



Il cannocchiale di Galileo

Integrazione delle scienze e didattica laboratoriale

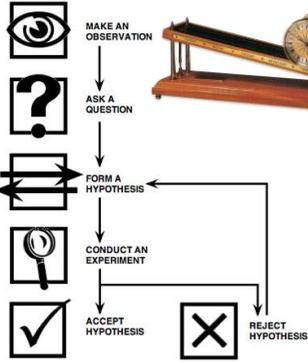
Alberto F. De Toni
Università degli Studi di Udine

MATHESIS
Società Italiana di Scienze Matematiche e Fisiche
CONGRESSO NAZIONALE
Chiostrò di S.Nicolò – SPOLETO
10 aprile 2014

AGENDA

- Perché Galileo? perché il cannocchiale?
- Scienza e tecnologia
- L'integrazione disciplinare
- La didattica laboratoriale
- Il framework proposto
- L'esperienza dell'ISIS di Pomigliano d'Arco
- Conclusioni

GALILEO E' IL PADRE DEL METODO SCIENTIFICO





Galileo Galilei (1564-1642)

(1638)

IL CANNOCCHIALE RAPPRESENTA LA TECNOLOGIA

Se Galileo rappresenta la nascita del metodo scientifico

...




... il cannocchiale rappresenta la tecnologia e il suo legame con la scienza.

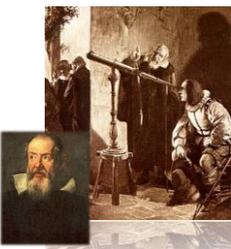
GALILEO SALDA SCIENZA E TECNOLOGIA

COPERNICO INTUISCE
(1473 – 1543)



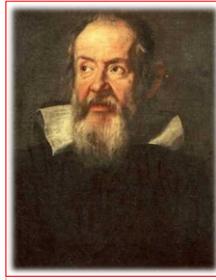
De revolutionibus orbium coelestium
Trattato astronomico, Norimberga, 1543

GALILEO DIMOSTRA
(1564 – 1642)



Sidereus Nuncius
Prime osservazioni astronomiche con il cannocchiale 1610

PARLARE OSCURAMENTE **VERSUS** CHIARO



Parlare oscuramente lo sa fare ognuno, ma chiaro pochissimi.

(Galileo Galilei, Pisa 1564 – Arcetri 1642)

APPROCCIO SCIENTIFICO E SOCIETÀ APERTA

L'approccio scientifico non ha solo connotazioni epistemologiche ma anche sociali: esso riesce alla lunga a sostenersi solo sulla base di una "società aperta", che mette alla prova, criticamente, le proposte avanzate nei diversi settori.



Karl Raimund Popper (1902 - 1994), filosofo ed epistemologo austriaco

La storia dimostra che non c'è vero **approccio scientifico** se la capacità critica viene frenata o soppressa.

AGENDA



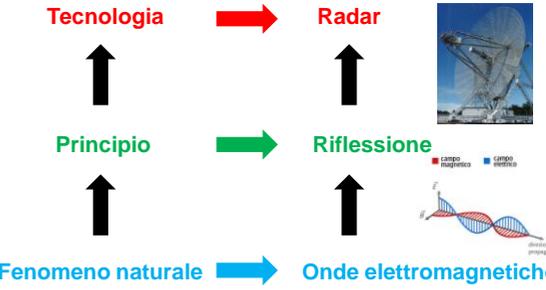
- Perché Galileo? perché il cannocchiale?
- Scienza e tecnologia**
- L'integrazione disciplinare
- La didattica laboratoriale
- Il framework proposto
- L'esperienza dell'ISIS di Pomigliano d'Arco
- Conclusioni

ALLA BASE DELL'EVOLUZIONE TECNOLOGICA

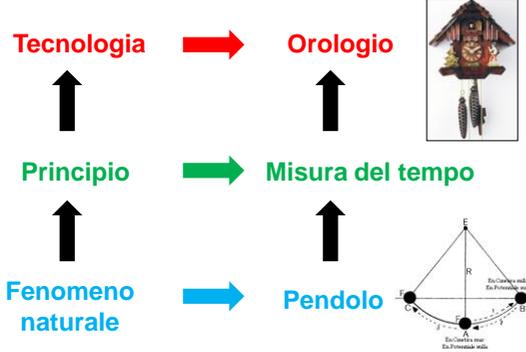
- Cattura di fenomeni fisici**
- Accumulo**
- Combinazione**

1. LA CATTURA DI FENOMENI GENERA NUOVE TECNOLOGIE

Tutte le tecnologie imbrigliano e sfruttano qualche fenomeno naturale.



OGNI TECNOLOGIA SI FONDA SU UN PRINCIPIO DI UN FENOMENO



SVILUPPO DELLA TECNOLOGIA

La tecnologia cresce grazie a:

- Costante cattura e imbrigliamento di fenomeni naturali**
- Accumulo di tecnologie**
- Combinazione di tecnologie**

• **EVOLUZIONE COMBINATORIA DELLA TECNOLOGIA**

Accumulo di tecnologie
 +
Combinazione di tecnologie
 =
Evoluzione combinatoria

19

• **IDEE TEORICHE UNITE ALLA PRATICA**

Le idee si uniscono alla pratica e alle applicazioni originando ulteriori teorie e metodi “**indigeni**” propri di questi campi.

Dire che la tecnologia è scienza applicata è “semplicistico”.

La tecnologia cresce fondandosi tanto sulla scienza quanto sulla sua stessa esperienza.

22

• **LA SCIENZA MODERNA NON ESISTEREBBE SENZA LE TECNOLOGIE**

La scienza è una esplorazione della natura e produce osservazioni, ragionamenti e scoperte con strumentazioni e metodologie tecnologiche.



La scienza moderna è tale grazie alle tecnologie.

23

• **IL CANNOCCHIALE E L'ASTRONOMIA MODERNA**

Il cannocchiale contribuì a creare l'astronomia moderna tanto quanto le teorie di Copernico.



COPERNICO (1473 – 1543)
De revolutionibus orbium coelestium
Trattato astronomico, Norimberga, 1543



GALILEO (1564 – 1642)
Sidereus Nuncius
Prime osservazioni astronomiche con il cannocchiale 1610

24

• **RAGGI X, PROCESSI BIOCHIMICI E IL DNA**

Watson e Crick scoprirono la struttura del DNA grazie ai raggi X e ai processi biochimici per l'estrazione e la purificazione del DNA.



25

• **SCIENZA & TECNOLOGIA**



26

ECONOMIA = ESPRESSIONE DELLE PROPRIE TECNOLOGIE

L'economia non è un **contenitore** di tecnologie, ma un insieme costruito a partire dalle tecnologie. Un insieme di attività, comportamenti e flussi di beni e servizi mediato dalle proprie tecnologie.

L'economia è **espressione** delle proprie tecnologie.

La tecnologia è lo **scheletro** dell'economia.

L'economia è l'**ecologia** delle proprie tecnologie: si forma a partire da esse, ma non esiste senza di esse.

32

L'ECONOMIA È NATURA ORGANIZZATA

L'economia si evolve con l'evolversi delle proprie tecnologie.

L'economia sorge dai fenomeni che creano tecnologia.

L'economia è in ultima analisi natura organizzata per rispondere ai nostri bisogni.

33

AGENDA



- Perché Galileo? perché il cannocchiale?
- Scienza e tecnologia
- L'integrazione disciplinare**
- La didattica laboratoriale
- Il framework proposto
- L'esperienza dell'ISIS di Pomigliano d'Arco
- Conclusioni

34

PASSATO, PRESENTE E FUTURO DELL'INTEGRAZIONE

Passato:
Nessuna integrazione disciplinare

Presente:
Integrazione delle scienze

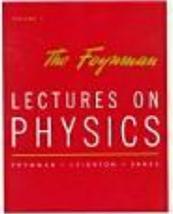
Futuro:
Integrazione delle discipline

35

Richard Phillips Feynman



(1918 – 1988)
Fisico statunitense
Premio Nobel per la fisica nel 1965



R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands
Addison-Wesley Publishing Company, London - Reading (Massachusetts) - Menlo Park (California) - Don Mills (Ontario), 1968

37

Le discipline secondo Feynman

La separazione delle discipline è semplicemente un fatto di **convenienza umana**, un fatto insomma del tutto innaturale.

La natura non è affatto interessata alle nostre **separazioni artificiali**, e i fenomeni più interessanti sono quelli che rompono e travalicano le barriere tra i vari campi del sapere.

38

• Trattati comuni e diversità delle scienze

Le metodologie delle varie scienze hanno molti **tratti generali comuni**; ma presentano anche alcune **differenze specifiche** che è pericoloso ignorare.



Giuliano Toraldo di Francia (1916 -). Professore emerito di Fisica. Presidente della Società Italiana di Fisica dal 1968 al 1973; è stato presidente della Società italiana di logica e filosofia della scienza.

G. Toraldo di Francia, *L'indagine del mondo fisico*, Einaudi, Torino, 1976, p.10

40

• L'insegnamento delle scienze nelle scuole in Europa

Direzione generale Istruzione e Cultura

Commissione Europea

L'insegnamento delle scienze nelle scuole in Europa
Politiche e ricerca

Disponibile su Internet
(www.eurydice.org)

Luglio 2006



• Science Education Now

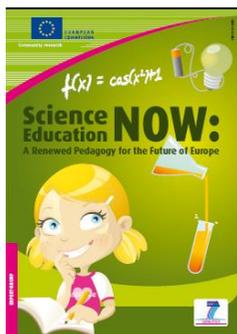
Science Education Now
A Renewed Pedagogy for the Future of Europe

EUROPEAN COMMISSION
Directorate-General for Research
Science, Economy and Society

High Level Group on Science Education
Michel Rocard (Chair), Peter Csermely, Doris Jorde, Dieter Lenzen, Harriet Walberg-Henriksson, Valerie Hemmo (Rapporteur)

Disponibile su Internet
(www.ec.europa.eu/research)

2007

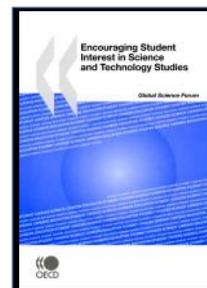


• Encouraging Student Interest in Science and Technology Studies

OECD
Education & Skills

Vol. no. 23, 2008
pp. 1 - 134

Disponibile su Internet
(www.oecd.org)



• Science Education in Europe: Critical Reflections

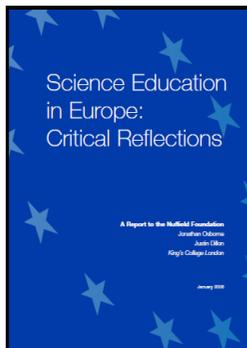
A Report to the Nuffield
Foundation

Jonathan Osborne
Justin Dillon

King's College London

Disponibile su Internet
(www.nuffieldfoundation.org)

January 2008



• Elementi dallo scenario internazionale

Nella maggior parte dei paesi dell'Unione europea centralità dei metodi di insegnamento della scienza basati su **approcci principalmente deduttivi** (Commissione Europea, *Science Education Now*, 2007)

Rinnovamento della didattica delle scienze mediante **metodi inquiry-based** e relazione con processi di innovazione di sistema (Consiglio Europeo, 2007)

Formazione disciplinare degli insegnanti possibile fattore di **resistenza** (Osborne, Dillon, London King's College, 2008)

Misconcezioni nella sfera delle scienze e necessità di un "conceptual change" (OECD, 2009)

Ripensare il quadro teorico-metodologico alla base dell'insegnamento dei saperi scientifici

45

• **Francia, Inghilterra, Spagna, Olanda, Finlandia**

- In generale nelle scuole medie inferiori e nel primo biennio delle superiori si studiano **scienze integrate**
- Nel secondo biennio le discipline sono **separate**
- Nell'ultimo anno ogni studente sceglie una delle materie scientifiche come **materia principale**
- Laboratorio (molti polivalenti): **25% del tempo**
- Gli allievi visitano **Musei della Scienza interattivi e Centri divulgativi**

46

• **AGENDA**



- Perché Galileo? perché il cannocchiale?
- Scienza e tecnologia
- L'integrazione disciplinare
- La didattica laboratoriale**
- Il framework proposto
- L'esperienza dell'ISIS di Pomigliano d'Arco
- Conclusioni

• **Epistemologia del laboratorio**

Non s'insisterà mai abbastanza sul fatto che *l'homo sapiens* è tale perché è anche *homo faber* e viceversa. S'insegni ai ragazzi a lavorare sul serio e a lungo con le mani; è una prima, fondamentale forma di sperimentazione fisica.

Si portino poi gli studenti in **laboratorio** e si facciano lavorare con **gli strumenti di misura**; si facciano eseguire a *ciascuno di essi* le vere e proprie esperienze della fisica. È questa una forma di didattica insostituibile e non la si può **leggere sul libro**.

G. Toraldo di Francia, *L'indagine del mondo fisico*, Einaudi, Torino, 1976, pp. 9-30

49

• **Pensiero versus azione**

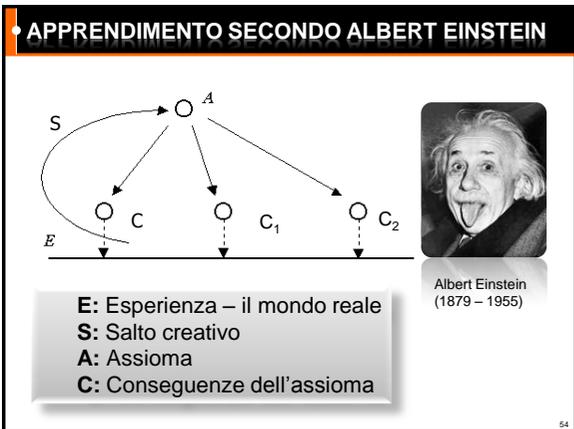
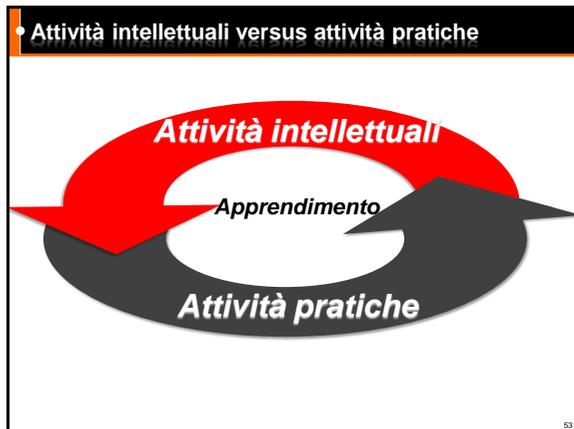
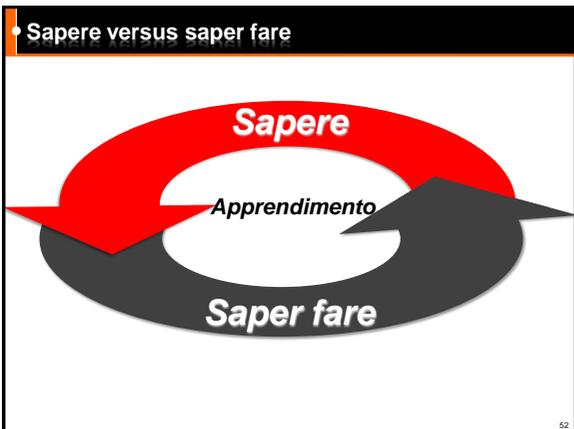


• **Approccio deduttivo versus approccio induttivo**



• **Teoria versus prassi**





• APPRENDIMENTO SECONDO CONFUCIO

*Se ascolto dimentico
Se vedo ricordo
Se faccio capisco*

Confucio (551 a.C. – 479 a.C.)

55

• APPRENDIMENTO SECONDO PIAGET E BATESON

Deriva dall'azione (Piaget)
e procede per tentativi (Bateson)

Jean Piaget
(1896 – 1980)

Gregory Bateson
(1904 – 1980)

56

• INQUIRE BASED EDUCATION

*« Il miglior modo per **imparare** è fare, chiedere e fare.
Il modo migliore per **insegnare** è quello di sollevare interrogativi negli studenti e poi fare.
Non predicare fatti, ma **stimolare atti** »*

Paul Richard Halmos
(1916 – 2006)
matematico e statistico ungherese

57

INQUIRE BASED SCIENCE EDUCATION: FASI

1. Domande

2. Ipotesi

3. Sperimentazioni

4. Comunicazione e conclusioni

INVERSTIGARE GIOCANDO

"Games are the most elevated form of investigation."

AGENDA

- Perché Galileo? perché il cannocchiale?
- Scienza e tecnologia
- L'integrazione disciplinare
- La didattica laboratoriale
- Il framework proposto**
- L'esperienza dell'ISIS di Pomigliano d'Arco
- Conclusioni

INTEGRAZIONE DELLE SCIENZE

- Non è una disciplina ma una **metodologia** per programmare gli apprendimenti trasversalmente alle diverse discipline
- Coinvolge **tutti i docenti** del Consiglio di Classe e può essere estesa non solo alle discipline scientifiche in senso stretto ma anche a tutte le altre
- **Concetti e processi unificanti, organizzatori concettuali e organizzatori cognitivi** come nuovi strumenti per la didattica
- L'**approccio laboratoriale** è un elemento fondamentale

TRE SFERE DI ATTIVITÀ SCIENTIFICHE E TECNOLOGICHE

MONDO REALE		TEORIE E MODELLI
Formulare domande Osservare Fare esperimenti Misurare	CRITICARE ARGOMENTARE ANALIZZARE	Immaginare Ragionare Calcolare Fare previsioni
RACCOGLIERE DATI TESTARE SOLUZIONI		FORMULARE IPOTESI PROPORRE SOLUZIONI
Investigare	Valutare	Sviluppare spiegazioni e soluzioni

Fonte: National Research Council (2012)

LE FORME DELL'INTEGRAZIONE

Choi e Pak (2006)	Multi-disciplinarietà	Inter-disciplinarietà	Trans-disciplinarietà
Collocazione rispetto ai confini disciplinari	Interno	Connessioni	Superamento
Principio regolatore	Additività	Interattività	Principio olistico
Processo portante	Giustapposizione	Sintesi	Costruzione di nuovi universi del discorso
Esempio matematico	$2 + 2 = 4$	$2 + 2 = 5$	$2 + 2 = \text{Giallo}$
Metafora di carattere alimentare	Piatto di insalata	Fonduta	Torta

• CLASSI DI ELEMENTI TRASVERSALI

1. **Concetti e processi unificanti**
2. **Organizzatori concettuali**
3. **Organizzatori cognitivi**

67

• CONCETTI E PROCESSI UNIFICANTI (1/3)

Fonte	Organismo promotore	Terminologia utilizzata	Articolazione
Science for All Americans – Project 2061 (1990)	American Association for the Advancement of Science (AAAS)	Common Themes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Systems 2. Models 3. Constancy and Change 4. Scale
National Science Education Standards (1996)	of Sciences National Committee on Science Education Standards and Assessment	Unifying Concepts and Processes Standard	<ol style="list-style-type: none"> 1. Systems, order, and organization 2. Evidence, models, and explanation 3. Constancy, change, and measurement 4. Evolution and equilibrium 5. Form and function

68

• Concetti e Processi Unificanti (2/3)

Fonte	Organismo promotore	Terminologia utilizzata	Articolazione
College Board Standards for College Success - Science (2009)	College Board	Unifying Concepts	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evolution 2. Scale 3. Equilibrium 4. Matter and Energy 5. Interaction 6. Form and Function 7. Models as Explanations, 8. Evidence and Representations
A Framework for K-12 Science Education (2012)	Sciences Committee on Conceptual Framework for the New K-12 Science Education Standards	Crosscutting Concepts	<ol style="list-style-type: none"> 1. Patterns 2. Cause and effect 3. Scale, proportion, and quantity 4. Systems and system models 5. Energy and matter 6. Structure and function 7. Stability and change

69

• Concetti e processi unificanti (3/3)

- ❑ forniscono connessioni tra le discipline scientifiche
- ❑ sono fondamentali e ampi
- ❑ sono comprensibili e utilizzabili da persone che intraprenderanno percorsi scientifici
- ❑ possono essere espressi e sperimentati attraverso lo studio delle scienze adeguandoli secondo l'età durante l'intero percorso di studi

Fonte: National Science Education Standards, 2007, pag. 115
70

• Karlsruhe Physikurs (KPK)

Corso sviluppato dal gruppo di didattica della fisica dell'università di Karlsruhe, guidato da **Friedrich Herrmann**, rivolto ai primi anni della scuola secondaria superiore.

Utilizza un paradigma formale la cui specificità sta nella proposta di un **approccio unificato** all'insegnamento delle scienze

F. Herrmann, *Der Karlsruhe Physikurs*, Aulis, Köln, 1995. 71

• Organizzatori Concettuali (1/2)

Herrmann (1995) enfatizza il concetto di **analogia**. Riconosce la possibilità di utilizzare determinate coppie di grandezze, la prima con carattere estensivo e la corrispondente con carattere intensivo.

Le **grandezze estensive** sono soggette ad una legge di bilancio; le **grandezze intensive** rappresentano i potenziali generalizzati cui le varie grandezze estensive sono collegate. Le grandezze estensive fluiscono spontaneamente da punti o regioni in cui il valore del potenziale è elevato a punti o regioni in cui il valore del potenziale è più basso.

In tal senso le differenze di potenziale costituiscono una sorta di forza motrice per il trasferimento delle grandezze estensive ad esse coniugate per flussioni diverse (Saggion, Faldo, 2008).

74

Organizzatori Concettuali (2/2)

Il modello di Herrmann riconosce all'energia la funzione di **principio regolativo** o, in termini epistemologici, di **organizzatore concettuale**.

Nel KPK le flussioni delle diverse grandezze estensive denominate SLQ (*substance-like quantities*) concorrono, additivamente, a determinare la flussione della Sostanza (Energia). Le diverse SLQ sono diverse oggettivazioni della "materia prima" di newtoniana memoria che in questo caso è l'energia.

Nel KPK non c'è l'ambiguità di espressioni come "le diverse forme di energia"; secondo questa formulazione **l'energia non ha forme diverse** ma, semplicemente **viene trasferita in "modi" diversi**, cioè per flussioni diverse (Saggion e Faraldo, 2008).

Energia in diversi campi di studio

Campo di studio	Grandezza estensiva	Grandezza intensiva	Corrente associata	Trasporto di energia	Scambi di energia
Idraulica	Volume d'acqua V	Pressione P	Corrente d'acqua I_P	$I_E = I_P \cdot P$	$\Phi = I_P \cdot \Delta P$
Elettricità	Carica elettrica Q	Potenziale elettrico φ	Corrente elettrica I_Q	$I_E = I_Q \cdot \varphi$	$\Phi = I_Q \cdot \Delta \varphi$
Meccanica (traslazioni)	Quantità di moto p_x	Velocità v_x	Corrente meccanica (traslazioni) I_{p_x} (o forza F)	$I_E = I_{p_x} \cdot v_x$	$\Phi = I_{p_x} \cdot \Delta v_x$
Meccanica (rotazioni)	Quantità di moto angolare L_x	Velocità angolare ω_x	Corrente meccanica (rotazioni) I_{L_x} (o momento della forza M_{mecc})	$I_E = I_{L_x} \cdot \omega_x$	$\Phi = I_{L_x} \cdot \Delta \omega_x$
Termologia	Entropia S	Temperatura assoluta T	Corrente d'entropia I_E	$I_E = I_S \cdot T$	$\Phi = I_S \cdot \Delta T$
Chimica	Quantità di sostanza n	Potenziale chimico μ	Corrente chimica (o di quantità di sostanza) I_n	$I_E = I_n \cdot \mu$	$\Phi = I_n \cdot \Delta \mu$

Organizzatori cognitivi (1/3)

Il significato di **organizzatore cognitivo** si accosta a quello di **concetti e processi unificanti**, pur appartenendo ad una tradizione europeo-continentale piuttosto che anglosassone.

Gli organizzatori cognitivi sono intesi quali concetti **trasversali** di cui si serve la didattica per facilitare la comprensione dei raccordi e connessioni presenti tra discipline diverse.

Secondo Michele D'Anna, dell'Alta Scuola Pedagogica di Locarno, l'organizzatore cognitivo rappresenta **una sorta di attrattore che struttura l'informazione attorno ad uno snodo cognitivo**, inducendo dei legami tra le diverse componenti del complesso sistema conoscitivo.

Organizzatori cognitivi (2/3)

Un organizzatore cognitivo permette di **strutturare la conoscenza in una rete complessa**, stabilendo delle interconnessioni tra le diverse informazioni.

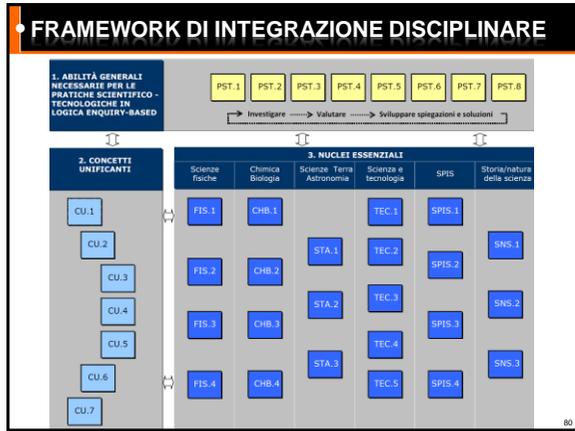
Tale elemento strutturante del pensiero costituisce un **intelaiatura portante** alla quale ci si riferisce costantemente anche quando il concetto espresso dall'organizzatore cognitivo non viene tematizzato in modo esplicito.

Secondo questa logica **"comprendere" significa stabilire dei legami tra le varie componenti della conoscenza**, evitando di limitarsi al semplice accumulo di informazioni.

Organizzatori cognitivi (3/3)

Il Gruppo di lavoro del Canton Ticino ha individuato tre organizzatori cognitivi:

- **corpuscolarità della materia**
- **energia**
- **sistema**



1. ABILITÀ

Le abilità trasversali connesse alla pratica scientifica, intesa come processo di ricerca, rappresentano un **elemento base** dell'educazione scientifica ed al tempo stesso un **principio regolatore** nella programmazione e concreta realizzazione dell'attività didattica.

Si tratta di **abilità propedeutiche** a qualsiasi attività di ricerca scientifica e tecnologica (scienza applicata), richieste **per condurre un'indagine** e per comprenderne il significato e la prospettiva.

1. CONOSCENZE GENERALI E PRATICHE TECNOLOGICHE	E ABILITÀ CONNESSE ALLE PRATICHE SCIENTIFICHE
PST.1. Porre domande (per la scienza) e definire problemi (per la tecnologia)	
PST.2. Sviluppare ed utilizzare modelli	
PST.3. Programmare e svolgere ricerche	
PST.4. Analizzare e interpretare i dati	
PST.5. Utilizzare la matematica ed il pensiero computazionale	
PST.6. Costruire spiegazioni (per la scienza) e progettare soluzioni (per la tecnologia)	
PST.7. Impegnarsi in una discussione basata su evidenze scientifiche	
PST.8. Ottenere, valutare e comunicare informazioni	

2. CONCETTI E PROCESSI UNIFICANTI

I concetti unificanti rappresentano schemi concettuali e procedurali che costituiscono un **elemento trasversale e unificante** le diverse discipline scientifiche e consentono una **comprensione unitaria** ed organica del mondo naturale.

Si tratta di **concetti e principi dal valore interdisciplinare**, che favoriscono una **comprensione delle connessioni** tra domini scientifici.

2. CONCETTI E PROCESSI UNIFICANTI
CU.1. Modelli
CU.2. Causa ed effetto
CU.3. Misura, proporzione e quantità
CU.4. Sistemi e modelli di sistema
CU.5. Energia e materia
CU.6. Struttura e funzione
CU.7. Stabilità e cambiamento

3. NUCLEI ESSENZIALI DISCIPLINARI (1/3)

I nuclei essenziali propri di ciascuna disciplina o settore multidisciplinare rappresentano **concetti fondamentali** per una disciplina ed hanno **valore strutturante e generativo** delle conoscenze

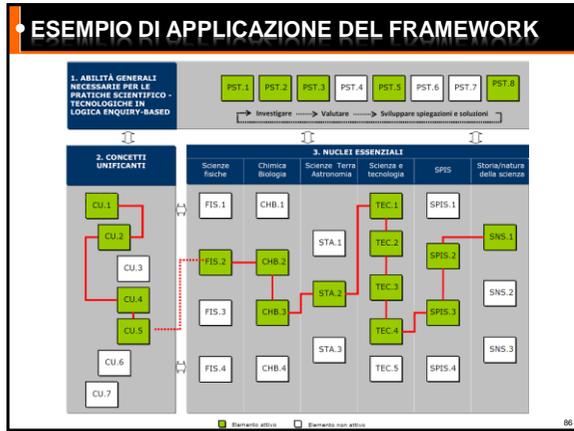
FIS. SCIENZE FISICHE	CHB. CHIMICA - BIOLOGIA
FIS.1. La materia e le sue interazioni FIS.1.1. Struttura e proprietà della materia FIS.1.2. Reazioni chimiche FIS.1.3. Processi nucleari FIS.2. Moto e stabilità: forze e interazioni FIS.2.1. Forze e moto FIS.2.2. Tipi di interazione FIS.2.3. Stabilità ed instabilità nei sistemi fisici FIS.3. Energia FIS.3.1. Definizioni FIS.3.2. Conservazione e trasferimento FIS.3.3. Relazione tra energia e forze FIS.3.4. Energia nei processi chimici e nella vita quotidiana FIS.4. Onde e loro applicazioni nelle tecnologie per il trasferimento dell'informazione FIS.4.1. Proprietà FIS.4.2. Radiazione elettromagnetica FIS.4.3. Tecnologia e mezzi di informazione	CHB.1. Dalle molecole all'organismo: strutture e processi CHB.1.1. Struttura e funzione CHB.1.2. Crescita e sviluppo degli organismi CHB.1.3. Organizzazione della materia e dei flussi di energia negli organismi CHB.1.4. Elaborazione dell'informazione CHB.2. Ecosistemi: interazioni, energia e dinamica CHB.2.1. Relazioni di interdipendenza negli ecosistemi CHB.2.2. Cicli di trasferimento della materia ed energia negli ecosistemi CHB.2.3. Dinamiche, funzionamento, resilienza degli ecosistemi CHB.2.4. Interazioni sociali e comportamento di gruppo CHB.3. Ereditarietà: ereditarietà e variazione dei tratti CHB.3.1. Ereditarietà dei tratti CHB.3.2. Variazione dei tratti CHB.4. Evoluzione biologica: unità e diversità CHB.4.1. Evidenze della discendenza comune e diversità CHB.4.2. Selezione naturale CHB.4.3. Adattamento CHB.4.4. Biodiversità e specie

3. NUCLEI ESSENZIALI DISCIPLINARI (2/3)

STA. SCIENZE DELLA TERRA ED ASTRONOMIA	TEC. SCIENZA E TECNOLOGIA
STA.1. Posizione della terra nell'universo STA.1.1. Universo e stelle STA.1.2. Terra e sistema solare STA.1.3. Storia del pianeta Terra STA.2. Sistemi della Terra STA.2.1. Materiali e sistemi STA.2.2. Tettonica delle placche e interazioni dei sistemi a larga scala STA.2.3. Ruolo dell'acqua nei processi di superficie della Terra STA.2.4. Acqua e clima STA.2.5. Bio-geologia STA.3. Terra e attività umana STA.3.1. Risorse naturali STA.3.2. Rischi naturali STA.3.3. Impatto umano sui sistemi terrestri STA.3.4. Cambiamento climatico globale	TEC.1. Identificare un problema e progettare una soluzione tecnologica TEC.2. Proporre progetti e scegliere tra soluzioni alternative TEC.3. Implementare la soluzione prescelta TEC.4. Valutare la soluzione e le sue conseguenze TEC.5. Comunicare il problema, il processo e la soluzione

3. NUCLEI ESSENZIALI DISCIPLINARI (3/3)

SPIS. LA SCIENZA IN PROSPETTIVA INDIVIDUALE E SOCIALE	SNS. STORIA E NATURA DELLA SCIENZA
SPIS.1. Salute individuale e sociale SPIS.2. Crescita della popolazione SPIS.3. Qualità dell'ambiente SPIS.4. Scienza e tecnologia e sfide locali, nazionali e globali	SNS.1. Scienza prodotto dello sforzo umano SNS.2. Natura della conoscenza scientifica SNS.3. Prospettive storiche della scienza



STRATEGIE DIDATTICHE

Organizzazione dei percorsi e livelli di integrazione	Strategie didattiche		
	Percorsi sequenziali mediante metodi istruzionali	Percorsi sequenziali mediante metodi costruttivisti: indagine, problem solving, mini progetti	Metodi globali mediante assegnazione di compiti complessi
Percorsi all'interno di singole discipline	Compatibile	Difficilmente Compatibile	Non Compatibile
Percorsi all'interno di singole discipline, ma paralleli e coordinati	Compatibile	Difficilmente Compatibile	Non Compatibile
Percorsi integrati attraverso le discipline, realizzato mediante segmenti disciplinari in alternanza o in parallelo	Compatibile	Compatibile	Difficilmente Compatibile
Percorsi integrati collocati in uno spazio orario ad hoc fuori dalle discipline	Compatibile	Compatibile	Compatibile

- Elementi dallo scenario internazionale**
- Sviluppo professionale degli insegnanti mediante un **processo integrato** (iniziale, in ingresso, in servizio) con ricorso a setting **non formal ed informal**
 - Connettere la pratica professionale concreta con ricerca di nuove soluzioni nella **programmazione curricolare interdisciplinare** e nella costruzione di **ambienti di apprendimento in logica inquiry based**

STANDARD PER LA FORMAZIONE DEGLI INSEGNANTI (1/3)

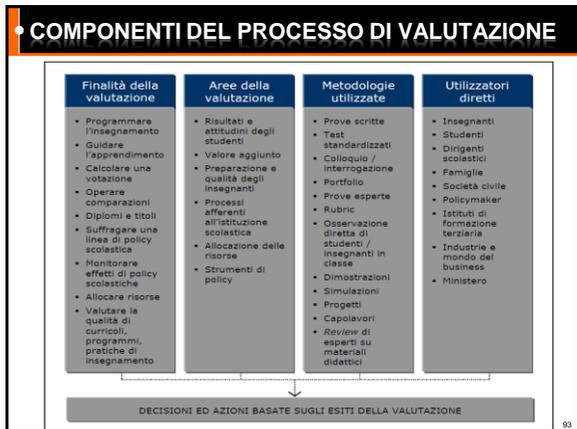
FOR.1. PROGRAMMARE L'OFFERTA FORMATIVA IN CAMPO SCIENTIFICO IN CHIAVE INQUIRY-BASED	FOR.2. ORIENTARE E SUPPORTARE I PROCESSI DI APPRENDIMENTO
<p>FOR.1.1. Sviluppare un quadro di obiettivi didattici a valenza annuale e di portate più circoscritte.</p> <p>FOR.1.2. Selezionare gli obiettivi di apprendimento e contestualizzare il curricolo in rapporto alle caratteristiche, bisogni ed aspettative degli studenti.</p> <p>FOR.1.3. Selezionare strategie didattiche e valutative che supportino l'apprendimento e la costruzione di una comunità di apprendenti le scienze.</p> <p>FOR.1.4. Lavorare insieme ai colleghi in ambito disciplinare ed interdisciplinare, oltre che tra diverse annualità del percorso scolastico.</p>	<p>FOR.2.1. Contribuire a focalizzare le ricerche e supportarne la conduzione.</p> <p>FOR.2.2. Gestire discussioni tra gli studenti in merito alle idee scientifiche.</p> <p>FOR.2.3. Promuovere tra gli studenti la consapevolezza e la condivisione della responsabilità del loro apprendimento.</p> <p>FOR.2.4. Riconoscere e rispondere alle diversità degli studenti ed incoraggiare tutti a partecipare al processo di apprendimento delle scienze.</p> <p>FOR.2.5. Incoraggiare, anche mediante l'esempio personale, le abilità legate all'indagine scientifica, la curiosità, l'apertura a nuove idee e lo spirito critico che caratterizza la scienza.</p>

STANDARD PER LA FORMAZIONE DEGLI INSEGNANTI (2/3)

FOR. 3. CURARE LA VALUTAZIONE DEL PROPRIO INSEGNAMENTO E DELL'APPRENDIMENTO DEGLI ALLIEVI	FOR. 4. PROGETTARE E GESTIRE AMBIENTI DI APPRENDIMENTO NELLA LOGICA INQUIRY-BASED
<p>FOR.3.1. Impiegare molteplici metodologie e raccogliere dati e osservazioni sui risultati di apprendimento espressi dagli studenti.</p> <p>FOR.3.2. Analizzare i dati sui risultati di apprendimento per orientare la propria opera di insegnamento.</p> <p>FOR.3.3. Supportare gli studenti nei processi di autovalutazione.</p> <p>FOR.3.4. Utilizzare i dati e le osservazioni raccolte, oltre allo scambio con i colleghi, per riflettere e migliorare la propria pratica professionale.</p> <p>FOR.3.5. Utilizzare i dati e le osservazioni raccolte, oltre allo scambio con i colleghi, per riferire su risultati e opportunità di apprendimento a studenti, famiglie, policy maker, sfera pubblica in genere.</p>	<p>FOR.4.1. Strutturare il tempo per consentire agli studenti la realizzazione di attività di indagine ad ampio respiro.</p> <p>FOR.4.2. Creare un setting per il lavoro degli allievi che risulti flessibile e d'aiuto all'indagine scientifica.</p> <p>FOR.4.3. Assicurare un ambiente di lavoro sicuro.</p> <p>FOR.4.4. Rendere accessibili a tutti gli studenti strumentazioni, materiali, risorse tecnologiche e multimediali.</p> <p>FOR.4.5. Individuare ed utilizzare risorse al di fuori della scuola.</p> <p>FOR.4.6. Coinvolgere gli studenti nella definizione e strutturazione dell'ambiente di apprendimento.</p>

STANDARD PER LA FORMAZIONE DEGLI INSEGNANTI (3/3)

FOR. 5. COSTRUIRE COMUNITA' DI APPRENDENTI IN PROSPETTIVA INQUIRY-BASED	FOR. 6. PARTECIPARE ALLA DEFINIZIONE E SVILUPPO DEI PROGRAMMI DELL'ISTITUZIONE SCOLASTICA
<p>FOR.5.1. Costruire comunità di apprendenti le scienze basate sul rigore intellettuale dell'indagine scientifica e le attitudini favorevoli all'apprendimento della scienza.</p> <p>FOR.5.2. Manifestare ed esigere rispetto per le diverse idee, abilità ed esperienze proprie di tutti gli studenti.</p> <p>FOR.5.3. Promuovere lo spirito di collaborazione tra gli studenti.</p> <p>FOR.5.4. Impostare e facilitare discussioni basate su una comprensione condivisa delle regole del discorso scientifico.</p>	<p>FOR.6.1. Definire e sviluppare il programma scolastico riguardante lo studio delle scienze.</p> <p>FOR.6.2. Partecipare alle decisioni riguardanti l'allocazione di tempo e di risorse per il programma di studio delle scienze.</p> <p>FOR.6.3. Partecipare alla programmazione e realizzazione di attività di sviluppo professionale rivolte a se stessi o ai colleghi.</p>



STANDARD PER LA VALUTAZIONE DEI SISTEMI VALUTATIVI

Coerenza mezzi / fini	Dimensioni interessate	Qualità tecnica dei dati	Equità delle pratiche
<ul style="list-style-type: none"> Disegno coerente e unitario dell'impianto valutativo Definizione esplicita delle finalità della valutazione Chiarezza nella relazione tra piani decisionali coinvolti e tipo di dati raccolti Coerenza interna delle procedure valutative 	<ul style="list-style-type: none"> Due dimensioni: risultati dell'apprendimento ed equità nel grado di fruizione A. Fuoco sui risultati di apprendimento in relazione ad ambiti disciplinari e interdisciplinari B. Fuoco sulle opportunità effettive di apprendimento della scienza in relazione al grado di equità conseguito 	<ul style="list-style-type: none"> Misurabilità ed effettiva misurazione delle variabili pianificate Omogeneità del grado di performance individuale in prove simili Adeguatezza del setting valutativi Stabilità dei dati Utilizzo della valutazione autentica 	<ul style="list-style-type: none"> Adattamento ai bisogni di studenti con disabilità fisiche, di apprendimento, con uso limitato della lingua italiana Prove utilizzando contesti differenti, assumendo diversi interessi ed esperienze degli allievi e non privilegiando una prospettiva di genere o di nazionalità

94

AGENDA



- Perché Galileo? perché il cannocchiale?
- Scienza e tecnologia
- L'integrazione disciplinare
- La didattica laboratoriale
- Il framework proposto
- L'esperienza dell'ISIS di Pomigliano d'Arco
- Conclusioni

Il sito del progetto



<http://deliveryunit.indire.it/>

Le comunità di pratica

1. AMBIENTI DI APPRENDIMENTO LABORATORIALE
2. DIDATTICA PER CONCETTI E PROCESSI UNIFICANTI
3. PROGETTAZIONE DIDATTICA VERTICALE DELLE SCIENZE E DELLE TECNOLOGIE
4. INQUIRY-BASED SCIENCE EDUCATION
5. ICT A SUPPORTO DEI PROCESSI DI APPRENDIMENTO

97



Istituto Statale per l'Istruzione Superiore – Pomigliano d'Arco (NA)

Il sesto senso: la misura"

Docente referente Filomena Velleca
mena.velleca@gmail.com

Gruppo di progettazione:
DS Prof.ssa Rosanna Genni,
Prof.ssa Filomena Velleca,
Prof.ssa Teresa Panico,
Prof.ssa Sabrina Nappi,
Prof. Nunzio Barone

Il sesto senso: la misura

Docenti e discipline coinvolte nella realizzazione del progetto

Prof.ssa Filomena Velleca	Chimica
Prof.ssa Maria Teresa Panico	Scienze della Terra
Prof.ssa Palma Borriello	Scienze della Terra
Prof.ssa Gabriella Giordano	Fisica
Prof.ssa Sabrina Nappi	Matematica
Prof.ssa Maria Consiglia Petroli	Matematica
Prof.ssa Archina Di Lucca	Matematica
Prof. Nunzio Barone	Tecn. e tecn. di rapp. grafica
Prof. Bruno Sarto	Tecnologie informatiche

♦ **Il sesto senso: la misura**

Classi coinvolte

**Prime tecnico grafico dell'ISIS
Europa**

I Atg I Btg I Ctg

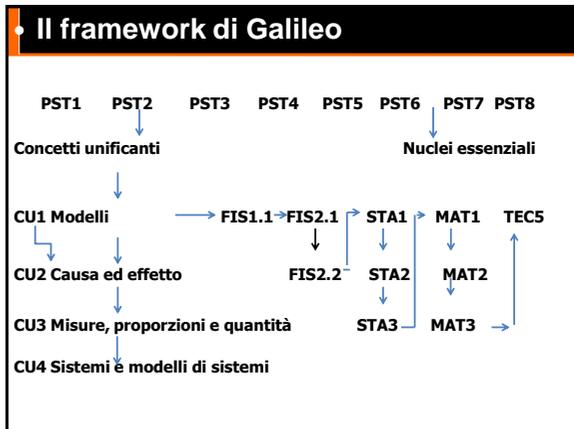
♦ **Obiettivi (1/2)**

metodologia di insegnamento:
didattica laboratoriale

1. centrare la promozione delle **competenze scientifiche** rispetto alla modalità della comunicazione scientifica
2. estendere l'uso di **strumenti tecnologici** come la LIM e Internet in classe

♦ **Obiettivi (2/2)**

3. **ottimizzare i tempi** di realizzazione del percorso formativo evitando ripetizioni di contenuti e tendendo a sincronizzare quelli naturalmente affini
4. sottolineare la necessità della riflessione che **le discipline vanno "usate"** le une in funzione delle altre
5. introdurre gli allievi allo studio delle scienze ponendo la **misura** delle grandezze fisiche come essenziale e funzionale ad ogni altro sviluppo cognitivo in questa direzione



♦ **COMPETENZE ASSE CULTURALE SCIENTIFICO-TECNOLOGICO E ABILITA' GENERALI A CONFRONTO.....**

PST.1 Porre domande (per le scienze) e definire problemi (per la tecnologia)	SC1 Osservare, descrivere ed analizzare fenomeni appartenenti alla realtà naturale e artificiale e riconoscere nelle sue varie forme i concetti di sistema e di complessità.
PST.2 Sviluppare ed utilizzare modelli	SC2 Analizzare qualitativamente e quantitativamente fenomeni legati alle trasformazioni di energia a partire dall'esperienza.
PST.3 Programmare e svolgere ricerche	
PST.4 Analizzare e interpretare i dati	SC3 Essere consapevole delle potenzialità e dei limiti delle tecnologie nel contesto culturale e sociale in cui vengono applicate.
PST.5 Utilizzare la matematica ed il pensiero computazionale	
PST.6 Costruire spiegazioni (per la scienza) e progettare soluzioni (per la tecnologia)	
PST.7 Impegnarsi in una discussione basata su evidenze scientifiche	
PST.8 Ottenere, valutare e comunicare	

♦ **COMPETENZE ASSE MATEMATICO E ABILITA' GENERALI A CONFRONTO.....**

	M. 1 Analizzare dati ed interpretarli sviluppando deduzioni e ragionamenti sugli stessi, anche con l'ausilio di interpretazioni grafiche, usando consapevolmente gli strumenti di calcolo e le potenzialità offerte da applicazioni specifiche di tipo informatico
PST.2 Sviluppare ed utilizzare modelli	M2. Utilizzare le tecniche e le procedure del calcolo aritmetico ed algebrico rappresentandole anche sotto forma grafica
	M3. Confrontare ed analizzare figure geometriche individuando invarianti e relazioni
PST.4 Analizzare e interpretare i dati	M4. Individuare le strategie appropriate per la soluzione di problemi
PST.5 Utilizzare la matematica ed il pensiero computazionale	M5. Saper riflettere criticamente su alcuni temi della matematica

• Programmazione di

SCIENZE INTEGRATE - FISICA

↓

Nuclei essenziali

↓

Fis. 2 Moto e stabilità: forze e interazioni

- Fis. 2.1 Forze e moto
- Fis.2.2 Tipi di interazione

• Programmazione di

SCIENZE INTEGRATE-CHIMICA

↓

Nuclei essenziali

↓

Fis.1.1 Struttura e proprietà della materia

• Programmazione di

Scienze della Terra

↓

nuclei essenziali

- **STA 1 Posizione della Terra nell'universo**
 - ❑ STA 1.1 Universo e stelle
 - ❑ STA1.2 Terra e sistema solare
- **STA2 Sistemi della Terra**
 - ❑ STA2.1 Materiali e sistemi
 - ❑ STA2.3 Ruolo dell'acqua nei processi di superficie della Terra
 - ❑ STA2.4 Acqua e clima
- **STA 3 Terra e attività umane**
 - ❑ STA3.1 Risorse naturali
 - ❑ STA3.2 Rischi naturali
 - ❑ STA3.3 Impatto umano sui sistemi terrestri

• Programmazione di

Matematica

↓

nuclei essenziali

- **Mat.1 Numeri e algoritmi**
- **Mat.2 Spazio e figure**
- **Mat.3 Relazioni e funzioni**
- **Mat.4 Dati e previsioni**

• Programmazione di

Tecnologie e e Tecniche di Rappresentazione Grafica

↓

Nuclei essenziali

TEC5 - Comunicare il problema, il processo e la soluzione (attraverso la rappresentazione grafica)

• Descrizione delle UdA

UdA 1 / UdA2	Il senso della misura / Misuriamo l'acqua
Tempi	settembre 2012 – febbraio 2013 / marzo 2013- maggio 2013
Prodotto	Report delle attività sperimentali "Le mie esperienze di scienza"
Metodologie	Lezione interattiva, lavoro di gruppo, lavoro individuale di ricerca e di elaborazione, didattica laboratoriale, problem solving, simulazioni
Risorse umane	DS, docenti, alunni
Strumenti specifici	Testi in adozione, computer, internet, lim e software autore, laboratorio di scienze, laboratorio informatico, laboratorio grafico, software di geometria dinamica, software didattici vari per la simulazione di esperimenti, ambienti on-line.
Verifiche	test d'ingresso - prova Ocse Pisa – compito di prestazione
Valutazione	La valutazione del test d'ingresso, delle prove Pisa Ocse, del prodotto e del compito di prestazione è effettuata secondo la rubrica di valutazione elaborata per le competenze indagate.

Competenza SC1

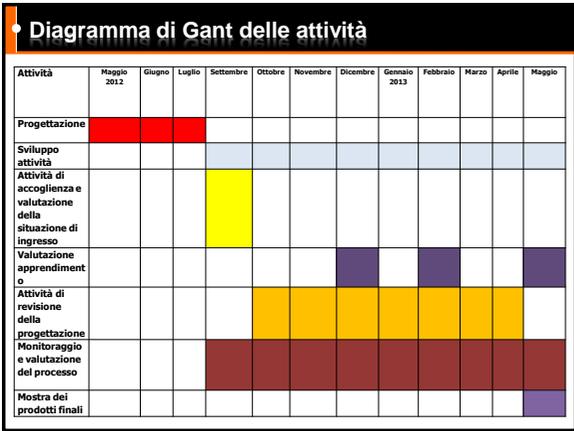
SC1 - Osservare, descrivere ed analizzare fenomeni appartenenti alla realtà naturale e artificiale e riconoscere nelle sue varie forme i concetti di sistema e di complessità.

↓

Rubrica di valutazione

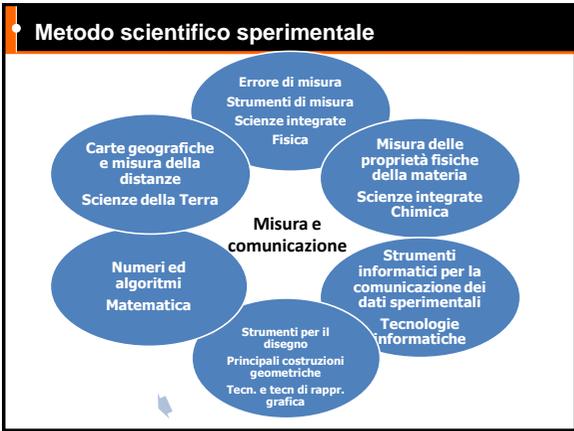
Competenza: SC1

DIMENSIONI	Parziale	Essenziale	Intermedio	Avanzato
D1. Osservare un fenomeno naturale o artificiale	Evidenzia, guidato, le principali caratteristiche del fenomeno in modo superficiale.	Evidenzia, guidato, le principali caratteristiche del fenomeno.	Evidenzia autonomamente, le principali caratteristiche del fenomeno.	Evidenzia in modo autonomo e rigoroso, le caratteristiche del fenomeno
D2. Descrivere un fenomeno naturale o artificiale	Descrive in maniera superficiale il fenomeno.	Descrive in maniera sostanzialmente corretta il fenomeno.	Descrive in maniera corretta il fenomeno.	Descrive in maniera rigorosamente corretta il fenomeno.
D3. Analizzare gli aspetti fondamentali di un fenomeno	Non riesce ad individuare gli aspetti fondamentali del fenomeno.	Analizza gli aspetti fondamentali del fenomeno in maniera sostanzialmente corretta, riconoscendo le relazioni causa-effetto.	Analizza gli aspetti fondamentali del fenomeno in maniera corretta, riconoscendo le relazioni causa-effetto.	Analizza gli aspetti fondamentali del fenomeno in maniera rigorosamente corretta, riconoscendo le relazioni causa-effetto.
D4. Modellizzare un fenomeno naturale o artificiale	Non è in grado di adoperare un semplice modello per spiegare il fenomeno.	Utilizza, guidato, un semplice modello per spiegare il fenomeno.	Utilizza, guidato, un modello per spiegare il fenomeno.	Utilizza autonomamente un modello per spiegare il fenomeno.
D5. Utilizzare e interpretare correttamente diverse forme di linguaggio simbolico	Utilizza in maniera frammentaria ed inadeguata le diverse forme di linguaggio simbolico, non essendo in grado, anche guidato di interpretarle.	Utilizza in maniera sostanzialmente corretta le diverse forme di linguaggio simbolico, interpretandole se guidato.	Utilizza e interpreta in maniera corretta le diverse forme di linguaggio simbolico.	Utilizza e interpreta in maniera rigorosamente corretta le diverse forme di linguaggio simbolico.



Profilo analitico dell'allievo

DIMENSIONI	Parziale	Essenziale	Intermedio	Avanzato
D1. Osservare un fenomeno naturale o artificiale	Evidenzia, guidato, le principali caratteristiche del fenomeno in modo superficiale.	Evidenzia, guidato, le principali caratteristiche del fenomeno.	Evidenzia autonomamente, le principali caratteristiche del fenomeno.	Evidenzia in modo autonomo e rigoroso, le caratteristiche del fenomeno
D2. Descrivere un fenomeno naturale o artificiale	Descrive in maniera superficiale il fenomeno.	Descrive in maniera sostanzialmente corretta il fenomeno.	Descrive in maniera corretta il fenomeno.	Descrive in maniera rigorosamente corretta il fenomeno.
D3. Analizzare gli aspetti fondamentali di un fenomeno	Non riesce ad individuare gli aspetti fondamentali del fenomeno.	Analizza gli aspetti fondamentali del fenomeno in maniera sostanzialmente corretta, riconoscendo le relazioni causa-effetto.	Analizza gli aspetti fondamentali del fenomeno in maniera corretta, riconoscendo le relazioni causa-effetto.	Analizza gli aspetti fondamentali del fenomeno in maniera rigorosamente corretta, riconoscendo le relazioni causa-effetto.
D4. Modellizzare un fenomeno naturale o artificiale	Non è in grado di adoperare un semplice modello per spiegare il fenomeno.	Utilizza, guidato, un semplice modello per spiegare il fenomeno.	Utilizza, guidato, un modello per spiegare il fenomeno.	Utilizza autonomamente un modello per spiegare il fenomeno.
D5. Utilizzare e interpretare correttamente diverse forme di linguaggio simbolico	Utilizza in maniera frammentaria ed inadeguata le diverse forme di linguaggio simbolico, non essendo in grado, anche guidato di interpretarle.	Utilizza in maniera sostanzialmente corretta le diverse forme di linguaggio simbolico, interpretandole se guidato.	Utilizza e interpreta in maniera corretta le diverse forme di linguaggio simbolico.	Utilizza e interpreta in maniera rigorosamente corretta le diverse forme di linguaggio simbolico.



AGENDA

- Perché Galileo? perché il cannocchiale?
- Scienza e tecnologia
- L'integrazione disciplinare
- La didattica laboratoriale
- Il framework proposto
- L'esperienza dell'ISIS di Pomigliano d'Arco
- Conclusioni



DALLE CONNESSIONI INATTESE ...

Via via che la scienza si sviluppa, diventa sempre più difficile averne una visione complessiva; si cerca allora di dividerla in tanti pezzi e di accontentarsi di un pezzo solo; in una parola, ci si specializza.

Continuare in questa direzione sarebbe di grave ostacolo ai progressi della scienza.

*Lo abbiamo già detto: sono le **connessioni inattese** tra i diversi domini scientifici che rendono possibili tali **progressi**.*

Specializzarsi troppo significa precludersi la possibilità di stabilire tali connessioni .



J.H. Poincaré (1854-1912)

(Scienza e Metodo, 1908)

COMUNQUE ...

Nessun ragazzo è perduto se ha un insegnante che crede in lui.



Bernhard Bueb (1938)
filosofo, teologo e pedagogo tedesco.

CONTATTI




Prof. Alberto F. De Toni
detoni@uniud.it
www.diegm.uniud.it/detoni/wordpress/

PER APPROFONDIMENTI SULLA COMPLESSITÀ

Dedicato...

... Ai saggi che sanno vivere all'orlo del caos.



Alberto F. De Toni, Luca Cornelio
Prede o ragni
Essimi e organizzazioni nella ragnatela della complessità

2005

PER APPROFONDIMENTI SULLA VIA OCCIDENTALE E ORIENTALE ALLA COMPLESSITÀ

Dedicato...

... Ai viaggiatori che sempre ricominciano il viaggio.



Alberto F. De Toni, Luca Cornelio
Viaggio nella complessità

2007

◆ PER APPROFONDIMENTI SULL'ECONOMIA COMPLESSA

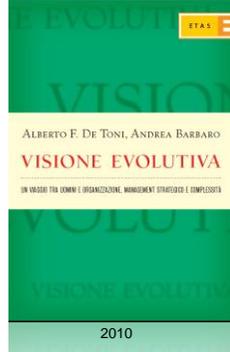


Dedicato...

... Agli uomini agenti del proprio futuro.

139

◆ PER APPROFONDIMENTI SUL MANAGEMENT COMPLESSO



Dedicato...

... Ai visionari che si realizzano nel creare.

140

◆ PER APPROFONDIMENTI SULL'AUTO-ORGANIZZAZIONE



Dedicato ...

... Agli uomini che accolgono l'emergenza del divenire.

141

◆ PER APPROFONDIMENTI SULLA CONOSCENZA



Dedicato...

... Alle persone che generano valore mettendo in atto la conoscenza.

142

◆ PER APPROFONDIMENTI SUGLI ECOSISTEMI



"L'innovazione è una disobbedienza andata a buon fine: l'esempio di Ernesto Illy",
di Alberto F. De Toni,
in **Decisioni e scelte in contesti complessi**
a cura di: Sergio Barile, Valerio Eletti, Maurizio Matteuzzi, Cedam, 2013, pag. 519-540.

143

◆ PER APPROFONDIMENTI SULLA MISURA DELLA COMPLESSITÀ



Misure di complessità per orientarsi nel dilemma della complessità
di Alberto F. De Toni
in
Strutture di mondo. Il pensiero sistemico come specchio di una realtà complessa
Volume 2, A cura di L. Urbani Ulivi, Il Mulino, 2013

144