

695. D'Amore B., Fandiño Pinilla M. I. (2009). La formazione degli insegnanti di matematica, problema pedagogico, didattico e culturale. In: Frabboni F., Giovannini M.L. (Eds.) (2009). *Professione insegnante*. Milano: Franco Angeli. 145-154. ISBN: 978-88-568-1214-5. Pagg. 160.

# La formazione degli insegnanti di matematica, problema pedagogico, didattico e culturale

Bruno D'Amore – Martha Isabel Fandiño Pinilla

NRD - Dipartimento di Matematica – Università di Bologna  
Facoltà di Scienza della Formazione – Università di Bolzano  
Alta Scuola Pedagogica – Locarno  
Mescud – Università Distrital – Dottorato di Ricerca - Bogotà

## 1. *Culture* per la formazione

La problematica della formazione culturale iniziale degli insegnanti di matematica ha almeno due risvolti di grande interesse preliminare, per chi si occupa di didattica della matematica: stabilire di quale cultura *matematica* hanno davvero bisogno gli insegnanti di matematica; stabilire di quale cultura *didattica* hanno davvero bisogno gli insegnanti di matematica.

Questi temi si intrecciano in maniera complessa con:

le attese della società, quanto a competenze matematiche da parte degli studenti in uscita dai singoli corsi di studio (scuola primaria e scuole secondarie, assai diversamente organizzate nei vari Paesi del mondo);

le convinzioni degli insegnanti “a monte”, per quanto concerne la matematica, la sua didattica, il suo apprendimento, i suoi scopi, i suoi usi, le sue applicazioni.

Assai diverso è parlare di insegnanti in servizio o di insegnanti in formazione:

i primi hanno solitamente già elaborato proprie epistemologie basate spesso soprattutto sull'esperienza personale (Brousseau, 2008a, b);

i secondi, in mancanza di una formazione specifica attenta, non possono far altro che crearsi attese e modelli basati sulla loro precedente esperienza come allievi, assumendo a modello (in positivo o in negativo) i precedenti loro insegnanti, come afferma addirittura Felix Klein (Loria, 1933).

## 2. Un quadro teorico di riferimento

Su ciascuno dei temi più o meno esplicitamente sottolineati in **1**, esiste una vasta bibliografia. Noi ci limiteremo solo a citare i lavori che riteniamo essenziali per chiarire la nostra prospettiva.

Ricordiamo i lavori di Furinghetti (2001) e di Carrillo e Contreras (1995) sulle convinzioni e quello di Porlàn e altri (1996) per quanto riguarda le attese della società. Le convinzioni degli insegnanti determinano strettamente la loro azione, talvolta inconsapevolmente; mentre le attese della società influenzano, più o meno palesemente, le convinzioni.

Sulle differenti aspettative degli studenti e degli insegnanti circa il rapporto tra matematica insegnata ed appresa in aula e sue applicazioni “esterne”, si veda D'Amore e Fandiño Pinilla (2001); questo tipo di problematica, stupidamente banalizzata e dunque disattesa, si inserisce molto

bene nel vasto campo della riflessione *etnomatematica*, alla quale faremo riferimento ancora tra breve (D'Ambrosio, 2002).

Quanto alla complessa problematica della preparazione degli insegnanti ed alla sua relazione con diversi quadri teorici di riferimento, rimandiamo a Fandiño Pinilla (2001, 2002) per un panorama vasto e tuttavia (per forza di cose) non esaustivo, fortemente connesso anche con le problematiche del curriculum e della valutazione; ed a Blanco (1991) per la sua specificità *ante litteram*. In questi lavori si mostra come il tema che stiamo qui trattando sia studiato in tutto il mondo, assumendo oggi un rilievo addirittura di ricerca specifica da parte dei didatti della matematica, come rileva anche Portugais (1995). Di fatto, poiché questa formazione è essa stessa intesa legislativamente come un insieme di insegnamenti, non la si può pensare come un processo esente dai ben noti "fenomeni didattici" descritti nella "didattica fondamentale" (contratto didattico, teoria delle situazioni, teoria degli ostacoli etc.) (si veda D'Amore, 1999b). Ne nasce una epistemologia complessa che potrebbe portare ad una vera e propria "perdita di senso". Riflettere su questo punto è *essenziale* per chi si occupa di formazione iniziale degli insegnanti di matematica, il che comporta una seria preparazione in didattica della matematica in chi si occupa di formazione iniziale degli insegnanti di matematica, anche se le discipline insegnate sono diverse dalla specifica didattica della matematica.

Ancora, lo studio di Houdement e Kuzniak (1996) mette in evidenza le "strategie" che si possono/devono mettere in campo nella formazione iniziale degli insegnanti di matematica:

strategie culturali che hanno come scopo di aumentare le conoscenze dell'insegnante in formazione; strategie basate sul *mostrare come fare*, nelle quali si invita ad osservare quel che succede in un'aula reale, suggerendo l'imitazione di pratiche che hanno successo o supposte tali;

strategie basate sulla ripetizione di modalità, nelle quali lo stesso formatore si comporta come intende suggerire al formando;

strategie basate sulla trasposizione, nelle quali si ha una sorta di riflessione critica sui singoli comportamenti; essenzialmente:

evidenziazione della trasposizione didattica (Chevallard, 1985, come testo storico di partenza; D'Amore, 1999b, per una presentazione riassunta) nell'azione del formatore sul formando;

la stessa cosa nel passaggio formativo, nell'azione del formando come futuro docente sulla sua futura aula.

Proprio questa analisi suggerisce che il modello "tripolare": lezioni, laboratori, tirocinio, scelto in molti Paesi del mondo, potrebbe funzionare, se vi fosse davvero una integrazione critica fra i tre "poli" ed in particolare un'interazione forte tra i due "poli" più tipicamente prasseologici.

Bisogna non perdere mai l'occasione di porre in evidenza il fatto che l'insegnante (in servizio o in formazione) metterà sempre in campo sé stesso e le proprie convinzioni, sociali, didattiche e filosofiche. Riflettendo sulla messa in campo di convinzioni di carattere epistemologico, Francesco Speranza (1997) aveva forse per primo usato la dizione di "filosofie implicite" riferendosi a quelle di quegli insegnanti di matematica che, non essendo mai stati indotti a riflettere sull'epistemologia della matematica, affrettatamente concludevano di non averne bisogno, o, ingenuamente, di non farne uso affatto.

Trasversale a tutti gli ambiti precedenti, è lo studio di D'Ambrosio (2002) che lancia l'idea di *etnomatematica* come insieme di strumenti in grado di interagire con un certo ambiente, con uno scopo determinato, all'interno di un gruppo o di una società; dunque, molte delle problematiche didattiche rientrano come caso particolare in quelle dell'*etnomatematica*; tale disciplina permette di vedere vari problemi trasversalmente, secondo ottiche più vaste.

### **3. Matematica e didattica della matematica**

Tenuto conto di tutto ciò, crediamo che si possa restringere il nostro campo di riflessioni solo sulla prima coppia di problematiche, ritornando a:

1. stabilire di quale cultura *matematica* hanno davvero bisogno gli insegnanti di matematica;
2. stabilire di quale cultura *didattica* hanno davvero bisogno gli insegnanti di matematica;

includendo, in almeno una delle due, ma sarebbe forse più produttivo in entrambe, la cultura *storica* ed *epistemologica* sia in chiave matematica, sia in chiave didattica; ed inserendo nella seconda la preparazione professionale (il *che fare in aula*) anche se in contesto non teorico, ma praxeologico (sotto la forma, per esempio, di attività di laboratorio, di tirocinio, di riflessioni sulle due pratiche e di riflessioni sulle relazioni tra le due pratiche).

**1.** Siamo dell'avviso, sulla base della nostra (lunga) esperienza, di eliminare ogni dibattito sul primo punto, affermando che un insegnante di matematica ha bisogno estremo di forte competenza matematica e che quindi il primo nostro compito è quello di fornirgliela e di esigerla. Questo non significa però "cultura" ottenuta per banale accumulazione, bensì per approfondimento anche e soprattutto personale. Chiederemmo insomma all'insegnante di matematica di sapere la matematica non solo grazie a corsi seguiti e ad esami superati all'Università, ma per ripensamento personale, per ricostruzione critica, per analisi. Ad un insegnante chiederemmo non tanto di poter dominare vasti campi della matematica o di essere padrone di tante tecniche raffinate, ma di padroneggiarne le basi stesse, di saper e *voler* apprendere quotidianamente la matematica, altra matematica, sempre più matematica, e di sentirsi sicuro e forte nel suo dominio.

È per questo che vorremmo includere nella cultura matematica sia la sua storia sia la sua visione epistemologica, non tanto come ulteriori conoscenze aggregate, ma come occasioni per riflettere, per paragonare, per rendersi conto, per analizzare.

Crediamo che sarebbe bene che un insegnante sapesse non solo la matematica, e che la sapesse bene, ma che sapesse organizzare il pensiero matematico dai punti di vista epistemologico e storico. Questa posizione è oltremodo condivisa; lo vediamo dalla letteratura internazionale, tant'è vero che non insistiamo più di tanto, perché ci preme correre subito al punto 2.

Ma su questo punto appena accennato dovremo tornare.

**2.** Stabilire di quale cultura *didattica* hanno bisogno gli insegnanti di matematica.

Fino a poco tempo fa, diciamo 20 anni, essendo inesistente una disciplina di ricerca e di insegnamento universitario ufficiale con la denominazione didattica della matematica, la necessità di questa cultura non era avvertita. Il neo insegnante (effettuata la preparazione disciplinare in matematica) doveva semplicemente avere od acquisire esperienza, buon senso, disponibilità umana, servirsi di esempi positivi proposti dalla prassi o dall'esperienza di colleghi anziani. Al più, in molti Paesi del mondo (Fandiño Pinilla, 2001), si facevano seguire all'insegnante in formazione o al primo anno di servizio corsi rapidissimi di pedagogia, sociologia e/o psicologia. Di solito, questo miscuglio dava risultati negativi, a detta degli insegnanti stessi, e l'accusa più diffusa nel mondo era relativa alla genericità ed all'astrattezza delle nozioni apprese in questi corsi rapidissimi.

Ora, però, la disciplina didattica della matematica esiste; è possibile farne a meno?

Poiché si tratta di disciplina nuova, ancora tra i Colleghi (non solo universitari) essa è poco conosciuta ed è confusa con la pedagogia, con la didattica generale, con la scienza dell'educazione etc.

Va detto, in due parole, che la didattica della matematica come disciplina di ricerca studia le condizioni dell'apprendimento in situazioni *reali* d'aula, a qualsivoglia livello scolastico o d'Università, quando il traguardo cognitivo in gioco è specifico della matematica (Arzarello, Bartolini Bussi, 1998; D'Amore, 1999b; Artigue, 2000; Schoenfeld, 2000).

Quel *reali* che abbiamo voluto evidenziare significa che:

la didattica della matematica NON è tout court la matematica, pur essendo specifica per la matematica;

la didattica della matematica NON è la pedagogia, né la didattica generale, né la psicologia, anche se sfrutta alcuni risultati concreti e teorici di queste discipline;

la didattica della matematica NON è la divulgazione della matematica; e questa deleteria confusione è tra le più diffuse (su questa distinzione si veda Eugeni, 1999);

la didattica della matematica teorizza sui fatti reali che caratterizzano l'azione in aula, dai due diversi punti di vista, l'insegnare e l'apprendere; quindi non è affatto astratta o generica, ma assolutamente concreta e circostanziata; si tratta dunque di una scienza empirica;

la pratica in didattica della matematica dà per scontata una (forte) competenza in matematica, proprio perché chi la agisce deve farlo in maniera costruttiva, analitica e critica; ciò porta di conseguenza che il didatta della matematica (chi fa ricerca in questa disciplina) è necessariamente un matematico.

Crediamo che si debba arrivare prima o poi a poter dare per scontato che i corsi universitari preparino in matematica (il che è considerato dubbio da molti, troppi Colleghi docenti): a questo si potrebbe giungere realizzando *davvero* corsi di laurea per futuri insegnanti, corsi davvero specifici; non basta infatti la denominazione "indirizzo didattico" a garantire la preparazione specifica necessaria (stiamo parlando solo di preparazione specifica in matematica). Le cose sono analoghe in vari Paesi del mondo, mentre in altri esistono corsi di laurea *specificamente* pensati per futuri insegnanti di matematica; ci si può laureare, perciò, in "matematica per l'insegnamento" (e poi, di solito, ci sono corsi di specializzazione o master per la didattica della matematica). In questi corsi specifici di laurea, ci si preoccupa, di solito, più della preparazione in matematica, dato che le discipline di tipo didattica della matematica sono situate nel postlaurea. Tuttavia, sembrano meglio organizzati quei Paesi nei quali almeno i primi elementi di didattica della matematica sono già forniti lungo il corso di laurea, anche a conferma della scelta.

Noi, però, non vogliamo qui entrare in discorsi relativi alla ingegneria della organizzazione dei corsi di formazione, argomento su cui ci siamo più volte espressi negli articoli a nostro nome citati in bibliografia. Vogliamo ribadire gli aspetti più culturali e significativi.

#### **4. La Didattica della Matematica**

Crediamo che, attualmente, uno dei compiti principali della didattica della matematica, nell'ambito che qui stiamo discutendo, sia quello di preparare professionalmente il futuro insegnante, fornirgli le chiavi di lettura per interpretare quel che succede in aula, quando i "poli" della terna «insegnante – allievo - sapere» interagiscono tra loro in modalità talmente complesse che nessuna competenza puramente matematica (né ovviamente puramente pedagogica), né tanto meno l'esperienza ed il buon senso, possono spiegare.

Tali chiavi di lettura oggi sono chiarissime e ben note a chi si occupa di didattica della matematica, ed hanno nomi condivisi che, nel contesto degli studi specifici, si identificano, per esempio, con:

contratto didattico

teoria delle situazioni

ostacoli all'apprendimento

immagini e modelli

concetti figurati

ingegneria didattica

trasposizione didattica

...

tanto per fare solo alcuni esempi (per specificare i quali rimandiamo a D'Amore, 1999b).

Chi non ha dimestichezza con tali termini o chi crede che si tratti di parole di senso comune e non specifiche o chi crede di non aver bisogno di fare lo sforzo di studiarle o chi crede che «sono tutte

sciocchezze» e che «basta e avanza una solida preparazione matematica», a nostro avviso non può arrogarsi il diritto di potersi dichiarare esperto di una disciplina il cui vocabolario è diffuso e condiviso internazionalmente e che ha oramai raggiunto risultati concreti e tangibili, di grande efficacia. L'uso di queste frasi banali ed ingenuie dimostra solo una profonda ed arrogante incompetenza.

In altre parole, per la preparazione dei futuri docenti non basta predisporre corsi post-laurea che abbiano la *denominazione* “didattica della matematica”, ma dei corsi i cui *contenuti* siano specifici e realmente significativi per la preparazione professionale.

Due aspetti riteniamo spesso dimenticati ed invece di grande importanza, l'ingegneria didattica e l'osservazione.

In Douady (1993) troviamo: «Il termine ingegneria didattica indica un insieme di sequenze di classe concepite, organizzate ed articolate nel trascorrere del tempo in forma coerente da parte dell'insegnante-ingegnere allo scopo di realizzare un progetto di apprendimento per una certa popolazione di allievi» (si veda anche D'Amore, 1999b, con ampia bibliografia). Il che comporta distinte fasi metodologiche in ingegneria didattica (Artigue, 1990): un'analisi previa; una concezione ed analisi a priori che metta in relazione le situazioni didattiche con l'ingegneria stessa; la sperimentazione delle situazioni didattiche in aula; l'analisi a posteriori che comprende ovviamente anche la valutazione. Solo per dare l'idea della complessità e della profondità cui siamo di fronte, basti dire che la sola analisi previa consta di molti punti: fissare l'oggetto di apprendimento che diventa oggetto di ingegneria; farne un'analisi epistemologica allo scopo di conoscerlo; fare l'analisi delle modalità usuali di insegnamento di quell'oggetto con discussione dei risultati apprenditivi con quelle modalità; fare l'analisi delle concezioni degli allievi, le difficoltà e gli ostacoli connessi con la sua evoluzione; fare l'analisi dei limiti e condizionamenti dell'ambito nei quali si sta per realizzare in modo concreto l'azione didattica, facendo riferimento alla dimensione epistemologica di quel sapere, alla dimensione cognitiva (tipica dei destinatari dell'azione), alla dimensione didattica (relativa al funzionamento del sistema); la determinazione degli obiettivi dell'azione.

L'ingegneria è necessaria ma complessa; essa, inoltre, non è affatto banale risultato dell'esperienza; come tale, deve rientrare nel curriculum del futuro insegnante di “matematica” come insegnamento specifico, probabilmente, con maggior opportunità, nell'ambito che sta tra attività di laboratorio e di tirocinio, ma con ovvii ed espliciti riferimenti alla didattica della matematica.

Molto legata alla pratica d'aula e dunque all'ingegneria, è la osservazione d'aula. Troppi sedicenti didatti sottovalutano questo aspetto, la cui complessità è invece ben stata messa in evidenza già decenni fa da Droz (1980). Osservare l'aula ed il comportamento degli allievi è da più Autori ritenuto essenziale per una significativa azione didattica e dunque diventa fondamentale formare i futuri insegnanti a questa pratica (Douady, Robert, 1992). Si insiste sempre sull'analisi dei protocolli, ma questa attività rientra, si integra ed ha bisogno dell'osservazione in aula [in una loro classificazione, Brun, Conne (1990) mescolano ed integrano le due azioni].

Anche questo aspetto, a nostro avviso, deve rientrare tra le competenze che si vogliono far costruire ai futuri docenti, dunque deve diventare esplicita parte delle attività di formazione iniziale degli insegnanti di matematica; anche per questo, crediamo che la sistemazione ottimale sia all'interno della coppia laboratorio – tirocinio, con ovvii e forti legami con la didattica della matematica.

## Riferimenti bibliografici

- Artigue M. (1990). Ingégnierie didactique. *Recherches en Didactiques des Mathématiques*. 9.3, 281-307.
- Artigue M. (2000). L'insegnamento e l'apprendimento della Matematica a livello universitario. *La matematica nella società e nella cultura. Bollettino dell'U.M.I.* S. VIII, vol. III-A, 81-103.

- Arzarello F., Bartolini Bussi M. (1998). Italian trends in research in Mathematics Education: a national case study in the international perspective. In: Kilpatrick J., Sierpiska A. (eds.) (1998). *Education as research domain: a search for identity*. Vol. 2, 243-262. London: Kluwer Ac. Publ. [Un sunto di questo articolo fu il tema di una conferenza di Ferdinando Arzarello nel Convegno U.M.I. di Padova nel 1995 e dunque appare in quegli Atti].
- Blanco L. (1991). Interacciòn didàctica en la enseñaanza de las matemàticas con estudiantes de magisterio. *Revista Interuniversitaria de Formaciòn del Profesorado*. 57-68.
- Brousseau G. (2008a). *Ingegneria didattica e epistemologia dell'insegnante*. Bologna: Pitagora.
- Brousseau G. (2008b). L'epistemologia scolastica spontanea e la cultura dei problemi matematici. *La matematica e la sua didattica*. 23, 2, 165-183.
- Brun J., Conne F. (1990). Analyses didactiques des protocoles d'observation du déroulement de situations. *Education et recherche*. 3, 261-285.
- Carrillo J., Contreras L. (1995). Un modelo de categorias e indicadores para el anàlisis de las concepciones del profesor sobre la matemàtica y su enseñaanza. *Educaciòn Matemàtica*. 7, 3, 79-92.
- Chevallard Y. (1985). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble: La Pensée Sauvage.
- D'Ambrosio U. (2002). *Etnomatematica*. Bologna: Pitagora.
- D'Amore B. (1999a). Il ruolo essenziale ed insostituibile delle didattiche disciplinari nella costruzione della conoscenza nell'educazione. *Pitagora Notizie*. 4, 2.
- D'Amore B. (1999b). *Elementi di didattica della matematica*. Bologna: Pitagora.
- D'Amore B., Fandiño Pinilla M.I. (2001). Concepts et objets mathématiques. In: Gagatsis A. (ed.) (2001). *Learning in Mathematics and Science and Educational Technology*. Nicosia (Cipro): Intercollege Press Ed. Atti del "Third Intensive Programme Socrates-Erasmus, Nicosia, Università di Cipro, 22 giugno - 6 luglio 2001. 111-130.
- Douady R. (1993). *L'ingénerie didactique*. Cahier de DIDIREM, 19. Paris: Université Paris VII.
- Douady R., Robert A. (1992). Quelques réflexions sur l'observation en classe en formation professionnelle initiale des futures enseignants. *Actes de la COPIRELEM*. Pau-Nice.
- Droz R. (1980). *Observations sur l'observation*. Avignon: Groupe Dupont.
- F. Eugeni (1999). Divulgazione e didattica della Matematica. Testo di una conferenza tenuta il 4 maggio 1999 presso il Politecnico di Milano, sede di Mantova, nell'ambito dei Convegno nazionale: «Ricerca, divulgazione e didattica in Matematica», a cura di F. Mercanti. Gli Atti, non pubblicati, sono tuttavia disponibili presso la sede del Convegno o via e-mail.
- Fandiño Pinilla M. I. (2001). La formazione degli insegnanti di matematica. Alcuni riferimenti ad un quadro teorico. *La Matematica e la sua didattica*. 4, 352-373.
- Fandiño Pinilla M.I. (2002). *Curricolo e valutazione in matematica*. Bologna: Pitagora.
- Furinghetti F. (2001). Credenze/convinzioni in classe su matematica e dintorni. In: D'Amore B. (ed.) (2001). *Didattica della Matematica e rinnovamento curricolare*. Atti del Convegno nazionale omonimo "Incontri con la Matematica" n. 15, Castel San Pietro Terme, 9-11 novembre 2001. Bologna: Pitagora. 59-70.
- Houdement C., Kuzniak A. (1996). Autour des strategies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. 16.3.
- Loria G. (1933). Commission internationale de l'enseignement mathématique. La préparation théorique et pratique des professeurs de mathématiques de l'enseignement secondaire dans les divers pays. I. Rapport général. L'enseignement mathématique. XXXII, 5-20.
- Porlàn R. e altri (1996). Conocimiento profesional deseable y profesores inovadores. *Investigaciòn en la Escuela*. 29, 23-37.
- Portugais J. (1995). *Didactique des mathématiques et formation des enseignants*. Berne: Peter Lang.
- Schoenfeld H. (2000). Obiettivi e metodi di ricerca in Didattica della Matematica. *La matematica nella società e nella cultura. Bollettino dell'U.M.I.* S. VIII, vol. III-A, N. 2, 81-103.

Speranza F. (1997). *Scritti di Epistemologia della Matematica*. Bologna: Pitagora.