**L’approccio storico-epistemologico alla fisica come risorsa per la formazione degli insegnanti di scuola primaria**

**Monica TOMBOLATO**11*Dipartimento di Studi Umanistici,* *Università di Urbino Carlo Bo*  **Abstract**

Nell’attuale società dell’informazione e della conoscenza, l’acquisizione di un adeguato livello di alfabetizzazione scientifica rappresenta un requisito imprescindibile per esercitare in maniera informata e responsabile i propri diritti di cittadinanza. Di qui la necessità, già a partire dai livelli scolari più bassi, di interrogarsi sulle specifiche condizioni di insegnamento e apprendimento della fisica, affinché divenga innanzitutto disponibile come forma di conoscenza e di cultura, capace di orientare le nuove generazioni in una società sempre più influenzata dalla scienza e dalla tecnologia. Un progetto culturale di così ampia portata richiede che si presti una particolare attenzione alla formazione dei futuri insegnanti della scuola dell’infanzia e della scuola primaria, ai quali è richiesto di guadagnare un livello di competenza elevata in ambiti specifici attraverso una serie limitata di esperienze. Questo suggerisce di individuare sinergie tra le diverse aree del sapere in maniera da massimizzare gli obiettivi in maniera convergente. Nel quadro del progetto pedagogico di un’educazione ai saperi e attraverso i saperi, il contributo si pone un duplice obiettivo: sollevare e problematizzare alcune criticità relative all’insegnamento-apprendimento della fisica che sono emerse durante la conduzione dei laboratori di fisica afferenti al corso di laurea in SFP dell’Università degli Studi di Urbino Carlo Bo. Discutere, alla luce di tale esperienza, il contributo che la riflessione storico-epistemologica può offrire agli studi sulla trasposizione e ricostruzione didattica della conoscenza esperta in conoscenza da insegnare e sulla formazione dei docenti. Sosteniamo, infatti, che sviluppare consapevolezza storico-epistemologica possa aiutare gli insegnati pre-service a progettare interventi didattici più coerenti con la reale pratica scientifica e a correlarla a questioni trasversali relative alla costruzione, validazione e giustificazione della conoscenza. A questo fine, è in fase di progettazione un Laboratorio Storico-didattico sulle Scienze Fisiche presso il *Gabinetto di Fisica: Museo Urbinate della Scienza e della Tecnica* la più antica istituzione scientifica dell'Università urbinate.

1. **Introduzione**

Nell’attuale società dell’informazione e della conoscenza, caratterizzata da un’economia fondata su beni e servizi intrisi di sapere, l’acquisizione di un adeguato livello di alfabetizzazione scientifica rappresenta un requisito imprescindibile per esercitare in maniera informata e responsabile i propri diritti di cittadinanza. I rapidi progressi nella ricerca scientifica e nell’innovazione tecnologica hanno, infatti, sollevato, negli ultimi decenni, importanti questioni etiche, sociali, ambientali, ecc. sulle quali, sempre più spesso, il pubblico dei non esperti è chiamato a esprimersi. Affinché gli obiettivi di sostenibilità promossi dall’Agenda Onu 2030 possano essere conseguiti, occorre quindi un sistema di Istruzione e Formazione che fornisca ai futuri cittadini gli strumenti necessari per sapersi documentare ricercando informazioni e valutando l’attendibilità delle fonti, così da poter compartecipare alle decisioni in campo scientifico «senza scadere in un populismo caotico e paralizzante» ed evitare effetti sociali indesiderati quali l’aumento della disuguaglianza determinata dalla diversità di accesso alla conoscenza [1, p. 151].

Di qui la necessità, già a partire dai livelli scolari più bassi, di interrogarsi sulle specifiche condizioni di insegnamento e apprendimento della fisica, affinché divenga innanzitutto disponibile come forma di conoscenza e di cultura, capace di orientare le nuove generazioni in una società sempre più influenzata dalla scienza e dalla tecnologia. Un progetto culturale di così ampia portata richiede, tuttavia, che si presti una particolare attenzione alla formazione dei futuri insegnanti della scuola dell’infanzia e della scuola primaria. Il percorso curricolare di Scienze della Formazione Primaria (SFP), in virtù dell’eterogeneità delle aree disciplinari coinvolte, sconta, a differenza dei corsi di studio i cui insegnamenti presentano un elevato grado di prossimità epistemica, la difficoltà di dover far guadagnare ai propri studenti un livello di competenza elevata in un’ampia varietà di ambiti specifici attraverso una serie limitata di esperienze. Questo suggerisce di individuare sinergie tra le diverse aree del sapere al fine di massimizzare gli obiettivi in maniera convergente, nel tentativo di ricomporre l’unità della conoscenza al di là della frammentazione disciplinare, puntando a una formazione multiprospettica e integrata secondo la prospettiva delineata dalla Pedagogia dei saperi [2].

In questo quadro, il contributo si pone un duplice obiettivo: sollevare e problematizzare alcune criticità relative all’insegnamento-apprendimento della fisica che sono emerse durante la conduzione dei laboratori di fisica afferenti al corso di laurea in SFP dell’Università degli Studi di Urbino Carlo Bo. Discutere, alla luce di tale esperienza, come l’interazione sinergica tra epistemologia e didattica possa favorire una comprensione più ampia e profonda del rapporto tra fisica ingenua e fisica formale e rappresentare, di conseguenza, una direzione da perseguire nella formazione dei futuri insegnanti [3].

1. **L’esperienza dei laboratori di Fisica a Scienze della Formazione Primaria**

I Laboratori di Fisica associati all’insegnamento di Elementi di Fisica e Didattica della Fisica, rivolto agli studenti del II° anno di SFP, hanno una durata complessiva di dodici ore ripartite in tre lezioni a cadenza settimanale di quattro ore ciascuna. La frequenza al laboratorio è obbligatoria ma non vincolata al superamento dell’esame di fisica né alla frequenza del corso. La progettazione e organizzazione di ogni laboratorio – che prevede in media trenta/trentacinque partecipanti – avviene in collaborazione col docente del corso (Prof. Roberto Mantovani) di cui condivide gli obiettivi formativi. In particolare, attraverso l’attività laboratoriale si intende promuovere la comprensione della funzione descrittivo/interpretativa della Fisica nei confronti della fenomenologia del quotidiano; la conoscenza delle componenti teoriche e sperimentali della disciplina; la capacità di effettuare una trasposizione didattica dei contenuti disciplinari affrontati durante il laboratorio che faccia evolvere le idee intuitive degli studenti e promuova l’utilizzo consapevole di rappresentazioni multiple della realtà [4].

I tre incontri sono così organizzati: il primo prevede una lezione interattiva volta a far emergere e a contestualizzare le idee intuitive degli studenti relativamente a tre contenuti “pretesto” – *la caduta dei gravi*, *forma e moti della Terra*, *luce e colori* – attraverso la somministrazione di qualche tipico quesito di fisica ingenua. Parallelamente a chiarimenti relativi ai contenuti disciplinari, si introducono le conoscenze didattiche necessarie affinché gli studenti possano svolgere in piccoli gruppi un’esercitazione finalizzata alla progettazione di attività di insegnamento-apprendimento coerenti con gli obbiettivi specifici dichiarati, a partire dai materiali resi disponibili sulla piattaforma d’ateneo (articoli di ricerca empirica, estratti da volumi e manuali, link a video e a siti dedicati, approfondimenti storico-epistemologici, ecc.). Tali materiali vengono selezionati e vagliati in relazione a due scopi. Da un lato introdurre i futuri insegnanti ai risultati di ricerche empiriche sull’insegnamento e apprendimento della fisica (e della scienza in generale) così che possano rendersi conto delle ragioni profonde sottostanti ad alcuni errori sistematici e della conseguente necessità di favorire fin dall’infanzia l’acquisizione di un atteggiamento scientifico attraverso l’esercizio reiterato delle peculiari “abitudini” di pensiero e di azione che lo caratterizzano: compiere osservazioni esplorative e sotto ipotesi, produrre diversi tipi di inferenze (deduttive, abduttive, induttive, analogiche, controfattuali, ecc.) per ricavare ulteriori informazioni e formulare ipotesi, assoggettare le ipotesi a controllo empirico, giustificare pubblicamente le proprie idee attraverso l’esibizione di ragioni teoriche ed evidenze empiriche, confrontarsi tra pari ricercando un accordo intersoggettivo, per citarne solo alcune. Dall’altro offrire agli studenti, in genere poco esperti e perlopiù intimoriti dalla complessità della disciplina, qualche esempio di attività svolta a cui potersi ispirare, unitamente ai documenti ministeriali – le Indicazioni Nazionali 2012 e i Nuovi Scenari 2018 – che gli studenti sono invitati a consultare per acquisire contezza degli obiettivi di apprendimento generali relativi alla scuola dell’infanzia, al triennio e al biennio della scuola primaria rispettivamente.

Il secondo incontro, suddiviso in due momenti, prevede una prima rapida esposizione e relativo feedback dei lavori di gruppo al fine di mettere in luce eventuali incongruenze tra le attività progettate dagli studenti – in relazione a uno a scelta tra i tre temi selezionati – e gli obiettivi dichiarati, nonché a far evolvere alcune concezioni ingenue – relative non solo alla fisica ma anche all’insegnamento – che emergono grazie alla simulazione. Nella seconda parte gli studenti proseguono il compito perfezionando e ampliando il lavoro svolto. Il terzo incontro è dedicato all’esposizione e alla correzione collettiva dei lavori e all’esplicitazione, da parte di ciascuno studente, delle difficoltà incontrate nel corso dell’esercitazione.

Il laboratorio, dato il numero contenuto di frequentanti che consente un alto grado di interazione all’interno del gruppo, si è dimostrato un contesto ottimale per far emergere, a partire dalle attività proposte, due principali tipi di criticità, distinti ma correlati. Il primo è associato a fattori di ordine motivazionale ed emotivo: gli studenti sono poco propensi a insegnare una disciplina che considerano troppo complessa e dunque non adatta all’ordine di scuola dove presteranno servizio. In particolare, la maggior parte degli iscritti dichiara di non amare la fisica, di non averla mai capita o addirittura di non averla mai studiata in quanto non prevista nell’ordinamento degli istituti superiori di provenienza. Il secondo concerne le epistemologie disciplinari degli studenti che nella quasi totalità dei casi rivelano una visione dogmatica e semplicistica delle dinamiche relative alla costruzione e alla giustificazione della conoscenza scientifica. Durante la conduzione dei laboratori è infatti maturata l’ipotesi che alcune concezioni ingenue nel campo della fisica siano legate a questioni di ordine epistemologico che riguardano il rapporto tra scienza ed esperienza, questioni che chiamano in causa le pratiche epistemiche disciplinari [5], come ad esempio il ricorso a casi ideali o all’ideazione di esperimenti mentali controfattuali, caratteristici del *modus operandi* galileiano.

Di qui la necessità di lavorare parallelamente su due fronti. Da un lato occorre chiarire e condividere con i partecipanti le finalità dell’attività laboratoriale richiamando l’attenzione sul profilo in uscita del corso SFP. Riconoscere che lo sviluppo professionale dell’insegnante si costruisce al crocevia di tre domini conoscitivi distinti – il Sapere disciplinare, la Didattica generale e la Didattica disciplinare specifica [6, p. 66] – implica, tra le altre cose, che i professionisti dell’istruzione siano in grado di selezionare esperienze formative in diverse aree disciplinari inclusa quella scientifica. In questa prospettiva, i contenuti d’insegnamento sono fondamentali non per promuovere una piena padronanza disciplinare (obiettivo che necessita di tempi molto più lunghi), bensì per far guadagnare, ad un primo livello, la capacità di saper pensare e saper agire secondo una specificità di dominio. A sua volta, lavorare su contenuti “pretesto” in modo da favorire la strutturazione di un atteggiamento scientifico richiede di saper progettare azioni didattiche coerenti e convergenti rispetto all’obiettivo individuato ovvero di saper strutturare delle situazioni di apprendimento che facciano agire le capacità che si intendono promuovere. Dall’altro è necessario fare in modo che gli studenti comprendano il progetto conoscitivo della fisica quale *impresa culturale umana* che si propone di descrivere, spiegare e controllare la realtà naturale. Se interpretiamo l’evoluzione delle conoscenze intuitive degli studenti come indice della progressiva assimilazione del paradigma condiviso, in una particolare fase storica, dalla comunità scientifica di riferimento, dobbiamo *eo ipso* riconoscere come tale evoluzione implichi l’acquisizione delle pratiche epistemiche disciplinari grazie a cui la fisica costruisce il suo dominio oggettuale, “ritagliandolo” a partire da un mondo ricco e complesso [3].

Alla luce di quanto esposto, intendiamo ora discutere i potenziali benefici, a livello cognitivo e motivazionale, di un approccio storico-epistemologico all’insegnamento-apprendimento della fisica, collocandoci all’interno del progetto pedagogico di un’educazione ai saperi e attraverso i saperi [2] che riconosce nell’interdisciplinarità una caratteristica costitutiva dei processi di costruzione della conoscenza prima ancora che un’opzione metodologico-didattica.

1. **Storia e epistemologia a servizio dell’insegnamento**

L’esigenza di far dialogare epistemologia e didattica è istanza condivisa sia dalla Pedagogia dei saperi [2; 3], sia dai ricercatori in Didattica della fisica [ad es. 7; 8; 9; 10]. L’affinità epistemica tra le due discipline, entrambe interessate al «modo in cui si costruisce il sapere» [11], acquista particolare evidenza non appena osserviamo, con Damiano [11], che il docente, mentre lavora congiuntamente agli allievi per far guadagnare loro il sapere, ricopre, tra gli altri ruoli, anche il ruolo dell’epistemologo. In altri termini, l’esercizio competente della sua professione richiede all’insegnante non solo di dominare uno specifico ambito del sapere, ma anche, per dirla con Morin [12, p. 11], di *conoscere la conoscenza*, compito che lo studioso individua tra le emergenze educative del Ventunesimo secolo. La realizzazione di una democrazia basata sulla conoscenza, quale ideale invocato da un numero sempre crescente di Paesi e organismi internazionali, implica, infatti, che l’istituzione scolastica non si limiti a trattare la conoscenza «come un attrezzo *ready made*», ma che si preoccupi «di far conoscere che cosa è conoscere», al fine di formare futuri cittadini capaci di ampliare e aggiornare costantemente il proprio bagaglio culturale (*lifelong learning*), approfittando anche di contesti di apprendimento non formali e informali (*lifewide learning*). Di qui il crescente interesse che a livello internazionale hanno riscosso le ricerche sulla cognizione epistemica(*epistemic cognition*), ambito di studi interdisciplinare[[1]](#footnote-1) che indaga «come le persone acquisiscono, comprendono, giustificano, cambiano e utilizzano la conoscenza in contesti formali e informali» [13, p. 1].

Nell’ambito dell’educazione scientifica, una declinazione – didatticamente fertile – del costrutto interdisciplinare di *cognizione epistemica* si trova nell’idea di pratiche epistemiche (*epistemic practices*), che rinvia a un’immagine della scienza non solo “pronta all’uso” (*ready-made*) ma anche “nel suo farsi” (*in-the-making*) [14]. Kelly [5], nello specifico, condividendo l’istanza, avanzata da Duschl [15], di un’educazione alla scienza orientata ad obiettivi non solo concettuali ma anche epistemici[[2]](#footnote-2) e sociali, insiste sull’importanza di integrare nell’insegnamento, coordinandoli tra loro, prodotti conoscitivi e pratiche intese come «schemi di azioni strutturate, in genere eseguite da membri di un gruppo sulla base di scopi e aspettative comuni, a partire da valori, strumenti e significati culturali condivisi» [16, p. 99]. Nella cornice di un’idea di sapere scientifico come correlato dell’operare attivo di una collettività storicamente determinata si collocano anche i tentativi di alcuni filosofi [ad es. 17; 18; 19] di analizzare in senso critico non solo cosa gli scienziati dicono, ma anche cosa fanno e come lo fanno. In particolare, Philip Kitcher [19, pp. 87 e segg.] propone di interpretare il progresso scientifico come l'avvicendarsi dei mutamenti nelle “pratiche del consenso” (*consensus practices*) che si sviluppano ed evolvono attraverso l’interazione con la realtà naturale e il confronto con i propri pari.

Il costrutto di “pratica del consenso” formulato da Kitcher identifica, in un dato momento storico, il nucleo invariante delle componenti delle pratiche individuali[[3]](#footnote-3) dei membri delle differenti comunità scientifiche, unitamente a impegni addizionali che derivano dalla decisione condivisa di conferire autorevolezza scientifica a particolari sottogruppi rispetto a specifiche questioni. Più precisamente tale costrutto multidimensionale include: (a) le componenti della pratica individuale comuni alle pratiche individuali di tutti i membri della comunità; (b) i riconoscimenti di autorità (essi stessi parte della pratica individuale) condivisi da tutti i membri della comunità insieme ai criteri per la loro identificazione; (c) l’articolazione della comunità in sotto-comunità, considerate autorevoli rispetto a specifici temi di ricerca; (d) un consenso “virtuale” (*virtual consensus*) che richiama l’attenzione sulla relazione tra il principio della divisione del lavoro cognitivo e il rapporto di dipendenza epistemica [20, pp. 101-102] tra esperti di diversi campi del sapere. L’avanzamento della conoscenza si configura, infatti, come proprietà emergente di un sistema, la scienza, che si autoalimenta e autoregola grazie al lavoro coordinato e collaborativo di una rete di ricercatori che, nella pratica della loro professione, devono costantemente affidarsi a risultati conseguiti da colleghi dello stesso settore o di settori diversi per costruire nuova conoscenza [21].

A livello didattico, l’esigenza epistemologica di indagare la scienza “nel suo farsi” per comprendere meglio la natura e la validità delle conoscenze prodotte guadagna ancor più pertinenza se valutata alla luce di alcune idee ingenue che la ricerca empirica [ad es. 22; 23; 24] ha rilevato e che sembrano trovare conferma nei commenti dei partecipanti ai laboratori di fisica. Sottoposti a qualche classico quesito sulla caduta dei gravi e sulla traiettoria dei corpi in movimento in assenza di attrito, un’ampia maggioranza di studenti scambia per reali le situazioni-problema idealizzate riportate nei manuali in qualità di casi esemplari. A titolo paradigmatico citiamo il quesito sulla caduta dalla medesima altezza di gravi di diverso peso[[4]](#footnote-4), a cui gli insegnati pre-service cercano di rispondere facendo ricorso a quattro differenti “strategie”: immaginandosi visivamente la scena; richiamando alla memoria episodi simili; evocando qualche reminiscenza scolastica; proponendo di effettuare un “esperimento” reale, nonostante il quesito si riferisca a una situazione controfattuale di assenza di attriti.

L’ipotesi che la confusione tra realtà empirica e rappresentazione idealizzata possa essere ricondotta, almeno in parte, alla scarsa comprensione degli strumenti epistemici della fisica (teorie, modelli matematici, modelli materiali, modelli simulativi, esperimenti qualitativi e quantitativi, esperimenti mentali, ecc.), relativamente alla funzione che svolgono e ai vincoli a cui sono assoggettati nell’indagine del mondo naturale, trova conforto nelle difficoltà che gli stessi scienziati hanno incontrato nel metterli a punto. Componente chiave della pratica scientifica da Galileo ai nostri giorni, il ragionamento basato su modelli [18] poggia su prassi epistemiche – teoriche e sperimentali – che in genere rappresentano per gli studenti degli ostacoli epistemologici [26] come lo sono state per coloro che le hanno inizialmente concepite. Si ricordi, ad esempio, come nell’opera galileiana *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla meccanica e i movimenti locali*, Simplicio, portavoce della tradizione aristotelica – compatibile, almeno sotto certi aspetti, con la fisica del senso comune [27] – argomenti contro le tecniche di idealizzazione che sono alla base della “nuova scienza” della meccanica. La costruzione dell’immagine scientifica del mondo a partire dalla sua immagine manifesta[[5]](#footnote-5) è un compito complesso che richiede di saper combinare e coordinare operazioni concettuali e tecniche finalizzate a rendere intelligibile la realtà attraverso il ricorso alla sua controparte, l’idealità. Come sottolineano Rosenblueth e Wiener [29, p. 86]: «Nessuna parte costitutiva dell’universo è talmente semplice da lasciarsi afferrare e controllare senza astrazione. Spesso il ricercatore non è consapevole del procedimento metodologico da lui usato, né, per altro, è indispensabile che lo sia. Si possono dare contributi scientifici importanti, soprattutto in campo sperimentale, anche senza che lo sperimentatore si renda conto che ogni buon esperimento non è altro che una buona astrazione». Similmente, in un articolo dal titolo emblematico *Galilean idealization* [30], Ernan McMullin, cerando di chiarire la polisemica nozione di “idealizzazione”, ricorda come questa tecnica di semplificazione possa essere operata sia sulla rappresentazione concettuale del fenomeno (*construct idealization)*, sia sul fenomeno stesso (*causal idealization*). Questa seconda forma di idealizzazione, assoggettata al talento dello sperimentatore e del costruttore di strumenti, si realizza concretamente nell’eliminazione o, al limite, nel controllo dei fattori causali che influenzano il fenomeno, perturbandolo. In questo senso, tale operazione di semplificazione eseguita in concreto può essere interpretata come la “controparte” empirico-sperimentale dell’operazione teorico**-**matematica alla base della costruzione di modelli idealizzati (idealizzazione di costrutto).

In questo quadro, il contributo che la riflessione storico-epistemologica può offrire agli studi sulla trasposizione [2] e ricostruzione [10] didattica della conoscenza esperta in conoscenza da insegnare è triplice: a) fornisce un punto di vista privilegiato per osservare le complesse dinamiche che presiedono alla costituzione dei criteri normativi a cui sono assoggettati i membri della comunità scientifica, contribuendo a sviluppare un’immagine della disciplina come sistema correlato di prodotti e pratiche esperte; b) aiuta a comprendere e a prevedere alcune delle difficoltà incontrate dagli studenti nonché a riconoscere il diverso tipo logico dei loro errori; c) contribuisce a restituire fiducia agli studenti rivelando che gli errori «nei casi più caratteristici si presentano come tappe naturali del pensiero nella ricerca della verità» [31 p. 18].

Lungo questa direzione si colloca il progetto di un Laboratorio Storico-didattico sulle Scienze Fisiche da realizzarsi presso la più antica istituzione scientifica dell'Università di Urbino Carlo Bo, il *Gabinetto di Fisica: Museo Urbinate della Scienza e* *della Tecnica* [32], già impegnata in attività di divulgazione su temi relativi alla strumentazione scientifica di interesse storico. Il progetto prevede l’allestimento di un laboratorio finalizzato a supportare sia la ricerca in ambito storico-scientifico e didattico, sia le attività di didattica universitaria, a partire dai laboratori di fisica del corso SFP. In questa prospettiva, nel febbraio 2020, su richiesta del Prof. Roberto Mantovani – co-fondatore (con il Prof. Flavio Vetrano) e Curatore scientifico (1994) del Gabinetto di Fisica –, sono stati acquistati alcuni apparecchi scientifici moderni, con design molto simile agli strumenti scientifici antichi presenti nella struttura museale urbinate. Obiettivo del laboratorio è contestualizzare nella pratica sperimentale, attraverso la fedele riproduzione di alcuni esperimenti che caratterizzarono lo sviluppo delle Scienze Fisiche tra la fine del Settecento e tutto l’Ottocento, la riflessione storico-epistemologica sulla pratica stessa, così da consentire agli studenti di entrare nel vivo delle prassi disciplinari di produzione di conoscenza e di comprendere le ragioni della loro affidabilità. Introdurre la dimensione sperimentale della fisica attraverso un approccio di tipo storico-critico consente infatti, per le ragioni sopra esposte, di coniugare la postura epistemica dell’insegnamento (focus sul sapere) con le esigenze pedagogiche dei soggetti in apprendimento.

A livello operativo, l’opzione teorica della doppia vigilanza – epistemologica e pedagogica [2] – si traduce nell’individuazione di precise finalità didattiche che, in una prima approssimazione – suscettibile di progressivi raffinamenti e integrazioni –, possono essere così sintetizzate: chiarire come la disciplina individua e formula i suoi problemi nei momenti di “scienza normale” e di “scienza rivoluzionaria” [17]; far comprendere la differenza tra il fenomeno empirico e la sua ricostruzione sperimentale idealizzata la quale mira a ridurre la complessità del sistema reale per poter studiare, al limite, l’effetto di una singola causa [33]; dare significato al “guardare per variabili” [34] anche contestualizzandolo all’interno di dispute scientifiche; esplicitare le difficoltà, concettuali e tecniche, connesse alla progettazione e all’esecuzione degli esperimenti così come il ruolo degli strumenti nel progresso della scienza [35]; sviluppare attraverso l’esercizio della pratica sperimentale, che mira a “difalcare gli impedimenti della materia”, la capacità di ragionare controfattualmente e di ricorrere a situazioni idealizzate per comprendere e spiegare fenomeni reali; fornire esempi storici di come e per quali ragioni evolve la “pratica del consenso” all’interno della comunità scientifica [19]; problematizzare il concetto di “evidenza empirica” e il passaggio dai dati grezzi raccolti ai modelli di dati [18]; mostrare quali implicazioni l’adesione a un determinato paradigma ha nella concreta pratica scientifica, anche in relazione alla costruzione e legittimazione delle conoscenze; discutere, attraverso esempi storici, l’evoluzione del “ragionevole accordo” [17] tra previsioni teoriche e misure sperimentali; individuare ostacoli epistemologici e utilizzarli come principi organizzatori per interconnettere le conoscenze.

1. **Conclusione**

In questo contributo abbiamo cercato di argomentare a favore di un approccio all’insegnamento della fisica informato dall’epistemologia e dalla storia della disciplina, inscrivendo il progetto pedagogico di una *literacy* scientifica nel quadro della Pedagogia dei saperi. Laconoscenza – in particolare di tipo scientifico e tecnologico – è diventata il principale fattore di inclusione/esclusione culturale e sociale all’interno delle nazioni e tra le nazioni [1], tanto che la vita personale e professionale dei cittadini del Ventunesimo secolo è condizionata, in senso positivo o negativo, dalla possibilità che hanno di accedervi nonché di saperla utilizzare in modo generativo. Si apre, dunque, il problema di ripensare il sapere prodotto dalla comunità scientifica in una nuova forma che, senza mutarne la sostanza, lo renda idoneo ad essere insegnato e appreso, in modo tale da poter diventare, a sua volta, motore di nuova conoscenza. Consapevoli che non esistono facili ricette per affrontare una sfida così articolata e complessa, sosteniamo che una trasposizione/ricostruzione didattica del sapere esperto in sapere da insegnare finalizzata a far guadagnare padronanza non solo dei prodotti conoscitivi ma anche dei modi in cui la fisica costruisce, valida e giustifica tali conoscenze possa rivelarsi doppiamente utile. Da un lato risponde a istanze formative disciplinari in quanto può far evolvere la scarsa comprensione delle pratiche epistemiche della fisica – alla base di alcuni pervicaci errori diffusi tra gli studenti – che le attività proposte durante i laboratori hanno contribuito a far emergere. Dall’altro consente di introdurre questioni epistemologiche più generali, trasversali alle differenti discipline, e di mostrarne le implicazioni etiche e sociali.

In questo quadro, il progetto di un laboratorio storico-didattico sulle scienze fisiche si configura come un dispositivo privilegiato di integrazione tra saperi [36] che può rivelarsi potenzialmente efficace per promuovere negli insegnati pre-service la consapevolezza epistemologica necessaria per progettare attività didattiche più coerenti con la reale pratica scientifica e convergenti rispetto all’obiettivo di far guadagnare ai propri allievi la capacità – indispensabile per poter compiere scelte informate e responsabili in una società *knowledge-oriented* – di discriminare tra conoscenze ottenute attraverso processi epistemici affidabili e opinioni prive di fondamento.

1. **Riferimenti**

[1] Greco P e Pitrelli N 2009 *Scienza e media ai tempi della globalizzazione* (Torino: Codice).

[2] Martini B 2011 *Pedagogia dei saperi: problemi, luoghi e pratiche per l'educazione* (Milano: Franco Angeli).

[3] Tombolato M 2020 *La conoscenza della conoscenza scientifica. Problemi didattici* (Milano: Franco Angeli).

[4] Spada H 1994 Conceptual change or multiple representations? *Learning and instruction* 4(1) pp. 113**-**6.

[5] Kelly GJ e Licona P 2018 Epistemic practices and science education, ed M Matthews (Dordrecht: Springer) pp. 139–65.

[6] Martini B 2019 Lo sviluppo professionale degli insegnanti tra Didattica generale e Didattiche disciplinari ed L Perla e B Martini (Milano: Franco Angeli) pp. 59-72.

[7] Lederman NG 1992 Students and Teachers Conceptions of the Nature of Science: A Review of Research *Journal of Research in Science Teaching* *29*(4) pp. 331–359.

[8] Matthews M 1994 *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science* (New York: Routledge).

[9] Pizzolato N, Fazio C, Sperandeo-Mineo RM e Adorno DP 2014 Open Inquiry based learning experiences to understand the Nature of Science *Proc*. *ICPE-EPEC* *2013* (Praga: MATFYZPRESS publisher) pp. 1018-26.

[10] Michelini M, Santi L e Stefanel A 2015 La formazione degli insegnanti in fisica come sfida di ricerca: problematiche, modelli, pratiche *Giornale Ital Della Ricerca Educ* 14 pp. 191-207.

[11] Damiano E 2004 Didattica ed epistemologia. *Pedagogia e vita* 4 pp. 75-106.

[12] Morin E 2001 *I sette saperi necessari all'educazione del futuro* (Milano: Raffaello Cortina).

[13] Greene JA Sandoval WA e Bråten I eds 2016 *Handbook of epistemic cognition* (NY: Routledge).

[14] Latour B 1998 *La scienza in azione. Introduzione alla sociologia della scienza* (Torino: Einaudi).

[15] Duschl R 2008 Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic and social learning goals *Review of research in education* *32*(1) pp. 268-91.

[16] Kelly GJ 2008 Inquiry, activity, and epistemic practice ed R Duschl e R Grandy (Rotterdam, Netherlands: Sense) pp. 99-117.

[17] Kuhn TS 1985 *La tensione essenziale: cambiamenti e continuità nella scienza* (Torino: Einaudi).

[18] Giere R 2010 An Agent-Based Conception of Models and Scientific Representation *Synthese* 172 pp. 269–81.

[19] Kitcher P 1993 *The advancement of science: Science without legend, objectivity without illusions* (NY: Oxford University Press).

[20] Amoretti C e Vassallo N 2010 *Piccolo trattato di epistemologia* (Torino: Codice edizioni).

[21] Villa M L 2018 *Scienza è democrazia. Come funziona il mondo della ricerca* (Milano: Guerini e Associati).

[22] Fischbein E, Stavy R, Ma**-**Naim H 1992 La struttura psicologica dell’idea ingenua di impulso, ed E Fischbein, G Vergnaud e B D’Amore *Matematica a scuola: teorie ed esperienze* 6 (Bologna: Pitagora) pp. 39**-**50.

[23] [Schecker](http://philpapers.org/s/Horst%20P.%20Schecker) HP 1992 [The paradigmatic change in mechanics: implications of historical processes for physics education](http://philpapers.org/go.pl?id=SCHTPC-11&proxyId=&u=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2FBF00430210) [*Sci Educ*](http://philpapers.org/asearch.pl?pub=1002) 1 pp. 71**-**6.

[24] Oberle CD, McBeath MK, Madigan SC e Sugar TG 2005 The Galileo bias: a naive conceptual belief that influences people’s perceptions and performance in a ball**-**dropping task *J Exp Psychol Learn Mem Cogn* 31(4) pp. 643–53.

[25] Shanon B 1976 Aristotelianism, Newtonianism and the physics of the layman *Perception* 5(2) pp. 241**-**43.

[26] Bachelard G 1995 *La formazione dello spirito scientifico: contributo a una psicoanalisi della conoscenza oggettiva* (Milano: R. Cortina).

[27] Bozzi P 1990 *Fisica ingenua. Oscillazioni, piani inclinati e altre storie: studi di psicologia della percezione* (Milano: Garzanti).

[28] Sellars W 2007 *La filosofia e l’immagine scientifica dell’uomo* (Roma: Armando).

[29] Rosenblueth A. e Wiener N Il ruolo dei modelli nella scienza, ed Somenzi V e Cordeschi R 1994 (Torino: Bollati Boringhieri) pp. 86-92.

[30] McMullin E 1985 Galilean idealization *Studies in History and Philosophy of Science*, *Part A*, *16*(3), pp. 247-273.

[31] Enriques F 2004 *Il significato della storia del pensiero scientifico* (Manduria-TA: Barbieri).

[32] Mantovani R e Vetrano F 1991 Una realtà dimenticata: il Gabinetto di Fisica dell’Università di Urbino, ed G Dragoni (Bologna: Grafis Edizioni) pp. 239-46.

[33] Chalmers AF 2013 *What Is This Thing Called Science*? (Maidenhead: Open University Press).

[34] Arcà M e Guidoni P 1987 *Guardare per sistemi, guardare per variabili. Un approccio alla fisica e alla biologia per la scuola dell’obbligo* (Milano: Emme edizioni).

[35] Turner GL’E ed 1991 *Gli strumenti* (Einaudi: Torino).

[36] Martini B 2019 Verso un modello di curricolo integrato *Pedagogia più Didattica* 5(2).

1. Ci si riferisce, in particolare, alla psicologia, alla didattica disciplinare, alla sociologia della scienza e alla filosofia [13]. [↑](#footnote-ref-1)
2. Sono definiti epistemici gli obiettivi che si riferiscono a come la conoscenza viene costruita e legittimata, ad esempio: la comprensione dei criteri di valutazione di teorie e modelli o dei criteri di scelta tra spiegazione alternative. [↑](#footnote-ref-2)
3. Kitcher [19, p. 74] definisce la pratica dello scienziato come «un’entità multidimensionale» che include rispettivamente: il linguaggio professionale dello scienziato; i problemi significativi per il suo ambito di ricerca; proposizioni, immagini, diagrammi ritenuti pertinenti rispetto ai contenuti disciplinari; l'insieme dei modelli di spiegazione giudicati validi; le fonti di informazione considerate affidabili unitamente agli standard di credibilità; i paradigmi di sperimentazione e di osservazione, insieme agli strumenti ritenuti affidabili, nonché i suoi criteri di sperimentazione, di osservazione e di affidabilità degli strumenti; esempi di ragionamento scientifico valido e fallace, unitamente ai criteri di valutazione della correttezza delle conclusioni inferite. [↑](#footnote-ref-3)
4. Se una palla di 4 Kg lasciata cadere da una certa altezza raggiunge il terreno in z secondi, quanto impiegherà a cadere dalla stessa altezza una palla di 2 Kg, supponendo nulla la resistenza dell’aria? (a) 2z; (b) z; (c) Fra z e 2z. Quesito tratto da [25]. [↑](#footnote-ref-4)
5. Riprendiamo queste espressioni dal filosofo Wilfrid Sellars [28] per indicare la distinzione tra l’esperienza quotidiana (immagine manifesta del mondo) e le rappresentazioni che della realtà offrono le varie discipline scientifiche (immagine scientifica). [↑](#footnote-ref-5)