova tecnologia**.

Modifica un **processo decisionale**,
non risolve un **problema decisionale**.

Genera **valore dall'informazione**: abbina domanda e offerta.

Utilizza (forse) **modelli descrittivi**.

Esempio n.2: AlphaZero

È un **algoritmo** per **risolvere bene un problema decisionale difficile** («intelligenza artificiale», «auto-apprendimento»).

Non è una **tecnologia nuova (I.C.T.)**,
è un **algoritmo nuovo (computer science, O.R.)**.

Simula un **processo decisionale**,
risolvendo un **problema decisionale**.

Genera **valore** al livello delle **decisioni**.

Utilizza **modelli descrittivi**.

Esempio n.3: Agricoltura di precisione (*smart agriculture*)

Consiste in **servizi**, per migliorare la qualità dei **prodotti** e l'efficacia e l'efficienza dei **processi**.

Usa **tecnologia sia esistente che nuova (sensori, droni,...)**.

Supporta i **processi decisionali**, risolvendo **problemi decisionali** (regolando irrigazione, concimazione...).

Genera **valore** dai **dati** (temperatura, umidità, colore...) supportando **decisioni**.

Utilizza **modelli descrittivi, predittivi e prescrittivi**.

Esempio n.4: Stampa 3D (*smart manufacturing*)

È una tecnologia che produce oggetti materiali, migliorando processi industriali e anche servizi.

È una tecnologia nuova.

Facilita processi decisionali (progettazione), non risolve problemi decisionali.

Genera valore dai dati, trasformandoli in oggetti.

Utilizza modelli descrittivi (geometrici).

Esempio n.5: Progetto AD-COM (*smart manufacturing*)

Sviluppa **servizi**, per migliorare l'efficienza dei **processi produttivi** (di imprese cosmetiche).

Usa **tecnologia esistente**, non sviluppa **tecnologia nuova**.

Supporta i **processi decisionali**,
risolvendo **problemi decisionali** (piani di produzione,...).

Genera **valore** supportando **decisioni**.

Utilizza soprattutto **modelli prescrittivi**.

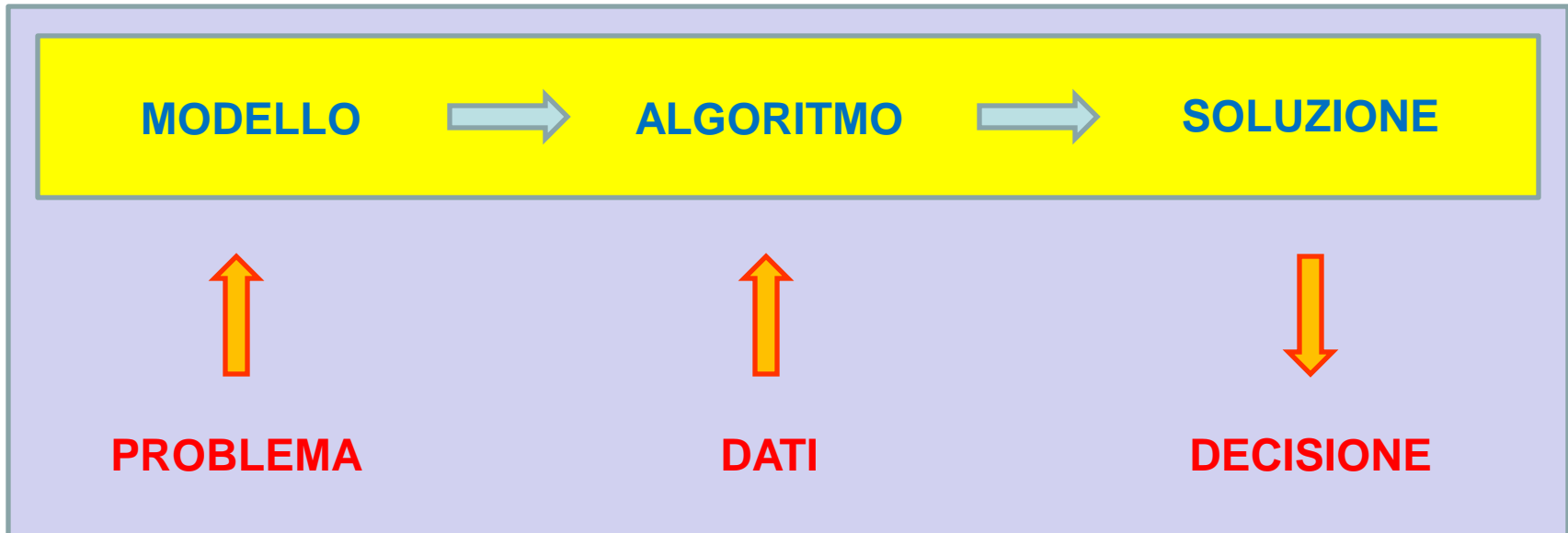


Industria 4.0: Le tecnologie abilitanti



2. Problemi, modelli, algoritmi, soluzioni, decisioni

Una lunga catena («smart»?)



La corrispondenza tra una **buona soluzione** e una **buona decisione** dipende

- dalla correttezza dei **dati** utilizzati,
- dalla corrispondenza tra il **problema** ed il **modello**.

Due principi da ricordare

«Tutti i **modelli** sono **sbagliati**. Alcuni sono utili.»

George Box



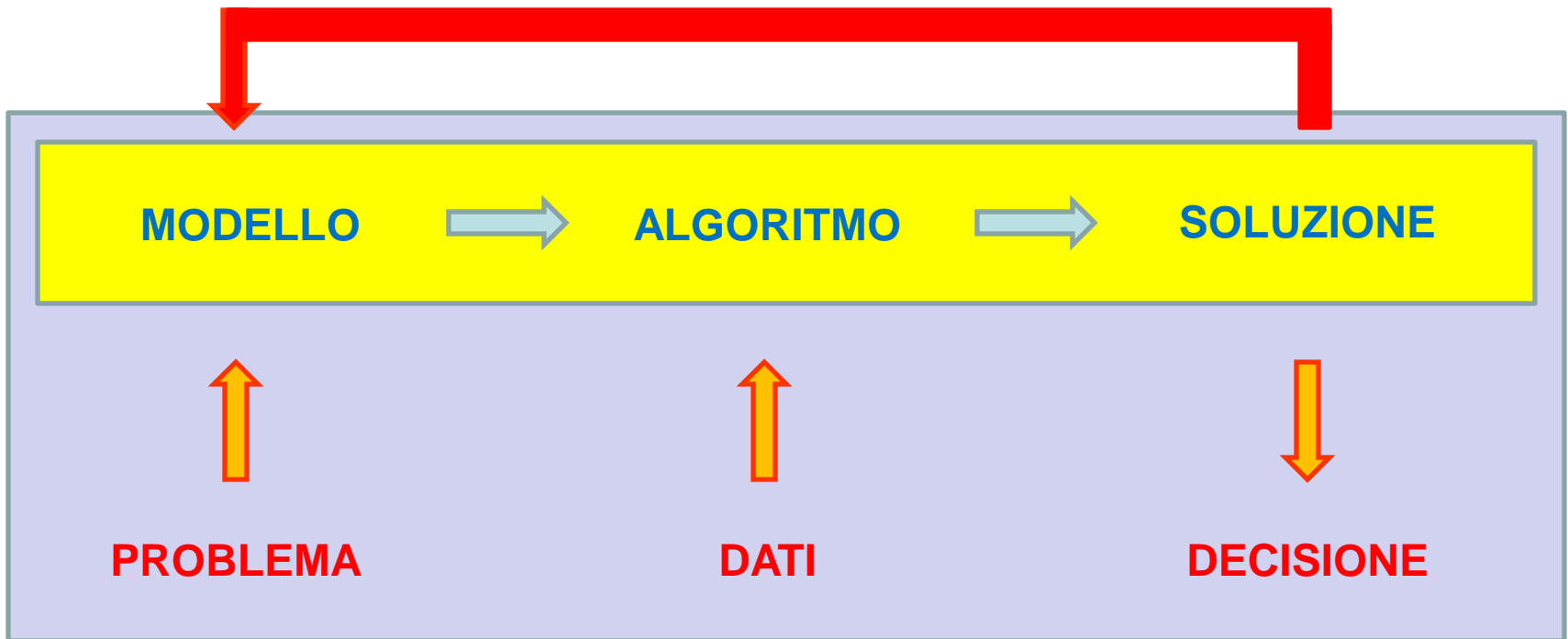
«I **dati** sono **sbagliati**. Sempre.»

Filippo Tabusso



Più utilizziamo **dati e modelli** a **supporto delle decisioni**,
più è necessario esercitare il **nostro senso critico** su di essi.

La catena davvero «smart»



Spesso la maggior utilità di una **soluzione** non sta tanto nella **decisione che ne consegue** quanto nel continuo **miglioramento del modello che la genera**.

Confrontare i **modelli**, non solo le **soluzioni**

L'uso di **sistemi di supporto alle decisioni** comporta simultaneamente **opportunità** e **rischi**.

Opportunità

- **Decisioni di gran lunga migliori**
(efficaci, efficienti, robuste, tempestive, giustificabili).

Rischi

- **Occultamento delle responsabilità decisionali**
 - «L'ha detto l'algoritmo», «La matematica non sbaglia mai».
 - La **soluzione** è visibile, il **modello** (se c'è) resta nascosto.
- **L'incompetenza al potere**
- **La tecnocrazia sfida (o usa) la democrazia**

Confrontare i **modelli**, non solo le **soluzioni**

Questa è la
mia soluzione!

È garantita
matematicamente!



Mostraci il tuo
modello!

Che dati hai
usato?

3. Dalla formazione al lavoro:
conoscenze, competenze, abilità

Un problema culturale

Si pone quindi un problema di tipo **culturale** e **formativo** (non tecnologico).

Per vivere in un mondo più «smart» sono richieste:

- formazione «a forma di *T*» (larga, non solo profonda)
- migliore **orientamento negli studi**
- *forma mentis* orientata al ***problem solving scientifico***
- nuovi obiettivi nell'insegnamento della **matematica**

...e tutto questo **su vasta scala.**

Formazione «a forma di T»

Equilibrio tra **tuttologia** e **iper-specializzazione**.



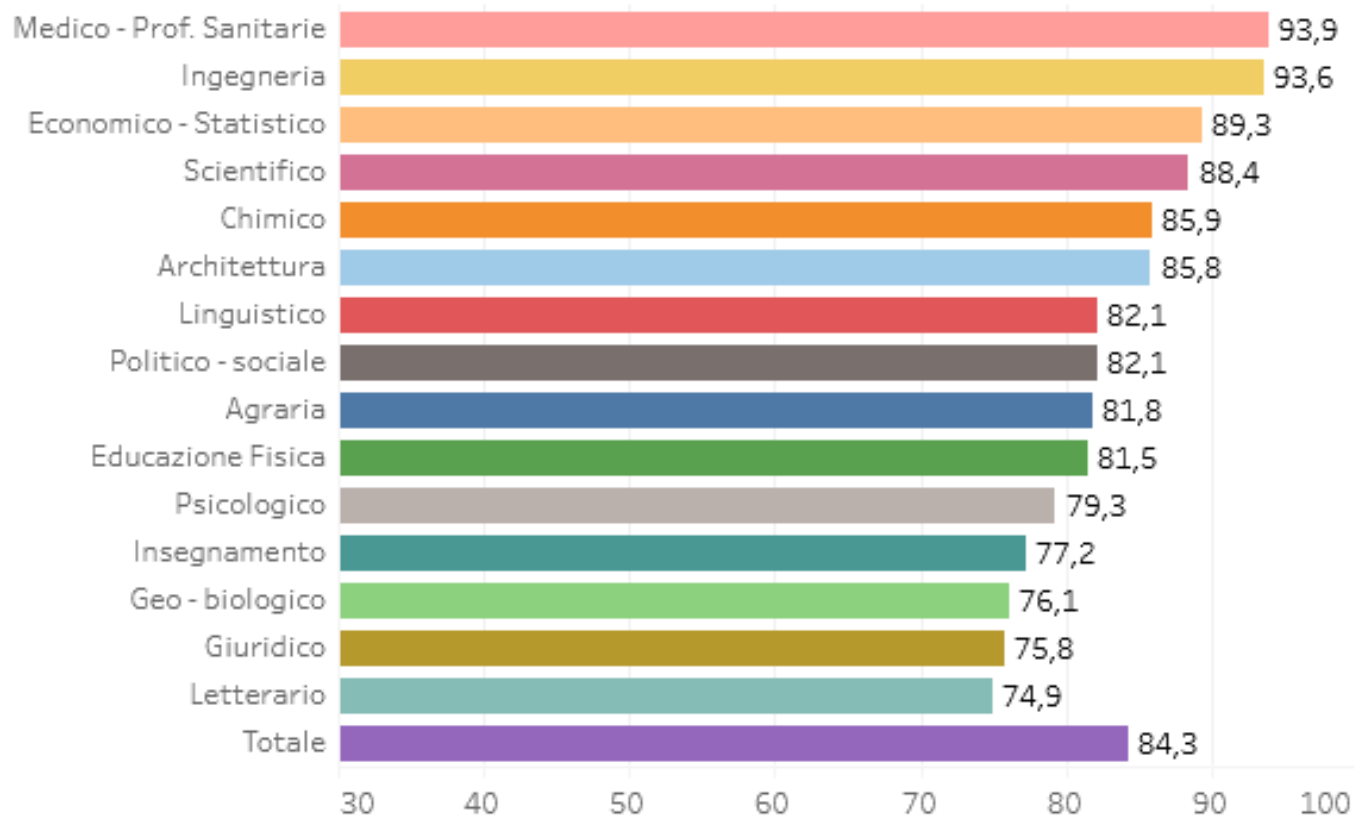
Service Education is Interdisciplinary



Need more T-shaped people – both deep and broad

Orientamento negli studi

Laureati magistrali biennali 2011 intervistati a cinque anni: tasso di occupazione secondo la definizione Istat per gruppo disciplinare. Anno di indagine 2016



Quali conoscenze?

(Solo) la **formazione di base** non invecchia!

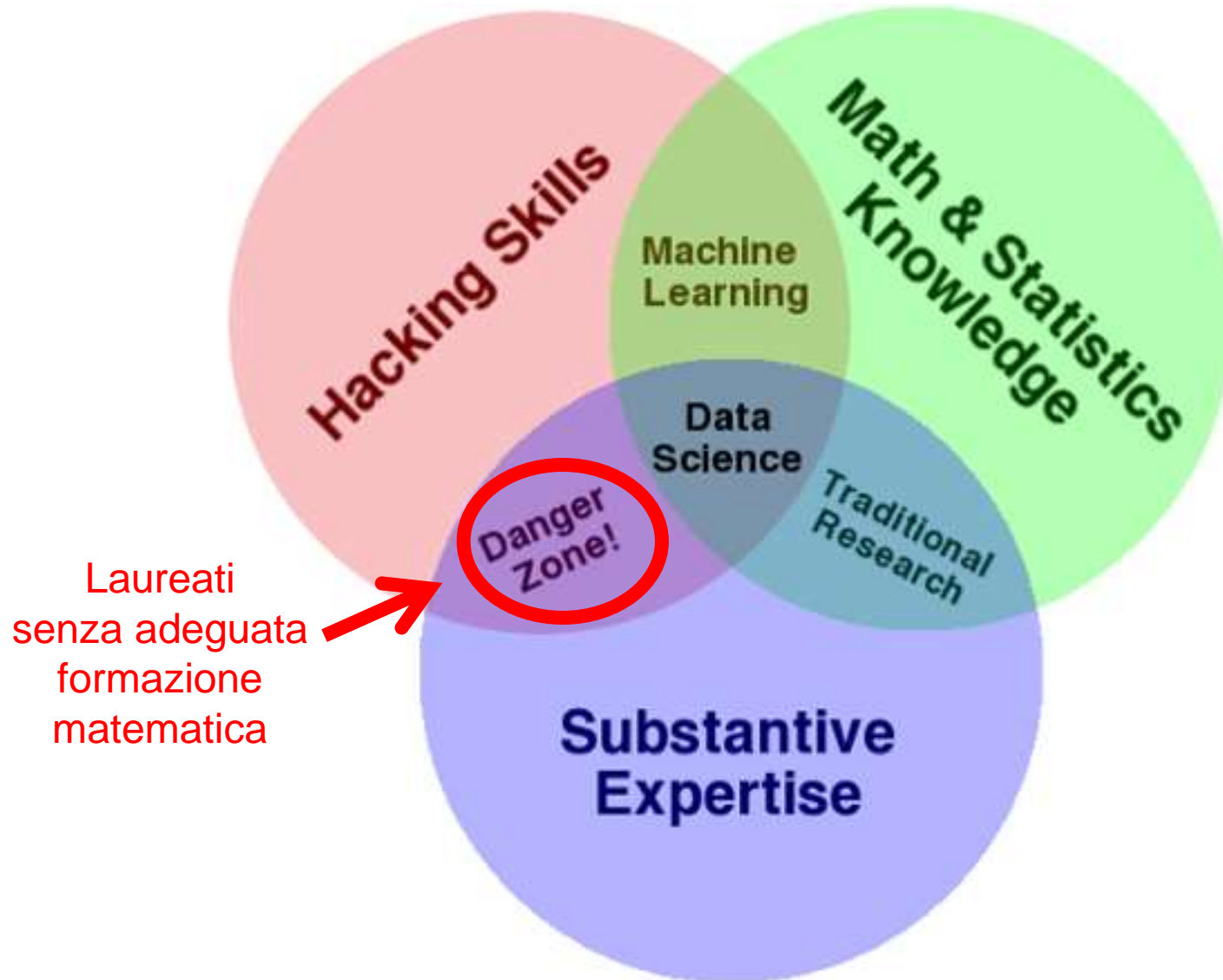
Le **conoscenze di tipo tecnico** diventano rapidamente obsolete.



Quali competenze?

- Il **lavoratore creativo** crea innanzitutto **il proprio lavoro**.
- In un mondo **sempre più complesso** aumenta il valore di chi sa **semplificare**: **modelli** → *problem solving*.
- Nella formazione è meglio privilegiare il **metodo** sui **contenuti**. Sviluppare il **senso critico**.
- La **matematica** va intesa e insegnata come **l'arte del ragionamento critico sui modelli**, non come una **tecnica per fare calcoli**.

Il diagramma di Venn della «data science»



News Analysis

Big data brings big academic opportunities

Educational opportunities in advanced-degree analytics programs arrive with land rush speed

By [Patrick Thibodeau](#)

September 21, 2012 08:00 AM ET

[Add a comment](#)

| Like 5

Computerworld - Colleges and universities are moving swiftly to create advanced degree programs in analytics to manage big data.

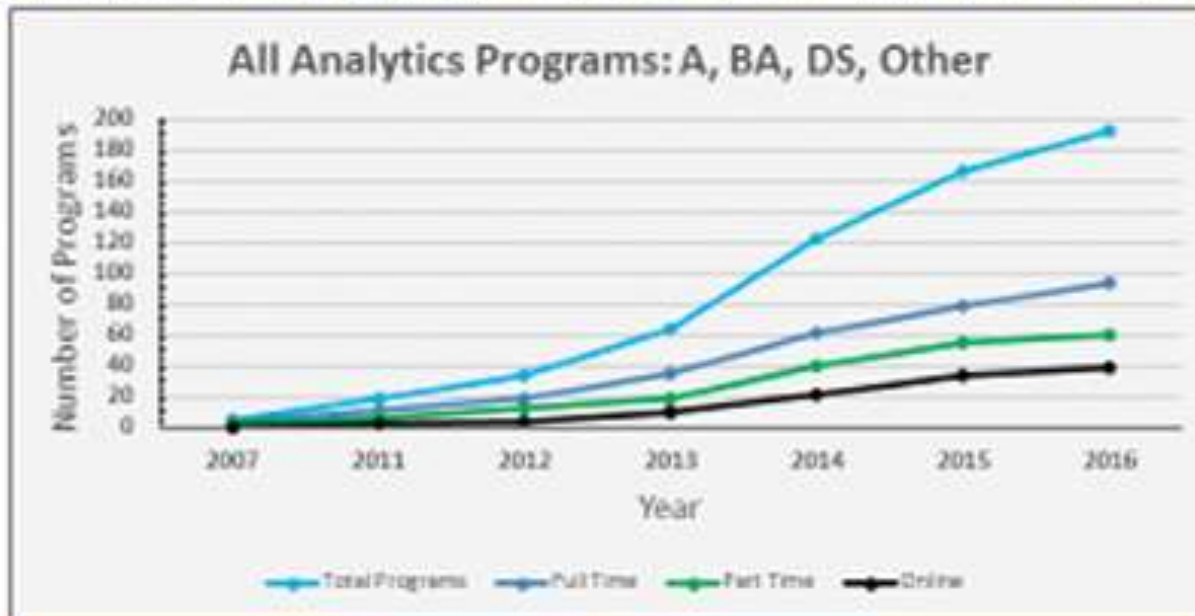
The schools have all seen the McKinsey Co. report [warning of a mega shortage](#) in analytical talent of as many as 190,000 people by 2018. They have also heard about the need directly from big employers, such IBM and SAS.

Schools, for years, have provided many training opportunities in analytics. But these new advanced-degree programs are using business intelligence and other analytical tools to turn social media, sensor, purchase transactions, mobile and other [sources of big data](#) into useful information for business and government.

Professioni che muoiono, professioni che nascono («Best Jobs 2017»)

Rank	Job
1	Statistician
2	Medical services manager
 3	Operations research analyst
4	Information security analyst
5	Data scientist
6	University professor
7	Mathematician
8	Software engineer

GROWTH IN ANALYTICS MARKETPLACE



All Analytics (A, BA, DS, Other) Programs							
	2007	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Total Programs	5	19	34	64	122	166	192
FULL-TIME	3	11	19	35	61	78	93
Part Time	2	6	12	19	40	55	60
Online	0	2	3	10	21	33	39

2016: Number of Part -Time Programs increased by 9%, Online by 18%, FULL-TIME Programs by 19%

4. E noi siamo «smart»?

Qualche esempio «smart» *made in Crema*



Ottimizzazione di...

1. Servizio di trasporto sociale (Comune di Crema, CSC)
2. Turnazione reparto di terapia intensiva (Ospedale di Crema)
3. Filiera lombarda del latte di bufala
4. Scarti di lavorazione industriale (Albodoor)
5. Orario scolastico (scuola «G. Vailati»)
6. Capacità di trasporto fluviale sul Po e le idrovie connesse (ALOT)

7. Turnazione reparto di cardiologia (A.O. «S.M. degli Angeli», PN)
8. Pianificazione della produzione industriale (Pirelli Tyre)
9. Osservazioni della superficie terrestre da satellite (Cosmo-SkyMed)
10. Trasmissione dati nella missione Mars Express (European Space Agency)
11. Percorsi nella logistica del trasporto merci conto terzi (Pointcar, Reply)
12. Dimensionamento e turnazione operatori call centers (Studio Zeta)
13. Dimensionamento e turnazione unità di emodinamica (Reg. Lombardia)
14. Sistema sanitario di urgenza – emergenza 118 (Milano Niguarda)

Grazie per l'attenzione...

