

611. D'Amore B. (2007). *Voci per il dizionario: Frabboni F., Wallnöfer G., Belardi N., Wiater W. (eds.) (2007). Le parole della pedagogia. Teorie italiane e tedesche a confronto. Torino: Bollati Boringhieri. Voci: Didattica disciplinare (pagg. 72-75), Formazione in scienze naturali (pagg. 140-142), Formazione in matematica (pagg. 145-147), Scienza (pagg. 335-337). ISBN: 978-88-339-57-90.*

## **SCIENZA** di Bruno D'Amore

Il termine “teoria scientifica” o “scienza” è generalmente riservato ad ogni rappresentazione (simbolica, astratta, scritta, ...) condivisa, coerente e plausibile, di un insieme di fenomeni tra loro correlati da relazioni causali, descrivibili, significative (causa - effetto, deduzione, induzione, ...).

Tralasciando per brevità il percorso arcaico dell'idea di scienza, nei modi attuali di considerare una teoria scientifica si trova la nozione di “paradigma” (Thomas Kuhn); si intende con “paradigma” l'insieme delle ipotesi teoriche generali e l'insieme delle leggi per le loro applicazioni, comunemente accettate dagli appartenenti ad una stessa comunità scientifica, ed implicanti un sostanziale accordo nei giudizi professionali, di merito e di pertinenza. Nella formazione di una nuova comunità scientifica, c'è un momento a partire dal quale si può parlare appunto di “paradigma”; la fase che precede è caratterizzata da una disorganizzazione, priva di accordi specifici, e con una costante richiesta di dibattito sui fondamenti della disciplina stessa: si può dire che in questa fase vi sono tante teorie quanti ricercatori ed una continua richiesta ed esigenza di chiarire i punti di vista propri ed altrui. I lavori scritti di ricerca nel campo sono spesso accompagnati da spiegazioni sui caratteri generali della ricerca stessa. La tesi di Kuhn (1957) più famosa è quella secondo la quale il progresso scientifico procede secondo “rivoluzioni”, dato che si ha passaggio, evoluzione, solo dopo una crisi.

Un altro contributo fondamentale è quello proposto negli anni '60 da Imre Lakatos, con l'idea di “programma di ricerca”, cioè una successione di teorie scientifiche collegate tra loro in uno sviluppo continuo, contenenti regole metodologiche di ricerca (sia in positivo, da seguire, sia in negativo, da evitare). Ogni programma deve contenere: un nucleo o centro del programma; un sistema di ipotesi ausiliarie; una euristica, cioè i procedimenti che si applicano alla risoluzione dei problemi. In questa successione, una nuova teoria si può allora considerare un progresso rispetto ad una precedente se: fa predizioni che la precedente non era in grado di fare; alcune di tali predizioni si possono provare come vere; la nuova teoria spiega fatti che la precedente non poteva provare.

Un altro notevole contributo teorico è quello dovuto a Mario Bunge, negli anni '80: la scienza è un corpo in costante accrescimento di conoscenze, caratterizzato dal fatto di trattare di conoscenze razionali, sistematiche, esatte, verificabili (e dunque anche fallibili). La conoscenza scientifica coincide con l'insieme delle idee su un certo argomento, stabilite in modo momentaneamente provvisorio; ma poi, il concorso dei singoli e lo scambio di informazioni e di idee dà luogo ad una comunità scientifica. Quel che caratterizza la differenza tra campi di credenza (religioni, ideologie, politiche, ...) e campi di ricerca scientifica è il tipo di modalità secondo le quali avvengono i “cambi” nelle idee; nei primi, i cambi avvengono a causa di “rivelazioni”, controversie, pressioni sociali; nei secondi c'è un cambio continuo a causa degli stessi risultati della ricerca.

Secondo richieste più “deboli”, una teoria scientifica si definisce oggi tale quando dispone di un oggetto specifico di studio, di un suo proprio metodo di ricerca e di un suo specifico linguaggio condiviso; a questa richiesta fanno spesso riferimento i teorici delle scienze umane, per chiamare “scienze” appunto, tali domini di studio. Questa richiesta “debole” ha fatto proliferare negli ultimi anni l'appellativo di “scienze” dato a molte discipline. Infatti, qualsiasi disciplina allo sviluppo della quale concorrano studiosi che si riconoscano e si accettino reciprocamente come esperti in essa, fondando una comunità di pratiche condivise, che facciano uso dello stesso linguaggio, prima o poi acquisisce proprio le caratteristiche appena descritte. Il problema della ripetibilità degli esperimenti, della corretta definizione delle variabili in gioco, del senso che acquistano termini come “rigoroso”, “vero” ecc., tende a svanire o a subire profonde modifiche.

Quel che c'è di comune in tutte queste interpretazioni è che le teorie scientifiche non possono essere creazioni o invenzioni di un singolo, ma deve esserci una comunità di persone tra le quali vige un

sostanziale accordo sia sui problemi significativi della ricerca, sia sulle modalità nelle quali essa si esplica, sia sul linguaggio usato. In questa direzione, T. A. Romberg, alla fine degli anni '80, per definire le caratteristiche peculiari di una teoria scientifica consolidata e stabile, affermava che:

- deve esistere un insieme di ricercatori che dimostrino interessi in comune; in altre parole ci devono essere problematiche centrali che guidano il lavoro dei ricercatori e che siano condivise;
- le spiegazioni date dai ricercatori devono essere di tipo causale;
- il gruppo dei ricercatori deve aver elaborato un vocabolario ed una sintassi comune, sulla quale il gruppo è d'accordo;
- il gruppo deve aver elaborato procedimenti propri per accettare o refutare gli enunciati in un modo considerato da tutti oggettivo e largamente condivisibile.

Tra le scienze così intese, ben rientrano le didattiche disciplinari [ved. Didattica disciplinare]; è sotto gli occhi di tutti l'esistenza di un folto gruppo internazionale di ricercatori nelle varie didattiche disciplinari che hanno interessi comuni, per i quali esistono problematiche considerate centrali e condivise, che danno (da un paio di decenni) spiegazioni di carattere causale, che hanno elaborato un vocabolario comune, condiviso; essi hanno convegni specifici e loro riviste specifiche, all'interno dei quali le proposte di comunicazione o di pubblicazione vengono vagliate in base a procedimenti oramai ampiamente condivisi. Siamo dunque in pieno nelle condizioni proposte da Romberg per poter affermare che molte didattiche disciplinari hanno tutte le caratteristiche per poter essere considerate scienze consolidate e stabili.

## **Bibliografia**

Bunge M. (1985). *Pseudociencia y ideología*. Madrid: Alianza.

D'Amore B. (2001). *Scritti di Epistemologia matematica. 1980-2001*. Bologna: Pitagora.

Kuhn T.S. (1957). *The Copernican Revolution*. Cambridge (Mass): Harvard Univ. Press. [Trad. it.: Torino, Einaudi, 1972].

Lakatos I., Musgrave A. (eds.) (1960). *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge: Cambridge Univ. Press. [Trad. it.: Milano, Feltrinelli, 1976].

## FORMAZIONE MATEMATICA di Bruno D'Amore

Apprendere la matematica è un processo complesso costituito da almeno quattro componenti (che sono a loro volta processi): apprendimento di concetti - di algoritmi - di strategie - comunicativo.

L'*apprendimento concettuale* (o noetica) si occupa della costruzione, da parte dell'allievo, di concetti matematici e della capacità di usare con competenza "oggetti" tipici della matematica; secondo alcuni studiosi, questo è il punto di partenza, necessariamente preliminare a tutti gli altri.

L'*apprendimento di algoritmi* consiste nel prendere possesso consapevole di quelle successioni finite e meccaniche che hanno come scopo il raggiungimento di uno stato finale (operazioni aritmetiche, procedure di calcolo o di esecuzione, ...); per millenni questo apprendimento è stato considerato come l'essenza stessa dell'apprendimento matematico, ma è stato poi messo in crisi di fronte ad apprendimenti di tipo considerato più elevato; oggi è ritenuto parte integrante di un processo complesso, necessario e specifico.

L'*apprendimento strategico* comprende tutte quelle attività che hanno a che fare con l'uso di scelte che non dipendono da regole pre-costituite, per esempio la risoluzione di un problema, la dimostrazione di un enunciato ecc.; si tratta di un'attività apprenditiva considerata di livello superiore.

L'*apprendimento comunicativo* consiste nell'acquisire padronanza nella comunicazione (tra pari e tra allievo ed adulti) di questioni aventi a che fare con la matematica; lo si considera parte integrante dell'apprendimento e necessario a tutti i livelli.

È ovvio che si tratta di *apprendimenti diversi* (ci sono allievi che mostrano di conoscere i concetti, ma non sanno applicare algoritmi; o sanno eseguire operazioni, ma non sanno risolvere problemi; o sanno risolvere problemi, conoscono i concetti, ma non sono in grado di comunicarli coerentemente; ...) ma tuttavia non ad intersezione vuota.

Va anche aggiunto che la critica moderna ha messo in luce l'enorme importanza che ha la semiotica nell'apprendimento matematico. Poiché in matematica è impossibile il rinvio ostensivo dato che i suoi "oggetti" sono puramente astratti, si deve necessariamente far ricorso a rappresentazioni semiotiche di tali enti, in registri semiotici opportuni. L'enorme varietà dei registri a disposizione è da un lato comoda per l'analisi ma dall'altro può ostacolare l'apprendimento. Il passaggio da una rappresentazione all'altra, ma all'interno di un dato registro semiotico, si chiama *trasformazione di trattamento*; mentre il passaggio da una rappresentazione in un dato registro ad una rappresentazione in un altro registro si chiama *conversione*. La ricerca attuale ha mostrato le peculiarità dei fallimenti nell'apprendimento della matematica in relazione alla gestione dei diversi registri semiotici e, soprattutto, delle trasformazioni di trattamento e conversione.

Molta attenzione è oggi posta sul problema della formazione matematica degli insegnanti; dopo una fase centrata sul bipolarismo: formazione in matematica e/o formazione in discipline psico-pedagogiche, si punta oggi su una formazione più articolata, completa e globale che tenga conto di più discipline: matematica (formazione di base, ritenuta irrinunciabile); didattica della matematica (formazione professionale); epistemologia e storia della matematica (per motivi culturali ma anche per concreti aspetti didattici, per esempio relativi all'analisi degli errori degli studenti); didattica generale, pedagogia, psicologia dell'apprendimento, sociologia, antropologia per le ovvie peculiarità che esse hanno e per il notevole contributo che forniscono nella preparazione globale del futuro docente.

Quasi tutti i Paesi hanno oggi deciso di puntare sulla formazione matematica di uno studente (futuro cittadino) *competente*, più che abile o semplicemente fornito di conoscenze, riconoscendo alla competenza sia un versante tecnico e culturale, sia uno emozionale ed affettivo. La ricerca attuale (M.I. Fandiño Pinilla) ha cominciato a distinguere tra *competenze in matematica* (endogene) e *competenze matematiche* (esogene), le prime tese a dare competenze spendibili all'interno della disciplina stessa, le seconde tese ad essere usate nel quotidiano, nella vita reale, in una *interpretazione matematica della realtà*. Ma preparare il futuro insegnante a formare studenti con competenze matematiche richiede paradigmi nuovi, tuttora in fase di analisi e di ricerca.

La disciplina di base per la formazione matematica è oggi universalmente identificata con la didattica della matematica che, mentre negli anni '60-'70 si è occupata dei problemi dell'insegnamento (e dunque può essere chiamata didattica della matematica A, come "ars docendi"), dopo i primi '80 si è sempre più interessata alle problematiche dell'apprendimento (epistemologia dell'apprendimento della matematica) (il fatto di aver superato la didattica A ci porta a denominarla didattica B).

## **Bibliografia**

Brousseau G. (1997). *Theory of Didactical situations in mathematics. 1970-1990*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

D'Amore B. (1999). *Elementi di didattica della matematica*. Bologna: Pitagora.

Fandiño Pinilla M. I. (ed.) (2003). *Riflessioni sulla formazione iniziale degli insegnanti di matematica: una rassegna internazionale*. Bologna: Pitagora.

Radford L., Demers S. (2006). *Comunicazione e apprendimento. Riferimenti concettuali e pratici per le ore di matematica*. Bologna: Pitagora.

## DIDATTICA DISCIPLINARE di Bruno D'Amore

Nel secolo XVIII ci si appassionò alla domanda: che cosa vuol dire “semplice da capire”? Il “semplice” è un fatto assoluto o relativo? Il “semplice” è tale indifferentemente, tanto per lo scienziato quanto per un bambino? O c'è differenza? Se sì, quale? Queste domande trovano tentativi di risposte addirittura nella *Encyclopédie* di Jean-Baptiste Le Rond d'Alembert [1717-1783] e Denis Diderot [1713-1784], e soprattutto negli articoli *Analisi*, *Sintesi*, *Metodo*, *Elementi di scienze*. Si tratta, a nostro avviso, già di uno specifico studio di didattica disciplinare che si differenzia da interessi generali della pedagogia.

D'Alembert, autore della voce *Elementi di scienze*, tenta di far scaturire idee didattiche dall'ipotesi cartesiana di sintesi, dal semplice al complesso, ma è costretto ad ammettere che la cosa si complica immediatamente.

È dunque come se si cominciasse ad ammettere che c'è una profonda differenza tra:

- la disciplina in sé, per come è conosciuta e praticata dagli specialisti;
- la didattica generale in sé, per come consta di asserzioni generali credibili e garantite da riflessioni significative condotte da esperti nel settore;
- la didattica disciplinare in sé, che ha tutt'altri parametri, paradigmi e scopi.

Il vero punto in discussione è evidenziato quando d'Alembert tenta di mostrare che cosa significa che un concetto *precede* un altro: da quale partire, da quale prendere le mosse, quali sono i concetti “primi”? Per esempio, in matematica, lo scienziato usa prendere le mosse da idee come spazio, piano, retta, punto, numero,... ed alcuni “collegamenti” tra essi, come uguaglianza, stare tra, intersecarsi,... ; siamo proprio sicuri che nella didattica della matematica questa scelta sia conveniente? Gli elementi primi dello scienziato sono o devono necessariamente essere gli elementi primi dell'allievo? Più che accettare gli elementi primi dello scienziato, non vale forse la pena di ripercorrere la generazione delle idee che hanno portato a scegliere proprio quegli oggetti come oggetti primi?

È singolare come proprio questo dibattito di stampo didattico faccia passare d'Alembert da una posizione tutta cartesiana ad una lockiana e poi come tenti di conciliare le due: «Le idee semplici possono ridursi a due specie: le une sono delle idee astratte (...) la seconda specie di idee semplici è racchiusa nelle idee primitive che noi acquisiamo attraverso le nostre sensazioni».

Ma: gli elementi che gli allievi che si avvicinano per la prima volta allo studio di una disciplina sono in grado di comprendere, sono o no gli elementi di quella disciplina? Sono almeno della stessa natura?

- Se si risponde di sì, allora il metodo didattico è una ristrutturazione, una sistemazione, una messa in scena progressiva degli elementi delle scienze, del sapere degli scienziati;
- se si risponde di no, come si passa dalle competenze infantili, dagli elementi cognitivi in possesso di un giovane allievo, al sapere scientificamente inteso?

A nostro avviso, a partire da questo dibattito, si comincia a delineare una terna di contenuti:

- i contenuti della disciplina  $d$ , stabiliti da essa stessa, dalla sua storia;
- i contenuti della didattica di quella disciplina  $D_d$ ; essa ha come oggetto di studio la sistemazione (nell'ottica: insegnamento  $\rightarrow$  apprendimento efficace) degli elementi della disciplina  $d$ , ma i contenuti specifici di  $D_d$  non sono più meramente i contenuti della disciplina  $d$ , sono nuovi rispetto a  $d$ ;
- i contenuti di un'altra teoria, più generale, che si potrebbe identificare in quella che pone il problema di come passare, al di là del caso specifico, dai contenuti di  $d$  ai contenuti di  $D_d$ , qualunque sia la disciplina  $d$ ; si potrebbe allora pensare ad una didattica generale, intesa in questo senso.

Problematiche come la *trasposizione didattica* (trasformazione del “Sapere accademico” in “sapere da insegnare”) o l'*ingegneria didattica* (strumenti e metodologia per trasformare il “sapere da insegnare” in “sapere insegnato”) si pongono all'interno delle didattiche disciplinari.

Ancora più interessante è la prospettiva che si delinea quando si accetta l'idea di "semplicità" e di "elementi" nella fase di primo apprendimento, chiamando *concetti* tutto ciò ed accettare di studiare direttamente lo sviluppo dei concetti nell'insegnamento-apprendimento. Questo è il punto di vista di Lev Vygotskij (degli anni '50) che studia lo scarto tra il concetto scientificamente inteso e quello che potremmo chiamare "misconcetto" posseduto dall'allievo: in questo senso, allora, si può dire che *l'apprendimento scolastico opera la trasformazione del pensiero concettuale*.

Le precedenti considerazioni hanno portato a sviluppare negli ultimi 30-35 anni una serie di paradigmi metodologici nel mondo della didattica disciplinare [e, in primo luogo, della didattica della matematica], quelli che cadono oramai sotto gli occhi di tutti e che ne costituiscono il linguaggio condiviso in campo internazionale: contratto didattico, teoria delle situazioni, campo concettuale, ostacoli, misconcezioni ecc.

Segnaliamo una frase di Gérard Vergnaud che ci sembra significativa, anche perché risale alle origini del dibattito (1977): «Occorre scartare ogni schema riduzionista: la didattica [disciplinare] non è riducibile né alla conoscenza di una disciplina né alla psicologia, né alla pedagogia, né alla storia, né all'epistemologia. Essa suppone tutto ciò, ma non vi si può ridurre; essa ha una sua identità, suoi problemi, suoi metodi. Questo è ora un punto acquisito per i ricercatori che sono impegnati su questa strada».

Tutto quanto sopra esposto ha aperto più volte la questione tutt'altro che banale della preparazione degli insegnanti disciplinari; le varie nazioni del mondo hanno deciso di percorrere strade differenti, spesso anche molto diverse tra loro, e non è qui il caso di scendere in particolari.

Nel passato millennio si è smontata l'idea, tuttavia ancora viva, che: «per insegnare la disciplina d basta conoscere d». Non può essere così, non è mai stato così: già nel XVIII secolo si era capito che non è così.

## **Bibliografia**

- D'Amore B. (2003). *Le basi filosofiche, pedagogiche, epistemologiche e concettuali della Didattica della Matematica*. Bologna: Pitagora.
- D'Amore B., Frabboni F. (1996). *Didattica generale e didattiche disciplinari*. Milano: Angeli.
- D'Amore B., Frabboni F. (2005). *Didattica generale e didattica disciplinare*. Milano: Bruno Mondadori.
- D'Amore B., Fandiño Pinilla M.I. (2006). *Le didattiche disciplinari*. Trento: Erickson.

## **Formazione nelle scienze naturali** di Bruno D'Amore

Si intende oggi per “scienze naturali” ciascuna di quelle scienze [ved. Scienza] contraddistinte dal contenuto e dalle metodologie di indagine e di acquisizione delle conoscenze.

Il *contenuto* è relativo alla conoscenza della Natura e dunque si tratta di fisica, chimica, biologia, mineralogia, geologia, astronomia ecc. Ne è solitamente esclusa la matematica la quale, pur fornendo un linguaggio comune a tutte, si occupa però di oggetti non direttamente presenti, secondo un realismo ingenuo, in Natura. Per la formazione matematica [ved. Formazione matematica] si sono sviluppati, infatti, parametri e paradigmi specifici.

Le *metodologie di indagine* delle scienze naturali includono soprattutto strumenti come la deduzione e l'induzione, la sperimentazione, le prove in laboratorio, l'osservazione sistematica dei fenomeni, tecniche di acquisizione e valutazione dei dati, formazione di modelli ecc. Da quasi mezzo millennio, il linguaggio in cui si tende ad esprimere ogni acquisizione nel campo delle scienze naturali è fornito dalla matematica. Soprattutto la fisica, ma oggi anche la chimica, fanno della matematica il loro sistema formale privilegiato di riferimento e di espressione.

La *formazione degli allievi* in scienze sperimentali, dunque, presuppone attività che, qui più che altrove, si dividono tra il sapere ed il saper fare, puntando molto sulle attività di laboratorio e sperimentali; dopo aver compiuto osservazioni, si devono proporre modelli (che, in fisica, spesso si riducono a formule matematiche) che vanno provati attraverso altre prove strumentali.

Si possono differenziare le varie formazioni disciplinari, piuttosto diverse da disciplina a disciplina [ved. Didattica disciplinare]. Ci sono però diversi caratteri in comune: la fase sperimentale è necessaria, per dare ragione della obbligatorietà di confrontare tesi con risultati sperimentali; è essenziale la ripetibilità degli esperimenti, dunque una perfetta definizione delle variabili in gioco per una loro corretta utilizzazione in altre situazioni sperimentali.

È rilevante notare come la critica moderna abbia messo l'accento sul fatto che la formazione scientifica non sia disgiunta dalle altre formazioni, umanistica, artistica, intellettuale in genere, sebbene in certi momenti del passato si riservasse la denominazione “cultura” solo agli umanissimi; attualmente si tende ad unificare le “due culture”, quella umanistica e quella scientifica, in una visione olistica; per cui, tra gli obiettivi della formazione in scienze naturali si tende ad includere una formazione *tout court*, parte delle competenze che un essere umano deve arrivare a possedere per raggiungere una completezza altrimenti irraggiungibile.

Le scienze naturali si occupano, come dicevamo, dello studio e della interpretazione dei fenomeni della Natura, della vita, dell'universo, del corpo umano, della caduta dei gravi, della formazione dei minerali, dei fenomeni tellurici, di come funziona l'intelligenza, della formazione di acidi e basi,...

Questa visione unitaria necessita però di formazioni specifiche, per cui le didattiche disciplinari specifiche di ciascuna materia tendono oggi a puntualizzare gli aspetti caratteristici di ciascuna.

L'aspetto sperimentale, che è tratto comune a tutte, si manifesta in modalità diverse, dall'esperimento in fisica teso alla riproduzione dei fenomeni fisici riprodotti in laboratorio, alle analisi chimiche reali, all'osservazione specifica programmata, alle misurazioni necessarie in astronomia ecc.

Ogni materia ha elaborato sue specifiche didattiche disciplinari che aiutano il docente nella formazione dei propri allievi. Tuttavia ci sono elementi comuni [ved. Didattica disciplinare] che possiamo considerare trasversali. Solo per fare un esempio emblematico, si pensi all'idea di “misconcetto”. Sappiamo oggi che lo studente, in base alle informazioni che possiede, si forma a volte misconcetti per la spiegazione dei fenomeni scientifici. Tali misconcetti possono permanere nel tempo nonostante le spiegazioni scientifiche avute a scuola o possono essere distrutti e sostituiti da concetti corretti grazie alle nuove informazioni. Molte delle didattiche disciplinari si occupano delle cause che possono produrre misconcetti e dei rimedi messi in campo dagli insegnanti per superarli. Nelle scienze naturali si parla spesso di “conoscenze di senso comune” che si oppongono alle “conoscenze scientifiche” e che si formano nel contesto della vita quotidiana dove hanno un ruolo importante di spiegazione (ingenua) dei fenomeni; esse sono spesso la causa dei misconcetti nei futuri apprendimenti di più alto livello. I concetti scientifici sono determinati dalle pragmatiche

umane e dalle domande che le caratterizzano; in questo ambito occorre saper motivare l'allievo a cambiare una conoscenza o un modello che hanno funzionato fino a quel momento per spiegare eventi altrimenti inspiegabili. La base oggi ritenuta più idonea della didattica delle scienze naturali si rifà alle posizioni costruttiviste.

Si tende oggi ad ammettere che, così com'è necessaria una competenza linguistica di base (saper leggere, saper scrivere, saper interpretare i messaggi, saperne formulare), vi sia sempre più bisogno di declinare questi aspetti generali verso le scienze perché si ipotizza che, sempre più, nel futuro, sarà necessaria una alfabetizzazione di base nelle scienze naturali. Si è così coniato il termine di "scientific literacy" per emulare quel che la alfabetizzazione è nei confronti dei linguaggi.

Nella *formazione in scienze naturali degli insegnanti*, oltre alla formazione disciplinare, culturale ed in laboratorio, sempre più si sente l'esigenza di una forte preparazione in campo storico ed epistemologico, allo scopo di evitare l'implicita convinzione che le scienze naturali non abbiano una loro specifica storia di rilievo filosofico e di processi evolutivi storici; l'insegnante, cioè, viene preparato anche al riconoscimento dei passaggi storici che hanno caratterizzato l'evoluzione delle idee della propria disciplina, pensata come un corpus in costante movimento, tutt'altro che statico. Questa richiesta è motivata principalmente da due fattori: il primo consiste nella ovvia necessità di conoscenza culturale nella formazione di un docente che dovrà rendere ragione ai suoi studenti della necessità di un processo evolutivo senza fine; il secondo consiste in un tratto più squisitamente professionale: pare infatti che alcuni studenti possiedano misconcezioni scientifiche che coincidono con convinzioni radicate nella mente di scienziati delle epoche passate, prima dei progressi che hanno portato a ciò che ci crede oggi. In un certo senso, dunque, la competenza storico – epistemologica aiuta l'insegnante a cogliere la situazione cognitiva di uno studente che si scopre essere inserito in una misconcezione che si vuol superare.

## **Bibliografia**

Arons A.B. (1990). *Didattica della fisica avanzata*. Bologna: Zanichelli.

Grimellini N., Segrè G. (eds.) (1991). *Conoscenze scientifiche: le rappresentazioni mentali degli studenti*. Firenze: La Nuova Italia.

Zanarini G. (1992). Immagini del Sapere e Formazione Scientifica. *La fisica nella scuola*. XXV, 4, 299-310.

Gil Perez D. (1986). La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las ciencias*. 4 (2), 111-121

Poster G.J., Strike K.A., Hewson P.W., Gertzog WA (1982). Accomodation of a scientific conception: towards a theory of conceptual change. *Science Education*. 66 (2), 211-227