

# *Ripensare alla Didattica: scenari e prospettive per l'insegnamento della Fisica\**

VALENTINA BOLOGNA  
Dipartimento di Fisica  
Università di Trieste  
valentina.bologna@phd.units.it

## ABSTRACT

*In the American university system, many attempts were made to innovate the way of teaching Physics in introductory courses. Starting from a deep analysis of their experience, here we suggest a revision of aims, objectives and methods for teaching Physics within the Italian context. This revision is focused on the Pedagogical Content Knowledge to develop argumentative skills within the framework of inquiry-based learning environment. This will encourage students to read and interpret the book of nature that surrounds them in everyday Physics.*

## PAROLE CHIAVE

DIDATTICA DELLA FISICA / PHYSICS EDUCATION; DIDATTICA LABORATORIALE / LABORATORY EDUCATION; DIDATTICA A DISTANZA / DISTANCE LEARNING; METODOLOGIE D'INDAGINE / INQUIRY METHOD; CONOSCENZA PEDAGOGICA DEL CONTENUTO / PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE.

## 1. LA CONTINGENZA STORICA

L'introduzione forzata della *Didattica a Distanza* (DAD) per supplire alle condizioni imposte dalla lotta alla pandemia di COVID-19 ha messo a dura prova il sistema di istruzione nazionale a tutti i livelli. I docenti si sono trovati a dover integrare tempestivamente nella loro prassi abituale l'uso delle tecnologie informatiche<sup>1</sup>.

Il passo da intraprendere non era commisurato alla richiesta. Chi era già preparato a gestire una didattica innovativa in presenza, ha saputo farlo pure a distanza. Chi era cristallizzato nel modello trasmissivo, disciplinarista, rigido e organizzato burocraticamente<sup>2</sup> ha

---

\* *Title: Rethinking to Didactics: scenarios and perspectives for teaching Physics.*

<sup>1</sup> Cfr. HOODGE et al. 2020.

<sup>2</sup> Cfr. VINCIGUERRA 2020.

continuato a proporlo senza scalfire nulla dei propri stili di insegnamento. Eppure questo modello non funziona. Lo affermano gli indicatori-chiave identificati dalla Commissione Europea nel Rapporto *Education and Training monitor 2020*<sup>3</sup>: l'Italia è al di sotto della media in sei indicatori su sette, tra i quali la matematica e le scienze. La fotografia di questo rapporto è quella di un sistema di istruzione che, indipendentemente dalle modalità di fruizione, non è più adeguato ai tempi e a una società soggetta alle accelerazioni impresse dal progresso tecnologico e scientifico e non favorisce l'apprendimento degli studenti: è necessaria una seria, misurata e calibrata revisione dell'insegnamento trasmissivo, privilegiando anche un modello misto, o ibrido, come vorrebbe essere la *Didattica Digitale Integrata (DDI)*. Non si intende quindi sostituire la didattica in presenza, ma allargarne le possibilità, per renderla più efficace utilizzando le nuove tecnologie<sup>4</sup>. Anche se fosse impensabile sostituire completamente la didattica in presenza per tutte quelle attività previste soprattutto in un laboratorio, tuttavia, l'occasione per ripensare alle prassi laboratoriali andrebbe sicuramente sfruttata, riflettendo se, pure qui, in modi meno evidenti, forse mimetizzati dall'ambiente di apprendimento, in realtà non si perpetui una modalità trasmissiva dei contenuti tanto quanto avviene nella maggior parte dei corsi a lezione frontale.

## 2. LA RICERCA DIDATTICA

La rigidità del sistema d'istruzione italiano è confermata dalla limitatezza di investimenti strutturati che vengono attivati in termini di risorse destinate alla ricerca didattica e alla formazione professionale dei docenti; questa formazione dovrebbe essere garantita dalle Università e invece se ne occupano enti privati e agenzie (a partire dalle stesse case editrici) che si sono auto-incaricati di questa missione e che propongono aggiornamenti talvolta anche non rispondenti alle reali esigenze di innovazione che la didattica sta invocando. A questo si aggiunge una debole propensione del sistema universitario a

---

<sup>3</sup> Cfr. EUROPEAN COMMISSION 2020.

<sup>4</sup> FIORIN (a cura di) 2020.

rivedere i propri stili d'insegnamento, solo recentemente avviata per la necessità di migliorare i parametri di valutazione interna.

Nella ricerca didattica, in particolare quella in Fisica, si osserva una presenza in sordina, sul piano internazionale, dei contributi della ricerca italiana sulla strutturazione dei corsi universitari, inclusi quelli di laboratorio, nonché sulla loro revisione in termini didattici e metodologici. Non è così oltreoceano.

Nell'Università americana<sup>5</sup> la presenza di dipartimenti disciplinari nelle *School of Education* consente di insediare osservatori permanenti dell'azione didattica anche a livello universitario, monitorando le attività in almeno tre piani distinti di osservazione:

- la padronanza della conoscenza concettuale (*Content Knowledge*);
- la declinazione della conoscenza concettuale nelle sue specificità per l'insegnamento (*Content Knowledge for Teaching*), secondo il modello organizzativo della conoscenza pedagogica del contenuto (*Pedagogical Content Knowledge*)<sup>6</sup>;
- lo sviluppo della consapevolezza epistemologico-disciplinare negli studenti (*Epistemological Beliefs*)<sup>7</sup>.

Ciascuno di questi aspetti dovrebbe contribuire alla progettazione di qualsiasi corso, ma soprattutto dovrebbe sollecitare la riflessione dei docenti che si apprestano all'insegnamento della Fisica nei corsi introduttivi a questa disciplina e parallelamente in quelli di laboratorio.

## 2.1 LA PADRONANZA DELLA CONOSCENZA CONCETTUALE

Nel 1992 David Hestenes, Malcom Weels e Gregg Swackhamer<sup>8</sup> (cfr. Figura 1) pubblicarono sulla rivista *The Physics Teacher* la validazione di un questionario (*Force Concept Inventory* - Questionario sul Concetto di Forza) che misurava quanto i concetti newtoniani fossero padroneggiati dagli studenti al primo anno di College.

---

<sup>5</sup> Cfr. MELTZER 2015.

<sup>6</sup> Cfr. SHULMAN 1986.

<sup>7</sup> Cfr. LISING, ELBY 2005.

<sup>8</sup> Cfr. HESTENES, WEELS, SWACKHAMER 1992.

Facendo propria l'esperienza di dieci anni di ricerca in didattica della Fisica, e in particolare partendo dalla revisione di un test analogo risalente al 1985 - che diagnosticava le difficoltà concettuali in meccanica (*Mechanics Diagnostic Test, MTD*) - si resero conto che fosse necessario "quantificare" il livello di padronanza degli studenti della *conoscenza concettuale*. Osservarono inoltre che un'istruzione che non tenesse conto degli scostamenti concettuali (o *misconcezioni*, traduzione del termine inglese *misconceptions*), secondo loro, era sicuramente inefficace, per lo meno per la maggioranza degli studenti.



Figura 1. I tre fisici autori del questionario *Force Concept Inventory*.  
(Fonte: *The Physics Teacher*, vol. 30, p. 141, 1992)

Il *Force Concept Inventory* (FCI) è stato tradotto in 29 lingue diverse, tra cui anche l'italiano<sup>9</sup> (cfr. Figura 2). Sono stati pubblicati più di settanta contributi nella letteratura scientifica che riferiscono gli esiti delle indagini condotte in molte Università, in contesti sociali di provenienza degli studenti molto diversi e in corsi introduttivi alla Fisica, propedeutici allo studio in settori e ambiti tra loro differenti.

Parallelamente, nello studio di nuovi approcci didattici e metodologici, il questionario è stato somministrato come strumento di *pre* e *post-test*, ovvero per misurare l'efficacia dell'adozione di una strategia innovativa e analizzare l'effetto che produceva rispetto al consolidamento degli aspetti concettuali.

<sup>9</sup> Cfr. COLLETTI 2006.

28. Nella figura sulla destra, lo studente "a" ha una massa di 95 kg e lo studente "b" ha una massa di 77 kg. Essi siedono uno di fronte all'altro in sedie identiche. Lo studente "a" posa i suoi piedi sulle ginocchia dello studente "b", come mostrato. Ad un certo punto lo studente "a" spinge i suoi piedi verso l'esterno, causando il moto di entrambe le sedie. Durante la spinta e mentre i due studenti ancora si toccano:



- (A) nessuno dei due studenti esercita una forza sull'altro.  
 (B) lo studente "a" esercita una forza sullo studente "b", ma "b" non esercita alcuna forza sullo studente "a".  
 (C) ciascuno studente esercita una forza sull'altro, ma "b" esercita la forza maggiore.  
 (D) ciascuno studente esercita una forza sull'altro, ma "a" esercita la forza maggiore.  
 (E) ciascuno studente esercita la stessa quantità di forza sull'altro.

Figura 2. Esempio di un quesito tratto dalla traduzione italiana del questionario *FCI*.  
 (Fonte: COLLETTI 2006)

Il risultato più interessante è quello riportato in un'analisi condotta nel 2016 sui dati ricavati dalla somministrazione del questionario dal 1995 al 2014<sup>10</sup>. Sono state raccolte le risposte di quasi 50.000 studenti universitari degli Stati Uniti e del Canada. I loro livelli di apprendimento del concetto newtoniano di *forza*, di applicazione dei principi della dinamica e della descrizione delle cause del moto risultavano significativamente migliorati quando l'insegnamento impartito era caratterizzato da un coinvolgimento attivo degli studenti rispetto alla didattica trasmissiva basata sulla lezione frontale. Tale evidenza è stata riscontrata in molteplici ricerche in didattica della Fisica<sup>11</sup>, ed è pertanto consolidata tra gli esperti la consapevolezza che un approccio interattivo (IE – *Interactive engagement*), caratterizzato dalla partecipazione attiva (non la mera partecipazione) degli studenti<sup>12</sup> - nessuno escluso -, nelle discussioni e negli esperimenti in laboratorio, va preferita e incoraggiata negli insegnamenti universitari introduttivi alla Fisica.

A ulteriore dimostrazione che l'efficacia del metodo doveva contraddistinguere le azioni di innovazione del processo didattico sono stati realizzati, in questi ultimi trent'anni di ricerca, più di ottanta questionari, sui diversi nuclei tematici disciplinari. La maggior parte di questi sono stati validati nel contesto curricolare americano, agendo come lente d'ingrandimento sull'insegnamento e sull'apprendimento degli ultimi anni della Scuola superiore e dei primi anni d'Università.

<sup>10</sup> Cfr. VON KORFF et al. 2016.

<sup>11</sup> Cfr. HAKE 1998; MELTZER, THORNTON 2012; FREEMAN et al. 2014.

<sup>12</sup> Cfr. FRASER et al. 2014.

Per promuovere e diffondere l'utilizzo di questi strumenti d'indagine è stato anche allestito un portale dall'*American Association of Physics Teachers (AAPT)*: *PhysPort - supporting physics teaching for research-based resources*<sup>13</sup> (cfr. Figura 3).

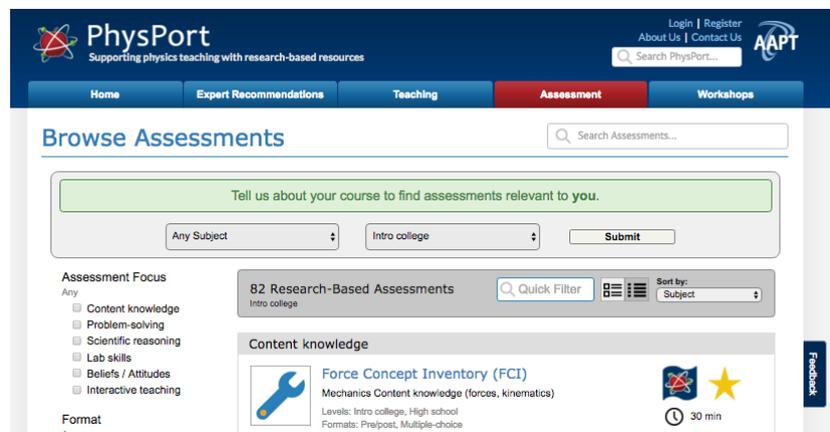


Figura 3. La sezione *Assessment* (valutazione) del portale, archivio dei questionari.  
(Fonte: <<http://www.physport.org>>)

L'adozione di uno strumento diagnostico per la verifica dell'acquisizione di un concetto fisico è la strategia più efficace per iniziare un percorso di revisione nell'insegnamento. Purtroppo, la didattica trasmissiva è talmente radicata nella cultura dell'istruzione italiana che sono solo pochi e sporadici i casi di chi sta seriamente mettendo in discussione un sistema che vanta secoli di tradizione.

Un tentativo in questa direzione sta avvenendo al Politecnico di Milano nel Laboratorio di Sperimentazione Didattica ST2; il primo passo, come suggerito dai ricercatori<sup>14</sup>, è quello di individuare le *misconceptions* degli studenti nelle macroaree della meccanica, della termodinamica e dell'elettromagnetismo. È stato elaborato un test, formato da dodici quesiti - quattro per ogni area - la cui idoneità e adeguatezza educativa e didattica è stata confermata dall'Università degli Studi di Trento<sup>11</sup>. Il questionario, ovviamente, attingeva dall'esperienza maturata negli stessi ambiti a livello internazionale, ma ha sicuramente il pregio di essere costruito per misurare il livello di padronanza dei concetti sugli studenti italiani.

<sup>13</sup> Cfr. AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICS TEACHERS (AAPT) in Siti web.

<sup>14</sup> Cfr. BOZZI, GHISLANDI, ZANI 2021.

La somministrazione del questionario ha coinvolto due gruppi di matricole di Ingegneria per un totale di 629 studenti; la percentuale di risposte corrette è stata mediamente del 32,5%. I due diversi gruppi (Sezione 1 e 2 nella Figura 4) afferivano a molteplici indirizzi di studio e sono stati sottoposti al questionario in due momenti diversi del percorso formativo (all'inizio del primo o del secondo semestre, senza mai aver affrontato un corso universitario di Fisica).

| Sezione | Percentuale di risposte corrette |               |                   |
|---------|----------------------------------|---------------|-------------------|
|         | Meccanica                        | Termodinamica | Elettromagnetismo |
| 1       | 21,8 %                           | 44,5 %        | 27,0 %            |
| 2       | 19,7 %                           | 56,0 %        | 33,5 %            |

Figura 4. La tabella 3 pubblicata nell'articolo (riprodotta con il permesso degli autori)  
(Fonte: BOZZI, GHISLANDI, ZANI 2021)

È un dato molto sconcertante, perché indica inoltre, secondo gli autori<sup>11</sup>, che gli studenti utilizzano molto spesso schemi interpretativi della Fisica erronei.

Inoltre, se si considera che il campione indagato fosse rappresentativo di una popolazione studentesca tendenzialmente orientata allo studio di discipline tecnico/scientifiche, l'immagine che ne emerge è indicativa di un disagio nell'apprendimento.

È ipotizzabile che un simile impietoso risultato si sarebbe potuto ottenere in una qualsiasi altra Università italiana, magari somministrando il test alla conclusione del ciclo di istruzione secondaria e dopo un corso introduttivo alla Fisica. È quindi urgente interrogarsi su come intervenire efficacemente nella didattica accademica<sup>11</sup>.

## 2.2 IL PCK (PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE)

Quasi trentacinque anni fa, il noto psicologo dell'educazione statunitense Lee Shulman<sup>15</sup> aveva compreso che bisognava porre fine alla profonda dicotomia, che si evinceva da un insegnamento trasmissivo, tra la conoscenza del contenuto disciplinare da una parte e la conoscenza pedagogica dall'altra. L'una non può prescindere dall'altra e sono

<sup>15</sup> Cfr. SHULMAN 1986.

mutuamente responsabili della maturazione della professionalità del docente, a tutti i livelli d'istruzione. Il termine coniato dallo studioso si sintetizza nell'acronimo inglese PCK (*Pedagogical Content Knowledge*) la cui traduzione italiana, che meglio corrisponde alle intenzioni del padre fondatore, è *Conoscenza Pedagogica del Contenuto*.

Il cambiamento di prospettiva che Shulman propone è semplice: non basta essere degli esperti conoscitori dei contenuti disciplinari, ma bisogna anche essere degli esperti in come insegnare tali contenuti. Alle categorie del PCK appartengono tutte le forme di rappresentazione di un determinato contenuto, quelle più utili, le idee più efficaci e – come Shulman afferma - anche “le più potenti” analogie, le illustrazioni e gli esempi che rendono il contenuto comprensibile ad altri (non esperti)<sup>12</sup>.

Ridurre la forbice tra *conoscenza del contenuto* e *conoscenza pedagogica* indica la strada affinché nell'insegnamento siano integrati quegli aspetti che, da un punto di vista anche cognitivo, contraddistinguono l'apprendimento. Il PCK differenzia, quindi, un docente esperto da uno “neofita” ed è pertanto nello sviluppo del proprio PCK che il docente accresce il suo profilo professionale. Questa consapevolezza migliora l'insegnamento e rende l'apprendimento più efficace, vincolando lo sviluppo delle abilità degli studenti da come queste vengano attivate nel processo di insegnamento.

Per l'elevata connessione con la struttura e l'organizzazione della conoscenza proprie di ogni disciplina, il modello proposto da Shulman è poi stato declinato opportunamente da Magnusson<sup>16</sup> nella sua versione per l'insegnamento delle Scienze e solo un decennio fa da Etkina<sup>17</sup> per la sua esplicitazione nell'ambito della didattica della Fisica.

L'elaborazione accurata di una dimensione specifica disciplinare ha formalizzato il punto di partenza non solo per identificare le caratteristiche di questo insegnamento, ma anche per individuare gli ambiti d'intervento in cui focalizzare l'azione del docente e la sua riflessione. Secondo, appunto, la studiosa americana Etkina<sup>14</sup>, il PCK del docente di Fisica si caratterizza in cinque aspetti, come mostrato in Tabella 1.

---

<sup>16</sup> Cfr. MAGNUSSON et al. 1999.

<sup>17</sup> Cfr. ETKINA 2010.

|   | ASPETTI CARATTERISTICI DEL PCK DEL DOCENTE DI FISICA  | DESCRIZIONE  |
|---|---|--|
| 1 | ORIENTAMENTI VERSO L'INSEGNAMENTO DELLA FISICA  | Convinzioni riguardanti il ruolo delle conoscenze pregresse degli studenti nel loro apprendimento, lo scopo della risoluzione dei problemi, i ruoli degli esperimenti in classe, ciò che motiva gli studenti in classe, ecc.   |
| 2 | CONOSCENZA DEI CURRICULA  | La conoscenza della sequenza di argomenti che consente a uno studente di costruire la comprensione di un nuovo concetto o abilità su ciò che già conosce.  |
| 3 | CONOSCENZA DELLE COMPrensIONI PREVIE DEGLI STUDENTI, DELLE LORO DIFFICOLTÀ CON I CONCETTI-CHIAVE E LE PRATICHE NELLA FISICA                     | Conoscenza delle idee primitive degli studenti quando stanno costruendo un nuovo concetto. Conoscenza delle difficoltà che gli studenti possono avere interpretando il linguaggio della Fisica che è diverso dal linguaggio quotidiano.                                    |
| 4 | CONOSCENZA DELLE STRATEGIE DIDATTICHE PER "SOSTENERE" L'APPRENDIMENTO DEGLI STUDENTI DI CONCETTI-CHIAVE E PRATICHE NELLA FISICA                 | Conoscenza di più metodi o sequenze di attività specifiche che rendono l'apprendimento degli studenti più efficace e la capacità di scegliere la strategia più produttiva o modificarla per un particolare gruppo di studenti o un individuo.                              |
| 5 | CONOSCENZA DI COSA VALUTARE E DI STRATEGIE SPECIFICHE PER VALUTARE LA COMPrensIONE DEGLI STUDENTI DI CONCETTI CHIAVE E NELLE ATTIVITÀ PRATICHE. | Conoscenza dei modi per valutare la comprensione concettuale e la risoluzione dei problemi degli studenti e le capacità scientifiche generali; conoscenza di come aiutare gli studenti ad auto-valutare il proprio lavoro e a impegnarsi in una riflessione significativa. |

Tabella 1. PCK del docente di Fisica secondo il modello di Etkina<sup>14</sup>.

Il PCK è una conoscenza caratterizzante, che distingue gli insegnanti dai ricercatori o dagli specialisti esperti nella stessa disciplina<sup>12</sup> ed è una conoscenza necessaria dall'insegnamento primario a quello universitario. Richard Feynman - premio Nobel per la Fisica nel 1965 - lo aveva ben chiaro: era infatti conosciuto con l'appellativo di *Great Explainer* (colui che sa spiegare molto bene). Gli era, infatti, attribuita la grande abilità di insegnare argomenti complessi in maniera comprensibile a tutti. Alla base della sua strategia, c'era un metodo di apprendimento da lui consolidato, chiamato appunto *Feynman Technique*: era perfetto per acquisire conoscenza su una nuova idea o comprendere in modo più approfondito informazioni acquisite.

*Questo è il modo in cui studio, cerco di comprendere qualcosa lavorando sopra, creandolo, in un certo senso. Non creandolo al 100%, ovviamente, ma partendo da un suggerimento su quale direzione prendere senza memorizzare i dettagli, scoprendoli da solo.*<sup>18</sup>

La conoscenza del suo stile di apprendimento aveva consolidato in lui la capacità letteralmente di *sbriciolare* un concetto per renderlo fruibile a chiunque lo ascoltasse, fosse anche un bambino di dieci anni<sup>15</sup>. E questo era il suo PCK, costruito partendo dal suo, personale, modo di imparare la Fisica.

<sup>18</sup> Cfr. GLEICK 1994.

Articolare il proprio PCK non è comunque semplice e richiede un vero e proprio processo di auto-analisi e auto-riflessione da parte del docente unitamente al desiderio spiccato di interrogarsi sull'efficacia o meno del proprio stile di insegnamento.

### 2.3 L'ASPETTO EPISTEMOLOGICO

La maggior parte degli studenti ha un'idea della conoscenza fisica come costruita sulla *descrizione di fatti* e sull'*uso di formule* non sempre comprese nella loro connessione ai *fenomeni*.

La ricerca didattica ha quindi recentemente focalizzato la sua attenzione nell'individuare quali fossero le caratteristiche dell'apprendimento della Fisica nei corsi introduttivi universitari dal punto di vista della costruzione epistemologica della conoscenza<sup>19</sup>.

Mentre da una parte si sono sviluppati strumenti per individuare tali caratteristiche e confrontarle con l'epistemologia propria della disciplina (si veda ad es. il questionario EBAPS<sup>20</sup> - *Epistemological Beliefs Assessment for Physical Science*) dall'altra la sperimentazione di approcci didattici innovativi<sup>21</sup> rispetto alla didattica tradizionale - come gli ambienti di apprendimento *hands-on*, l'integrazione metodologica delle nuove tecnologie, la contestualizzazione a "situazioni reali" - hanno dimostrato di essere più efficaci dal punto di vista epistemologico<sup>22</sup>.

L'insegnante dovrebbe incorporare gli *aspetti epistemologici* per consentire agli studenti di riflettere sul processo di costruzione della conoscenza di un fenomeno e, più in generale, sulla costruzione della conoscenza nelle attività dei fisici. Questi processi individuano e corrispondono agli *aspetti epistemologici*, così identificabili nelle due dimensioni della conoscenza disciplinare, una esplicitata secondo *la natura della conoscenza* (ciò che si crede sia la conoscenza) e l'altra secondo *la natura o il processo del conoscere* (come vi si arriva). Per fare questo il docente deve rifiutare "un certo essenzialismo disciplinare" che proviene da una visione positivista della scienza nell'insegnamento (regole date come assiomatiche, ragionamenti e costrutti non

---

<sup>19</sup> Cfr. LISING, ELBY 2005.

<sup>20</sup> Cfr. EBAPS in Siti web.

<sup>21</sup> Cfr. WARREN 2020.

<sup>22</sup> Cfr. SIN 2014.

modificabili e sicuramente veri anche senza verifica e dimostrazione), promuovendo invece, o meglio integrando tale visione, con una di tipo socio-costruttivista – relativista che incarna meglio l'epistemologia disciplinare e anche quella che caratterizza il lavoro del fisico<sup>18</sup> (che esplica la flessibilità della conoscenza, la sua confutabilità e la sua continua affermazione secondo un metodo scientifico contraddistinto da errori, correzioni, modifiche e soprattutto creatività).

Questa “rivoluzione” dovrebbe interessare non solo la didattica in classe, ma anche le lezioni in laboratorio dove, normalmente, le attività consistono nella verifica di principi che sono stati appresi nelle lezioni “teoriche”. A completamento di esse, nel laboratorio semplicemente si richiede di seguire ed eseguire una serie di procedure per portare a buon fine i risultati.

Risulta così evidente la distanza tra un insegnamento disciplinare fondato su un'epistemologia di tipo positivista e i processi di costruzione della conoscenza fisica basati invece su un approccio di tipo socio-costruttivista. Se il docente fondasse la sua conoscenza pedagogica sui modelli socio-costruttivisti<sup>23</sup>, questi risponderebbero meglio alla costruzione epistemologica disciplinare.

### 3. LA PROPOSTA DIDATTICA

Con questo quadro di riferimento nella ricerca didattica si può provare a ripensare all'insegnamento della Fisica, anche in Laboratorio, che accompagni i corsi introduttivi universitari, tenendo conto della padronanza concettuale degli studenti, della consapevolezza di un proprio PCK come docente e della necessità di sviluppare gli aspetti epistemologici disciplinari.

#### 3.1 SVILUPPARE CONCETTI DI FISICA DI TUTTI I GIORNI

Come assicurarsi che la fisica newtoniana e la termodinamica siano state concettualmente “digerite” dagli studenti al primo anno? Dopo aver somministrato un questionario che

---

<sup>23</sup> Cfr. VYGOTSKY 1934.

evidenzi le lacune sui principali contenuti acquisiti (meglio se opportunamente costruito sul percorso svolto nel corso “teorico”), l’esperienza laboratoriale, per esempio, potrebbe consolidare concettualmente l’acquisizione di tali contenuti e, per farlo, potrebbe porsi su un piano fenomenologico diverso da quello che normalmente viene proposto anche dai libri di testo che accompagnano i corsi. Dovrebbe trattarsi di un piano che invece di proporre modellizzazioni e situazioni ideali dovrebbe piuttosto indagare e studiare la fisica di tutti i giorni.

Nel 1997, Louis A. Bloomfield ha pubblicato la prima edizione del libro *How things work – The Physics of everyday life (Come funzionano le cose – La Fisica nella vita di tutti i giorni)*<sup>24</sup>. Da allora, dopo sei riedizioni, questo manuale per lo studio si è aggiornato e arricchito stando al passo con i tempi e con gli oggetti che in questi vent’anni hanno cambiato anche la vita di tutti i giorni, partendo proprio da semplici leggi della Fisica (cfr. Figura 5).

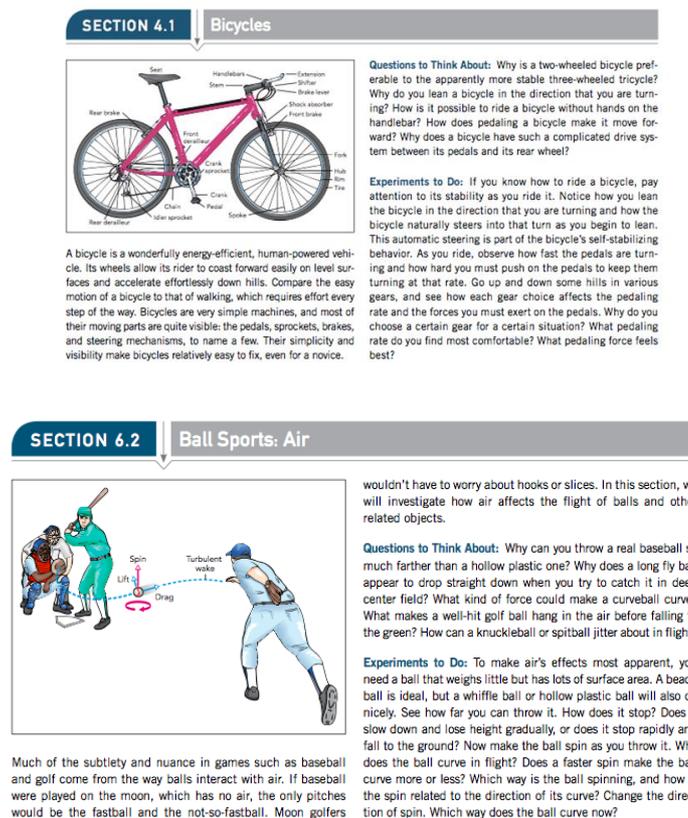


Figura 5. Due esempi tratti dal libro di Bloomfield.  
(Fonte: BLOOMFIELD 2016, p. 97, p. 153)

<sup>24</sup> Cfr. BLOOMFIELD 2016.

Questo cambio di prospettiva, *l'osservazione della realtà con gli occhi della Fisica*, consente di sviluppare la capacità di vedere *oltre* il formalismo e *oltre* la generalizzazione. Richiede, inoltre, da parte dello studente, lo sviluppo della competenza argomentativa che è condizione fondamentale per passare da una conoscenza intuitiva e frammentaria a una strutturata e consolidata<sup>25</sup>.

### 3.2 IL PCK PER LO SVILUPPO ARGOMENTATIVO

Non si tratta solo di cambiare la tipologia di esperimenti da proporre nelle attività di laboratorio: passare da esperimenti di “verifica” (*verification experiments*) a esperimenti di “esplorazione” (*explorative experiments*) sarebbe già un aspetto caratterizzante un laboratorio innovativo. Il vero cambiamento consiste nella modalità con cui il docente fornisce agli studenti un contesto dialogante, dove si sviluppino discorsi che richiedano un alto livello di argomentazione e dove si realizzi un’interazione docente-studente e studente-studente di tipo socio-costruttivista. E questo processo può essere implementato anche durante una “lezione normalmente trasmissiva”.

È stato osservato, infatti, che un ambiente di apprendimento caratterizzato da un approccio *inquiry-oriented*<sup>26</sup> sviluppa tale opportunità ed è quindi da preferire a un approccio dove è assente un *processo di negoziazione* nella costruzione della conoscenza<sup>27</sup>.

| ASPETTI CARATTERISTICI DEL PCK IN ATTIVITÀ LABORATORIALI INQUIRY-BASED | DEFINIZIONE  |
|--|--|
| Orientamenti   | Conoscenza del ruolo dell’argomentazione nell’educazione scientifica.  |
| Metodologia  | Conoscenza di strategie metodologiche adatte per lo sviluppo dell’argomentazione.  |
| Studenti   | Conoscenza delle difficoltà degli studenti nell’utilizzo di pratiche di tipo argomentativo nelle attività didattiche.  |
| Curriculum   | Conoscenza dell’implementazione/modifica del percorso curricolare per l’integrazione dell’argomentazione.  |
| Valutazione  | Conoscenza delle modalità per valutare gli studenti nei traguardi di sviluppo della competenza argomentativa e nell’efficacia dell’utilizzo di tecniche di argomentazione per facilitare l’apprendimento della Fisica. |

Tabella 2. PCK del docente di Fisica secondo il modello di Etkina integrato dagli aspetti che sviluppano l’argomentazione secondo Wang e Buck.

<sup>25</sup> Cfr. DiSESSA 1993.

<sup>26</sup> Si veda ad es. l’approccio IBSE - *Inquiry Based Science Learning* oppure l’approccio ISLE - *Investigating Science Learning Environment* (cfr. Siti web).

<sup>27</sup> Cfr. WANG, BUCK 2016.

Per fare questo il docente deve orientare il proprio PCK: lo deve calibrare affinché il suo ruolo nel processo di apprendimento sia centrale nello sviluppo della *competenza argomentativa*; ogni aspetto del suo PCK va integrato opportunamente, come suggerito recentemente da Wang e Buck, che ne hanno sviluppato uno a partire dal modello di Etkina (cfr. Tabella 2).

L'innovazione nei processi di argomentazione consiste nel promuovere, da una parte attività di laboratorio basate sulla metodologia *inquiry*, dall'altra un ambiente, durante le lezioni teoriche, di discussione aperta per lo sviluppo e la promozione di domande concettuali. In questo modo il docente non si impone come autorità a tutela della verità sulla conoscenza fisica: lui stesso partecipa attivamente alla costruzione della conoscenza assieme ai suoi studenti, ponendosi su un piano di mediazione della stessa, favorendo la loro partecipazione e il loro coinvolgimento e trasformandoli di fatto da *spettatori a ricercatori*, nel senso proprio del termine.

### 3.3 L'INQUIRY PER L'ASPETTO EPISTEMOLOGICO

Da un punto di vista epistemologico, *l'inquiry* è il processo che caratterizza il “fare scienza”<sup>28</sup>. Infatti, in questo tipo di approccio gli studenti sono aiutati a sviluppare una maggior consapevolezza e padronanza dei propri processi cognitivi.

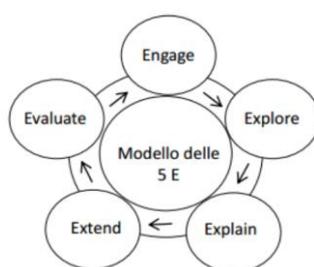


Figura 6. Le cinque fasi dell'*inquiry* come identificate da Bybee<sup>29</sup> nel 1989.  
(Fonte: BYBEE 1989)

Sebbene tali aspetti agiscano sicuramente a livello metacognitivo, supportano l'apprendimento nelle diverse fasi dell'*inquiry* (cfr. Figura 6), migliorandone l'efficacia

<sup>28</sup> Cfr. PIZZOLATO et al. 2013.

<sup>29</sup> Cfr. BYBEE 1989.

anche in termini di concettualizzazione dei fenomeni e di costruzione di una coscienza critica spendibile nella prospettiva di competenze di cittadinanza.

#### 4. CONCLUSIONI

La didattica emergenziale nel corso della pandemia ha evidenziato come la didattica tradizionale richieda una revisione ponderata sulla base della ricerca didattica degli ultimi trent'anni. L'aver sperimentato, come docenti, interminabili silenzi davanti alla webcam, l'assenza di feedback e un mutismo rivelante l'assenza di coinvolgimento alle lezioni, ha suscitato sicuramente una domanda di conoscenza: una conoscenza pedagogica che si intrecci con quella disciplinare e consenta di migliorare quegli aspetti nell'insegnamento che da molto tempo gli esperti in didattica hanno evidenziato come critici per lo sviluppo delle competenze disciplinari.

Infine, la proposta di declinare i contenuti di insegnamento della Fisica con una attenzione particolare ai fenomeni che caratterizzano la realtà di tutti i giorni consentirebbe di ampliare lo sguardo dello studente dal laboratorio propriamente inteso (l'aula dove svolgere esperimenti, ndr) alla visione d'insieme della realtà come "laboratorio permanente", dove la Fisica parla e si misura anche semplicemente utilizzando un'applicazione sullo smartphone (come, per esempio, *PhyPhox* e l'esperienza descritta del suo utilizzo<sup>30</sup>).

L'approccio *inquiry* ha proprio questa come finalità principale: sviluppare quell'atteggiamento mentale verso l'indagine scientifica seguendo i suoi metodi e i suoi modelli. Proporre una didattica basata sull'*inquiry* è un *habitus* (nel significato di "modo consuetudinario di agire") del docente che, consapevole dell'importanza di sviluppare la competenza argomentativa dei suoi studenti, costruisce ed elabora il proprio PCK. La sensibilizzazione e la formazione degli insegnanti, anche a livello universitario, in questo senso dovrebbe essere l'obiettivo principale da perseguire per un'effettiva innovazione del sistema di istruzione, perché la DAD ha "smarcato"

---

<sup>30</sup> Cfr. AGLIOLO GALLITTO, BATTAGLIA, FAZIO 2021.

la didattica tradizionale e ora attende, dopo la fine del periodo emergenziale, che una nuova stagione dell'insegnamento abbia inizio.

## BIBLIOGRAFIA

AGLIOLO GALLITTO A., BATTAGLIA O. R., FAZIO C.

2021, «Dynamic measurement of the elastic constant of an helicoidal spring by a smartphone», *Phys. Educ.*, vol. 56, 035010 scaricabile dall'indirizzo web: <<https://doi.org/10.1088/1361-6552/abdfac>>.

BYBEE R. W.

1989, «Science and technology education for the elementary years: frameworks for curriculum and instruction», Washington, The National Center for Improving Instruction.

BLOOMFIELD L. A.

2016, «How things work – The Physics of everyday life», Hoboken (NJ), John Wiley & Sons, Inc.

BOZZI M., GHISLANDI P., ZANI M.

2021, «*Misconception* in Fisica: un'opportunità di collaborazione tra università e scuola superiore», *Nuova Secondaria*, n. 5 (anno XXXVIII), pp. 81-85.

DI SESSA A.,

1993, «Towards an epistemology of physics», *Cognition and Instruction*, vol. 10(2/3), pp. 105-225, scaricabile dall'indirizzo web: <<https://doi.org/10.1080/07370008.1985.9649008>>.

ETKINA E.,

2010, «Pedagogical content knowledge and preparation of high school physics teachers», *Phys. Rev. Sp. Top.: Phys. Ed. Res.*, vol. 6, pp. 1-26, scaricabile dall'indirizzo web: <<https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020110>>.

FIORIN I., (a cura di)

2020, «La Scuola che sogniamo - Dossier», *Tuttoscuola*, No. 606, scaricabile dall'indirizzo web: <<https://www.tuttoscuola.com/la-scuola-che-sogniamo-e-digitale-emergere/>>.

FRASER J. M., TIMAN A. L., MILLER K., DOWD J. E., TUCKER L., MAZUR E.

2014, «Teaching and physics education research: Bridging the gap », *Rep. Prog. Phys.*, vol. 77, pp. 1-17, scaricabile dall'indirizzo web: <<https://doi.org/10.1088/0034-4885/77/3/032401>>.

FREEMAN S., EDDY S. L., MCDONOUGH M., SMITH M. K., OKOROAFOR N., JORDT H., WENDEROTH M. P.

2014, «Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics», *Proceedings of the National Academy of Sciences Jun 2014*, vol. 111(23), pp. 8410-8415, scaricabile dall'indirizzo web: <<https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>>.

GLEICK J.

1994, «Genio. La vita e la scienza di Richard Feynman», Garzanti Editore.

HAKE R. R.

1998, «Interactive-engagement versus traditional methods: A sixthousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses», *Am. J. Phys.*, vol. 66(1), pp. 64-74, scaricabile all'indirizzo web: <<https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.18809>>.

- HESTENES D., WEELS M., SWACKHAMER G.  
1992, «Force Concept Inventory», *The Physics Teacher*, vol. 30, pp. 141-151, scaricabile dall'indirizzo web: <<https://doi.org/10.1119/1.2343497>>.
- LISING L., ELBY A.  
2005, «The impact of epistemology on learning: A case study from introductory physics», *Am. J. Phys.*, vol. 73(4), pp. 372-382, scaricabile dall'indirizzo web: <<https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.1848115>>.
- MAGNUSSON S., KRAJCIK J., BORKO H.  
1999, «Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching», in J. GESS-NEWSOME, N. G. LEDERMAN (eds.), *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education*, pp. 95-133, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, scaricabile dall'indirizzo web: <[https://doi.org/10.1007/0-306-47217-1\\_4](https://doi.org/10.1007/0-306-47217-1_4)>.
- MELTZER D. E.,  
2015, «A brief history of physics education in the United States», *Am. J. Phys.*, vol. 85, pp. 447-458, scaricabile dall'indirizzo web: <<https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.4902397>>.
- MELTZER D. E., THORNTON R. K.  
2012, «Resource letter ALIP-1: Active-learning instruction in physics», *Am. J. Phys.*, vol. 80(6), pp. 478-496, scaricabile dall'indirizzo web: <<https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.3678299>>.
- PIZZOLATO N., FAZIO C., SPERANDEO-MINEO R. M., ADORNO D. P.  
2013, «Open Inquiry based learning experiences to understand the Nature of Science», *ICPE-EPEC 2013 Conference Proceedings*, pp. 1018-1026, scaricabile dall'indirizzo web: <<https://core.ac.uk/download/pdf/53292388.pdf>>.
- SCHULMAN L.  
1986, «Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching », *Educational Research*, vol. 15(2), pp. 4-14, scaricabile dall'indirizzo web: <<http://www.jstor.org/stable/1175860>>.
- SIN C.  
2014, «Epistemology, Sociology, and Learning and Teaching in Physics», *Sci. Ed.*, vol. 98(2), pp. 342-365, scaricabile all'indirizzo web: <<https://doi.org/10.1002/sce.21100>>.
- VON KORFF J., ARCHIBEQUE B., GOMEZ K., HECKENDORF T., MCKAGAN S., SAYRE E., SCHENK E., SHEPHERD C., SORELL L.  
2016, «Secondary analysis of teaching methods in introductory physics: A 50 k-student study», *Am. J. Phys.*, vol. 84(12), pp. 969-974, scaricabile dall'indirizzo web: <<https://aapt.scitation.org/doi/pdf/10.1119/1.4964354>>.
- VYGOTSKY L. S.  
1934/1987, «Thinking and speech», in R. W. RIEBER, A. S. CARTON (eds.), *The collected works of L. S. Vygotsky*, 1, New York, NY, USA, Plenum, pp. 37-285.
- WANG J., BUCK G. A.  
2016, «Understanding a High School Physics Teacher's Pedagogical Content Knowledge of Argumentation», *J. Sc. Teach. Ed.*, vol. 27(5), pp. 577-604, scaricabile all'indirizzo web: <<https://doi.org/10.1007/s10972-016-9476-1>>.

WARREN A. R.

2020, «Impact of bayesian updating activities on student epistemology», *Phys. Rev. Phys. Ed. Res*, vol. 16, pp. 1-13, scaricabile dall'indirizzo web: <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.010101>.

## SITI WEB

AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICS TEACHERS (AAPT)

*PhysPort – supporting physics teaching for research-based resources*,  
<<http://www.physport.org>>, sito consultato il 9.3.2021.

COLLETTI L.,

2006, *FCI – Questionario sul concetto di Forza*,

<<https://www.docenti.unina.it/webdocenti-be/allegati/materiale-didattico/533753>>, sito consultato il 9.3.2021.

EBAPS – EPISTEMOLOGICAL BELIEFS ASSESSMENT FOR PHYSICAL SCIENCE

<<http://www2.physics.umd.edu/~elby/EBAPS/home.htm>>, sito consultato il 20.10.2021.

EUROPEAN COMMISSION

2020, *Education and Training Monitor 2020*,

<<https://op.europa.eu/webpub/eac/education-and-training-monitor-2020/en/index.html>>, sito consultato il 9.3.2021.

HOODGE C., MOORE S., LOCKEE B., TRUST T., BOND A.

2020, «The difference between emergency remote teaching and online learning», *Educause Review*,  
<<https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>>, sito consultato il 9.3.2021.

ISLE – INVESTIVATIVE SCIENCE LEARNING ENVIROMENT

<<http://www.islephysics.net>>, sito consultato il 22.10.2021.

ITALIAN TEACHER PROGRAM, CERN

2015, *Introduzione all'IBSE*,

<[https://indico.cern.ch/event/391459/sessions/78832/attachments/1150499/1651296/Introduzione\\_allIBSE.pdf](https://indico.cern.ch/event/391459/sessions/78832/attachments/1150499/1651296/Introduzione_allIBSE.pdf)>, sito consultato il 22.10.21.

VINCIGUERRA G.

2020, *Dall'insegnamento trasmissivo all'apprendimento coinvolgente: facciamo il salto, senza paura*,

<<https://www.tuttoscuola.com/dallinsegnamento-trasmissivo-allapprendimento-coinvolgente-facciamo-il-salto-senza-paura/>>, sito consultato il 9.3.2021.