

Nuovi indirizzi per l'insegnamento della fisica?*

Elio Fabri

Riassunto

Passiamo in rassegna alcune “nuove tendenze” didattiche, prestando attenzione all'insegnamento della fisica nella scuola secondaria superiore italiana. In particolare: costruttivismo, competenza, prove esperte (o autentiche). Cerchiamo di definirne il significato, basandoci su testi pubblici di esperti (pedagogisti, dirigenti scolastici...).

Concludiamo che si tratta di proposte spesso mal definite, con pretesa di estrema generalità, ma ben difficilmente applicabili senza snaturare almeno il settore scientifico della scuola. Anche ciò che può esservi di valido richiederebbe quanto meno una discussione approfondita tra persone che abbiano vera esperienza della materia. Non un'imposizione autoritaria, come sembra essere la prassi attuale.

1. Introduzione

Come se non bastassero altri problemi, gli insegnanti oggi sono bombardati da una miriade di “proposte innovative” che se attuate (magari per decreto) modificherebbero in modo significativo il loro lavoro. Qui mi limiterò a una selezione, sicuramente assai incompleta, di ciò che può essere rilevante per l'insegnante di fisica nella secondaria superiore.

Spesso le nuove proposte si caratterizzano (si definiscono) attraverso alcune “parole d'ordine” o “parole chiave”; esempi sono

- costruttivismo
- competenze
- prove esperte
- flipped classroom
- IBSE (Inquiry Based Science Education)
- chissà quante altre che non conosco...

Dirò qualcosa su questi temi — non tutti, anche per ragioni di tempo — nella misura in cui sono riuscito a capire, e nella speranza di aiutare chi deve concretamente lavorare nella scuola a orientarsi meglio. In particolare, vedremo che tra i vari temi c'è una certa relazione.

* Relazione su invito al Congresso AIF di Lucca, 18–10–2017. Pubbl. in LFnS, **50** (2012), 170.

2. Costruttivismo

Cominciamo col dire che non si tratta di un'idea nuova. I presupposti si fanno risalire parecchio lontano nel tempo: basta leggere la voce “constructivism” in *wikipedia* (inglese) [1]:

Writers who influenced constructivism include:

- John Dewey (1859–1952)
- Maria Montessori (1870–1952)
- Wladyslaw Strzemiński (1893–1952)
- Jean Piaget (1896–1980)
- Lev Vygotsky (1896–1934)
- Heinz von Förster (1911–2002)
- George Kelly (1905–1967)
- Jerome Bruner (1915–2016)
- Herbert Simon (1916–2001)
- Paul Watzlawick (1921–2007)
- Ernst von Glasersfeld (1917–2010)
- Edgar Morin (1921–)
- Humberto Maturana (1928–)

Solo di 7 fra questi posso dire di avere qualche conoscenza, e la mia impressione è che metterli tutti nel calderone costruttivista sia un'operazione alquanto arbitraria.

Va anche detto che il termine viene usato in una quantità di accezioni: filosofica generale, epistemologica, psicologica, didattica. Forse lo si capisce meglio leggendo in *wikipedia* (it) la voce “Costruttivismo (filosofia),” al capitolo “Didattica” [2]:

Il costruttivismo recupera alcuni concetti del positivismo e del neopositivismo: la conoscenza come costruzione attiva del soggetto, è un concetto presente in gran parte della ricerca di questo secolo [naturalmente intende quello che ormai è il secolo scorso].

Dewey, Piaget e Vygotskij possono essere considerati costruttivisti.

L'apprendimento non è visto solo come un'attività personale, ma come il risultato di una dimensione collettiva d'interpretazione della realtà. La nuova conoscenza si costruisce non solo in base a ciò che è stato acquisito in passate esperienze ma anche e soprattutto attraverso la condivisione e negoziazione di significati espressi da una “comunità di interpreti.”

Esso è anche un nuovo quadro di riferimento learning centered che pone, cioè, il soggetto che apprende al centro del processo formativo, in alternativa ad un approccio educativo teaching centered, basato sulla centralità dell'insegnante,

unico e indiscusso detentore di un sapere universale, astratto e indipendente dal contesto di riferimento.

(Invito a tener presente l'ultima riga.)

Da un'altra fonte [3] più vicina alla didattica, ricaviamo i "Cinque principi guida del costruttivismo":

- *Porre problemi che abbiano interesse attuale (emerging relevance) per gli studenti.*
- *Strutturare l'insegnamento attorno a concetti primari.*
- *Cercare e apprezzare i punti di vista degli studenti.*
- *Adattare l'istruzione a basarsi sulle ipotesi degli studenti.*
- *Valutare l'apprendimento degli studenti nel contesto dell'insegnamento.*

Questi principi sono applicabili a tutti i livelli e stadi dell'istruzione. Nel corso del vostro lavoro con le idee dell'apprendimento costruttivista, potrete elaborare versioni personali dei principi.

(Prego notare le parole che ho evidenziato.)

Nel preparare questa relazione ho incontrato una difficoltà: trovare esempi relativi all'insegnamento della fisica al livello liceale. Per es. [4] contiene vari esempi, ma nessuno al livello di fisica liceale.

Alcune impressioni

1. Sembrerebbe che per essere costruttivisti basti criticare l'insegnamento "dall'alto," insistere sulla partecipazione attiva dell'allievo. Insomma, siamo tutti costruttivisti. . .

Più seriamente: la cosa ha senso nel primo ciclo (fino a 14 anni). Diventa più complicata e opinabile nella s.s.s., dove sembra sia facile dare esempi in ambito umanistico, ma molto meno in ambito scientifico.

2. Mi pare, seguendo la letteratura, che la fase di maggiore espansione del discorso costruttivista risalga a oltre 20 anni fa. E che spesso sia stata associata allo sviluppo e all'utilizzo in ambito didattico delle "nuove tecnologie" (Jonassen).

3. Credo di poter identificare due correnti, che definirei "cooperativa" e "soggettivista."

La prima, nella quale includerei per es. Vigotsky, mette l'accento sulla dimensione collettiva nell'interpretazione della realtà. Anche questa però non è andata esente da forzature: si veda ad es. [5].

La seconda insiste invece su un'interpretazione individuale: mi sembra ben rappresentata da Maturana e Varela [6]. È significativo ciò che scrivono a proposito delle "ombre colorate" (contrasto cromatico). Un tipico esperimento sul contrasto cromatico può essere organizzato al modo seguente.

- 1) Si dispongono due proiettori in modo da illuminare una stessa regione su uno schermo. Il primo proietta luce bianca; il secondo, grazie a un filtro, proietta luce rossa.
- 2) S'interpone nei due fasci di luce un oggetto opaco, in modo che esso proietti due ombre separate. In una delle ombre arriverà soltanto luce bianca, nell'altra solo luce rossa.
- 3) Si osserva che l'ombra dove arriva solo luce rossa appare rossa, come ci si aspetterebbe. Invece quella dove arriva solo luce bianca appare verde-azzurra.

Ed ecco il commento di M&V:

Siamo abituati a pensare che il colore sia una qualità degli oggetti e della luce da loro riflessa, così se vedo verde deve essere perché al mio occhio giunge luce verde, cioè di una certa lunghezza d'onda.

Se prendiamo uno strumento per misurare la composizione della luce, scopriamo che in realtà non c'è predominio delle lunghezze d'onda chiamate verdi o azzurre nell'ombra che vediamo verdeazzurra e troviamo solamente la distribuzione tipica della luce bianca.

[. . .] poiché stati di attività neuronale (come quelli legati al verde) possono essere innescati da perturbazioni luminose diverse (come quelli che permettono di vedere le ombre colorate), è possibile mettere in relazione i colori con stati di attività neuronale e non con lunghezze d'onda.

Gli stati di attività neuronale innescati dalle diverse perturbazioni sono determinati, in ciascuna persona, dalla sua struttura individuale e non dalle caratteristiche dell'agente perturbatore.

Certamente esiste un difetto nella tradizione della didattica fisica in materia di colori, e la critica di M&V è giusta quando contesta la diretta identificazione tra colori percepiti e composizione spettrale della luce. La percezione del colore è fenomeno assai più complesso, in cui giocano un ruolo sia la struttura della retina, sia il sistema nervoso centrale. Dell'argomento mi sono occupato lungo diversi anni [7]. Rimando in particolare alla puntata 26, che discute la questione delle "ombre colorate."

Quella che mi fa chiamare "soggettivista" la posizione di M&V è la frase finale:

Gli stati di attività neuronale innescati dalle diverse perturbazioni sono determinati, in ciascuna persona, dalla sua struttura individuale e non dalle caratteristiche dell'agente perturbatore.

La composizione spettrale della luce non ha proprio nessuna importanza? Questo è troppo. . .

La posizione di M&V è rilevante per le implicazioni didattiche del costruttivismo, quando si arriva a sostenere (c'è chi lo fa) che la costruzione della conoscenza è opera *puramente individuale*. È chiaro che se si accetta una simile impostazione, un insegnamento scientifico diventa *semplicemente impossibile*.

Un laboratorio di fisica costruttivista

Un lungo articolo (1994) di W.M. Roth [8] descrive un esperimento condotto con tre classi di junior high school maschile (nostro 3° anno di s.s.) di una scuola privata in Canada. In realtà l'articolo tratta soprattutto delle modalità di sperimentazione e verifica, assai poco dei contenuti. Di questa parte mi sembra inutile parlare: troppo grande è la differenza tra i due sistemi scolastici.

Traggo dalla parte generale, a pag. 198:

Gli obiettivisti attribuiscono alla conoscenza un'esistenza indipendente da chi conosce. Di conseguenza tale conoscenza, che sta in corrispondenza uno-uno con la realtà, può essere trasferita da un'autorità a un discente più passivo. Da questo punto di vista le lezioni sono il modo preferito per trasmettere la conoscenza.

I costruttivisti sostengono che apprendere è un processo d'interpretazione, dal momento che ogni informazione riceve significato in termini delle conoscenze pregresse dello studente.

Dal punto di vista costruttivista ogni discente costruisce e ricostruisce attivamente la propria comprensione, piuttosto che riceverla da una sorgente più o meno autorevole, come un insegnante o un libro.

Si nota qui, nel calore della polemica, un'esagerazione caricaturale della posizione che si vuole contrastare. Mi riferisco a come viene inventata e descritta la posizione "oggettivista."

Critiche e difese

Nel 2002 appare in *Science & Education* un articolo [9] di D. Gil-Pérez et al., intitolato "Defending constructivism in science education," nel quale gli autori esaminano alcune critiche al programma costruttivista, ne espongono una confutazione, e cercano di chiarire meglio che cosa si debba intendere per costruttivismo nella didattica della scienza.

Alcuni titoli di articoli citati:

"Constructivism Deconstructed" (1992)

"Rise and Fall of Constructivism" (1994)

"Constructivism in School Science Education: Powerful Model or the Most Dangerous Intellectual Tendency?" (2000).

(Invito a notare le date.)

Ecco le principali tesi di Gil-Pérez et al.:

"Costruttivismo" ha molti significati, e la gran parte delle critiche non riguardano il costruttivismo nell'educazione scientifica. [...]

Ciò che chiamiamo costruttivismo nell'educazione scientifica ha poco a che fare col costruttivismo filosofico. [...]

È chiaro che il meglio della pedagogia costruttivista si può ottenere senza l'epistemologia costruttivista. [...]

L'obiettivo è di porre gli studenti in una situazione in cui essi possono produrre conoscenza ed esplorare alternative, andando al di là della semplice assimilazione di una conoscenza elaborata in precedenza.

Riassumendo: contro la metafora che presenta gli allievi come puri ricevitori, e contro quella che li vede come ricercatori autonomi o scienziati praticanti, proponiamo la metafora del “ricercatore principiante.” [...]

Non è possibile cambiare ciò che gli insegnanti sono soliti fare in classe (semplice trasmissione di una conoscenza già elaborata) senza modificare la loro epistemologia, le loro concezioni su come si costruisce la conoscenza scientifica, i loro punti di vista sulla scienza.

A questo punto affrontano quelli che vedono come punti di vista erronei, diffusi tra gli insegnanti, sulla natura della scienza e della sua costruzione.

Dobbiamo prestare attenzione a un insieme di distorsioni che si sostengono tra loro:

- *Estremo induttivismo [...]*
- *Un punto di vista rigido [...] e talvolta un estremo relativismo*
- *Una visione esclusivamente analitica [...]*
- " " *puramente cumulativa [...]*
- " " *copertamente elitaria [...]*
- " " *individualistica [...]*
- " " *di una scienza socialmente “neutrale.”*

Quest'epistemologia spontanea costituisce un serio ostacolo al rinnovamento dell'istruzione scientifica, dato che viene presa acriticamente come “evidente.” [...]

Tale riflessione è assolutamente necessaria per superare la tendenza semplicistica ad accettare “quello che è stato sempre fatto” o invece a cercare “ricette” nuove e più efficaci (successful).

Vale la pena di citare ancora la chiusa dell'articolo:

Com'è stato rimarcato da Duit (1996) la ricerca ha dimostrato chiaramente che gli insegnanti fanno seria resistenza ad adottare posizioni “costruttiviste” — ossia a organizzare l'insegnamento scientifico come (ri)costruzione della conoscenza scientifica per mezzo di una ricerca orientata — e spesso introducono profonde distorsioni.

Che senso ha, per esempio, parlare di “apprendimento come ricerca orientata” se gli insegnanti non hanno alcuna esperienza di ricerca? [...]

Questo ci riporta al problema della formazione degli insegnanti e alla necessità di coinvolgerli nella (ri)costruzione di un corpo di conoscenze in materia d'istruzione scientifica [...]

È in questo senso, di coinvolgere allievi e insegnanti nella costruzione della conoscenza superando l'inefficace trasmissione/ricezione di questa conoscenza che noi e molti altri parliamo di costruttivismo nell'istruzione scientifica.

Un commento

Gli autori ci hanno spiegato che cosa il costruttivismo vuole essere, e che cosa non vuole essere. Non hanno nascosto le difficoltà, i fraintendimenti, le resistenze. Hanno messo l'accento sul problema della "visione epistemologica" degli insegnanti, sulla loro scarsa familiarità con la ricerca scientifica. (Forse — o sono troppo ottimista? — problema relativamente meno serio in Europa che in USA o in Australia.)

Non hanno detto (almeno, non in modo esplicito) che il programma costruttivista sembra aver prodotto molti più articoli su riviste, che non applicazioni concrete e diffuse (non sperimentali). Questo alla data dell'articolo (2002). Sono passati 15 anni, e non direi che le cose siano cambiate.

Ci si deve chiedere: come mai? Forse quegli ostacoli sono troppo forti? Oppure c'è una causa più profonda, che qui enuncio solo come ipotesi: il programma costruttivista non è realizzabile? Ci torneremo più avanti.

3. Competenza/competenze

Il mio primo problema è stato chiarirmi il concetto. In realtà assumo che tutti qui ne sappiano più di me... Ma allora, che senso ha che io ne parli?

Mi sono dato due risposte:

- 1) può essere utile il punto di vista di un "outsider"
- 2) cercherò sempre di restare agganciato, per quanto possibile, al nostro campo "ristretto": la fisica nella s.s.s.

Sulla competenza, in rete si trova molto ... troppo. Molto più difficile trovare materiale su "competenza e insegnamento della fisica nella s.s.s." (Oppure io non l'ho saputo trovare.)

Per il concetto di competenza, ho trovato il libro di Franca Da Re [10] dove leggo (pag. 83):

È importante ricordare che la contrapposizione che a volte viene erroneamente posta tra conoscenze e competenze è davvero inesistente. Le competenze sono costituite di conoscenze e abilità. Le conoscenze supportano le abilità ed entrambe supportano la competenza, che non potrebbe strutturarsi ai livelli più alti senza di esse; tuttavia conoscenze e abilità non costituiscono da sole la competenza.

Fin qui ci dice soprattutto quello che la competenza non è. In realtà molto prima, in un paragrafo intitolato "Il passaggio dalle competenze alla competenza" (pag. 10) ha sottolineato:

Da tutte queste definizioni emerge chiaramente una considerazione importante: la competenza è una integrazione di conoscenze (sapere), abilità (saper fare), capacità metacognitive e metodologiche (sapere come fare, trasferire, generalizzare,

acquisire e organizzare informazioni, risolvere problemi), capacità personali e sociali (collaborare, relazionarsi, assumere iniziative, affrontare e gestire situazioni nuove e complesse, assumere responsabilità personali e sociali). [...]

La competenza, quindi, viene intesa come la mobilitazione di conoscenze, abilità e risorse personali, per risolvere problemi, assumere e portare a termine compiti in contesti professionali, sociali, di studio, di lavoro, di sviluppo personale; in sintesi, cioè, un “sapere agito.” Sempre più si parla di “competenza,” piuttosto che di “competenze”. Si veda a questo proposito la definizione dell’OCDE:

“Non ci sono le competenze in sé, ci sono soltanto le persone competenti.”

Ciò significa che la competenza è una risorsa personale pervasiva, impiegabile dalla persona in tutte le manifestazioni della propria vita.

A questo punto mi sono sentito alquanto smarrito. A maggior ragione quando, a pag. 14–15, fa l’esempio del “termotecnico competente”:

Il termotecnico competente, però, possiede anche capacità personali e sociali, ovvero si relaziona correttamente con i superiori, i colleghi, i clienti; comunica in modo efficace e collabora agli obiettivi comuni. Sa muoversi in contesti nuovi, sia individualmente sia relazionandosi con altri per reperire le informazioni necessarie che ancora non possiede. Conosce e sa spiegare perché le norme giuridiche e di sicurezza prescrivono determinati accorgimenti, conosce e valuta le conseguenze sulle persone e sull’ambiente causate dalla loro non osservanza. Di conseguenza, le osserva scrupolosamente, spiega ai clienti perché è necessario farlo, non cerca scorciatoie dettate magari da interessi economici suoi o del cliente. Non da ultimo, rilascia sempre ricevute e fatture e paga le tasse... In questo modo abbiamo descritto un cittadino corretto e un termotecnico competente.

Insomma per Da Re “competente” è un esperto, sapiente, responsabile, eticamente completo, cooperativo ... insomma un mostro di perfezione. E io, tra di me: scenderà mai (l’autrice) sul pianeta Terra? Come no (pag. 23):

Prendiamo un insegnante di fisica alle prese con i concetti di velocità, accelerazione, inerzia e le relative formule. [?] Se egli partisse dalle domande: “A che cosa servono tali concetti a un normale cittadino, che non sia un tecnico del settore? Come possono contribuire ad aumentare le competenze di cittadinanza?”, potrebbe applicare i concetti fisici ai comportamenti stradali, ai rischi connessi alla velocità, magari servendosi di modellini, documenti, filmati ecc.

Su questo modo d’intendere l’insegnamento della fisica, torneremo verso la fine. Ma comunque dura poco: alle pag. 73–74 si riparte per lo spazio profondo. Siamo al cap. 3, sez. 8: “Una proposta di percorso basato sulle competenze”:

Il Collegio dei Docenti (articolato in Commissioni verticali e trasversali rispetto alle discipline):

- 1) individua le competenze che l’allievo è chiamato a conseguire [...]*
- 2) articola le competenze in abilità [...]*

- 3) riferisce e “incastona” le competenze di base nelle competenze chiave europee di riferimento [...]
- 4) formula i livelli di padronanza riferiti alle competenze chiave [...]
- 5) struttura esempi di “compiti significativi” che possono essere affidati all’allievo [...]
- 6) formula i criteri e individua gli strumenti generali per la verifica e la valutazione dei risultati di apprendimento e per la loro documentazione e certificazione [...]

Chiedo scusa, ma non è mica finita...

Nella fase successiva il Collegio dei Docenti, articolato per Commissioni di classi parallele di docenti della stessa disciplina, ma anche di discipline diverse (ciò è auspicabile se si parla di competenza), mette a punto [...] percorsi di apprendimento [...]

Questi percorsi vengono formulati anche dai Consigli di Classe e dalle équipes di docenti che operano con lo stesso gruppo di alunni e che hanno il compito di contestualizzare [...] concordare [...] stabilire [...] valutare [...] coinvolgere [...] strutturare.

Ce n'è anche per i “singoli docenti,” ma ve ne faccio grazia.

Chi è Franca Da Re?

A me era sconosciuta (mancanza mia) ma ce lo dice lei stessa, nella controcopertina del suo libro:

Franca Da Re è psicologa, dirigente scolastica. È stata insegnante di scuola primaria e psicopedagogista.

Svolge attività di formazione su organizzazione scolastica, didattica, valutazione degli apprendimenti, autovalutazione d'istituto.

In particolare si occupa di didattica per competenze, realizzando materiali di lavoro, modelli di curricolo, saggi e percorsi di formazione.

È stata membro del Comitato tecnico scientifico della Rete di scuole “Rete veneta per le Competenze”, che ha prodotto un'ampia documentazione sulla didattica per competenze nella scuola del secondo ciclo.

È autrice di pubblicazioni sulla valutazione, sulle metodologie didattiche, sulle competenze e su temi psicologici ed educativi.

Prendiamo atto...

Un commento di taglio diverso [11]

Un'altra parola ambigua è stata diffusa: “competenza.” Questa è stata interpretata da alcuni nel senso di una maggiore attenzione a ciò che a scuola effettivamente si impara e come attenzione al rapporto tra scuola e mercato del lavoro. Invece, per la Commissione e per i nostri ministri, il “curriculum

per competenze,” con un minimo di competenze di base, ha significato lo sviluppo di curricula flessibili, giustificati non da ragioni culturali o pedagogiche, ma dall'autonomia della gestione delle scuole. I contenuti culturali sono stati così sacrificati. Prima di rilanciare gli obiettivi di Lisbona, bisognerebbe chiedersi qual è l'idea di conoscenza sulla base della quale, da Lisbona in poi, la Commissione ha lavorato: conoscenza come informazione o come sviluppo del sapere sul mondo naturale e umano? Qual è l'idea di soggetto umano e del suo rapporto con la scienza e la cultura? Quella di un soggetto concepito come somma di competenze utili all'economia, quale essa è? Accettiamo questo?

(Il riferimento a Lisbona sta per la cosiddetta “strategia di Lisbona,” che qui non posso neppure richiamare.)

La competenza in concreto [?]

Ho trovato istruttiva anche la lettura di [12]. Il testo è anonimo, ma si riconosce lo stile del dirigente scolastico. Una breve ricerca ne mostra l'origine nell'Istituto Stefani–Bentegodi, un Istituto tecnico e professionale con diverse sedi in provincia di Verona.

Alcune citazioni:

La didattica delle competenze si fonda sul presupposto che gli studenti apprendono meglio quando costruiscono il loro sapere in modo attivo attraverso situazioni di apprendimento fondate sull'esperienza.

Essa si basa su alcuni assunti fondamentali:

- 1. la valorizzazione dell'esperienza attiva dell'allievo, impegnato in “compiti significativi” che prevedono la soluzione di problemi, la gestione di situazioni ancorate alla vita reale o molto vicine ad essa;*
- 2. l'apprendimento induttivo, dall'esperienza alla rappresentazione, alla generalizzazione, fino al conseguimento del modello teorico;*
- 3. la valorizzazione dell'apprendimento sociale, cooperativo e tra pari;*
- 4. la riflessione continua, la ricostruzione dei propri percorsi attraverso comunicazioni scritte ed orali;*
- 5. l'assunzione costante di responsabilità di fronte ai compiti da gestire in autonomia, individualmente ed in gruppo;*
- 6. la centratura del processo di apprendimento-insegnamento sull'azione degli allievi, piuttosto che su quella dei docenti, che più spesso assumono invece il ruolo di facilitatori, registi, tutor.*

(pag. 2)

Sempre più l'insegnamento basato sulla trasmissione del sapere genera negli studenti demotivazione, estraneità e disamore per lo studio.

(pag. 3)

L'unità di apprendimento vera e propria ha carattere interdisciplinare e presuppone la progettazione e la gestione congiunte da parte di più docenti.

(pag. 3)

La collegialità è un carattere imprescindibile della didattica delle competenze, non mimetizzabile in semplici formulari da riempire dovendo proporre agli allievi percorsi di lavoro concreti in cui loro devono essere i primi attori e dai quali devono risultare prodotti verificabili.

(pag. 6)

Il Consiglio di classe ad inizio anno individua il numero di UDA da inserire nella programmazione di classe e per ciascuna di esse indica l'ambito tematico di riferimento e le materie chiamate a fornire il loro contributo.

I docenti coinvolti individuano il prodotto finale richiesto agli allievi, le competenze di cui gli allievi, per ottenerlo, devono dare prova, totalmente o in parte, di possedere, le abilità e le conoscenze disciplinari necessarie, i tempi di sviluppo dell'UDA, le fasi di intervento delle diverse discipline, le forme di verifica e di valutazione delle competenze acquisite.

È fondamentale il coordinamento delle attività delle diverse discipline che devono intervenire con una scansione e con dei tempi precisamente definiti per realizzare un'azione in cui docenti e allievi agiscono concordi per realizzare nei tempi previsti il prodotto richiesto.

Una apposita modulistica permette la configurazione della UDA ottenendo un documento che specifica ruoli, tempi e modi dei diversi attori, insegnanti e allievi. Sul piano pratico, dovendo riportare nell'UDA termini e dati ricorrenti, derivabili dalle Linee guida può risultare utile predisporre un file Word che li raccolga e dal quale attingere di volta in volta con il "copia incolla".

(pag. 7)

Qui colpisce, tra l'altro, il brusco precipitare dai grandi principi generali e dalle rigorose enunciazioni di metodo, al "copia incolla" in un file Word. . .

Non so immaginare come possa essere visto questo mio ricorrere a citazioni di materiale che temo vi sia ben noto e verso cui siete probabilmente mitridatizzati; detto alla buona, non vi faccia più né caldo né freddo. A me invece, che non ci sono avvezzo, fa un certo effetto.

Volendo prenderlo sul serio, avrete riconosciuto in più punti un approccio costruttivista. Notate che stiamo parlando di un Istituto Tecnico-Professionale, dove tra l'altro — per ricordarci della fisica — tutto questo si dovrebbe realizzare in due o al più tre ore, in prima e seconda, o anche in una sola classe. Ci tornerò verso la fine.

4. Esperte o autentiche?

C'è chi dice che "prova esperta" e "prova autentica" hanno significati diversi, e chi invece li considera sinonimi. Secondo me sono prima di tutto delle brutte traduzioni. Comunque qui non farò distinzione.

Sull'argomento si è discusso molto, specialmente in relazione alla ventilata "seconda prova di fisica" per il Liceo Scientifico. Qui non voglio riprendere quella discussione, ma solo esprimere il mio punto di vista su ciò che è stato proposto sotto quell'etichetta e su quello che secondo me è il punto nodale: sono possibili e desiderabili prove autentiche di fisica?

Una premessa per evitare fraintendimenti

Ciò che sto per dire non deve essere inteso come una valutazione negativa sul tanto lavoro fatto da diversi soci AIF, soli o in gruppo, e sulle discussioni avvenute in vari contesti (per es. il forum LS-OSA, di cui ho solo notizie di seconda mano in quanto non è per me accessibile). Anche se le mie idee possono differire, a volte su scelte di fondo.

Compiti di realtà

Si parla anche di "compiti di realtà" (anche questa una traduzione?). Per es. Censi [13] dice che "una prova esperta è un particolare caso di compito di realtà." Sempre in [13] trovo anche la definizione dei compiti di realtà, come mezzo per valutare la competenza:

I compiti di realtà si identificano nella richiesta rivolta allo studente di risolvere una situazione problematica, complessa e nuova, quanto più possibile vicina al mondo reale, utilizzando conoscenze e abilità già acquisite e trasferendo procedure e condotte cognitive in contesti e ambiti di riferimento moderatamente diversi da quelli resi familiari dalla pratica didattica.

Non è irrilevante che queste parole provengano dalle linee guida per la certificazione delle competenze *nel primo ciclo d'istruzione*. È bene anche notare l'uso di espressioni vaghe (che ho evidenziato) come "quanto più possibile" e "moderatamente diversi." L'interpretazione è lasciata ai docenti, ma s'intende che possa riuscire impossibile trovare una situazione davvero vicina al mondo reale. E che il contesto dovrà essere sì diverso, ma non troppo. . .

Sempre Censi:

[. . .] non ci si può più accontentare che lo studente accumuli conoscenze e abilità, ma occorre trovare il modo attraverso il quale egli possa stabilire relazioni tra esse e il mondo per essere in grado di individuare idonee soluzioni ai problemi quotidiani della vita reale.

"Occorre trovare" . . . ammesso che sia possibile, e compatibile con altri obiettivi. Bisognerebbe capire meglio quali sono "i problemi quotidiani della vita reale" ai quali i nostri ragazzi dovrebbero essere messi in grado di trovare soluzioni. Se non si precisa, vuol dire tutto e niente. . . Se si precisa, si potrebbe avere la sorpresa che 10 ore settimanali *per ciascuna materia* non basterebbero.

A me pare che costruire prove esperte sia possibile solo in casi molto semplici, come quello di Censi. Il suo è un esempio assai istruttivo, per la gradualità

con cui passa da un “problema chiuso” tradizionale a un problema esperto. Ma ci riesce appunto perché ha scelto un caso assai semplice.

Altri esempi

Cominciamo dalla relazione di Mario Comoglio (Rovigo 2014) [14], intitolata “Valutare l’apprendimento,” dove si trova un certo numero di esempi di prove, che penso possano essere chiamate “prove esperte.” Dei 9 esempi, soltanto due possono essere ritenuti prove di fisica; vediamoli un po’ più da vicino.

L’esempio 1 non riesco a capirlo. Si tratta di un incidente stradale, che viene descritto e sul quale vengono poste alcune domande. Ecco il testo:

Il tuo migliore amico, Chris, ha preso la patente sei mesi fa.

L’altra notte è stato coinvolto in un incidente sull’autostrada e ha colpito il guard-rail. L’ufficiale di polizia che ha esaminato l’incidente ha accusato Chris di eccesso di velocità. C’era una pioggerellina ed egli pensa di essere andato su un punto scivoloso e di aver sterzato quando ha premuto sul freno.

Egli pensa di aver preso la multa perché l’ufficiale ha visto i segni della frenata. Ora vuole che lo aiuti a provare in tribunale che non andava veloce.

Di quali altre informazioni hai bisogno per aiutare Chris?

Si ricordi che Chris ha avuto due multe da quando ha cominciato a guidare. Una volta è stato per eccesso di velocità e un’altra per non aver osservato un segnale di stop.

Tu e Chris siete andati dove è accaduto l’incidente. Avete misurato le strisce. Erano lunghe 170 mt [sic]. Decidete di disegnare uno schizzo che mostra la relazione tra le strisce e dove la macchina ha colpito il guard-rail.

Come si determinerà la velocità di Chris al momento dell’incidente?

Quale prova può essere presentata in tribunale?

Per cominciare, osservo che non ci viene detto:

- quale ne è l’origine
- per quale scuola e classe è concepito
- per quale tipo di valutazione.

Ma a parte questo, non saprei proprio rispondere.

Su un totale di nove, l’unico altro esempio di fisica è il 9, che non a caso è sempre di meccanica (v. tra poco). Questo è assai più complesso (un rally), ma di nuovo non ci si dice a che livello è stato proposto, e con quale fine. Anche a livello universitario, il tempo di due ore mi pare insufficiente. Non posso discutere anche questo problema, per non eccedere in lunghezza.

Ancora sull’incidente stradale

Dopo il Congresso ho potuto risalire alla fonte originaria [15] e ho avuto diverse sorprese. Intanto la traduzione è tutt’altro che perfetta, sia su cose banali (es. l’ufficiale di polizia, che era “highway patrol officer,” e io avrei tradotto

“l’agente della stradale”). Più importante: “di aver sterzato” era “veered off the road,” ossia “uscì di strada,” che è più comprensibile. Poi c’è un ingiustificabile lapsus: si legge che le strisce della frenata sono lunghe 170 m, il che mi aveva fatto pensare “ma a che velocità andava ’sto benedetto ragazzo?” Invece l’originale dice “18 yards,” che è più ragionevole.

Un altro cambiamento è più serio, perché coinvolge lo stesso metodo della prova. In origine “di quali altre informazioni hai bisogno per aiutare Chris?” era

Make a list of what you know so far.

What additional information do you need to help Chris?

Following their initial list making, students receive this additional information about the accident and about Chris’s prior driving history.

Dunque la prova è divisa in due tempi: dopo la prima parte i ragazzi lavorano, si discute quello che hanno fatto, e poi si dà la seconda parte del problema.

Mi resta solo da aggiungere che — come si vede anche dal titolo del libro — la prova è per una “high school,” ossia primo biennio della nostra s.s. Lascio a chi legge di valutare che cosa accadrebbe in una nostra classe. Può darsi che i ragazzi americani siano abituati fin da piccoli a porsi in un modo diverso davanti a quesiti del genere (io però non ci metterei la mano sul fuoco). Ma anche se ammettiamo questo, non ne segue che abbia senso sparare *ex-abrupto* un approccio simile su ragazzi italiani di 15 anni. Si dovrebbe cominciare assai prima; e solo *gradatamente* cambiare tutto lo stile dell’insegnamento.

Ammessi che lo si voglia, che lo si reputi una buona cosa; il che richiederebbe — mi pare — una vasta discussione, e non la linea autoritaria che abbiamo visto finora.

Un esempio antico

Facendo ragionevoli ipotesi sulle dimensioni ecc. calcola la pressione che c’è nella canna di un fucile mentre parte un proiettile.

Questo è l’enunciato del problema. Che è seguito da indicazioni per il solutore:

L’esplosivo della cartuccia produce in brevissimo tempo una grande quantità di gas molto caldo. La pressione del gas spinge il proiettile nella canna.

Fai opportune stime sulle dimensioni della canna e su tutte le altre grandezze che ti occorrono e calcola la pressione media del gas nel tempo in cui il proiettile sta nel fucile.

Volutamente non ti vengono forniti dati numerici, dovrai inventare tu i valori che ti sembrano ragionevoli e ricavarne una risposta numerica.

Poiché farai delle ipotesi e delle stime dovrai esporle chiaramente prima di usarle.

Poiché sono soltanto stime ci si aspetta solo una risposta grossolana, perciò sarà accettata qualunque risposta ragionevole purché tu abbia spiegato come ci sei arrivato.

Enuncia in modo chiaro i valori dei dati che assumi e i principi fisici dei quali fai uso.

Descrivi poi il ragionamento che hai fatto.

Il problema si trova in [16] ed è di E.M. Rogers. Risale al 1962, quando il termine “prove autentiche” credo fosse ancora da inventare. Ed ecco un commento al problema:

Questo modo di presentare un problema è assolutamente non tradizionale per noi, per diverse ragioni. Una è che si tratta di una situazione decisamente aperta, in cui non è detto esattamente quello che si deve fare; non si dice: “Calcola questo, usa questa legge, ecc.” Inoltre non ci sono dati numerici, poiché è lo studente che se li deve trovare in qualche modo.

Va da sé che lo studente deve essere stato abituato a fare questo tipo di lavoro, e non è assolutamente immaginabile che senza aver creato le condizioni necessarie si possa improvvisamente sottoporre a uno studente un problema così concepito.

Ma è soprattutto un'altra la caratteristica di questo problema: la lunga spiegazione di quello che ci si aspetta. “Io mi aspetto che tu faccia questo e faccia quest'altro; questo me lo dovrai spiegare, verrà valutato positivamente questo e non quest'altro, ecc.” In altre parole, pensando al problema come una sfida tra l'insegnante e l'allievo, questi deve rispondere alla sfida, ma gli si dice in modo chiaro ed esteso quali sono le regole del gioco; la sfida non è al buio: “Tu, questo devi fare, questo mi devi spiegare, questo mi devi dire.”

Il commento che precede si trova in [17]. Sono passati 25 anni... Il VI Convegno Orlandini aveva per titolo “Il ruolo del problema nella didattica della fisica” e conteneva diverse relazioni, oltre la nostra. Non ho presenti altre attività dell'AIF in materia, fino a tempi recentissimi.

Le prove “ministeriali”

Le prove autentiche di fonte ministeriale le abbiamo criticate abbastanza. Alcune hanno solo l'apparenza di “autentico,” ma sono artificiose e irrealistiche. Anche sbagliate nei dati. Altre interpretano come “autentico” il capire un articolo scientifico (anche se di un secolo fa) da parte di ragazzi che non hanno mai fatto niente del genere.

Il vero problema

In realtà esiste una difficoltà di fondo, già per la fisica dell'800. (Non parliamo poi della “fisica moderna.”) Appena si lascia la meccanica, si ha a che fare con cose che non si vedono e non si toccano.

Ma più in generale, la “fisica del mondo reale” richiede capacità di astrazione e di schematizzazione. È molto raro che fenomeni, strumenti, oggetti del mondo reale si prestino a una descrizione e studio a livello elementare. Questo è vero anche per la più gran parte degli esempi presi dallo sport.

Sembra che la lezione di Galileo sia stata dimenticata... Debbo ricordare la caduta dei gravi? O il principio d'inerzia? Non è un obiettivo culturale essenziale, nell'insegnamento della fisica, far capire che le leggi fondamentali non si scoprono con la sola osservazione dei fatti, ma riuscendo a estrarre ciò che conta, a estrapolare a casi ideali, irrealizzabili in pratica?

I fenomeni del mondo reale potranno essere capiti, spiegati, previsti... ma solo quando questo lavoro preparatorio sia stato compiuto. Ecco perché non si tratta di lavorare a costruire prove esperte più pulite, senza errori.

Assecondare quella linea didattica per me significa snaturare la fisica.

5. Commenti sparsi e conclusivi

A. Se la critica costruttivista, come abbiamo visto, risale a decenni fa, e almeno a 20 anni fa in forma più moderna ed estesa, come si spiega che siamo ancora allo stesso punto? I sostenitori dovrebbero dare una risposta.

B. Mi sembra che i contenuti passino in secondo piano rispetto a questa totale riorganizzazione del lavoro dei singoli insegnanti e del consiglio di classe. Non riesco a immaginare in che misura tutto ciò (che pare essere ormai vincolante) sia davvero rispettato e realizzato nella realtà delle singole scuole e classi.

C. Non mi pronuncio su altre materie, ma trovo assai problematico salvare, in questa organizzazione, alcuni valori secondo me imprescindibili dell'insegnamento scientifico, e in particolare della fisica. La mia impressione è che — almeno in campo scientifico — ci troviamo di fronte a un programma radicalmente antigalileiano.

D. Sempre e dovunque, trovo molti esempi relativi ai primi livelli scolastici; niente (?) sugli ultimi tre anni della s.s.s. Forse ci sono delle ragioni per questo...

E. È chiaro che costruttivismo e competenza/e, con l'accompagnamento delle prove autentiche o esperte, sono strettamente intrecciati. Si può dare validità universale alle premesse pedagogiche e alla forma delle prove? Quanto contano i diversi sistemi scolastici, le diverse tradizioni, ecc.?

F. Sembra che tutta questa “innovazione” sia gestita da una nuova categoria dirigente della Scuola (i dirigenti tecnici?) che esercita un potere non si sa come giustificato. Esiste un controllo politico? Esiste una qualche possibilità di discutere?

G. Tra l'altro, vedo un assurdo. Si vuole diffondere un atteggiamento “costruttivista,” in cui si valorizza il pensiero degli allievi, li si incoraggia a discutere...

e lo si fa in modo autoritario, da parte di “esperti” che portano la loro “verità” in forma dogmatica, senza consentire discussione.

Posso immaginare una spiegazione: gli insegnanti nel loro insieme sono impreparati, vanno guidati in modo fermo, senza permettere dubbi, incertezze, scappatoie... Ma come si fa a formare ragazzi competenti, se non lo sono i docenti? Qualcuno ha seriamente pensato a come preparare i docenti? Chi è (sarebbe) in grado di farlo?

H. Ci sono due ragioni per cui costruttivismo da un lato, competenza dall’altro (col contorno delle “prove autentiche”) non vanno nella nostra scuola.

- 1) Dove va a finire la “scienza come cultura”?
- 2) Come si concilia questo approccio con gli insegnamenti finalizzati ad attività professionali?

Come si fa ad abolire la “trasmissione” della conoscenza? Penso per es. a elettronica, ottica; ma lo stesso vale per tutti i mestieri dove si debbono apprendere i “know how,” e non certo perdere tempo a sbagliare. La risposta sarebbe il “termotecnico ideale”?

I. *Obiettivi e possibilità dei diversi tipi di scuole.*

Nel lavoro preparatorio per questa relazione ho fatto una piccola ricerca statistica. Propongo i risultati, che non so quanto siano noti nel loro insieme (non lo erano a me). Nella tabella qui sotto do le percentuali delle iscrizioni ai vari tipi di scuole s.s. (a.s. 2017–18, fonte MIUR [18]). A fianco le ore di fisica nei 5 anni. L’ordine è all’incirca quello (decescente) del numero di ore di fisica.

L. scient. (OSA e sport. inclusi)	21.53%	(2+2+3+3+3)
Altri licei	26.78%	(0+0+2+2+2)
IT tecnologico	18.56%	(3+3+0+0+0)
IP servizi (ottico: anche Ottica)	15.59%	(2+2+0+0+0) (2+2+0+0+0)
IP ind. e artig.	4.58%	(2+2+0+0+0) (2+0+0+0+0)
IT economico	12.96%	(2+0+0+0+0)

Come si vede, i Licei Scientifici (dove la fisica si fa per tutti i 5 anni) raccolgono poco più di 1/5 degli iscritti; i rimanenti Licei (che hanno fisica solo negli ultimi 3 anni, e per meno ore) tutti insieme, circa 1/4. Oltre metà dei ragazzi frequentano scuole dove la fisica si fa solo al primo biennio, anche solo per un anno e per sole 2 ore settimanali.

Se ragioniamo sul numero d’insegnanti coinvolti il discorso si complica e non so se ci siano dati. Questo perché a differenza dei Licei Scientifici, dove almeno in parte ci sono insegnanti che insegnano solo fisica, nelle altre scuole la fisica

è sempre abbinata alla matematica, e probabilmente insegnata in prevalenza da laureati in matematica o in ingegneria. . .

Se questo è vero, ne seguono due implicazioni un po' diverse per un'associazione come l'AIF. Se guardiamo all'insegnamento della fisica, visto dal lato dell'utente, il Liceo Scientifico copre solo una minoranza dell'utenza. Ci si dovrebbe quindi preoccupare di più di che cosa accade alla larga maggioranza.

Dal punto di vista del docente la situazione cambia e si fa più intricata. Se non ci fosse l'abbinamento con matematica, gli insegnanti del L.Sc. sarebbero il 46% del totale; dato l'abbinamento sono meno, forse il 20%, forse anche meno. Se guardiamo solo ai laureati in fisica, la proporzione si sposta (credo, ma non ho dati) di nuovo in favore del L.Sc. Ma nasce un diverso problema: non sarebbe necessario un maggiore impegno verso chi si trova a insegnare fisica non avendo fatto un corso di studi completo sulla materia?

In sede di preparazione di questo testo scritto ho chiesto notizie agli amici della mailing-list "sagredo," sulla distribuzione delle 18 ore di ciascun insegnante, sul tipo di laureati che insegnano fisica, sull'abbinamento o meno con matematica. Anche se con un piccolo numero di risposte (esprimo il mio ringraziamento a chi ha speso tempo a rispondermi) è emerso un quadro sconcertante:

- ogni scuola è un caso a sé
- i criteri di assegnazione, quando sono visibili, restano i più diversi
- i casi in cui fisica è insegnata da laureati in fisica non sono neppure la maggioranza
- la continuità didattica sembra l'ultima preoccupazione.

Date le molte incertezze e la carenza di dati, non posso fare altro che segnalare questo ambito di problemi, che mi pare debbano essere tenuti presenti dall'Associazione, forse più di quanto non si faccia.

J. Sulla politica dell'AIF.

Le brevi considerazioni che seguono non sono nuove. Chi si prendesse la briga di scartabellare miei interventi in passati congressi, da quando esistono, ossia da 40 anni, vedrebbe che idee simili le ho riproposte di continuo.

Dovremmo riuscire a individuare problemi didattici importanti, per studiarli e discuterli autonomamente. Invece stiamo sempre a rincorrere, ora come in passato, l'una o l'altra "nuova proposta," l'una o l'altra "riforma," senza che alcuni nodi centrali vengano mai affrontati col respiro che richiedono. Il caso dei problemi è emblematico, ma non è affatto unico. Non basta certo un "Convegno Orlandini" qua e uno là. . .

Per fare un esempio concreto: prescindendo dalle varie Indicazioni Nazionali e Quadri di Riferimento, che cosa è realistico e utile come insegnamento della fisica nei vari tipi di scuole? Chiarisco meglio il significato dei due aggettivi.

Con "realistico" intendo che sia alla portata di una fascia sufficientemente ampia di allievi, e compatibile col monte ore assegnato alla materia in ciascuna

scuola. Con “utile” intendo qualcosa di più complesso. Occorrerebbe salvare, nella misura del possibile, varie esigenze:

- un certo bagaglio di conoscenze pratiche, necessarie nella vita di oggi in una società complessa (impossibile qui approfondire)
- per gli insegnamenti propedeutici del primo biennio (penso agli Istituti Tecnici, settore tecnologico): assicurare le nozioni di base che verranno utilizzate nelle materie tecniche degli anni superiori
- soprattutto nei licei: assicurare un respiro *culturale*, ossia far vedere come la scienza, e la fisica in particolare, sia una dimensione imprescindibile di una cultura moderna.

È quindi chiaro che non sto proponendo un “syllabus dell’AIF”; idea che non mi ha mai sfiorato, anzi... Ma potrebbero esserci convergenze su alcuni temi, o almeno una presentazione ordinata dei diversi punti di vista. Ciò senza illudersi di poter influenzare le future IN; ma almeno con la coscienza di aver seguito, nella misura del possibile, l’indicazione dell’art. 1 del nostro Statuto. Anni fa, senza nessuna pretesa, ma solo per indicare che cosa avevo in mente, ho detto qualcosa in merito [19], [20].

K. *Che fare?*

Mi aspetto una domanda. Dopo che ho dato un quadro così poco incoraggiante, sia del valore delle “innovazioni,” sia dell’atteggiamento di alcuni (spero pochi) dirigenti, avete tutto il diritto di chiedermi:

“E io, singolo insegnante, che sono tenuto ad attenermi a leggi, regolamenti, disposizioni, riunioni e relative delibere ... ammesso che fossi convinto dai tuoi argomenti, che cosa dovrei fare?”

La mia risposta sta prima di tutto nel ricordare la premessa:

“[...] nella speranza di aiutare chi deve concretamente lavorare nella scuola a orientarsi meglio.”

Orientarsi: avere idee più chiare, avere migliori argomenti per le occasioni in cui è possibile discutere, sapere meglio che cosa di positivo si può trarre dalle “nuove tendenze” o come si può limitare il danno.

Poi c’è la dimensione politica, in tutti i sensi: nell’AIF e fuori. Non sta a me dare indicazioni. Ognuno farà le sue scelte, tenendo (spero) in conto anche la dignità del proprio mestiere. Sì: a ragion veduta parlo di dignità. Forse sono irrimediabilmente fuori dei tempi, ma per me il mestiere dell’insegnante ha una funzione centrale in una società civile (e del resto l’ha sempre avuta, anche in società che oggi, col nostro metro, non giudicheremmo civili).

Questa funzione va difesa e rivendicata, e non per interesse corporativo, ma per la stessa tenuta della società. Purtroppo dobbiamo farlo contro forze contrarie, che operano a vari livelli, incluso l’interno stesso della scuola. Vi prego d’intendere il mio discorso come un contributo verso questo fine.

6. Bibliografia

- [1] [https://en.wikipedia.org/wiki/Constructivism_\(philosophy_of_education\)#History](https://en.wikipedia.org/wiki/Constructivism_(philosophy_of_education)#History)
- [2] [https://it.wikipedia.org/wiki/Costruttivismo_\(filosofia\)#Didattica](https://it.wikipedia.org/wiki/Costruttivismo_(filosofia)#Didattica)
- [3] <http://www.thirteen.org/edonline/concept2class/constructivism/implementation.html>
- [4] <http://www.thirteen.org/edonline/concept2class/constructivism/demonstration.html>
- [5] <http://www.sagredo.eu/candela/candel147.pdf>
- [6] H.R. Maturana, F.J. Varela: *El arbol del conocimiento* (1984). Trad. ital. *L'albero della conoscenza* (Garzanti 1987).
- [7] <http://www.sagredo.eu/candela/>
(puntate 14, 17, 21, 26, 64).
- [8] W.M. Roth: "Experimenting in a constructivist high school physics laboratory"; *Journal of Research in Science Teaching*, **31** (1994), 197.
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tea.3660310209/full>
(solo abstract)
- [9] D. GilPérez et al.: "Defending constructivism in science education"; *Science & Education* **12** (2002), 557.
https://www.uv.es/gil/documentos_enlazados/defending_constructivism.doc
- [10] F. Da Re: *La didattica per competenze* (Pearson 2013)
http://www.icsboviocolletta.gov.it/public/files/La_Didattica_per_competenze.pdf
- [11] G. e T. Longo
<http://www.naturalmentescienza.it/sections/?s=99#Limonaiia>
- [12] "Riflessioni sulla didattica per competenze" (autore ignoto)
<http://www.stefanibentegodi.gov.it/attachments/article/74/007%2520-%2520RIFLESSIONI%2520SULLA%2520DIDATTICA%2520DELLE%2520COMPETENZE.pdf>
- [13] Dennis L. Censi: "Un esempio di prova esperta in fisica"; *LFnS* **50** (2017), 33.
- [14] [http://www.iiscrocetticerulli.gov.it/Documenti/Formazione/PPS/Valutazione_Sommativa_\(Comoglio-Rovigo\).pdf](http://www.iiscrocetticerulli.gov.it/Documenti/Formazione/PPS/Valutazione_Sommativa_(Comoglio-Rovigo).pdf)
- [15] Anne Lambros: *Problem-Based Learning in Middle and High School Classrooms - A Teacher's Guide Implementation* (Corwin Press, Thousand Oaks, 2004), p. 37-38.
Ringrazio Vincenzo Dello Iacovo, che è riuscito a scovare questo libro.

- [16] E.M. Rogers: *Teaching Physics for the Inquiring Mind* (Princeton 1962).
- [17] E. Fabri, U. Penco: “Gli obbiettivi del problema e i modi per raggiungerli”; relazione al VI Convegno “E. Orlandini,” Pisa 6–5–1992. *Atti del Convegno* (1992), 5; ripubbl. in *LFnS* **27** (1994), suppl. al n. 4, 6.
<http://www.sagredo.eu/articoli/problemi92.pdf>
- [18] http://www.miur.gov.it/pubblicazioni/-/asset_publisher/6Ya1FS4E4QJw/content/focus-anticipazione-sui-principali-dati-della-scuola-statale-
- [19] E. Fabri: “Le mie ‘indicazioni nazionali’”; lezione alla Sezione AIF di Pisa, 6–5–2010.
<http://www.sagredo.eu/varie/mie-indicazioni-short.pdf>
- [20] E. Fabri: “Obiettivi culturali e formativi dell’insegnamento della meccanica”; relazione al Convegno Orlandini (50-mo dell’AIF), Torino, 27–5–2012. Ripetuta con ampliamenti a un corso di aggiornamento della Sez. AIF di Pavia, 7–11–2012.
<http://www.sagredo.eu/varie/Pavia-2012-short.pdf>