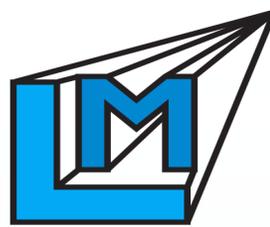




SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Liceo Matematico



Unione
Matematica
Italiana



DipMat

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO
Dipartimento di Matematica

I sistemi dinamici e le scienze sociali, un case study nel Liceo Matematico

Anna Amirante, Leonardo Tortorelli, Ilaria Veronesi
Università degli Studi di Salerno



Sapienza Università di Roma, 16-17 dicembre 2022

Teoria del caos

Caos: stato di disordine, qualcosa di imprevedibile e senza una regola esatta definita, causato da cose che non sono ordinate in modo regolare.

Teoria del caos: contraddizione in termini poiché una teoria segue delle regole mentre il caos esiste in modo imprevedibile e senza regole.

La teoria del caos (fine degli anni 70) si occupa di sistemi complessi, non lineari e dinamici ed afferma che i più piccoli cambiamenti in una condizione o stato all'inizio possono avere grandi effetti su un intero sistema.



Teoria del caos

- La teoria del caos serve come analisi o guida quando certe azioni si verificano all'inizio di una catena di circostanze
- Anche se esistono relazioni deterministiche di causa-effetto, non si possono fare previsioni come nei sistemi lineari semplici a causa di molte correlazioni
- La teoria del caos può essere utile per analizzare dinamiche, circostanze, risultati e azioni



Teoria delle dinamiche non lineari

- può essere applicata a vari campi della scienza, è promettente per un'applicazione in cui si verificano complicati processi di movimento
- Presenta lo stato di disequilibrio come regola, la teoria presuppone che il mondo sia pieno di rotture strutturali, instabilità, turbolenze, transizioni
- allontanarsi dall'equilibrio può essere condizione vitale per i processi di sviluppo



Teoria della complessità

- ▶ inizia dove finisce la teoria del caos
- ▶ si interroga sui processi di formazione dell'ordine in un mondo potenzialmente caotico

Teoria della complessità

La cultura moderna ha assunto una concezione dicotomica e riduzionista in quanto derivata dalla scienza meccanicista (Morin).

Nuova visione grazie a termodinamica, relatività generale e fisica quantistica.

La complessità come rimedio all'atomizzazione ed alla separazione, ad un progresso fuori contesto:

Nel sistema

- isolato cresce irreversibilmente il disordine, l'entropia che lo condurrebbe alla morte
- aperto gli scambi continui definiscono la vita ed il suo equilibrio in divenire.

La complessità come sfida

“noi siamo educati a una iper-semplificazione, che scarta tutto ciò che non rientra nello schema della riduzione, del determinismo, della decontestualizzazione”
(Morin)

“In molteplici ambiti ... l'intelligenza parcellare, compartimentata, meccanicista, disgiuntiva, riduzionista spezza la complessità del mondo in frammenti disgiunti, fraziona i problemi, separa ciò che è collegato”

Per Morin è possibile il cammino, seppur non lineare, dal semplice al complesso.



La sfida

È riconoscere la trama che intesse la complessità del reale, in cui ogni cosa è collegata e non separata.

Ed è una sfida che incontra delle resistenze.

Morin cita Tocqueville: “**Un’idea semplice, ma falsa, avrà sempre più peso nel mondo di un’idea vera, ma complessa**”.



La scuola come sistema complesso

la classe è un sistema complesso

- di relazioni tra persone che contribuiscono a creare un sistema più grande in cui interagiscono i sistemi dei singoli
- che deve rispondere a bisogni personali profondi
- che si interfaccia continuamente con altri sistemi
- che si allarga ai sistemi più generali della comunità, del mercato del lavoro e della società.



La scuola come sistema complesso

La motivazione è un sistema complesso

- multidimensionale,
- psicologico
- socioculturale
- Imprevedibile

Il docente è un nodo importante del sistema in quanto mediatore

- tra le persone,
- tra le persone e gli apprendimenti

La motivazione si sviluppa secondo azioni e reazioni che non obbediscono a schemi rigidi e sequenziali.



Opposizione tra motivazione estrinseca e motivazione intrinseca

La motivazione è dinamica, imprevedibile, ed estremamente sensibile a ogni piccola variazione dei contesti.

Le persone sono motivate contemporaneamente da un insieme di fattori molto diversi che interagiscono e si integrano a formare il profilo motivazionale.

E allora bisogna capire i fattori coinvolti.

Non ... Quanto sono motivato?... Bensì ... Come sono motivato?

Dunque estrinseco-intrinseco si equivalgono? È possibile intravedere delle tendenze a una qualche forma di ordine.

La scuola come sistema complesso

Motivazione

- caos controllato ruota attorno fattori tra loro integrati:

Autonomia – Competenza – Relazionalità

- Sistema

Strutturato – dipendente da condizioni

Per l'insegnante non è facile gestire una zona intermedia tra ordine statico e caos: la zona della complessità, "apprendere a navigare in un oceano d'incertezze attraverso arcipelaghi di certezza" (Morin) con un sistema complesso come la motivazione che è sensibile al feedback, adattativo, aperto.



La complessità e il Liceo Matematico

Le prassi didattiche possono/devono essere ripensate

Ordine statico: successione ripetitiva di fasi o di attività,

Caos: lezioni sempre presentate con novità

E' nella zona intermedia della complessità che si sviluppano le attività del Liceo Matematico: le attività progettate sono coinvolgenti e originali, ma sono inserite in un protocollo didattico strutturato e riconoscibile.

La mancanza di valutazione spinge verso il caos, ma la progettazione delle attività con confronti tra pari e con i formatori comporta un'interazione in classe, un'apertura al confronto di idee e di ruoli, spinge all'autovalutazione.

Di nuovo ci troviamo nella zona della complessità.



La complessità e il Liceo Matematico

E' proprio in questo senso che possiamo affermare, ancora una volta che la motivazione è un sistema aperto e sensibile al feedback.

Apparentemente, questa rappresentazione del sistema scuola rende più gravoso ed impegnativo il lavoro dell'insegnante.

Dal nostro punto di vista, la teoria dei sistemi complessi può aiutare ad affrontare ed interpretare le variabili infinite che si incontrano nella quotidianità didattica.

Descrizione del Liceo Matematico

Il liceo matematico si articola in corsi aggiuntivi di approfondimento rispetto ai normali corsi scolastici

I tre pilastri su cui si fonda il Liceo Matematico:

- interdisciplinarietà;
- didattica laboratoriale;
- elaborazione di percorsi didattici in cui affrontare temi matematici che non hanno ancora trovato posto nel curriculum.

Liceo Matematico

Il leitmotiv del liceo matematico è

- Il collegamento tra la cultura umanistica e quella scientifica
- Il rapporto dialettico della matematica con le altre discipline, non in posizione dominante

In particolare

- Si mettono in luce e si analizzano i rapporti della matematica con la letteratura, l'arte, la storia, la filosofia, la fisica, la chimica e la biologia ecc.,
- Si riscopre il ruolo che la matematica ha avuto nei secoli come linguaggio e modello del pensiero razionale.



Case Study

Sistemi Assiomatici

Modulo di Logica

Classi quinte

Due incontri, 5 ore di attività

Protocollo Attività

- Attività di ricerca-azione guidata, ha lo scopo di sviluppare nell'allievo le capacità di analisi, modellizzazione, sintesi e valutazione delle possibili soluzioni/strategie
- Sessioni di gruppo in cui
 - viene sollecitata la produzione di idee relative al problema da risolvere
 - Le idee vengono poi selezionate e valutate all'interno del gruppo
 - Si definisce la risposta alla situazione-problema
 - Si utilizzano grafi/mappe per descrivere il sistema
 - Si formalizza in testo estensivo articolato la risposta



Il percorso didattico

- Sistemi assiomatici materiali:
 - “Il Club delle Tartarughe” (Richard Trudeau)
 - Situazioni di cui affermare la veridicità o meno
 - Applicazioni a modelli esistenti
- Sistemi assiomatici formali:
 - Vocaboli inventati
 - inferenze astratte
 - Rappresentazioni simboliche
 - Replica in modelli

Prima fase

Sistemi assiomatici materiali

- Richiami ai modelli studiati:
 - Geometria euclidea
 - Logica classica
- Presentazione del “modello” del Club delle Tartarughe
 - disorientamento
- Discussione nei gruppi = brain storming con rappresentazioni simboliche e discussioni animate
- Attività di sintesi e riduzione alla forma assiomatica sintetica

Statuto

Il Club delle Tartarughe è una collezione di una o più persone. Una persona nel Club delle Tartarughe è detta Tartaruga. Le Commissioni sono alcune collezioni di una o più Tartarughe. Una Tartaruga di una Commissione è detta Membro della Commissione. Due commissioni sono uguali se ogni Membro della prima è anche Membro della seconda e viceversa. Due commissioni che non hanno alcun Membro in comune si dicono disgiunte.

Regolamento

1. Ogni Tartaruga è membro di almeno una Commissione.
1. Per ogni coppia di Tartarughe esiste una ed una sola Commissione di cui entrambe sono Membri.
1. Per ogni Commissione esiste una ed una sola Commissione disgiunta.

ESEMPIO DI ATTIVITÀ

Problema 1

Supponiamo che Donatello sia una tartaruga e che appartenga alla commissione A.

Donatello può decidere di essere solo nella commissione A?

Seconda fase

Sistemi assiomatici formali

- Parole inventate per oggetti ed azioni
- Costruzione del sistema
 - modellizzazione simbolica
- Attività di ricerca per rispondere a domande stimolo
 - Confronto tra pari
- Riduzione del modello formale a sistema reale

Le Flagge che Scorpano

Termini definiti: flagghe, scorpare

Assiomi

- FS1.** Se A e B sono flagghe distinte, allora A scorpa B oppure B scorpa A (senza escludere la possibilità che accadano entrambe).
- FS2.** Nessuna flagga scorpa se stessa.
- FS3.** Se A, B e C sono flagghe tali che A scorpa B e B scorpa C, allora A scorpa C.
- FS4.** Ci sono esattamente quattro flagghe.

Domande

1. Può succedere contemporaneamente che A scorpa B e B scorpa A?
2. Se A scorpa B, e C è distinta da A: che possiamo dire di C?

Esempi di differenti approcci risolutivi

$A \rightarrow B$ $B \rightarrow C$
 $A \rightarrow C$ $C \rightarrow D$
 $A \rightarrow D$

A e B se B non scappa A allora A scappa B
 C e D se C non scappa D allora D scappa C

$A \rightarrow B$ $D \rightarrow C$ $A \rightarrow C$ $D \rightarrow B$
 $C \rightarrow B$ $D \rightarrow A$

B e D se B non scappa D allora D scappa B $D \rightarrow B$
 C e A se C non scappa A allora A scappa C $A \rightarrow C$

$A \rightarrow B$ e $B \rightarrow C \Rightarrow A \rightarrow C$
 $A \rightarrow D$

A e D se A non scappa D allora D scappa A $D \rightarrow A$

B e C $C \rightarrow B$

$A \rightarrow C$ $A \rightarrow B$ A
 $C \rightarrow B$

$D \rightarrow B$
 $D \rightarrow A$
 $D \rightarrow C$

	A	B	C	D
A	X	✓	✓	
B	✓	X	✓	
C	✓	✓	X	✓
D			✓	X

A scappa B , e B scappa C
 dunque A scappa C (3° assioma)

C scappa D , e A scappa C
 dunque A scappa D (3° assioma)

C scappa B , e B scappa A
 dunque C scappa A (3° assioma)

C scappa D , e A scappa C
 dunque A scappa D (3° assioma)

C è scappato da A, B, D .
 $A \rightarrow B, B \rightarrow C \Rightarrow A \rightarrow C$
 $B \rightarrow D, D \rightarrow C \Rightarrow B \rightarrow C$
 $A \rightarrow D, D \rightarrow C \Rightarrow A \rightarrow C$

Risposta: se le quattro flagge sono distinte
 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$
 $A \rightarrow C \rightarrow D$
 $A \rightarrow D$

A è potente se $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow B$
 \Rightarrow nessuno è potente

Risposta: $A \rightarrow B \Leftrightarrow$ SE quando $A \neq C$
 $A \neq D$

Quando

$A \rightarrow B$
 $A \rightarrow C$
 $B \rightarrow D$

Risposta: Supponiamo che A scappa B e contemporaneamente B scappa A . Quasi' affermazione
 in rapporto gli assiomi 2-3-4. D'altra parte secondo l'assioma 3 se A scappa B e B scappa
 allora A scappa A ; quest'ultima proposizione è in disaccordo con l'assioma 2
 di conseguenza è impossibile che contemporaneamente A scappa B e B scappa A .
 Con scappa si stesso C scappa o viene scappata da ogni elemento

2. Se A scappa B , e C è distante

Risposta: FS3 non esclude che C ed A corrispondano, quindi se
 1) A scappa B e B scappa A , allora A scappa A , ma se
 FS2 ciò non può accadere quindi la risposta è no.

2) $A \rightarrow B$
 $B \rightarrow C$ non possono scappare in catena chiusa.



Osservazioni

- Iniziale approccio di “sufficienza”
- Risposta al primo stimolo rapida e in molti casi errata = destabilizzazione
- Sfida per dimostrare la risposta esatta = engage
- Creazione di simboli personali per “costruire” il ragionamento
- Studenti coinvolti in processi dialettici sia all'interno dei gruppi che con confronti tra i gruppi



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Liceo Matematico



Unione
Matematica
Italiana



DipMat

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO
Dipartimento di Matematica

Grazie

