

Le concezioni sui processi di modellizzazione nei futuri insegnanti di Matematica e Fisica delle scuole secondarie superiori in Italia

Claudio Fazio¹, Filippo Spagnolo²

Facoltà di Scienze della Formazione, Università di Palermo
¹ *UOP_PERG (University of Palermo Physics Education Research Group)*
Dipartimento di Fisica e Tecnologie Relative
² *GRIM (Gruppo di Ricerca sull’Insegnamento delle Matematiche)*
Dipartimento di Matematica e Applicazioni

Sommario

Questo lavoro riporta uno studio sulle concezioni di futuri insegnanti di matematica e fisica sulle attività di modellizzazione. Tali attività sono terreno comune, contestualmente significativo, sia per il matematico che per il fisico e costituiscono uno degli aspetti caratterizzanti del curriculum di formazione in pre-servizio degli insegnanti di matematica e fisica della Scuola di Specializzazione all’Insegnamento Secondario dell’Università di Palermo. Vengono analizzati le risposte ad un questionario sui processi di modellizzazione, sulla base di una analisi a-priori costruita sulla base di uno schema di riferimento su Filosofia della matematica e Filosofia della fisica. L’analisi è effettuata utilizzando sistemi di indagine quantitativa: analisi fattoriale delle corrispondenze ed analisi implicativa di Gras.

Abstract.

This paper reports a study on the ideas of prospective Mathematics and Physics teachers on modelling. These kind of activities are a sort of “common ground”, contextually meaningful, for both the mathematician and for the physicist; they constitute one of the distinguishing aspects of pre-service mathematics and physics teachers curriculum in the Specialization School for Secondary Teaching of Palermo’s University. The answers to a questionnaire on the processes of modeling are analyzed, on the basis of an a-priori analysis, built on the framework of reference on Philosophy of Mathematics and Physics. The analysis is performed by using quantitative investigation methods: factorial analysis of the correspondences and implicative analysis of Gras.

1. Introduzione.

Le attività di modellizzazione sono assai diffuse sia nell’ambito della matematica che in quello della fisica. Esse rappresentano, di fatto, un terreno comune sia per il matematico che per il fisico. Una delle finalità dell’insegnamento delle due discipline è, a tutti i livelli, quella di portare gli allievi a costruire dei modelli, ovvero delle rappresentazioni che possano descrivere e spiegare i fenomeni della realtà, tramite i quali sia possibile ottenere previsioni su andamenti sperimentali, meccanismi e processi. La costruzione di modelli può essere (Andaloro et al., 1991; Berry et al., 1986) una attività didatticamente molto formativa, in quanto permette ai discenti di vedere analogie e differenze tra fenomeni tradizionalmente trattati in ambiti (e talvolta in materie) diversi e contribuire a unificare l’approccio scientifico a molti problemi, mostrando una visione unitaria alla fisica e alle scienze sperimentali, in generale.

In letteratura di ricerca in didattica della matematica e della fisica è facile trovare definizioni diverse del processo di costruzione di un modello (Gilbert et al., 1998). Noi intendiamo per “modellizzazione” di un fenomeno il processo che porta a:

- a) individuare le variabili che possono essere rilevanti nella descrizione del fenomeno stesso;
- b) dare una descrizione verbale e schematica del fenomeno;
- c) determinare le relazioni esistenti tra le variabili;
- d) esprimere tali relazioni tramite equazioni e/o regole che danno al modello una valenza predittiva.

I diversi passi del processo di modellizzazione portano ad una comprensione più completa di un fenomeno e sono sostanzialmente più profondi e formativi della semplice risoluzione di equazioni o dell’adattamento ai dati sperimentali di funzioni matematiche.

È opportuno notare che i quattro punti sopra indicati non devono necessariamente essere tutti sviluppati a qualsiasi livello didattico: essi indicano la sequenza completa dei passi che il discente dovrebbe imparare a compiere per poter acquisire la capacità di procedere alla modellizzazione di fenomeni osservati ma il docente accorto selezionerà e dimensionerà opportunamente la loro trattazione adattandola alle proprie finalità didattiche e al livello a cui vuole sviluppare i discorsi relativi alla modellizzazione.

In questo lavoro vogliamo discutere uno studio svolto sulle concezioni di futuri insegnanti di matematica e fisica sulle attività di modellizzazione, che costituiscono uno degli aspetti caratterizzanti del curriculum di formazione in pre-servizio degli insegnanti di matematica e fisica della Scuola di Specializzazione all’Insegnamento Secondario dell’Università di Palermo (SISSIS). Un aspetto molto interessante da prendere in considerazione è il fatto che i corsi della SISSIS sono frequentati da matematici, fisici, ingegneri, statistici. I percorsi formativi universitari sono quelli tradizionali: 4 anni per matematici, fisici e statistici e 5 anni per gli ingegneria. Tali percorsi sono completi di preparazione teorica spinta e includono insegnamenti collegate con attività di laboratorio, in particolare per i fisici e gli ingegneri.

Sono state considerate inizialmente i possibili riferimenti filosofici sia per la matematica che per la fisica. La filosofia delle matematiche punta l’accento sulle questioni fondazionali delle matematiche legate all’infinito, all’assioma di scelta, ai procedimenti dimostrativi (come ad esempio la dimostrazione per assurdo), ai procedimenti induttivi. L’approccio filosofico della fisica è più indirizzato al rapporto tra fenomeni della realtà, rappresentazione del fenomeno e strumenti di previsione.

L’ipotesi principale del lavoro è che i futuri insegnanti di Matematica e di Fisica abbiano implicitamente una propria filosofia che viene poi esplicitata nei processi di modellizzazione. Questa “filosofia implicita” risulta essere, in qualche modo, il risultato di altri comportamenti impliciti dei propri insegnanti, della lettura di testi scientifici di riferimento culturali tipici della cultura del proprio tempo. Ci si aspetta quindi che queste concezioni filosofiche implicite possano darci indirettamente indicazioni sulla cultura della seconda metà del ‘900.

2. Filosofia della Matematica e Filosofia della Fisica: uno schema di riferimento.

In questo paragrafo prendiamo in considerazione alcuni approcci alla filosofia della matematica e della fisica, senza avere certamente la pretesa di esaurire l’analisi filosofica

delle due discipline. Ci si riferirà ad alcune esemplificazioni per ciascuna figura filosofica, rimandando alla letteratura specialistica per eventuali approfondimenti:

- Nominalisti** Negano l'esistenza degli enti astratti della matematica ma anche quelli di altri contesti. Accettano gli insiemi finiti. Rifiutano l'infinito come oggetto analizzabile e manipolabile. L'analisi classica non è essenziale per il fisico ma soltanto utile. Nella pratica matematica la ricostruzione nominalista utilizza i metodi costruttivi (algoritmi ad es.). Tra i nominalisti si incontrano sia costruttivisti che formalisti.
- Formalisti** Hanno una posizione nominalista. Sono dei nominalisti che non intaccano la matematica. Ad esempio: Robinson e l'analisi non standard, Hilbert e il sistema ipotetico deduttivo senza alcun rapporto con oggetti reali.
- Costruttivisti** Si ritrovano anche dei nominalisti soprattutto nella fase di ri-costruzione.
- Teoria della conoscenza e costruttivismo cibernetico.** Il concetto dell'autoregolazione ebbe origine dai tentativi di costruire congegni meccanici ("servomeccanismi") in grado di sostituirsi ad attività umane che avevano lo scopo di sorvegliare un aspetto specifico di una data situazione e di controllarlo, o governarlo, come farebbe un agente umano. Il termostato dei frigoriferi è forse l'esempio più noto. Al termostato si fa registrare una specifica temperatura limite e, se tutto funziona (incluso l'impianto di raffreddamento), il termostato poi fa sì che, nell'ambiente controllato, la temperatura non superi il valore indicato. Non è però il termostato a scegliere l'aspetto da controllare né il valore da mantenere. Questa scelta viene fatta da un agente esterno. Questo fatto, ovvio e quasi insignificante nell'ambito dell'ingegneria, assunse un'importanza centrale quando si tentò di applicare i concetti cibernetici al campo della cognizione. In effetti portò a una distinzione fra ciò che, in retrospettiva, venne definito come "prima cibernetica" e quella che fu poi definita "cibernetica del secondo ordine". Mentre alcuni psicologi e neurofisiologi, appropriatisi dei concetti della tecnica cibernetica, cominciarono a spiegare determinati comportamenti degli organismi viventi in termini di servomeccanismi e omeostasi (mantenendo sempre il distacco assoluto fra lo scienziato-osservatore e l'oggetto osservato, l'oggetto da spiegare), altri si posero come problema il proprio percepire, osservare, pensare. Così, dallo studio dei sistemi osservati si passava allo studio degli osservatori.
- Se si è convinti che un organismo vivente si distingue dai congegni meccanici per la capacità di scegliere, almeno entro certi limiti, gli aspetti da concepire (perché anche la percezione presuppone l'esistenza di concetti) e di mantenerli più o meno in equilibrio fra loro, allora ci si rende conto, ben presto, che ciò che si chiama "sapere" è qualcosa che l'organismo non può trovare prefabbricato. Ci si rende conto che la "conoscenza" non può essere una "rappresentazione" del mondo esterno fatta di pezzettini o "informazioni" asportati a quel mondo "reale", ma deve essere una costruzione interna fatta con materiale interno. Partendo da ricerche neurofisiologiche nel campo della percezione visiva negli anfibi, Humberto Maturana giunse alla stessa conclusione. In base ad una serie di esperimenti elegantissimi dimostrò che ciò che un osservatore categorizza per esempio come "l'insetto che viene mangiato da una rana con un salto", non è per la rana che una combinazione d'impulsi elettrochimici della cui origine la rana non può sapere niente.
- Un secondo fattore portato alla luce dalla cibernetica riguarda la comunicazione. Non è necessario qui dilungarsi sulla teoria matematica di Shannon che per la prima volta fornì una definizione utile e precisa della nozione di informazione. Basta ricordare ciò che l'analisi del processo di comunicazione dimostrò in modo limpido: sono i segnali fisici che, per così dire, "viaggiano" dal mittente al ricevente; non i loro significati. Perciò questi segnali, e ciò vale anche per le parole delle lingue naturali, non trasmettono contenuti ma istruzioni di scelta, e questa scelta riguarda il repertorio di concetti e di strutture concettuali che ciascuno dei comunicanti si è costruito durante la sua esperienza di interazioni sociali. La cibernetica dunque, con questi due fattori ha fornito due elementi importanti alla teoria della conoscenza:

Nella Psicologia ...

Nel 1936 Piaget pubblicò "La construction du réel chez l'enfant" (La costruzione della realtà nel bambino). A prima vista, malgrado il titolo inquietante e qualche frase polemica nell'introduzione, il testo potrebbe sembrare nient'altro che una cronaca dello sviluppo concettuale dei figli di Piaget durante i primi due anni della loro vita. Pertanto non stupisce che filosofi professionisti e altri interessati all'epistemologia degli adulti abbiano relegato quest'opera nella psicologia infantile. L'opera invece non solo è complessa ma anche

profonda; tanto che ancora oggi costituisce una pietra angolare del costruttivismo. La complessità del testo deriva dal fatto che Piaget presenta un modello di costruzione di più di un concetto, 'oggetto', 'spazio', 'causalità' e 'tempo', e poi suggerisce come i quattro elementi vengano integrati per formare lo sfondo dell'esperienza, cioè il mondo esterno. Dato che si tratta di un modello composito, l'autore deve per forza spiegare la costruzione delle parti l'una dopo l'altra, benché nel bambino la loro generazione sia simultanea. Così è il lettore a dover fare lo sforzo di considerare il giuoco delle interazioni che si realizza fino al termine del processo costruttivo verso l'età di due anni. Uno sforzo notevole e, visti i giudizi inappropriati che si ascoltano da più parti, ho l'impressione che pochi lettori l'abbiano portato a termine.

Piaget introduce il termine "costruttivismo" come descrittivo della sua "Epistemologia Genetica".

Insomma, *nella psicologia cognitiva*, il *costruttivismo* nasce non appena ci si accorge che qualsiasi conoscenza, che non si assume come innata, non può che essere generata dalle attività fisiche e concettuali del soggetto stesso. Prescindendo dalla questione se la conoscenza sia o no una rappresentazione di una realtà indipendente, se non si vuol immaginare un neonato con in testa tutto ciò che saprà nella sua vita, bisogna spiegare il modo in cui egli conosce. Tale spiegazione, comunque la si guardi, dovrà porre in rilievo un processo di costruzione. Ed è proprio il modo in cui la *costruzione concettuale viene analizzata che genera una distinzione fra le versioni del costruttivismo contemporaneo*.

Prescindendo dalla costruzione delle strutture concettuali, c'è un'altra idea indispensabile per completare il concetto di costruttivismo radicale. Un'idea che proviene dalla teoria dell'evoluzione darwiniana e fu utilizzata indipendentemente da vari studiosi intorno all'inizio del nostro secolo. Si tratta dell'idea della selezione negativa; vale a dire l'eliminazione di quello che non serve o non funziona, così che tutto ciò che rimane risulta "adatto". O, come preferisco dire, *viabile* dall'inglese viable, cioè adoperabile, percorribile. Sembra che William James sia stato il primo a suggerire nel 1880 l'uso di questo principio nell'epistemologia.

In Matematica ...

Intuizionismo del 900.

Il costruttivismo è un modo di fare matematica. Esistono differenti tipi di costruttivisti: liberali, fondamentalisti, etc ...

Il costruttivismo è rivolto a produrre una matematica attenta al tipo di dimostrazioni sviluppate, alle informazioni che se ne ricavano, al contenuto effettivo dei teoremi. Ogni teorema deve affermare qualcosa che si può fare non che esiste. Usa generalmente logiche deboli. Accetta l'infinito potenziale. Rifiutano la matematica classica (del 900), il continuo insiemistico, le funzioni "patologiche", la gestione dell'infinito in atto con le metodologie di Cantor.

"La matematica è un misto del reale e dell'ideale", la parte reale fornisce il controllo, la parte ideale permette semplificazioni e apre possibilità nuove; il bilanciamento deve essere ragionevole, e le considerazioni pragmatiche devono essere la guida finale.

Realisti e strutturalisti

La matematica (teoria degli insiemi) è lo studio di un universo oggettivo, l'universo degli insiemi. Quello che rende semanticamente significative le strutture matematiche.

Nella matematica greca: la distinzione tra la geometria e l'agrimensura.

Bourbakismo e L'architettura delle matematiche:

- 1) Gli enti di cui si parla nelle teorie matematiche esistono;
- 2) Le teorie che li riguardano sono (in larga misura) vere;
- 3) La loro verità è indipendente dalla nostra conoscenza e dal nostro modo di conoscerle.

Ed infine:

- 1) Gli enunciati della teoria sono o veri o falsi; 2) Quello che li rende veri o falsi è esterno (la base semantica del concetto di verità). (***Memento Tarski***)

Quine: realismo scientifico.

- Pragmatisti** Appartengono ad una corrente filosofica che si presenta come reazione all'intellettualismo dell'Ottocento, assumendo, di fronte al fallimento della ragione in ordine ai problemi metafisici, la pratica quale criterio di verifica. Il pragmatismo si sviluppò tra la fine del secolo scorso e il primo ventennio del sec. XX, particolarmente nell'area culturale americana e anglosassone, ma ebbe vasti riflessi anche sul pensiero europeo continentale e segnatamente in Italia. Le tesi fondamentali del pragmatismo - come il termine stesso - furono introdotte dal filosofo americano C. S. Peirce, uno dei suoi maggiori rappresentanti; egli riconduce il problema gnoseologico a **un atteggiamento pragmatico che è la vera fonte di ogni attività conoscitiva**: per Peirce la **conoscenza di una cosa è strettamente collegata all'interesse pratico e concreto che la cosa per noi presenta, e l'idea che ce ne facciamo non è che l'insieme, la somma delle idee che la cosa suscita per il nostro interesse pratico**. Questo atteggiamento conoscitivo sarebbe l'unico genuino modo di cogliere il senso delle cose e degli oggetti, lasciando da parte tutte quelle formulazioni teoriche e astratte che tale senso appunto finiscono per smarrire. La preoccupazione principale dei Peirce, dunque, è quella di stabilire una teoria del significato.
- Platonisti** Propugnano il Realismo Ontologico. Gli enti matematici esistono al di fuori di noi con lo stesso carattere necessario della realtà oggettiva e che noi poi li incontriamo, li scopriamo, li studiamo...
Connes: “Ritengo di essere piuttosto vicino al punto di vista realista. Per me la lista dei numeri primi, tanto per fare un esempio, ha una realtà più stabile della realtà materiale che ci circonda. Possiamo paragonare il lavoro di un matematico a quello di un esploratore alla scoperta del mondo”.
Separazione tra matematica e mondo fisico (Galileo e la rivoluzione scientifica)
La struttura matematica è la vera realtà e gli osservatori la percepiscono imperfettamente.
- Logicisti** Le verità matematiche sono oggettive perché le entità matematiche sono logicamente definite, sono concetti. Massimo controllo sulla attività deduttiva. Dedekind, Frege.
- Semiotici** Le matematiche si possono classificare semioticamente: Sintassi, semantica, pragmatica. Anche la storia delle Matematiche.
Esistono poi gli strumenti operativi della semiotica: icona, indicatore, simbolo. Metafore, etc...
- Deduttivisti** La matematica è l'insieme delle affermazioni “Se... allora...” che sono logicamente valide. Logica del 1° ordine. Il suo ruolo è solo deduttivo. Non si richiede la formalizzazione. Si utilizza una logica debole. F. Enriques.
- Fallibilisti** Lakatos, Popper. Congetture e Confutazioni.
- Empiristi** H. Putnam: la conoscenza matematica assomiglia alla conoscenza empirica.
- Aristotelisti** **Le tre tradizionali interpretazioni di Aristotele.**

Ricordiamo che le interpretazioni basilari dell'Aristotelismo sono state tre: **alessandrista, averroista e tomistica**

a) La prima è quella **alessandrista**, che risale all'antico commentatore di **Aristotele Alessandro di Afrodisia**.

Alessandro sosteneva che nell'uomo è presente *l'intelletto potenziale*, ma che *l'intelletto agente* è la stessa Causa suprema (Dio), la quale illuminando l'intelletto potenziale, rende possibile la conoscenza. Così essendo, non c'è posto per un'anima immortale, dato che essa dovrebbe coincidere con l'intelletto agente.

b) Nell'XI secolo **Averroé** sottopose le opere aristoteliche a poderosi commenti, che ebbero larga fortuna. Caratteristica di questa interpretazione era la tesi secondo la quale esisterebbe un intelletto *unico per tutti gli uomini e separato*. Cadeva, così, ogni possibilità di parlare di immortalità dell'uomo, essendo immortale solamente l'Intelletto unico.

Tipica di questa corrente era, poi, la cosiddetta **dottrina della "doppia verità"**, che distingueva le verità accessibili alla forza della ragione da quelle accessibili per sola fede.

c) La terza è costituita dall'**interpretazione tomistica**, che aveva tentato una grandiosa conciliazione fra il pensiero aristotelico e la dottrina cristiana.

NEL RINASCIMENTO ...

Nell'età del Rinascimento tutte queste interpretazioni vengono riproposte. Tuttavia oggi si tende a contestare la validità di questo schema, rilevando come la realtà sia assai complessa e come non vi sia nessuno degli Aristotelici che si possa dire seguace di una di queste tendenze in tutti i punti, e come sui singoli problemi gli schieramenti dei vari pensatori mutino con grande varietà di combinazione.

Si tratta, dunque, di una divisione da usare con estrema cautela.

Per quanto concerne le tematiche, ricordiamo che, a causa della struttura dell'insegnamento universitario, gli *Aristotelici dell'età rinascimentale si occuparono soprattutto dei problemi logico-gnoseologici e di problemi fisici* (la politica, l'etica e la poetica restarono retaggio degli Umanisti filologi).

Per quanto concerne le fonti del conoscere, gli Aristotelici distinsero: a) l'autorità di Aristotele, b) il ragionamento applicato ai fatti, c) l'esperienza diretta. Ma a poco a poco essi cominciarono a prediligere quest'ultima, al punto che gli studiosi ritengono che essi si possano definire (almeno tendenzialmente) come "empiristi".

Tutti i concetti della fisica aristotelica furono analiticamente discussi. Ma, su questo terreno, l'impianto generale della cosmologia dello Stagirita che distingueva il mondo celeste fatto di etere incorruttibile, da quello terrestre costituito da elementi corruttibili, non permetteva progressi notevoli, imponendo la rigorosa separazione dell'astronomia dalla fisica. Inoltre, la teoria dei quattro elementi qualitativamente determinati e delle "forme" rendeva impossibile la quantificazione della fisica e l'applicazione della matematica.

La realtà fisica è fondamentale, il linguaggio matematico è solo un utile approssimazione.

Nell'ambito della nostra sperimentazione, abbiamo voluto restringere il campo, in quanto molte degli approcci filosofici non sono comunemente riscontrabili nei comportamenti dei futuri insegnanti.

<i>Platonismo</i>	<i>Pragmatismo, Empirismo</i>	<i>Costruttivismo (anche nella visione probabilista)</i>	<i>Formalismo, Logicismo: controllo sull'attività deduttiva</i>	<i>Premessa Aristotelica e Galileiana</i>
<i>La struttura matematica è la vera realtà e gli osservatori la percepiscono imperfettamente.</i>	<i>La conoscenza di una cosa è strettamente collegata all'interesse pratico e concreto che la cosa per noi presenta, e l'idea che ce ne facciamo non è che l'insieme, la somma delle idee che la cosa suscita per il nostro interesse pratico.</i>	<i>Il costruttivismo è rivolto a produrre una matematica attenta al tipo di dimostrazioni sviluppate, alle informazioni che se ne ricavano, al contenuto effettivo dei teoremi. Qualsiasi conoscenza, che non si assume come innata, non può che essere generata dalle attività fisiche e concettuali del soggetto stesso.</i>	<i>Le verità matematiche sono oggettive perché le entità matematiche sono logicamente definite, sono concetti. Tutto viene dedotto da principi assunti (Postulati) e con regole di inferenza stabilite una volta per tutte. Il rapporto con la fisica è stabilito dal fatto che il modello può esistere a prescindere della realtà.</i>	<i>La realtà fisica è fondamentale, il linguaggio matematico è solo un utile approssimazione.</i>

3. Campione e Metodologia.

Il campione scelto riguarda gli iscritti alla SISIS, indirizzo Fisico_Matematico dell'Università di Palermo durante l'anno accademico 2002/2003, con un numero di

studenti iscritti al 1° anno di 58 unità. Il corso di studi SISIS, che si svolge in 2 anni, prevede

- a. lezioni frontali su didattica, epistemologia, pedagogia, psicologia ed antropologia;
- b. formazione di base sulle attività sperimentali di fisica (laboratorio di fisica)
- c. laboratori di didattica disciplinare sia per la matematica che per la fisica (laboratorio di didattica dell'algebra, laboratorio di didattica dell'analisi, laboratorio di didattica di meccanica, termodinamica, one elettromagnetiche, etc...);
- d. tirocinio nelle scuole secondarie superiori.

In relazione alla nostra sperimentazione, si è pensato di somministrare, ad inizio corso di specializzazione, un questionario sui processi di modellizzazione. Le risposte sono state, quindi, analizzate senza fare differenze sulla provenienza culturale degli studenti.

3.1. Il questionario e la sua analisi a priori.

Riportiamo in questo paragrafo le 6 domande aperte del questionario, con la relativa analisi a-priori¹.

1. I modelli sono creazione del pensiero umano o esistono già in natura?

- A1 Sono creazioni del pensiero umano; sono idealizzazioni di eventi che avvengono in natura.
A2 Sono creazioni del pensiero umano. Vengono usati per schematizzare fenomeni della natura. Sono approssimazioni del fenomeno naturale.
A3 Sono creazioni del pensiero umano. La loro creazione nasce dalla continua interazione con il mondo “reale” esterno.
A4 Sono creazioni del pensiero umano. Formalizzano i “modelli naturali”.
A6 Sono creazioni del pensiero umano
A7 Alcuni esistono in natura, altri sono creazioni del pensiero umano.

2. I modelli fisici giocano un ruolo di spiegazione e/o di previsione dei fenomeni?

- B1 Costruire, comprendere e spiegare come funzionano i vari fenomeni.
B2 Hanno entrambi i ruoli
B3 Modello rappresenta la realtà, formalizzato può dare informazioni nuove sulla natura.
B4 Hanno entrambi i ruoli, ma si capiscono meglio all'interno di una teoria (leggi formali).
B6 Spiegano fenomeni
B7 Prevedono fenomeni

3. I modelli servono per ottenere informazioni sulla Natura ?

- C1 Comprendere e spiegare come funzionano i fenomeni
C2 Sì
C3 Sì, se teorizzato può portare a nuove informazioni sulla natura

¹ “Data una situazione/problema, si definisce analisi a-priori di detta situazione/problema l'insieme delle: 1) rappresentazioni epistemologiche; 2) rappresentazioni storico-epistemologiche; 3) Comportamenti ipotizzati.

1. Per “*Rappresentazioni epistemologiche*” si intendono le rappresentazioni degli eventuali percorsi conoscitivi riguardo un particolare concetto. Tali rappresentazioni possono essere messe a punto da un soggetto apprendente o da una comunità scientifica in un determinato periodo storico.

2. Per “*Rappresentazioni storico-epistemologiche*” si intendono le rappresentazioni dei percorsi conoscitivi (sintattici, semantici, pragmatici) riguardo ad un particolare concetto.

3. Per “*comportamenti ipotizzabili*” dell'allievo nei confronti della situazione/problema sono tutte le possibili strategie¹ risolutive sia corrette che non. Tra le strategie non corrette verranno prese in considerazione quelle che possono devolvere in strategie corrette.

Lo studio delle rappresentazioni epistemologiche e storico-epistemologiche a-priori è un elemento di diversificazione rispetto al paradigma della teoria delle situazioni. Questo studio ci permette una più puntuale analisi degli eventuali comportamenti ipotizzati anche in relazione alle strategie errate da parte degli allievi.”

- C4 Si, se teorizzato può portare a nuove informazioni sulla natura e fare delle previsioni
- C5 Si, ma non esauriscono completamente la ricerca scientifica
- C6 Si, controlla l'evoluzione e lo sviluppo di un fenomeno noto
- C7 No, sono solo rappresentazioni dei fenomeni naturali
- C8 Non sempre

4. I termini modello e teoria sono sinonimi ?

- D1 No
- D2 No, perché il modello è una rappresentazione di un fenomeno e su questa si costruisce una teoria.
- D3 Il modello può essere utile per spiegare una teoria
- D4 No, la teoria comprende i modelli
- D5 No, ma sono collegati dialetticamente
- D6 No, sono collegabili ma non sinonimi
- D7 Si
- D8 Il modello può essere utile per costruire una teoria
- D9 No, il modello è lo strumento che esplicita la teoria

5. Tutti i modelli in fisica sono rappresentazioni di cose reali, oggetti esistenti, strutture o processi in natura?

Fare degli esempi e motivare

- E1 Si, esempio: teoria cinetica dei gas e/o modello atomico (oscillatore armonico senza attrito e/o calorico)
- E2 Non sempre, esempio: alcuni fenomeni elettrici e magnetici e/o il calorico
- E3 Si, rappresentazioni in continua evoluzione per un migliore adattamento ai fenomeni osservati.
- E4 No, perché il modello è sempre una astrazione
- E5 Si, il modello è una rappresentazione di come potrebbero “andare le cose” per spiegare una serie di fenomeni osservati
- E6 Si

6. Quale può essere l'utilità di formalizzare una teoria ?

- G1 Deve permettere un processo di spiegazione ma soprattutto di previsione di una serie di fenomeni. Perché al concetto di teoria è associato l'idea di possibile previsione di ciò che potrebbe accadere
- G2 Deve poter descrivere i fenomeni osservati, generalizzandoli a casi tipici
- G4 La formalizzazione matematica permette sempre di spiegare e prevedere.
- G5 La formalizzazione matematica fornisce gli strumenti operativi per consentire l'applicazione quantitativa della teoria
- G6 Permette di comunicare e condividere risultati. Rappresenta un punto di riferimento per tutti.

4. Analisi dei dati.

In relazione all'analisi storica ed epistemologica, abbiamo cercato di individuare i gruppi di variabili (comportamenti degli allievi nella tabella di contingenza) messi in evidenza nell'analisi a priori. Questo ci ha permesso di poter individuare una tabella di contingenza a priori, che ci darà la possibilità di analizzare i dati sperimentali in modo appropriato.

Tabella della contingenza a priori

<i>Platonismo</i>	<i>Pragmatismo, Empirismo</i>	<i>Costruttivismo (anche nella visione probabilista)</i>	<i>Formalismo, Logicismo: controllo sull'attività deduttiva</i>	<i>Premessa Aristotelica e Galileiana</i>
A4, A7, C1, C2, C3, C4, C7,	E1, G5, G6	A3, B1, B2, B7, C4, C5, C6, C8, D1, D2, D8, E3, G1, G5, G6	B3, B4, C3, C4, D3, D4, D5, D6, D7, D9, E2, E4, G2, G4	A1, A2, A6, A7, B1, B6, E1, E5, E6

Esplicitiamo meglio le concezioni:

1. *Platonismo:*

- a. Sono creazioni del pensiero umano. Formalizzano i “modelli naturali”.
- b. Alcuni esistono in natura, altri sono creazioni del pensiero umano.
- c. Comprendere e spiegare come funzionano i fenomeni
- d. Sì (i modelli servono per ottenere informazioni sulla natura)
- e. Sì, se teorizzato può portare a nuove informazioni sulla natura
- f. Sì, se teorizzato può portare a nuove informazioni sulla natura e fare delle previsioni
- g. No, sono solo rappresentazioni dei fenomeni naturali

2. *Pragmatismo, Empirismo:*

- a. Sì, esempio: teoria cinetica dei gas e/o modello atomico (oscillatore armonico senza attrito e/o calorico)
- b. La formalizzazione matematica fornisce gli strumenti operativi per consentire l'applicazione quantitativa della teoria
- c. Permette di comunicare e condividere risultati. Rappresenta un punto di riferimento per tutti

3. *Costruttivismo (anche nella visione probabilistica):*

- a. Sono creazioni del pensiero umano. La loro creazione nasce dalla continua interazione con il mondo “reale” esterno
- b. Costruire, comprendere e spiegare come funzionano i vari fenomeni.
- c. Hanno entrambi i ruoli
- d. Prevedono fenomeni
- e. Sì, se teorizzato può portare a nuove informazioni sulla natura e fare delle previsioni
- f. Sì, ma non esauriscono completamente la ricerca scientifica
- g. Sì, controlla l'evoluzione e lo sviluppo di un fenomeno noto
- h. Non sempre
- i. No (I termini modello e teoria non sono sinonimi)
- j. No, perché il modello è una rappresentazione di un fenomeno e su questa si costruisce una teoria
- k. Il modello può essere utile per costruire una teoria
- l. Sì, rappresentazioni in continua evoluzione per un migliore adattamento ai fenomeni osservati

- m. Deve permettere un processo di spiegazione ma soprattutto di previsione di una serie di fenomeni. Perché al concetto di teoria è associato l'idea di possibile previsione di ciò che potrebbe accadere
- n. La formalizzazione matematica fornisce gli strumenti operativi per consentire l'applicazione quantitativa della teoria
- o. Permette di comunicare e condividere risultati. Rappresenta un punto di riferimento per tutti

4. Formalismo, Logicismo: controllo sull'attività deduttiva

- a. Modello rappresenta la realtà, formalizzato può dare informazioni nuove sulla natura.
- b. Hanno entrambi i ruoli, ma si capiscono meglio all'interno di una teoria (leggi formali)
- c. Sì, se teorizzato può portare a nuove informazioni sulla natura
- d. Sì, se teorizzato può portare a nuove informazioni sulla natura e fare delle previsioni
- e. Il modello può essere utile per spiegare una teoria
- f. No, la teoria comprende i modelli
- g. No, ma sono collegati dialetticamente
- h. No, sono collegabili ma non sinonimi
- i. Sì (i termini modello e teoria sono sinonimi)
- j. No, il modello è lo strumento che esplicita la teoria
- k. Non sempre, esempio: alcuni fenomeni elettrici e magnetici e/o il calorico
- l. No, perché il modello è sempre una astrazione
- m. Deve poter descrivere i fenomeni osservati, generalizzandoli a casi tipici
- n. La formalizzazione matematica permette sempre di spiegare e prevedere

5. Premessa Aristotelica e Galileiana:

- a. Sono creazioni del pensiero umano; sono idealizzazioni di eventi che avvengono in natura
- b. Sono creazioni del pensiero umano. Vengono usati per schematizzare fenomeni della natura. Sono approssimazioni del fenomeno naturale.
- c. Sono creazioni del pensiero umano
- d. Alcuni esistono in natura, altri sono creazioni del pensiero umano.
- e. Costruire, comprendere e spiegare come funzionano i vari fenomeni.
- f. Spiegano fenomeni
- g. Sì, esempio: teoria cinetica dei gas e/o modello atomico (oscillatore armonico senza attrito e/o calorico)
- h. Sì, il modello è una rappresentazione di come potrebbero “andare le cose” per spiegare una serie di fenomeni osservati
- i. Sì (i modelli in fisica sono rappresentazioni di cose reali...)

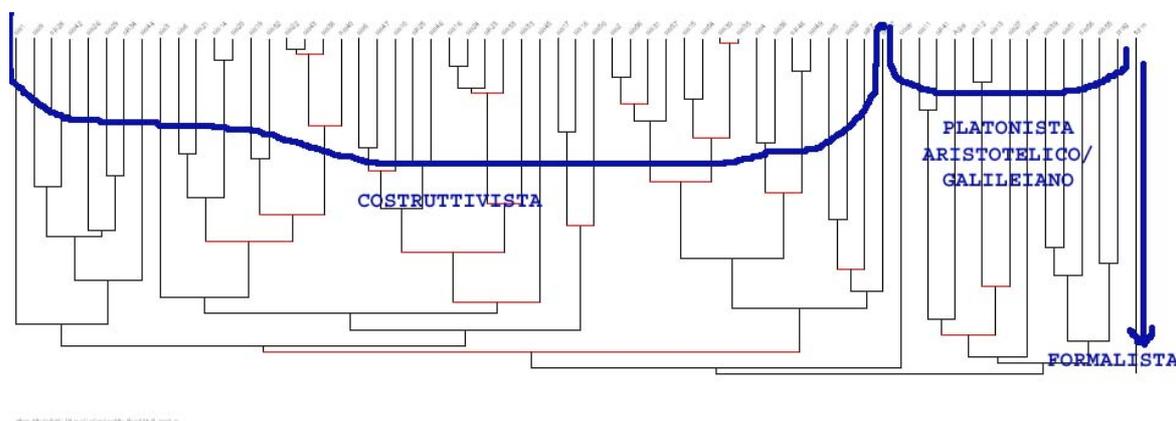
4.1. Analisi statistica rispetto alle variabili in gioco

L'analisi delle similarità, l'analisi implicativa e quella gerarchica implicativa non danno risultati che possano essere riscontrati in modo netto. Sono stati introdotti, come variabili supplementari, sei profili di allievi che seguono la tabella di contingenza a-priori. Questi profili corrispondono a:

1. *Platonista;*
2. *Pragmatista, Empirista;*
3. *Costruttivista;*
4. *Formalista, Logicista;*
5. *Con premessa Aristotelico-Galileiano.*

4.2. Analisi implicativa ed analisi fattoriale con le variabili supplementari.

I dati sono stati analizzati con il software C.H.I.C.² (Classification Hiérarchique Implicative et Cohésitive) L’analisi dei dati con le variabili supplementari è fatta sulla matrice trasposta. Pertanto il numero di variabili, nella trasposta, è di 58 più 5.



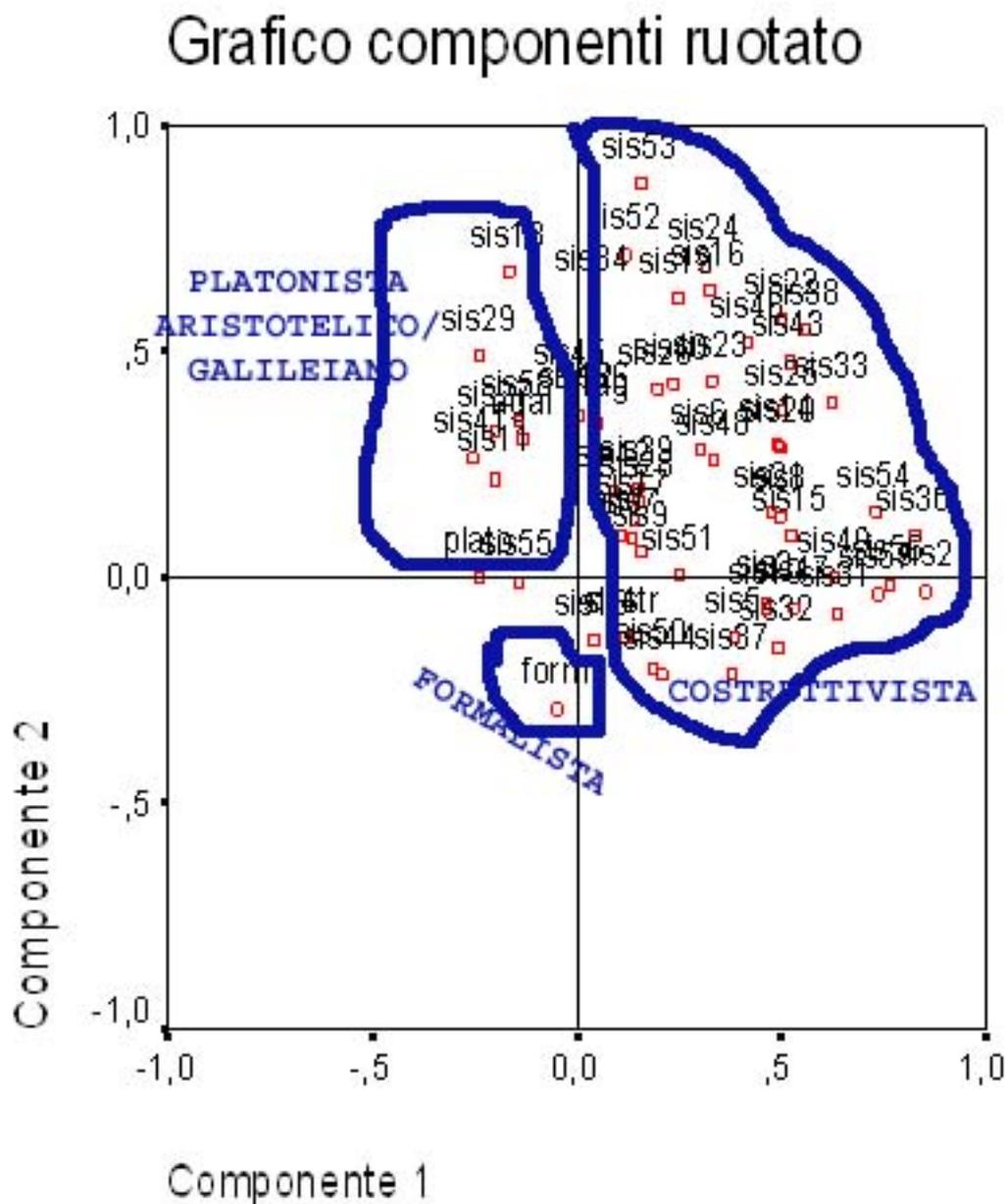
Il formalista rimane isolato. Il Platonista con l’aristotelico-Galileiano formano un gruppo significativo. La maggioranza è costruttivista anche se ad un livello di significatività basso.

4.3. L’Analisi Fattoriale delle corrispondenze.

I dati sono stati analizzati con il software SPSS 10.0³. I fattori presi in esame sono due. Il numero elevato di variabili della matrice trasposta ci permette di accettare come buona la varianza spiegata che è del 27,452%.

² Le informazioni riguardanti il software si possono trovare al seguente sito dell’Associazione dei ricercatori in Didattica delle Matematiche francesi: <http://www.ardm.asso.fr/CHIC.html>

³ Software statistico professionale ampiamente diffuso.



Dall'analisi fattoriale possiamo cominciare a fare alcune considerazioni. Un risultato abbastanza evidente è che, rispetto al fattore verticale vi sono due grandi gruppi di allievi che si raggruppano sul “costruttivista” (costr) ed altri, in numero più piccolo, su “Aristotele-Galileo” e “Platone”.

Una prima conclusione ci porta a considerare il ragionamento costruttivista come quello privilegiato dai futuri insegnanti di Matematica.

5. Conclusioni

La conclusione che viene fuori da questi dati è che la concezione “costruttivista” è quella più forte. L'insegnamento nelle scuole superiori e l'istruzione universitaria hanno, nella seconda metà del novecento, indotto dei comportamenti non consapevoli verso il costruttivismo.

Questo è un indicatore abbastanza significativo del fatto che una corrente di pensiero viene a stabilizzarsi nella prassi didattica.

Il '900 è ancora tutto da studiare ma considerazioni sperimentali di questo tipo potrebbero fornire utili indicazioni per approfondimenti teorico-sperimentali sull'epistemologia, la storia e ... le concezioni dei futuri insegnanti.

Problemi aperti

- Un modello matematico fornisce sempre una descrizione completa dell'oggetto fisico?
- I modelli sono temporanei. Gli scienziati usano un modello per un certo periodo ma, in conseguenza della maggiore conoscenza acquisita, esso diventa obsoleto o inutile e viene quindi modificato o rimpiazzato da un altro modello. Questo atteggiamento scientifico sul “Modello” sino a che punto viene utilizzato dagli insegnanti di Matematica e Fisica?
- I modelli possono essere usati per predire fenomeni, strutture o processi che non sono ancora osservati?
- Costruire un modello è un processo logico piuttosto che un processo intuitivo e creativo?

Riferimenti Bibliografici

- G. Andaloro, V. Donzelli e R.M. Sperandeo-Mineo, “Modelling in Physics Teaching: the role of computers simulation”. *International Journal of Science Education*, 13, 243-254, (1991).
- J.S. Berry, D.N. Burghes, I.D. Huntley, D.J.G. James e A.O. Moscardini (eds), “*Mathematical Modelling. Methodology, Models and Micros*”. Ellis Horwood, Chichester, (1986).
- M. Luisa Dalla Chiara Scabia (1968), *Modelli sintattici e semantici delle teorie elementari*, Feltrinelli, Milano
- J.K. Gilbert, C. Boulter e M. Rutherford, “Models in explanations: part 1, horses for courses?”. *International Journal of Science Education*, 20, 83-97. (1998)
- Gras R. (2000). *Les fondements de l'analyse implicative statistique*, Quaderni di Ricerca in Didattica, Palermo, <http://dipmat.math.unipa.it/~grim/quaderno9.htm>
- Gras R., Diday E., Kuntz P. et Couturier R. (2001). *Variables sur intervalles et variables-intervalles en analyse implicative*, Actes du 8ème Congrès de la Société Francophone de Classification de Pointe à Pitre, 17-21 décembre 2001, pp 166-173.
- R. Gras, R. Couturier, F. Guillet, F. Spagnolo (2005), Extraction de règles en incertain par la méthode statistique implicative, *Comptes rendus des 12èmes Rencontres de la Société Francophone de Classification, Montréal 30 mai-1^{er} juin 2005, UQAM*, p. 148-151.
- Imre Lakatos (1979), *Dimostrazioni e Confutazioni*, Feltrinelli, Milano
- Les Grandes courantes de la pensée mathématique* (F. Le Lionnais)(1948), Cahiers du Sud, Paris.
- Lerman I.C. (1981) *Classification et analyse ordinale des données*, Dunod, Paris
- Lerman I.C., Gras R., Rostam H. (1981). *Elaboration et évaluation d'un indice d'implication pour des données binaires*, I et II, *Mathématiques et Sciences Humaines* n° 74, p. 5-35 et n° 75, p. 5-47.
- G. Lolli (2002), *Filosofia della matematica*, Il Mulino, Bologna.
- C. Mangione, *Storia della Logica da Boole ai nostri giorni*, Garzanti, 1993
- F. Spagnolo (1998), *Insegnare le matematiche nella scuola secondaria*, La Nuova Italia, Firenze.
- Spagnolo F., Toscano E. (2002), *Un percorso interpretativo della Logica del '900*, Quaderni di Ricerca in Didattica, n.11, 2002, <http://math.unipa.it/~grim/quaderno11.htm>
- F. Spagnolo, G. Bagni & F. Furinghetti (2004a), *History and epistemology in mathematics education*, Italian Research and Teacher Training in Mathematics Education in Italy 2000-2003. (Presentato all'ICMI-10, Copenhagen), UMI-CIIM, 2004. Ghisetti&Corvi, Milano, pagg 170-192.
- Spagnolo F. – R. Gras (2004b), *Fuzzy implication through statistic implication: a new approach in Zadeh's framework*, 23rd International Conference of the North American Fuzzy Information Processing Society, NAFIPS (IEEE), Banff, Canada, Edited by Scott Dick-Lukasz Kurgan-Petr

Musilek-Witold Pedrycz-Mark Reformat (IEEE Catalog 04TH8736, ISBN 0-7803-8376-1), pagg 425-429, Vol I.

Spagnolo F.(2005), L'Analisi Statistica Implicativa : uno dei metodi di analisi dei dati nella ricerca in didattica delle Matematiche, Troisième Rencontre Internationale A.S.I. (Analyse Statistique Implicative), Palermo. Supplemento 2 al n.15 “Quaderni di Ricerca in Didattica” http://math.unipa.it/~grim/asi/suppl_quad_15_2.htm .

H. Wang (1984), *Dalla Matematica alla Filosofia*, Boringhieri, Torino.