Il Mulino - Rivisteweb

Alberto F. De Toni

Verso l'integrazione delle scienze

(doi: 10.12828/73385)

Scuola democratica (ISSN 1129-731X)
Fascicolo 1, gennaio-aprile 2013

Ente di afferenza:
Università di Udine (uniud)

Copyright © by Società editrice il Mulino, Bologna. Tutti i diritti sono riservati.
Per altre informazioni si veda https://www.rivisteweb.it

Licenza d'uso

L'articolo è messo a disposizione dell'utente in licenza per uso esclusivamente privato e personale, senza scopo di lucro e senza fini direttamente o indirettamente commerciali. Salvo quanto espressamente previsto dalla licenza d'uso Rivisteweb, è fatto divieto di riprodurre, trasmettere, distribuire o altrimenti utilizzare l'articolo, per qualsiasi scopo o fine. Tutti i diritti sono riservati.

Verso l'integrazione delle scienze

di **Alberto F. De Toni**

1. L'insegnamento delle scienze nel processo di riordino degli Istituti Tecnici e Professionali

Il recente riordino del sistema degli Istituti Tecnici e Professionali ha introdotto nella programmazione curricolare l'insegnamento delle 'scienze integrate', che racchiudono i quattro ambiti scientifici della fisica, chimica, biologia e scienze della Terra. Lungi dal rappresentare una nuova disciplina frutto di un accorpamento tra eterogenee aree del sapere, le 'scienze integrate', secondo quanto espresso nelle Linee Guida per il passaggio al nuovo ordinamento degli Istituti Tecnici e di quelli Professionali, vanno intese come l'ambito di sviluppo e di applicazione di una metodologia unitaria di insegnamento delle scienze (MIUR, 2010a; 2010b).

La tradizionale impostazione secondo cui lo studio delle scienze può essere condotto entro campi disciplinari rigidamente circoscritti e separati ha lasciato progressivamente spazio ad un approccio di tipo interdisciplinare. Insieme ad una maggiore enfatizzazione della programmazione interdisciplinare, un ulteriore elemento che è andato diffondendosi progressivamente a livello internazionale riguarda l'adozione di un'impostazione più marcatamente *inquiry-based* nei processi di insegnamento ed apprendimento in campo scolastico.

La programmazione coordinata degli insegnamenti può assumere livelli graduali di complessità, dal semplice coordinamento sul piano dei contenuti disciplinari sino alla formulazione di una proposta formativa integrata ed

Alberto F. De Toni, *Facoltà di Ingegneria, Università di Udine*,
detoni@uniud.it.

organica. In tal senso ci si può rifare alla classificazione introdotta da Choi e Pak (2006) per i concetti di multi-disciplinarità, inter-disciplinarità e trans-disciplinarità. Secondo i due autori canadesi, la multi-disciplinarità produce conoscenza a partire da una molteplicità di discipline, mantenendosi all'interno dei diversi confini disciplinari. L'inter-disciplinarità, dal canto suo, analizza, sintetizza ed armonizza le connessioni tra discipline entro un quadro coordinato e coerente. Infine la trans-disciplinarità integra le diverse discipline, creando un modello concettuale condiviso del problema esaminato che trascende ciascuna delle distinte prospettive disciplinari. In tal senso le tre categorie si porrebbero su di un *continuum* e, pur tuttavia, potrebbero essere circoscritte sulla base di alcuni tratti distintivi che per la multi-disciplinarità sono la giustapposizione di discipline diverse, secondo una regola additiva. L'inter-disciplinarità, caratterizzata dall'interazione tra discipline, risponde invece ad un principio di sintesi, stabilendo un nuovo livello di integrazione della conoscenza, mentre la trans-disciplinarità, privilegiando una prospettiva olistica, ridefinisce le discipline e produce nuove prospettive di pensiero, in cui il prodotto non è riconducibile alla semplice somma delle parti. Gli autori riportano un esempio di origine matematica: la multi-disciplinarità presenta analogie con una combinazione lineare (2+2=4), l'inter-disciplinarità è una deviazione dalla combinazione lineare e richiede un termine di interazione in un modello lineare (2+2=5), mentre la trans-disciplinarità produce un risultato di un genere del tutto diverso. Detto in altri termini ed adottando una metafora di carattere alimentare, la multidisciplinarità, fondata su processi di incremento, è riconducibile ad un piatto di insalata mista, dove gli elementi, ad esempio i pomodori ed i fagioli, risultano stare insieme in modo da risultare «intatti e distinguibili». L'interdisciplinarità, basata sullo sviluppo di interazioni, è paragonabile ad un *melting pot* in cui gli elementi nell'interazione acquisiscono una nuova consistenza e sapore e sono «solo parzialmente distinguibili». La trans-disciplinarità, che conduce alla produzione di nuovi paradigmi, è a sua volta assimilabile ad un dolce da forno, in cui gli ingredienti subiscono un processo di sostanziale «trasformazione e riconfigurazione di tipo irreversibile»: non si può ritornare agli elementi originari dopo il processo di cottura. La classificazione può essere riassunta nella tabella seguente (cfr. tab. 1).

TAB. 1. *Schematizzazione della classificazione di Choi e Pak*

	MULTI-DISCIPLINARITÀ	INTER-DISCIPLINARITÀ	TRANS-DISCIPLINARITÀ
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 = Giallo
Metafora di carattere alimentare	Insalata mista	*Melting pot*	Dolce da forno

Fonte: Choi e Pak (2006)

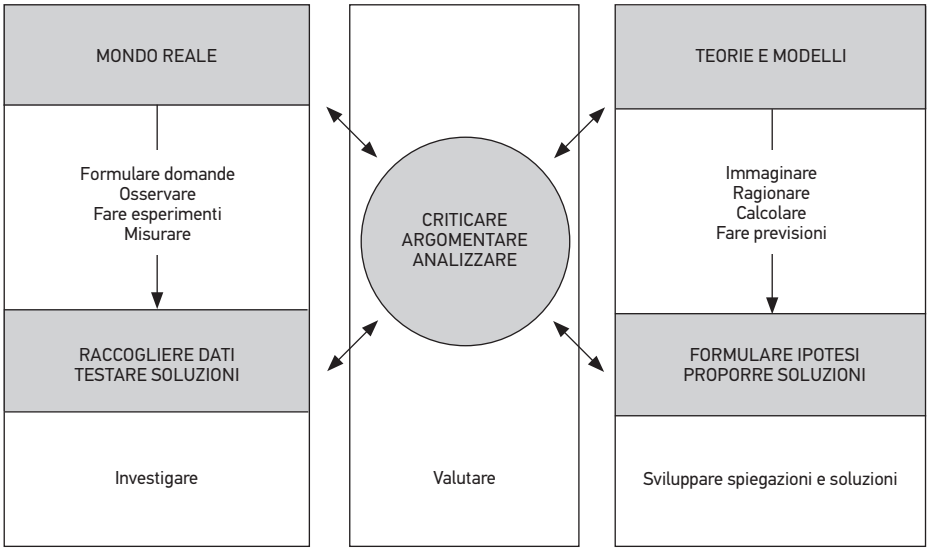
2. La proposta di un *framework* unitario per l'integrazione disciplinare

Il progetto *Il cannocchiale di Galileo,* promosso dal MIUR in collaborazione con l'ANSAS-INDIRE, si inserisce nell'ambito delle misure di accompagnamento al riordino del secondo ciclo del sistema dell'istruzione e costituisce la prosecuzione di precedenti attività legate allo sviluppo dei temi della didattica laboratoriale e dell'integrazione delle scienze. Il quadro concettuale del progetto (De Toni e Dordit, 2012) introduce un *framework* unitario per accompagnare la costruzione di un sistema di programmazione coordinata ed integrata degli insegnamenti a carattere scientifico. L'impianto che si delinea di seguito intende rielaborare, riadattandoli al contesto nazionale attuale, alcuni elementi presentati nel quadro concettuale del progetto. L'obiettivo consiste nello strutturare un insieme di coordinate che consentano di posizionare i progetti attuati dalle diverse scuole rispetto ad un quadro di possibili forme di integrazione degli insegnamenti in ambito scientifico e, più estesamente, di programmazione interdisciplinare. Per strutturare il campo delle forme di integrazione si fa ricorso a tre distinte categorie di elementi: abilità generali connesse alle pratiche scientifico-tecnologiche in logica *inquiry-based*, concetti unificanti, nuclei essenziali propri di ciascun campo disciplinare o multidisciplinare.

2.1. *Dimensione 1: abilità trasversali connesse alle pratiche scientifico-tecnologiche in logica inquiry-based*

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. Gli allievi, quale che sia il livello del corso di studi o il dominio della scienza cui si stanno applicando, dovrebbero avere l'opportunità di praticare l'indagine scientifica e di svilupparne le abilità correlate sia sul versante del pensiero che dell'azione concreta (tecnologia), per acquisire una *forma mentis* orientata alla ricerca. Tali abilità riguardano il modo in cui si formulano le domande (scienza) da cui origina l'attività di ricerca (scienza) e si definiscono problemi (tecnologia), il modo di pianificare e condurre l'indagine, così come l'utilizzo di strumenti e tecniche appropriate alla raccolta dei dati. Ciò al fine di costruire spiegazioni (scienza) e progettare soluzioni (tecnologia). Inoltre, tra le abilità di base figurano l'uso del pensiero critico e della logica applicati alla relazione tra evidenze raccolte e spiegazioni, la capacità di definire ed analizzare spiegazioni alternative e di comunicare i risultati cui è pervenuta la ricerca. Le pratiche riguardanti la scienza e la tecnologia possono essere suddivise entro tre categorie principali (cfr. fig. 1). Nella prima sfera l'attività predominante è caratterizzata dall'investigazione e dall'indagine empirica che procede dall'osservazione del mondo reale e si sostanzia nel raccogliere dati e testare soluzioni. Nella seconda, l'essenza dell'attività è costituita dallo sviluppo di spiegazioni e soluzioni utilizzando il ragionamento, il pensiero creativo e modelli interpretativi, utilizzando teorie e modelli. Nella terza sfera vengono analizzate, dibattute e valutate idee, quali ad esempio l'adeguatezza di modelli e spiegazioni, così come l'appropriatezza di progetti per la realizzazione di prodotti tecnologici. Questo terzo processo si ripete ad ogni fase del lavoro e trova il suo fulcro nell'uso del pensiero critico. Le tre sfere richiedono la mobilitazione di risorse eterogenee in termini di conoscenze ed abilità, dal formulare domande all'osservazione, dalla conduzione di esperimenti alla misurazione, con l'impiego dell'immaginazione, del ragionamento, dei metodi di calcolo e di previsione. Chi è impegnato in tali pratiche muove costantemente avanti e

FIG. 1. *Tre sfere delle attività scientifiche e tecnologiche*



Fonte: National Research Council (2012)

indietro tra le tre sfere di attività, impiegando processi mentali di tipo induttivo e deduttivo.

Nel definire i risultati di apprendimento afferenti alle conoscenze ed abilità propedeutiche all'indagine scientifica, è possibile distinguere due versanti specifici, che rinviano alle pratiche scientifiche ed a quelle tecnologiche. L'allargamento dell'attenzione dal solo settore scientifico a quello tecnologico, dalla produzione delle conoscenze ai loro aspetti applicativi, risulta coerente con il dibattito avviatosi da tempo in area OCSE e con le nuove formulazioni assunte dagli standard statunitensi per l'insegnamento delle materie scientifiche (National Research Council, 2012). Le abilità generali si strutturano lungo il processo che dalla formulazione delle domande iniziali (per il versante scientifico) e dalla definizione di problemi (per il versante tecnologico) si spinge allo sviluppo ed utilizzo di modelli, alla programmazione e realizzazione di indagini scientifiche, all'analisi e interpretazione dei dati raccolti, sino alla costruzione di spiegazioni (scienza) ed al progetto di soluzioni (tecnologia), utilizzando le risorse matematiche ed il pensiero computazionale. Il processo abilita indirettamente gli allievi

ad impegnarsi in discussioni a partire da evidenze scientifiche e a sviluppare capacità sulla gestione e comunicazione delle informazioni.

2.2. *Dimensione 2: concetti unificanti*

I 'concetti unificanti' rappresentano schemi concettuali e procedurali che costituiscono un elemento unificante le diverse discipline scientifiche e consentono una comprensione unitaria ed organica del mondo naturale da parte degli allievi. Si tratta quindi di concetti e principi dal valore interdisciplinare, che favoriscono una comprensione delle connessioni tra domini scientifici. Data la loro valenza trasversale, i risultati di apprendimento che ricadono entro il campo dei concetti e principi unificanti possono essere isolati per meglio assicurarne la funzione connettiva tra discipline in sede di programmazione didattica, tuttavia risultano strettamente collegati con quelli formulati all'interno delle diverse aree disciplinari.

Si è optato per l'uso della terminologia 'concetti unificanti' principalmente in ragione del significato che tale termine ha assunto nella tradizione scolastica anglosassone, che per prima è ricorsa all'adozione di concetti trasversali ed interdisciplinari nell'insegnamento delle materie scientifiche. Si è preferita la formulazione 'concetti unificanti' e non 'concetti e processi unificanti', in questo guardando maggiormente allo sviluppo della riflessione attuata negli anni recenti nel contesto statunitense[1]. I concetti unificanti trasversali ai diversi ambiti disciplinari posti alla base del progetto Galileo possono essere riassunti come di seguito.

- *Patterns*: orientano l'organizzazione e la classificazione e sollevano interrogativi sulle relazioni ed i fattori che li influenzano.
- Causa ed effetto: una delle principali funzioni della scienza consiste nell'investigare le relazioni causali e la loro meccanica; tali rapporti di causa-effetto possono essere analizzati per predire e spiegare eventi all'interno di nuovi contesti.

[1] Nella formulazione dei National Science Education Standards del 1996, la categoria *unifying concepts and processes* comprendeva, oltre ad un set di concetti (*systems*, *order*, *evidence*, *models*, ecc.), anche un elenco di processi, ad esempio: *explanation*, *measurement*, *equilibrium* (National Research Council, 1996). Nella versione del 2012 il riferimento ai processi viene meno e l'enfasi è posta sui soli concetti trasversali (*crosscutting concepts*), quali ad esempio: *patterns*, *cause*, *effect* (National Research Council, 2012).

• Misura, proporzione e quantità: considerando i fenomeni è fondamentale riconoscere cosa sia rilevante in differenti scale di misura, tempo ed energia e riconoscere come i cambiamenti dei loro valori modifichino la struttura e la *performance* di un sistema.

• Sistemi e modelli di sistema: definire il sistema sotto analisi, definendone i confini ed il modello in cui si articola, fornisce strumenti per comprendere e testare idee che siano applicabili in altri settori scientifici e tecnologici.

• Energia e materia: tracciare i flussi di energia e di materia all'interno, all'esterno e tra i sistemi aiuta a comprenderne le possibilità ed i limiti.

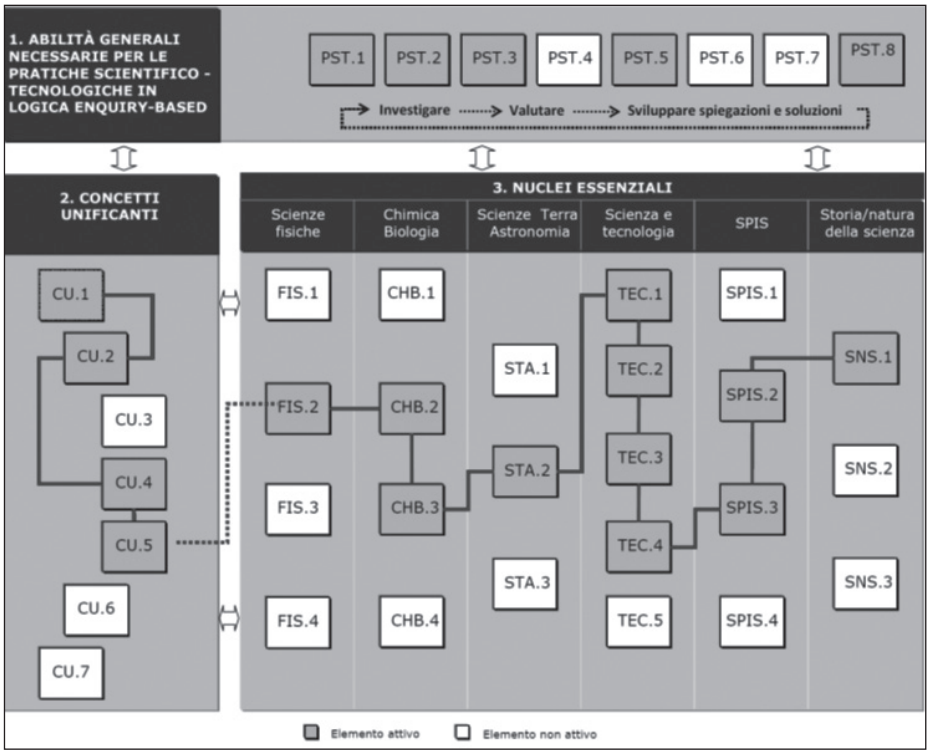
• Struttura e funzione: il modo in cui un oggetto o un organismo vivente ha assunto la propria forma e la sua struttura sottostante determinano molte delle sue proprietà e funzioni.

• Stabilità e cambiamento: le condizioni di stabilità e le determinanti del ritmo di cambiamento o di evoluzione di un sistema costituiscono elementi centrali per lo studio dei sistemi naturali e artificiali.

2.3. *Dimensione 3: nuclei essenziali del sapere*

L'insegnamento delle discipline scientifiche è chiamato ad accogliere ed interpretare il flusso in continuo cambiamento delle conoscenze e delle esperienze, disegnando ed articolando anche una trama coerente che enuclei e colleghi le maglie concettuali dei saperi. In tale prospettiva i «nuclei essenziali» propri di ciascuna disciplina o settore multidisciplinare rappresentano concetti fondamentali per una disciplina ed hanno pertanto valore strutturante e generativo di conoscenze. La nozione di nucleo essenziale può essere considerata sotto una molteplicità di profili. Innanzitutto può essere intesa dal punto di vista della disciplina, in termini di analisi epistemologica che indichi quali siano i nodi concettuali di un dominio del sapere. Inoltre, i nuclei essenziali possono essere posti in relazione alla prassi didattica, che può permettere di individuare quale parte di un campo scientifico deve contribuire alla formazione dello studente. Infine, la nozione di nucleo essenziale trova applicazione nel campo della ricerca in didattica di una specifica disciplina, fornendo le indicazioni su quali concetti costituiscono momenti di rottura nel processo cognitivo, quali ostacoli cognitivi ci possono essere nell'apprendimento di un determinato concetto, a quale età

FIG. 2. *Framework delle dimensioni della programmazione interdisciplinare*



Fonte: De Toni e Dordit (2012)

gli studenti possono padroneggiare specifiche nozioni, quali campi di esperienza possono favorire il passaggio dall'empirico al teorico, quali strumenti possono supportare gli studenti nella formulazione di congetture e dimostrazioni.

Le forme di programmazione didattica, che possono assumere diversi gradi di complessità, dal coordinamento sino all'integrazione disciplinare, si collocano all'interno di un campo di molteplici risultati di apprendimento, dei quali parte sono incardinati alle singole discipline e parte presentano invece un valore interdisciplinare e trasversale. Le tre dimensioni, relative alle abilità generali trasversali, ai concetti unificanti ed ai nuclei essenziali, possono essere schematizzate come nella figura 2, in cui si evidenziano i rapporti di interrelazione tra le componenti chiave del *framework*, in cui è contenuto un esempio di visualizzazione di un ipotetico percorso di programmazione interdisciplinare.

La linea tratteggiata connette le componenti su cui si struttura il percorso di apprendimento, mediante la selezione di una serie di concetti unificanti e di nuclei essenziali, posti in relazione con le abilità generali maggiormente al centro delle attività didattiche. Per una disamina più articolata della tematica si rinvia al quadro concettuale del progetto.

A conclusione di questo breve contributo pare opportuno sottolineare come il lavoro che si sta compiendo nell'ambito del progetto *Il cannocchiale di Galileo* risponda alle caratteristiche di un sistema aperto, sotto molteplici prospettive. In primo luogo i processi di integrazione cui si mira non sono limitati unicamente al campo delle discipline scientifiche. Un secondo elemento che concorre a caratterizzare il progetto nei termini di un sistema aperto deriva dalla logica che dovrebbe stare alla base di qualunque insegnamento scientifico, svolto sia in classe che in laboratorio, che all'esterno della scuola, all'insegna di un approccio basato sull'indagine scientifica. Infine, un ultimo aspetto è dato dal ruolo chiave esercitato dagli insegnanti nel rinnovamento dell'istruzione scientifica. I docenti infatti, in tutte le ricerche ed analisi condotte a livello internazionale, sono riconosciuti come attori fondamentali del rinnovamento della didattica delle scienze.

Riferimenti bibliografici

Choi, B. e Pak, A. (2006), «Multidisciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 1. Definitions, objectives, and evidence of effectiveness», *Clinical and Investigative Medicine. Médecine Clinique et Experimentale*, 29(6), 351-64.

De Toni, A.F. e Dordit, L. (a cura di) (2012), *Il cannocchiale di Galileo. Integrazione delle scienze e didattica laboratoriale. Quadro concettuale*, Firenze, ANSAS.

MIUR (2010a), *Istituti Tecnici. Linee guida per il passaggio al nuovo ordinamento* (DPR 15 marzo 2010, n. 87, articolo 8, comma 3).

MIUR (2010b), *Istituti professionali. Linee guida per il passaggio al nuovo ordinamento* (DPR 15 marzo 2010, n. 87, articolo 8, comma 6).

National Research Council (2012), *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*, Washington, DC, The National Academies Press.

National Research Council (1996). *National Science Education Standards*, National Committee for Science Education Standards and Assessment, Washington, DC, The National Academy Press.