

FONDAMENTI DELL'INFORMATICA

Stefania Bandini

stefania.bandini@unimib.it

Alex Graudenzi

alex.graudenzi@unimib.it

Complex Systems & Artificial Intelligence Research Center

Dipartimento di Informatica, Sistemistica e Comunicazione

Università di Milano-Bicocca

ORARIO

Martedì

Mercoledì

Giovedì

U1-09

13:30-16:30

10:30-12:30

12:30-14:30



PROGRAMMA

Strutture relazionali e induttive (1):

- Insiemi (definizioni estensionali e intensionali, sottoinsiemi e insiemi potenza, unione, intersezione, complementazione, differenza e differenza simmetrica, partizioni, prodotto cartesiano, sequenze, coppie e n-uple ordinate, relazioni, funzioni e operazioni, funzione inversa, composizione di funzioni, multinsiemi, insiemi quoziente.
- Strutture relazionali, grafi e ordinamenti. Proprietà delle relazioni, tabelle e matrici booleane e relative operazioni, grafi, relazioni d'equivalenza, composizione di relazioni, strutture relazionali e ordinamenti, algebra relazionale, chiusura transitiva, ordinali e reticoli, diagrammi di Hasse.



PROGRAMMA

Strutture relazionali e induttive (2):

- Algebra di Boole
- Introduzione all'induzione (principi d'induzione matematica, induzione e ricorsione su insiemi, stringhe, formule ben formate)
- Automi a stati finiti



PROGRAMMA

Linguaggi logici (1):

- Linguaggio proposizionale (linguaggio e semantica, apparato deduttivo, sintassi e semantica della logica proposizionale, equivalenza logica, modelli, decidibilità, completezza di insiemi di connettivi)
- Sistemi deduttivi proposizionali (completezza e correttezza, calcolo della deduzione naturale, tableaux proposizionali)



PROGRAMMA

Linguaggi logici (2):

- Linguaggi predicativi (sintassi della logica predicativa, variabili libere e legate, interpretazioni e modelli, equivalenza semantica, teorie del primo ordine)
- Sistemi deduttivi predicativi (sostituzioni, tautologie e sostituzione uniforme,, completezza e correttezza nel calcolo predicativo, tableaux predicativi)



MODALITA' SVOLGIMENTO ESAME

Esame scritto con domande ed esercizi.

Esame orale complementare su richiesta dello studente che abbia ottenuto un punteggio alla scritto superiore a 21/30. Obbligatorio per voti inferiori a 21/30.



TESTO

Luigia Carlucci Aiello, Fiora Pirri

Strutture, logica, linguaggi

Pearson-Mylab Ed., (2018) - € 22,95

(Con contenuto digitale per download
e accesso online Turtleback)



FONDAMENTI DELL'INFORMATICA

Stefania Bandini

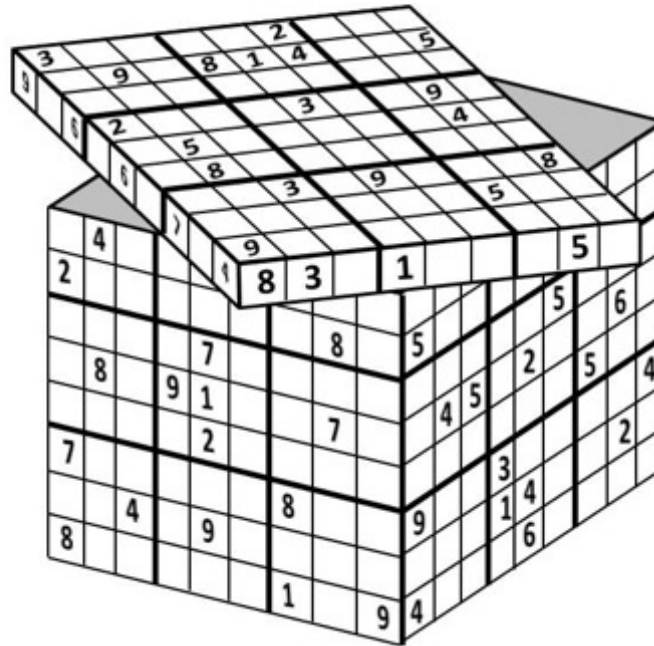
stefania.bandini@unimib.it

Complex Systems & Artificial Intelligence Research Center

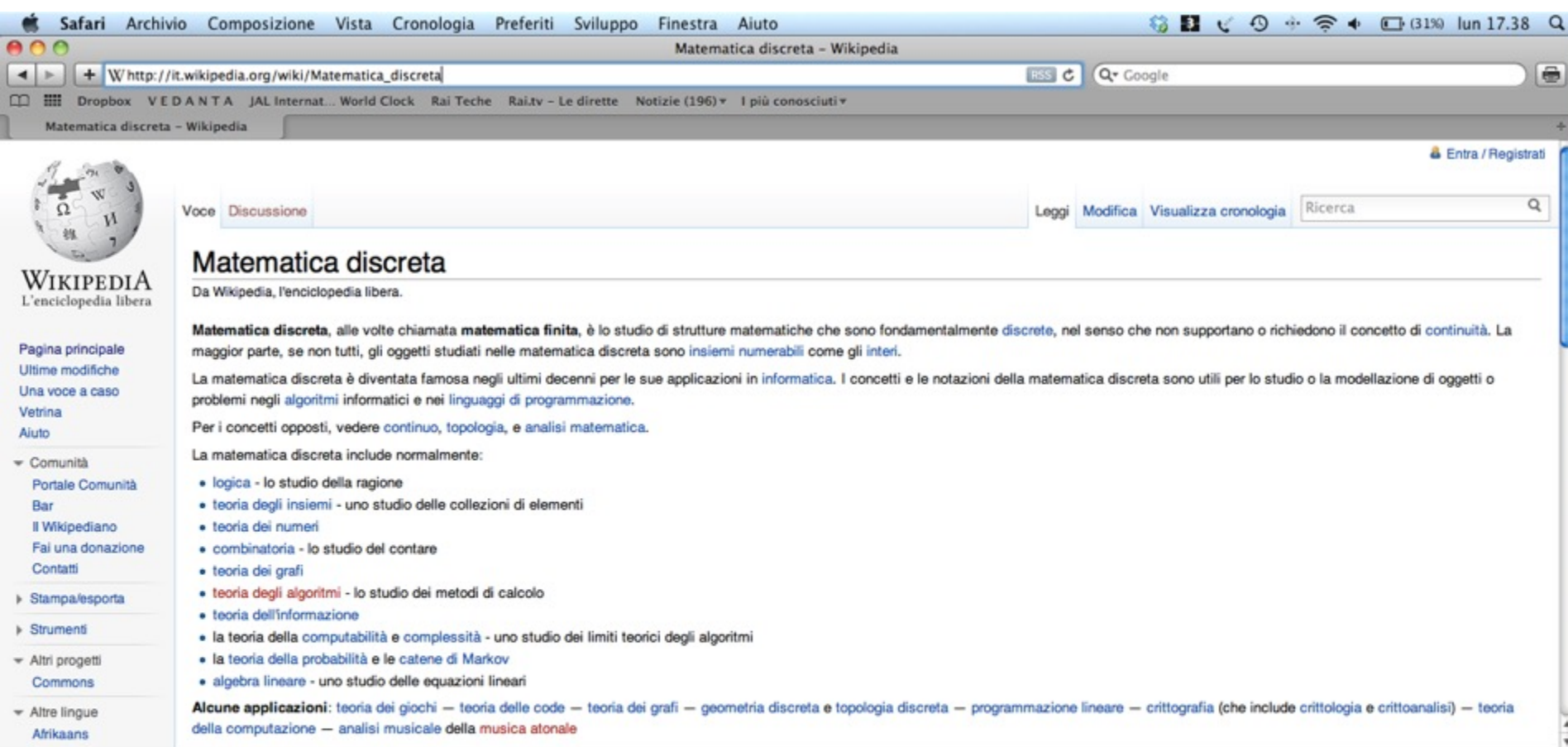
Dipartimento di Informatica, Sistemistica e Comunicazione

Università di Milano-Bicocca

MATEMATICA DISCRETA



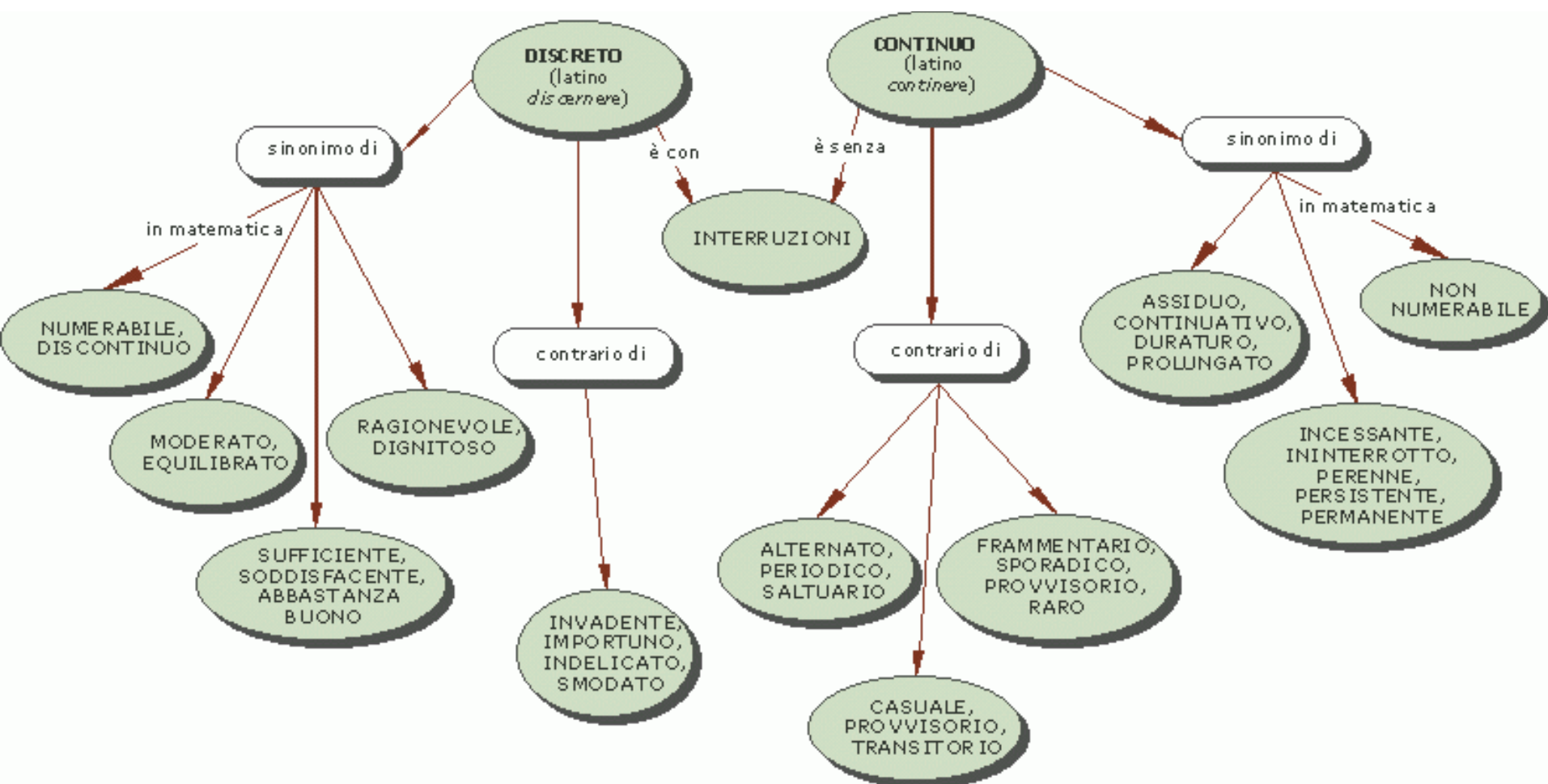
MATEMATICA DISCRETA



The screenshot shows a Safari browser window with the address bar displaying the URL `http://it.wikipedia.org/wiki/Matematica_discreta`. The page title is "Matematica discreta - Wikipedia". The browser's status bar at the top shows the time as 17:38 and battery level at 31%.

The Wikipedia page content includes:

- Voce** (Discussionione)
- Leggi** (Modifica) (Visualizza cronologia)
- Ricerca** (Google)
- Matematica discreta** (Wikipedia)
- Da Wikipedia, l'enciclopedia libera.**
- Matematica discreta**, alle volte chiamata **matematica finita**, è lo studio di strutture matematiche che sono fondamentalmente **discrete**, nel senso che non supportano o richiedono il concetto di **continuità**. La maggior parte, se non tutti, gli oggetti studiati nella matematica discreta sono **insiemi numerabili** come gli **interi**.
- La matematica discreta è diventata famosa negli ultimi decenni per le sue applicazioni in **informatica**. I concetti e le notazioni della matematica discreta sono utili per lo studio o la modellazione di oggetti o problemi negli **algoritmi** informatici e nei **linguaggi di programmazione**.
- Per i concetti opposti, vedere **continuo**, **topologia**, e **analisi matematica**.
- La matematica discreta include normalmente:
 - **logica** - lo studio della ragione
 - **teoria degli insiemi** - uno studio delle collezioni di elementi
 - **teoria dei numeri**
 - **combinatoria** - lo studio del contare
 - **teoria dei grafi**
 - **teoria degli algoritmi** - lo studio dei metodi di calcolo
 - **teoria dell'informazione**
 - **la teoria della computabilità e complessità** - uno studio dei limiti teorici degli algoritmi
 - **la teoria della probabilità e le catene di Markov**
 - **algebra lineare** - uno studio delle equazioni lineari
- Alcune applicazioni:** **teoria dei giochi** — **teoria delle code** — **teoria dei grafi** — **geometria discreta e topologia discreta** — **programmazione lineare** — **crittografia** (che include **crittologia** e **crittoanalisi**) — **teoria della computazione** — **analisi musicale della musica atonale**



DISCRETO

1 Che si comporta in modo appropriato alla situazione, con misura, senza mancare di riguardo SIN **prudente, riguardoso**: *persona d.*; in partic., riservato: *mi fido di lui perché sa essere d.*



discretézza dal *lat.* DISCRÉTUS nel senso di *temperato* (v. *Discreto*).

Moderazione usata dagli uomini ben costumati nel prendere e nel dare a ciascuno quello che gli si conviene, non più volendone per sé.

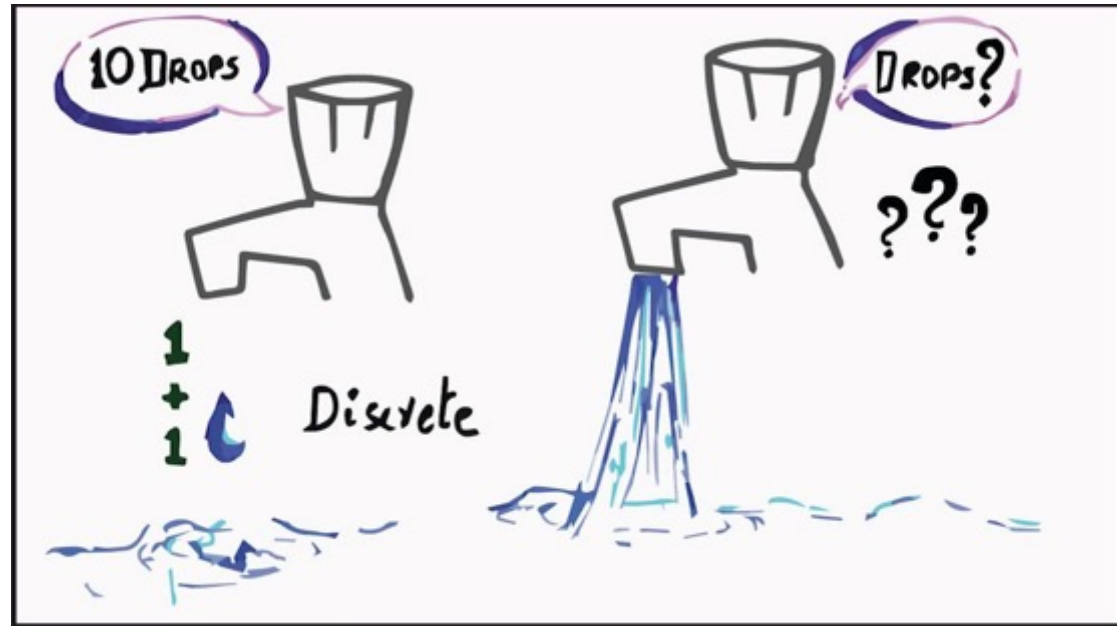
DISCRETO

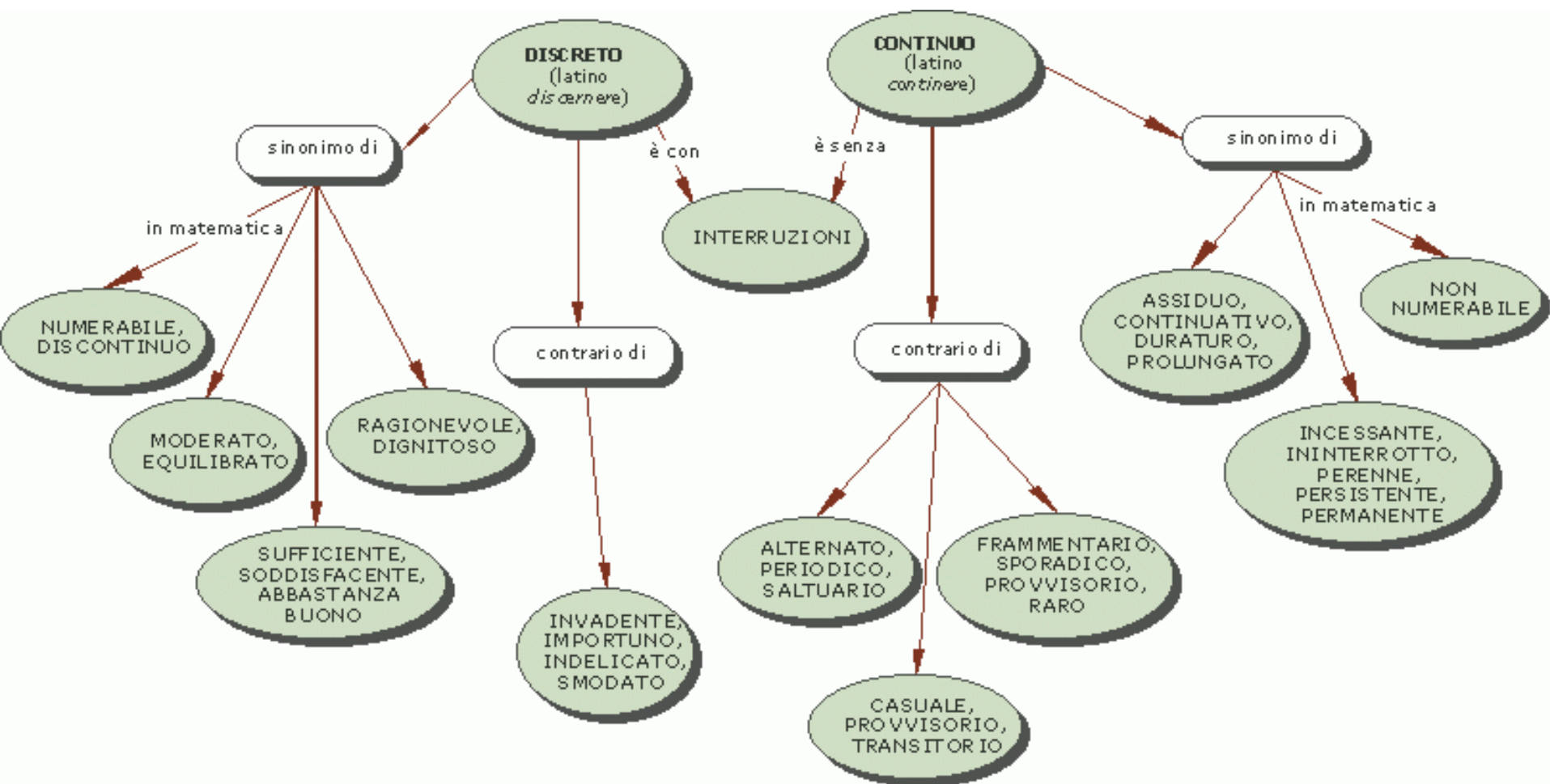
2 Abbastanza buono, più che soddisfacente: *un d. scrittore; il tempo è d.*; non piccolo, notevole: *avere un d. patrimonio*; anche, moderato, non eccessivo: *fa un uso d. della libertà di cui gode*

	V A L U T A Z I O N E					
CLASS	ottimo	molto buono	buono	discreto	sufficiente	insufficiente
IA	4					
IA	3	1				
IA-	2	2				
IB+	1	3				
IB		4				
IB		3	1			
IB-		2	2			
IIA+		1	3			
IIA			4			
IIA			3	1		
IIA-			2	2		
IIB+			1	3		
IIB				4		
IIB				3	1	
IIB-				2	2	
III+				1	3	
III				4		
N. I.						1

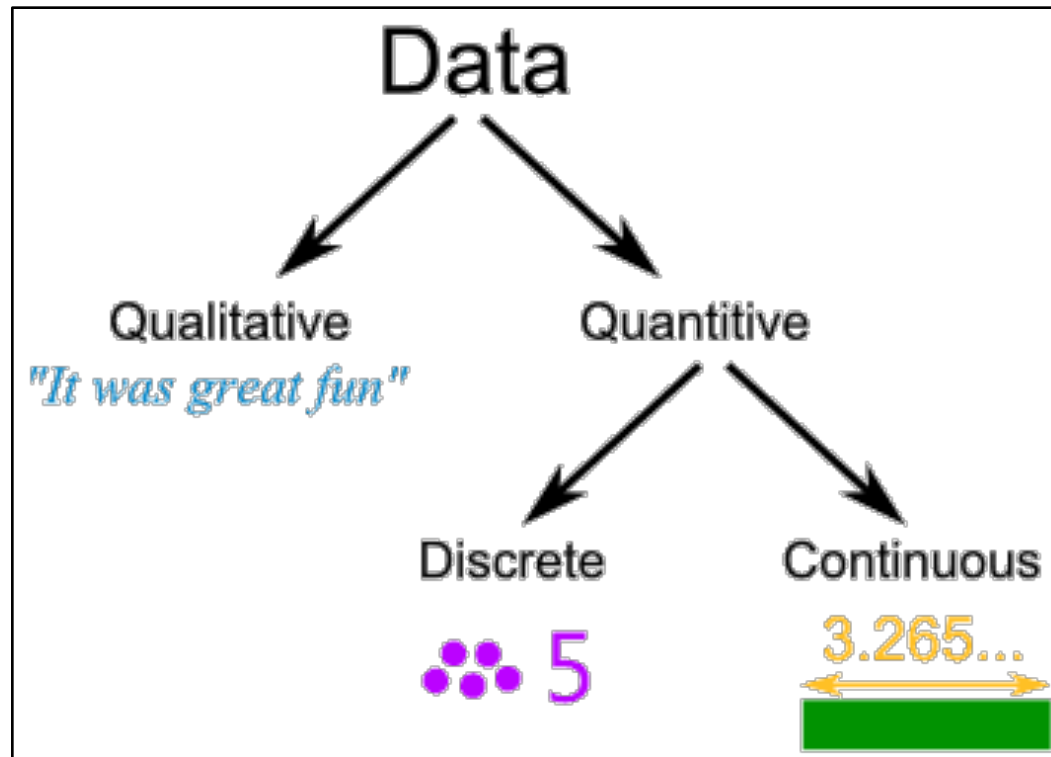
DISCRETO

3 Composto di elementi distinti, separati tra di loro || mat. insieme d. di punti, quello costituito da un numero finito o da un'infinità numerabile di punti





DISCRETO E CONTINUO



DISCRETO E CONTINUO

La relazione tra **discreto** e **continuo** è una delle problematiche più antiche del pensiero umano, già presente negli scritti di Aristotele e Zenone di Elea, ma è con i Pitagorici che si sviluppa un modello matematico fondato su due opposti che comprendono l'armonia dell'intero universo:

il **finito**, positivo e rassicurante perché imposta ordine - MISURABILE

l'**infinito**, negativo perché impone disordine e smarrimento – INCOMMENSURABILE



"ciò che non ha limite non è rappresentabile esaurientemente nel nostro pensiero, ed è perciò inconoscibile"

DISCRETO E CONTINUO

Intuitivamente un insieme (o sistema) è considerato **discreto** se è costituito da elementi *isolati*, non contigui tra loro, mentre è considerato **continuo** se contiene infiniti elementi e se tra questi elementi non vi sono *spazi vuoti*.

In fisica, un corpo materiale può essere studiato come un corpo discreto in quanto costituito da particelle elementari distinte le une dalle altre, oppure come un corpo continuo, in quanto il numero elevatissimo, la coesione e l'interdipendenza tra le particelle stesse non permettono di rappresentare la granularità a livello macroscopico.



DISCRETIZZAZIONE

La matematica classica sarebbe applicabile al mondo reale solo se questo fosse costituito da oggetti ed eventi di carattere continuo: al contrario, la stragrande maggioranza dei fenomeni del mondo reale è caratterizzata dalla **discretizzazione** o **digitalizzazione** (dall'inglese *digit*, numero) di oggetti, collezioni, fenomeni, i quali spesso agiscono in combinazione.

Lo studio di una funzione continua come una retta o una parabola non è possibile per un sistema discreto come quello informatico: la sua natura digitale e analitica costringe a ridurre una retta ad un insieme di punti, ottenendo risultati migliori quanti più sono i punti.



.... Per finire si è passati al capitello, ottenuto mediante la composizione di un cilindro rastremato e di un parallelepipedo.

METODO DELLA MATEMATICA DISCRETA

La **Matematica Discreta** si occupa di classificare, enumerare e combinare oggetti distinti.

Il metodo usato si articola in tre fasi:

- **classificazione:** individuare le caratteristiche comuni di entità diverse (Teoria degli Insiemi)
- **enumerazione:** assegnare a ciascuno degli oggetti di un certo modello di calcolo un numero naturale univoco, al fine di consentire l'indicizzazione (Tecniche di Conteggio, Calcolo Combinatorio)
- **combinazione:** studiare insiemi finiti per permutarne e combinarne gli elementi (Matrici, Grafi)



*Il filo conduttore di questi tre aspetti è la costruzione di un **algoritmo**.*

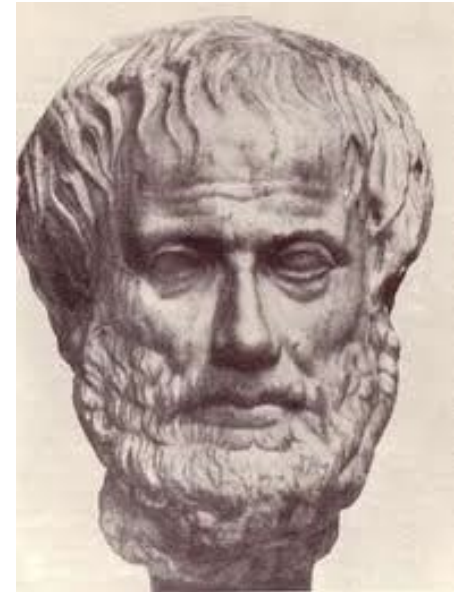
Attraverso la matematica del discontinuo si affrontano situazioni pratiche ed i relativi problemi si risolvono con modelli discreti.

LOGICA

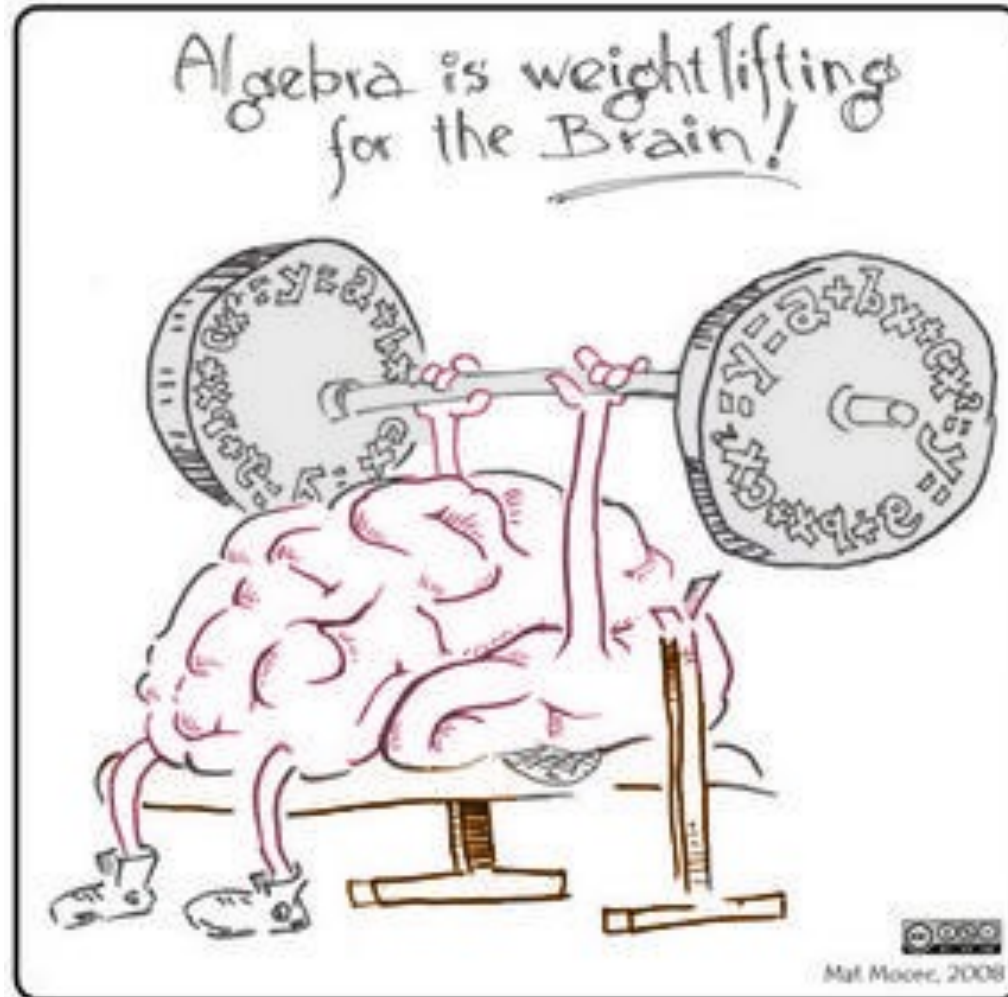
La **logica** è lo studio del ragionamento e dell'argomentazione e, in particolare, dei procedimenti inferenziali, rivolto a chiarire quali procedimenti di pensiero siano validi e quali non validi.

Fanno parte degli studi della logica anche quelli per le espressioni verbali dell'analisi logica della proposizione e dell'analisi logica del periodo.

La parola "logica" deriva dal greco *logos*, ovvero "parola, pensiero, idea, argomento, ragione".



ALGEBRA



ALGEBRA

Il termine **algebra** (dall'arabo الجبر, *al-ğabr* che significa "unione", "connessione" o "completamento", ma anche "aggiustare") deriva dal nome del libro del matematico persiano **Muḥammad ibn Mūsā al-Kwārizmī**, intitolato *Al-Kitāb al-mukhtaṣar fī hisāb al-ğabr wa'l-muqābala* ("Compendio sul Calcolo per Completamento e Bilanciamento"), conosciuto anche nella forma breve *Al-Kitāb al-Jabr wa-l-Muqabala*, che tratta il calcolo letterale, una generalizzazione del calcolo aritmetico.



ALGEBRA ASTRATTA

L'algebra astratta è un'estensione dell'algebra elementare, nata verso la fine del XIX secolo e sviluppata enormemente nel XX secolo. L'algebra astratta definisce e studia le strutture algebriche: *insiemi muniti di operazioni che soddisfano determinati assiomi*. Esempi molto particolari di strutture algebriche sono costituiti dagli usuali insiemi numerici, quali i numeri interi, i razionali, i reali e i complessi con le loro ordinarie operazioni di somma o prodotto, o anche con una sola di queste operazioni.

Esempi di strutture algebriche sono i gruppi, gli anelli, i campi e gli spazi vettoriali. Le operazioni di cui sono dotate queste strutture soddisfano a leggi molto simili a quelle valide negli esempi numerici menzionati sopra. Esempi di strutture le cui operazioni soddisfano altre leggi, a volte apparentemente controintuitive, sono i reticoli e le Algebra di Boole.





Facoltà di Scienze matematiche Fisiche e Naturali

Laurea Triennale in Informatica

Anno Accademico 2023-2024

FONDAMENTI DELL'INFORMATICA

Stefania Bandini

stefania.bandini@unimib.it

Alex Graudenzi

alex.graudenzi@unimib.it

Complex Systems & Artificial Intelligence Research Center

Dipartimento di Informatica, Sistemistica e Comunicazione

Università di Milano-Bicocca