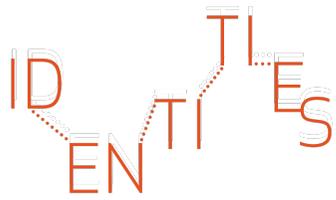


# La prima sperimentazione del modulo "parabola e moto parabolico" : una analisi dei dati

Paola Fantini - Sara Satanassi

27/04/2021



Enlightening  
Interdisciplinarity  
in STEM for Teaching

IDENTITIES

Collegare le discipline, ripensare ai loro confini  
27/04/2021

## Il modulo

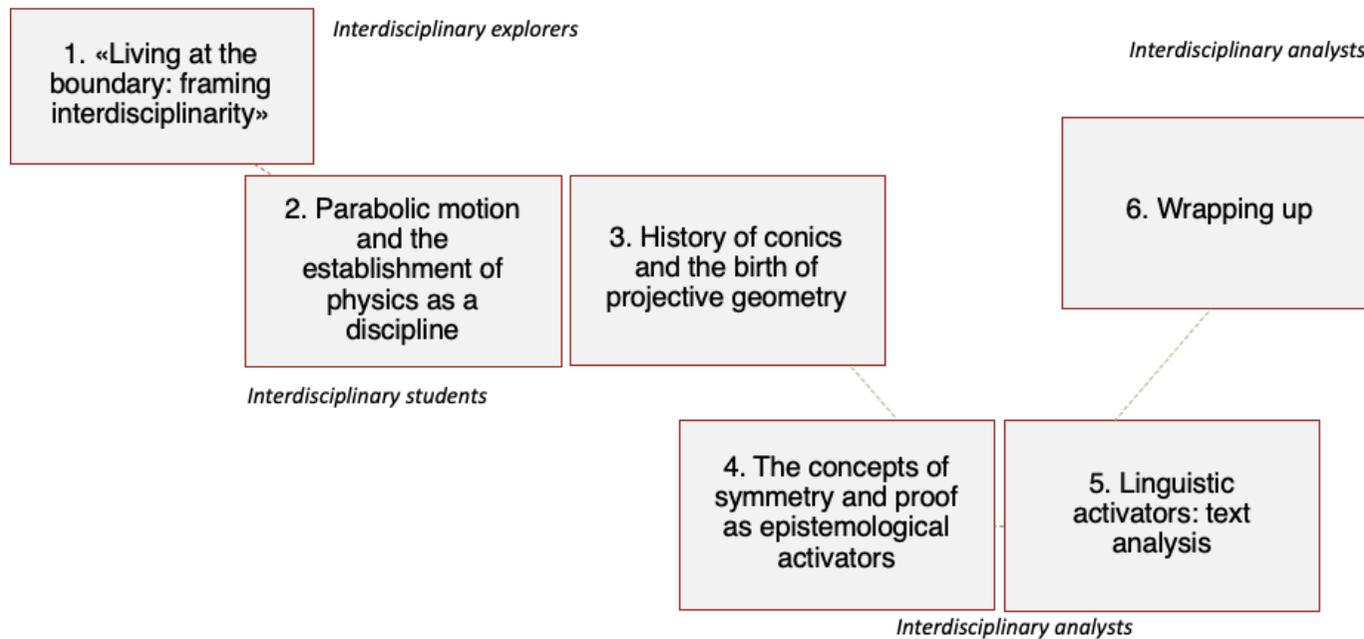
Sperimentato nel corso L'insegnamento della fisica: aspetti teorici e aspetti sperimentali AA. 2020/2021, docente prof.ssa Olivia Levrini

La sperimentazione ha coinvolto circa 70 studenti con un diverso background:

- Studenti di fisica, triennale
- Studenti di fisica, magistrale (curriculum di didattica e storia della fisica e non)
- Studenti della magistrale di didattica della matematica.

## Il modulo: la struttura

### Work plan and module structure



## Il modulo: la consegna

Abbiamo chiesto agli studenti di rispondere a una serie di domande riguardanti:

- Moto parabolico e la nascita della fisica come disciplina
- La parabola nella storia della matematica e le forme di ragionamento razionale
- Il ruolo del linguaggio e gli attivatori linguistici

## Il modulo: la consegna

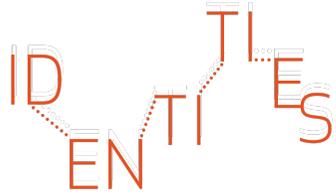
Abbiamo chiesto agli studenti di rispondere a una serie di domande riguardanti:

- Moto parabolico e la nascita della fisica come disciplina
- La parabola nella storia della matematica e le forme di ragionamento razionale
- Il ruolo del linguaggio e gli attivatori linguistici

## Il modulo: la consegna

### MOTO PARABOLICO E LA NASCITA DELLA FISICA COME DISCIPLINA

- *In che senso la simmetria può essere un «attivatore epistemologico» e interconnettere la fisica e la matematica?*
- *Quali caratterizzazioni (aspetti metodologici, epistemologici, ontologici e esplicativi) della fisica come disciplina emergono se ci si focalizza sul ruolo della simmetria nello studio del moto parabolico da Aristotele a Guidobaldo e Galileo?*
- *Quale valore aggiunto alla conoscenza e al ragionamento può dare la collocazione dello studio dei moti nel solco della storia della fisica e nella riflessione sui suoi fondamenti?*
- *Quale valore aggiunto alla comprensione della fisica può offrire vedere i moti in una prospettiva interdisciplinare?*



Enlightening  
Interdisciplinarity  
in STEM for Teaching

IDENTITIES

Collegare le discipline, ripensare ai loro confini  
27/04/2021

# INTERDISCIPLINARIETÀ COME SCAMBIO

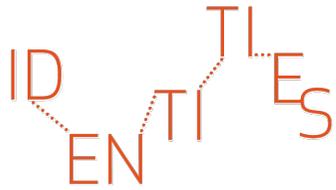
UNA BELLA METAFORA  
DA  
LE CITTÀ INVISIBILI - CALVINO

## LA METAFORA DI EUFEMIA LA CITTA' DEGLI SCAMBI

Non solo a vendere e a comprare si viene a Eufemia ..... ma anche perché la notte accanto ai fuochi tutt'intorno al mercato, seduti sui sacchi o sui barili, o sdraiati su mucchi di tappeti.... ognuno racconta la sua storia....



UNALENTE PER LEGGERE COME GLI STUDENTI HANNO  
INTERPRETATO L'INTERDISCIPLINARIETÀ



Enlightening  
Interdisciplinarity  
in STEM for Teaching

IDENTITIES

Collegare le discipline, ripensare ai loro confini  
27/04/2021

## CITTA' DI EUFEMIA: Luogo d'incontro e scambio non solo di merce.....

A ottanta miglia incontro al vento di maestro l'uomo raggiunge la città di Eufemia, dove i mercanti di sette nazioni convergono a ogni solstizio ed equinozio. La barca che vi approda con un carico di zenzero e bambagia tornerà a salpare con la stiva colma di pistacchi e semi di papavero, e la carovana che ha appena scaricato sacchi di noce moscata e di zibibbo già affastella i suoi basti per il ritorno con rotoli di mussola dorata. Ma ciò che spinge a risalire fiumi e attraversare deserti per venire fin qui non è solo lo scambio di mercanzie che ritrovi sempre le stesse in tutti i bazar dentro e fuori l'impero del Gran Kan, sparpagate ai tuoi piedi sulle stesse stuoie gialle, all'ombra delle stesse tende scacciamosche, offerte con gli stessi ribassi di prezzo menzogneri. Non solo a vendere e a comprare si viene a Eufemia, ma anche perché la notte accanto ai fuochi tutt'intorno al mercato, seduti sui sacchi o sui barili, o sdraiati su mucchi di tappeti, a ogni parola che uno dice - come "lupo", "sorella", "tesoro nascosto", "battaglia", "scabbia", "amanti" - gli altri raccontano ognuno la sua storia di lupi, di sorelle, di tesori, di scabbia, di amanti, di battaglie. E tu sai che nel lungo viaggio che ti attende, quando per restare sveglio al dondolio del cammello o della giunca ci si mette a ripensare tutti i propri ricordi a uno a uno, il tuo lupo sarà diventato un altro lupo, tua sorella una sorella diversa, la tua battaglia altre battaglie, al ritorno da Eufemia, la città in cui ci si scambia la memoria a ogni solstizio e a ogni equinozio

# IDENTITIES

Enlightening  
Interdisciplinarity  
in STEM for Teaching

## IDENTITIES

Collegare le discipline, ripensare ai loro confini  
27/04/2021



Scambi di mercanzie che ritrovi sempre uguali in tutti i bazar dentro e fuori l'impero del Gran Kan



Ognuno racconta la sua storia di lupi, di sorelle, di tesori, di scabbia, di amanti, di battaglie..... ma al ritorno da Eufemia il tuo lupo sarà diventato un altro lupo, tua sorella una sorella diversa, la tua battaglia altre battaglie.....

**COSA SIGNIFICA CHE OGNUNO RACCONTA LA SUA STORIA E AL RITORNO LA SUA STORIA È UN'ALTRA STORIA?**



## INTERDISCIPLINARIETÀ COME SCAMBIO DI MERCI, COME "BARATTO"

La barca che vi approda con un carico di zenzero e bambagia tornerà a salpare con la stiva colma di pistacchi e semi di papavero.....

L'"OGGETTO" DI SCAMBIO MANTIENE LA SUA IDENTITÀ  
*rimane ontologicamente "appartenente" al dominio di una sola disciplina*

Il pistacchio resta pistacchio, i semi di papavero restano semi di papavero....



lo scambio porta ad arricchire la propria disciplina, a vedere le varie sfaccettature, a costruire una visione più completa

*Qualsiasi concetto o tema se trattato in un contesto fisico e separatamente in uno matematico può portare a non riconoscere lo stesso oggetto. Solo il dialogo e il confronto tra le due discipline permette di cogliere le sfumature e riconoscere lo stesso argomento, arricchendo così la propria conoscenza sull'argomento. (S7)*

ma....

l'oggetto resta lo stesso oggetto con le sue caratteristiche "ben definite"



e lo scambio è

- un'osservazione di "aspetti" di un'altra disciplina
- un aiuto reciproco

*la fisica fornisce alla matematica la possibilità di osservare le proprietà del concetto di simmetria mentre, da parte sua, la matematica fornisce alla fisica il linguaggio con cui descrivere il fenomeno (S4)*

*vedere come la fisica aiuta la matematica e come la matematica aiuta la fisica per la rappresentazione di un moto ci fa capire come l'una aiuta l'altra in questo "mutuo sostentamento" (S7)*

**L'identità disciplinare e personale non viene messa in discussione**



## INTERDISCIPLINARIETÀ COME SCAMBIO "TRASFORMATIVO"

la notte accanto ai fuochi tutt'intorno al mercato, seduti sui sacchi o sui barili, o sdraiati su mucchi di tappeti.... ognuno racconta la sua storia....e al ritorno la sua storia è un'altra storia.....

Gli oggetti di scambio – diventano *oggetti di confine* – non rimangono ontologicamente "appartenenti" al dominio di una sola disciplina; molteplicità dei significati nelle zone del confine

I meccanismi di scambio – diventano di *attraversamento dei confini* – richiedono di *negoziare* nuovi significati durante il processo

# IDENTITIES

Enlightening  
Interdisciplinarity  
in STEM for Teaching

## IDENTITIES

Collegare le discipline, ripensare ai loro confini  
27/04/2021



## INTERDISCIPLINARIETÀ COME SCAMBIO "TRASFORMATIVO"

la notte accanto ai fuochi tutt'intorno al mercato, seduti sui sacchi o sui barili, o sdraiati su mucchi di tappeti.... ognuno racconta la sua storia....e al ritorno la sua storia è un'altra storia.... ..

Gli studenti che hanno interpretato l'interdisciplinarietà come "scambio trasformativo" lo hanno fatto con sfumature personali, hanno usato parole diverse, collocandosi in diverse posizioni da cui guardare la disciplina

# IDENTITIES

Enlightening  
Interdisciplinarity  
in STEM for Teaching

## IDENTITIES

Collegare le discipline, ripensare ai loro confini  
27/04/2021



Una visione articolata e raffinata dei meccanismi di attraversamento dei confini con sfumature molto personali

Attraversare i confini è un "*dialogo*" tra le discipline; un dialogo che avviene attraverso un'analisi *comparativa* che valuta *differenze e connessioni*.

Questo processo "*favorisce una visione più ampia*" e al tempo stesso sempre più "*dettagliata e profonda*".

Le "*diverse sfaccettature*" sono "*strutturali*" in termini di *valori, metodi e modelli di ragionamento*. (S19)

# IDENTITIES

Enlightening  
Interdisciplinarity  
in STEM for Teaching

## IDENTITIES

Collegare le discipline, ripensare ai loro confini  
27/04/2021



Una visione articolata e raffinata dei meccanismi di attraversamento dei confini con sfumature molto personali

Interdisciplinarietà come *intreccio* tra le discipline che fornisce nuove *lenti per riconoscere strutture di ragionamento* che portano ad una nuova e vera comprensione. Il dialogo è mediato da oggetti di confine che per la loro "*ambiguità*" rendono tale dialogo proficuo

"[La simmetria] Non è matematica, non è fisica... o è tutte e due separatamente, o anche insieme!".

Gli oggetti interdisciplinari, per loro natura, mettono in luce sia le *identità disciplinari* sia la *relazione tra le discipline* (S6)

IDENTITIES

Enlightening  
Interdisciplinarity  
in STEM for Teaching

IDENTITIES

Collegare le discipline, ripensare ai loro confini  
27/04/2021

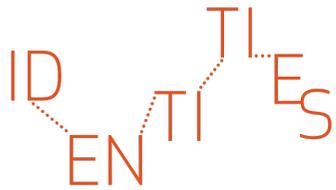


Una visione articolata e raffinata dei meccanismi di attraversamento dei confini con sfumature molto personali

L'interdisciplinarietà come un *dialogo* tra le discipline che vengono interrogate prima e dopo avere attraversato i confini per metterne in evidenza i *tratti identitari* attraverso *aspetti comuni e differenze*.

Per parlare di interdisciplinarietà e mettersi in una situazione di «confine» è necessaria la ricerca delle *identità disciplinari*

*“comprensione di quando una (disciplina) sconfina nell'altra e viceversa ma, soprattutto, comprendere la tensione dovuta al loro incontro“ (S1)*



Enlightening  
Interdisciplinarity  
in STEM for Teaching

IDENTITIES

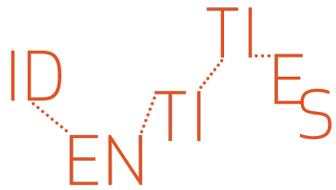
Collegare le discipline, ripensare ai loro confini  
27/04/2021

## SCAMBIO TRASFORMATIVO

Gli oggetti e i concetti di scambio (oggetti di confine) hanno proprietà intrinsecamente ambigue, non rimangono ontologicamente "appartenenti" al dominio di una sola disciplina. Il processo di attraversamento dei confini richiede di mediare e negoziare nuovi significati

Dopo il racconto al torno al fuoco, quando si torna da Eufemia...  
si ha una "***nuova visione***" ***della disciplina e della conoscenza***

che può venire da un approccio contrastivo, comparativo..., un processo di zoom out, un processo che fornisce nuova granularità (più dettagli diventano riconoscibili dallo sfondo e la visione raggiunge una nuova profondità). ...



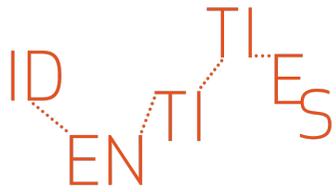
Enlightening  
Interdisciplinarity  
in STEM for Teaching

IDENTITIES

Collegare le discipline, ripensare ai loro confini  
27/04/2021

## SFUMATURE PERSONALI.....

- **Connessione comunicativa** tra le discipline per mettere a fuoco gli **aspetti identitari** e delinearne di nuovi
- **Interrogazione** [prima e dopo] delle discipline per mettere a fuoco gli **aspetti identitari** in relazione all'attraversamento dei confini
- **Dialogo** tra le discipline per mettere a fuoco gli **aspetti identitari** e avere una visione **più ampia**
- **Intreccio** tra le discipline per mettere a fuoco gli **aspetti identitari** ed essere in grado di guardare **"dall'alto"**
- **Passaggio** da uno **schema particolare** ad una **visione dall'alto** ("zoom-out"), senza perdere **l'identità disciplinare**.
- **Dialogo** tra le discipline **attraverso il dialogo con gli esperti** per indagare le proprie **strutture di ragionamento**
- **Intreccio** tra le discipline reso possibile **dall'ambiguità degli oggetti di confine**



Enlightening  
Interdisciplinarity  
in STEM for Teaching

IDENTITIES

Collegare le discipline, ripensare ai loro confini  
27/04/2021

## L'INTERDISCIPLINARITÀ È IMPEGANTIVA .....

è difficile innescare meccanismi di attraversamento dei confini fruttuosi

ci sono ostacoli di tipo istituzionale, emotivo, cognitivo/epistemologico, linguistico,.....

ma

si possono/devono sviluppare **atteggiamenti e competenze** tipo metacognitivo, sociale, argomentativo/linguistico, affettivo/emozionale, epistemico..., per cercare di superare gli ostacoli.



FEDORA

# Welcome to FEDORA

Regenerating the ecosystem of science learning by developing a future-oriented model to enable creative thinking, foresight and active hope as skills needed in formal and informal science education.



## Partner Institutions

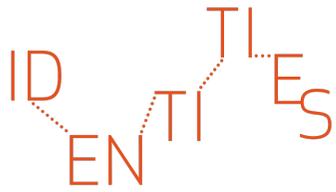
How are we going to make it? We will shed a light into these blind spots by combining the skills of our team and at the same time, by exploring what is currently happening in the different layers that interact in science education. We will dig into the culture, into the conceptual paradigms and how institutions face the present and future in our field. Multifform sets of research methodologies will be put in place, in order to feed anticipatory polices that will mobilize visionary attitudes, sustainable and creative participation in science-related societal issues.



[www.fedora-project.eu](http://www.fedora-project.eu)



FEDORA - Future-oriented Science Education to enhance Responsibility and engagement in the society of Acceleration and uncertainty This project received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation program under Grant Agreement n° 872841 [www.fedora-project.eu](http://www.fedora-project.eu)



Enlightening  
Interdisciplinarity  
in **STEM** for Teaching

**IDENTITIES**

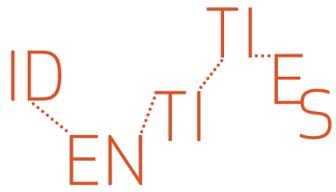
Collegare le discipline, ripensare ai loro confini  
27/04/2021

## ALCUNI OSTACOLI.....

### ISTITUZIONALI

I curricula di solito non favoriscono l'interdisciplinarietà, non favoriscono collaborazioni

La cultura accademica crea più o meno implicitamente una "cultura della chiusura", una visione della competenza come una somma di diversi insiemi di nozioni o abilità.



Enlightening  
Interdisciplinarity  
in STEM for Teaching

IDENTITIES

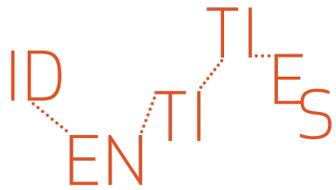
Collegare le discipline, ripensare ai loro confini  
27/04/2021

## ALCUNI OSTACOLI.....

### EMOTIVI

Senso di disagio, senso di insicurezza sul proprio ruolo e sulle proprie competenze

Questi sentimenti possono essere dovuti alla poca attenzione a riconoscere le diverse forme di competenza o a trovare l'atteggiamento appropriato per affrontare una questione complessa. Possono anche derivare dallo scontro tra convinzioni contrastanti profondamente radicate o da asimmetrie/differenze nei ruoli che implicitamente si creano.



Enlightening  
Interdisciplinarity  
in STEM for Teaching

IDENTITIES

Collegare le discipline, ripensare ai loro confini  
27/04/2021

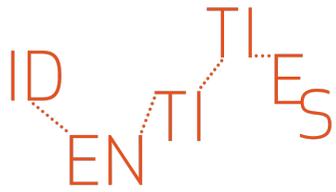
## ALCUNI OSTACOLI.....

### COGNITIVI / EPISTEMOLOGICI

Ogni disciplina ha la propria epistemologia, in termini di **obiettivi, valori, pratiche, metodi e modi di sistematizzare la conoscenza**. I professionisti delle varie discipline hanno le loro **identità disciplinari**.

Difficoltà a **ripensare**, in un contesto interdisciplinare, **se stessi dal punto di vista epistemico**, sperimentando nuovi ruoli nello sviluppo della conoscenza e relazionandosi alla propria e altrui competenza in modo diverso (la strategia non può essere quella di allargare la competenza ad altre discipline)

Difficoltà a mettere in atto abilità cognitive di solito non necessarie in contesti disciplinari, come: *pensare fuori dagli schemi, trovare un background comune, capire l'obiettivo comune, muoversi tra ruoli di competenza e non competenza in diverse fasi del lavoro, saper adattare la descrizione della propria competenza al tipo di interlocutore per renderla comprensibile, usare immaginazione e curiosità....*



Enlightening  
Interdisciplinarity  
in STEM for Teaching

IDENTITIES

Collegare le discipline, ripensare ai loro confini  
27/04/2021

## ALCUNI OSTACOLI.....

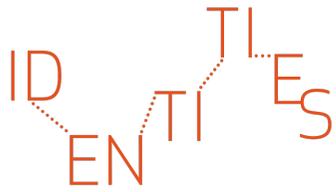
### LINGUISTICI / ARGOMENTATIVI

Le comunità disciplinari, anche per rafforzare le loro identità, sviluppano linguaggi simbolici, rappresentazioni e pratiche comunicative appropriate ma "interne".

Difficoltà a trovare un linguaggio condiviso (strumenti, parole, strutture...), appropriato e efficace per descrivere ad altri competenze "interne" alla disciplina e "negoziare" significati

## ALCUNI ATTEGGIAMENTI PER ABITARE IL CONFINE .....

- accettare che "l'altro" possa portare nuove e utili conoscenze
- accettare di "vedere" da altre prospettive ed essere pronti a riconoscere le proprie caratteristiche e contributi "disciplinari"
- accettare le "tensioni" tra gli estremi (apertura-chiusura) e accettare che la conoscenza abbia le "sue" ambiguità
- essere aperti e pronti ad abitare dinamicamente l'ambiguità: chiusura (identità disciplinari) ma anche apertura per poter comunicare e negoziare
- essere curioso rispetto alla diversità e aperto a nuove conoscenze (anche di se stesso)
- dare valore a idee diverse, chiedendosi come si rapportano alle proprie
- volontà di imparare qualcosa di diverso, curiosità, capacità di ascoltare prima di parlare e accettare di essere interpellati per chiarire e mettere in discussione le proprie ipotesi (capacità di "ascolto")
- lasciarsi "contaminare" (da un pensiero, interpretazione o approccio diverso)



Enlightening  
Interdisciplinarity  
in STEM for Teaching

IDENTITIES

Collegare le discipline, ripensare ai loro confini  
27/04/2021

## ALCUNE COMPETENZE PER ABITARE IL CONFINE .....

### Metacognitive e sociali

- capacità di riconoscere e sfruttare le competenze e le conoscenze degli altri per costruire/riconoscere meglio le proprie e per raggiungere una visione e una conoscenza sempre più ampie
- capacità di autoregolazione e monitoraggio durante lo sviluppo di programmi in collaborazione
- capacità di gestire i conflitti (abilità sociali)

## ALCUNE COMPETENZE PER ABITARE IL CONFINE .....

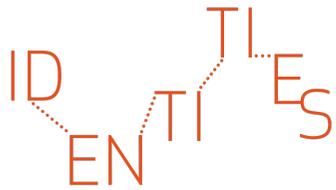
### Argomentative

- capacità di argomentazione e interazione, su diverse dimensioni, livelli,...
- capacità di esprimere se stessi (per far capire meglio agli altri)
- capacità di descrivere se stessi e la propria identità come professionisti (non in modo stereotipato)
- capacità di rendere da subito espliciti i principi e le competenze
- avere un forte background disciplinare come fonte e base per condividere conoscenze e oggetti di confine

## ALCUNE COMPETENZE PER ABITARE IL CONFINE .....

Competenze **epistemologiche** per essere in grado di identificare i presupposti di fondo e le identità disciplinari fondamentali mentre si attraversano i confini

- capacità di pensiero di "ordine superiore", compresa la sintesi e l'analisi (per passare da immagini generali a dettagli e viceversa)
- capacità di accedere rapidamente alla nuova conoscenza
- capacità di concentrarsi su un obiettivo comune condiviso e perseguirlo
- capacità di costruire o riconoscere obiettivi/strategie generali e unificanti
- capacità di trovare motivazioni comuni come prospettiva di partenza



Enlightening  
Interdisciplinarity  
in STEM for Teaching

IDENTITIES

Collegare le discipline, ripensare ai loro confini  
27/04/2021

## ALCUNE COMPETENZE PER ABITARE IL CONFINE .....

Esser capace di creare uno spazio di discussione vivace e motivante dove un grado "produttivo" di incertezza e creatività entra nel discorso e fa iniziare un nuovo processo dialogico

- trovare nuove parole che attivino un livello di discussione dove tutti i partecipanti possono trovare un posto
- assumere diverse prospettive, considerare diversi punti di vista, mantenere la conoscenza aperta all'interpretazione
- riconoscere le differenze nelle strutture di ragionamento
- riconoscere le pratiche, il linguaggio e gli obiettivi dell'"altro".
- ascoltare/aprire i punti di vista altrui (non voler portare direttamente la propria conoscenza/prospettiva)

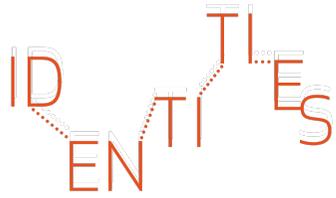
IDENTITIES

Enlightening  
Interdisciplinarity  
in **STEM** for Teaching

IDENTITIES

Collegare le discipline, ripensare ai loro confini  
27/04/2021

L'interdisciplinarietà come "scambio trasformativo" è **molto impegnativo** , mette in gioco tante dimensioni e tocca corde anche molto personali .....



Enlightening  
Interdisciplinarity  
in STEM for Teaching

IDENTITIES

Multiplier Event, 27.4.2021

E in tempo di pandemia....?

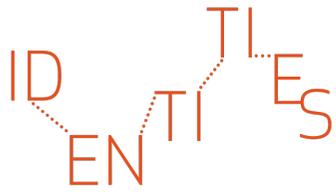
## Future shock

“too much change in too short a period of time”  
(Toffler&Toffler, 1970)

e al tempo steso....

## Present shock

Il **nostro tempo individuale** sembra sospeso ( ma anche **chiuso**) in una "**bolla**" ridefinita dai nostri "**rituali interni**"



Enlightening  
Interdisciplinarity  
in STEM for Teaching

IDENTITIES

Collegare le discipline, ripensare ai loro confini  
27/04/2021

La scuola, con le indicazioni ministeriali e l'esame di maturità, richiede un approccio interdisciplinare

Ma in questo periodo quanto è impegnativo, anche per le modalità di insegnamento, uscire dalla propria confort zone, dalla propria "bolla" e mettersi nell'atteggiamento giusto per abitare la zona di confine e fare in modo che lo scambio sia uno scambio trasformativo .....?

# IDENTITIES

Enlightening  
Interdisciplinarity  
in STEM  
for Teaching



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
UNIVERSITY OF CRETE



UNIVERSITÀ  
DI PARMA

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



Grant Agreement n°2019-1-IT02-KA203-063184