

Teaching science today. Recognize the competence to design the pathway

Insegnare scienze oggi. Riconoscere la competenza per progettare il percorso

Francesco Cortimiglia^a

^a *OPPI-Fondazione Fazio-Allmayer1*, francesco.cortimiglia@gmail.com

Abstract

Through an examination of the suggestions contained in the Indicazioni nazionali and the PISA Science Framework, the article proposes a description of scientific competence that serves as a roadmap for initiating a teaching and learning path from an interdisciplinary perspective. The ecological and energy transition, the conditions of equilibrium of environmental systems, the problems of sustainability in an era of climate change are the main areas of application for scientific literacy. The different aspects of scientific competence are therefore organized by observing competence in action within the context of educational dialogue, and reconstructing the operations that students carry out from the moment they pose their own questions about the natural world, advance their hypotheses, and develop their strategies according to the methods of the disciplines.

Keywords: science; competence; assessment; interdisciplinarity; agency; anthropocene.

Sintesi

Attraverso una ricognizione dei suggerimenti contenuti nelle Indicazioni nazionali e nel PISA Science Framework l'articolo propone una descrizione della competenza scientifica che rappresenta una mappa per avviare un percorso di insegnamento apprendimento in una prospettiva interdisciplinare. La transizione ecologica ed energetica, le condizioni di equilibrio dei sistemi ambientali, i problemi della sostenibilità in un'era di cambiamenti climatici sono i principali ambiti di esercizio della competenza scientifica. I diversi aspetti della competenza scientifica sono ordinati osservando la competenza in azione nel contesto del dialogo educativo, e ricostruendo le operazioni che studenti e studentesse compiono dal momento in cui pongono le loro stesse domande sul mondo della natura e sull'impatto dell'uomo su di essa, avanzano le loro ipotesi sui problemi individuati, elaborano le loro strategie secondo i metodi delle discipline.

Parole chiave: scienze; competenza; valutazione; interdisciplinarietà; agentività; antropocene.

1. La competenza in azione e l'agentività nell'antropocene

Riconoscere la competenza che si intende promuovere con lo studio delle Scienze è indispensabile per progettare percorsi di apprendimento con i quali attivare gli allievi, osservare le loro competenze in azione, guidarli verso livelli di padronanza sempre maggiori. Quali competenze promuove lo studio delle scienze? In che modo contribuiscono all'approccio interdisciplinare ai problemi del nostro tempo? Come superare la difficoltà che talvolta si registra nelle nostre scuole ad una piena integrazione delle scienze in percorsi di apprendimento che prevedono il concorso di più discipline? Lo statuto epistemologico delle discipline interessate e le indicazioni metodologiche per le materie di studio danno suggerimenti utili ad un apprendimento attivo delle scienze che metta in campo concetti, metodi e teorie delle discipline per affrontare i problemi del nostro tempo? Per rispondere a queste domande l'articolo parte da una ricognizione delle Indicazioni nazionali (MIUR, 2010) e del PISA Science Framework (OECD, 2023a) per proporre una descrizione della competenza che possa rappresentare una mappa per avviare un percorso di insegnamento apprendimento in una prospettiva interdisciplinare. Indicazioni nazionali (d'ora in avanti Indicazioni) e Framework PISA risultano ampiamente convergenti nell'individuazione dell'emergenza ambientale come ambito di applicazione della competenza scientifica. Negli Obiettivi specifici di apprendimento leggiamo dell'importanza dei problemi relativi "all'ecologia, alle risorse energetiche, alle fonti rinnovabili, alle condizioni di equilibrio dei sistemi ambientali" (MIUR, 2010, p. 346). Nel Framework PISA si pone la centralità dell'agentività nell'antropocene, la disposizione e la competenza per affrontare i problemi della sostenibilità in un'era di cambiamenti climatici, ed impegnarsi in processi civici che portino a un migliore benessere della comunità (OECD, 2023a, pp. 49-51). Nel concetto di agentività – ripreso in uno specifico documento di supporto (OECD, 2023b)¹ – trovano una perfetta sintesi la dimensione operativa della competenza scientifica, la centralità per la scienza dei problemi del nostro tempo, la ricerca del significato del nostro impegno nel mondo attraverso le discipline.

2. Il laboratorio e la dimensione sperimentale

Per ogni materia le Indicazioni, in ragione della necessità di osservare in azione le competenze degli allievi, richiedono attività di laboratorio e suggeriscono la sinergia tra discipline per affrontare concrete situazioni problematiche nella cornice delle grandi questioni del nostro tempo. Per promuovere e valutare una competenza occorre esercitarla e osservarla in azione, e la progettazione didattica ha necessità di descrivere il comportamento esperto che ci si attende, e di suggerire (con intento orientativo, non prescrittivo) le conoscenze, le abilità, gli atteggiamenti che si reputano necessari ad affrontare un compito ed una situazione problematica². Questa necessità risulta ancor più chiara per le scienze, per le quali "riveste un'importanza fondamentale la dimensione

¹ Della ricca bibliografia presente in OECD 2023b rimando almeno a Steffen et al. (2020, 2016, 2011) dove è possibile trovare un quadro articolato e chiaro delle conoscenze dei sistemi terrestri e delle loro interazioni necessarie ad un giovane che cresce nell'Antropocene.

² I descrittori "sono in grado di (fare)", promossi dal Framework europeo delle lingue (Consiglio d'Europa 2020), ed utilizzati per ogni competenza, sono ispirati a questa visione della didattica centrata su chi apprende e orientata all'azione e all'interazione con l'insegnante e i compagni nel mettere a fuoco ed affrontare, con l'ausilio delle discipline, i problemi del nostro mondo (Cortimiglia, 2023).

sperimentale, dimensione costitutiva di tali discipline e come tale da tenere sempre presente” (MIUR, 2010, p. 247). Ne consegue che “il laboratorio è uno dei momenti più significativi in cui essa si esprime [...]. Si individuerà quindi un nucleo essenziale di attività particolarmente significative da svolgersi lungo l’arco dell’anno, come esemplificazione del metodo proprio delle discipline”. Con l’avvertenza che attività sperimentali organizzate ed eseguite per fare scienza “possono comunque utilmente svolgersi anche in classe o sul campo” (Ibidem). La dimensione sperimentale, infatti, rimane sempre un aspetto irrinunciabile della formazione scientifica e una guida per tutto il percorso formativo anche quando non siano possibili attività sperimentali in senso stretto. Bisogna perciò sostenere l’impegno dei docenti di scienze mettendo a loro disposizione luoghi e strumenti (fisici e virtuali) per la sperimentazione in laboratorio, e valorizzare il contributo fondamentale che le scienze, nell’affrontare situazioni problematiche in concorso con altre discipline, possono dare, in ragione del loro specifico approccio metodologico, all’osservazione, alla formulazione di ipotesi e alla loro verifica sperimentale. C’è infatti una dimensione propria del laboratorio scientifico che richiede attrezzature e condizioni controllate per osservare, misurare, riprodurre o simulare fenomeni, realizzare operazioni che confermino o smentiscano un’ipotesi. C’è poi il laboratorio inteso in senso più ampio, al quale concorrono tutte le materie connotando operativamente (e riflessivamente) l’intera attività didattica: è l’interazione in cui si risolvono in gruppo problemi attraverso una attività orientata ad un risultato socializzabile. Parliamo infatti nella nostra scuola di laboratorio, in senso lato, in presenza di una situazione problematica, di un lavoro per realizzare un prodotto, di un’interazione sociale e, soprattutto, di un gruppo che la realizza, perfezionando il proprio sapere nel momento operativo. Il laboratorio è innanzitutto un atteggiamento della mente, ma si avvale di spazi e strumenti – reali o virtuali – che indirizzano alla operatività. Si tratta di una attività fondata sul fare e sul riflettere sul fare, intendendo per *fare operazione orientata al risultato* (prodotto, evento, soluzione di un problema, presentazione dei risultati dell’indagine, servizio alla comunità) che sviluppa abiti mentali critico-riflessivi³. Può anche trattarsi di una operazione manuale, ma rimane sempre, innanzitutto, una operazione mentale (De Benedetti, 1979a; 1979b; 1980). Questo generale approccio alla conoscenza, comune a tutte le materie ed essenziale per promuovere ed osservare la competenza in azione, può trarre grande vantaggio dall’influsso che può provenire dalla curiosità, dalla creatività, dal rigore che caratterizzano il laboratorio in senso stretto delle scienze. Senza questo rapporto vivificante tra le due dimensioni le attività laboratoriali rischiano di diventare una routine e il laboratorio scientifico una occasionale esercitazione senza ricadute sulla formazione del sapere critico.

3. Un’interrogazione ragionata dei fenomeni

Anche per lo studio della Fisica le Indicazioni suggeriscono che lo studente debba “fare esperienza e rendere ragione del significato dei vari aspetti del metodo sperimentale” (MIUR, 2010, p. 342), e precisano che l’esperienza va intesa “come interrogazione ragionata dei fenomeni naturali, scelta delle variabili significative, raccolta e analisi critica dei dati e dell’affidabilità di un processo di misura, costruzione e/o validazione di modelli”.

³ Per la formazione di persone attive e responsabili, di cittadini che esercitano un ruolo di controllo e di interpretazione, di scelta e di partecipazione, occorre “dare strumenti per rileggere l’esperienza secondo competenze e secondo riflessività” (Cambi, 2004).

Preziose Indicazioni sul metodo sperimentale delle scienze e sulla sua portata formativa troviamo nel PISA Science Framework. Si veda, in particolare, la presentazione della conoscenza procedurale che caratterizza, secondo PISA, la competenza scientifica, cioè la conoscenza delle procedure e delle pratiche standard utilizzate dagli scienziati per ottenere dati affidabili e validi: i metodi per valutare e minimizzare l'incertezza, i meccanismi per garantire la precisione e l'accuratezza dei dati, i modi più comuni di astrarre e rappresentare i dati utilizzando tabelle, grafici e diagrammi e il loro uso appropriato, la strategia di controllo delle variabili e il suo ruolo nella progettazione sperimentale, i processi di revisione tra pari utilizzati dalla comunità scientifica per garantire l'attendibilità delle affermazioni sulla conoscenza (OECD, 2023a). Va osservato che le conoscenze relative alle procedure utilizzate dagli scienziati per ottenere dati affidabili e validi, nel momento in cui le usiamo per descrivere le operazioni che studenti e studentesse compiono nel laboratorio, assumono il rango di abilità e come tali le utilizzeremo nella descrizione della competenza di allievi e allieve.

Il Framework PISA dà rilievo alla dimensione sperimentale dedicando ad essa una competenza specifica e dandone una formulazione che prevede per i nostri quindicenni la capacità di progettare la ricerca. Dopo una prima competenza dedicata alla comprensione dei fenomeni – “gli studenti devono riconoscere, produrre, applicare e valutare spiegazioni e soluzioni per una serie di fenomeni e problemi naturali e tecnologici” –, PISA presenta infatti una seconda competenza dedicata alla progettazione dell'indagine scientifica: “gli studenti devono costruire, analizzare e valutare le indagini scientifiche, i modi per affrontare le domande in modo scientifico e interpretare i dati” (OECD, 2023a, p. 9). Il metodo basato su osservazione e sperimentazione “costituisce l'aspetto formativo e orientativo dell'apprendimento-insegnamento delle scienze”.

4. Dall'osservazione alla modellizzazione

Pur essendo caratterizzate da concetti e metodi propri, le diverse discipline scientifiche sono caratterizzate da una comune strategia “che fa riferimento anche alla dimensione di “osservazione e sperimentazione” (MIUR, 2010, p. 344) che richiede una capacità di formalizzare e modellizzare l'osservazione e i risultati della sperimentazione esprimendo relazione tra i fenomeni e tra i fattori dei fenomeni. Ancora le Indicazioni suggeriscono il passaggio “da un approccio iniziale di tipo prevalentemente fenomenologico e descrittivo” a un approccio che ponga l'attenzione sui principi e le leggi, “sui modelli, sulla formalizzazione, sulle relazioni tra i vari fattori coinvolti in uno stesso fenomeno e tra fenomeni differenti” (p. 345). Anche per la Fisica, e fin dal primo biennio, occorre abituare lo studente “a semplificare e modellizzare situazioni reali, a risolvere problemi e ad avere consapevolezza critica del proprio operato” (p. 343).

La stessa osservazione è una operazione complessa che ha le sue regole. È guidata da uno specifico obiettivo conoscitivo, implica procedure particolari, necessita di tecniche per registrare ciò che è stato osservato, attiva procedure interpretative che precedono e preparano la fase sperimentale. Ne accennano le Indicazioni quando individuano le seguenti competenze o dimensioni di competenza: classificare, riconoscere o stabilire relazioni, effettuare connessioni logiche, formulare ipotesi in base ai dati raccolti/forniti. La formulazione di ipotesi (che già accompagna e guida l'osservazione) è una guida costante di ogni processo conoscitivo e trova, nel metodo scientifico, una sua collocazione essenziale nell'avvio della sperimentazione. La raccolta e interpretazione dei dati

sperimentali consente una verifica dell'ipotesi con una conferma della rappresentazione di partenza o la costruzione di un nuovo modello interpretativo.

La formalizzazione e modellizzazione dei dati dell'osservazione e dei risultati della sperimentazione è un aspetto fondamentale della competenza scientifica, che precede e segue la sperimentazione. “La costruzione di modelli, siano essi direttamente rappresentativi, astratti o matematici, è una caratteristica chiave della scienza... tali modelli sono simili alle mappe piuttosto che a immagini accurate del mondo materiale. Essenzialmente lo scopo di un modello è quello di produrre una rappresentazione che offra una comprensione di un fenomeno, piuttosto che replicare il fenomeno stesso. I buoni modelli consentono anche la produzione di ipotesi e previsioni” (OECD, 2023a, p. 27).

La competenza *Spiegare i fenomeni in modo scientifico* richiede perciò per PISA che lo studente/la studentessa sia in grado di *identificare, costruire e valutare modelli*. E tra le conoscenze epistemiche necessarie assegna il primo posto al ruolo dei modelli nella scienza che declina in dettaglio. Secondo PISA lo studente è chiamato a conoscere:

- come si costruisce la comprensione del mondo materiale utilizzando modelli fisici, concettuali, sistemici e matematici nella scienza;
- la distinzione tra modello e realtà, ad esempio che un modello è una rappresentazione di qualcosa che può essere troppo piccolo per essere visto o troppo grande per essere immaginato;
- come i modelli consentono previsioni e spiegazioni;
- come le limitazioni dei modelli (ad es., numero di variabili, modelli semplici o complessi, qualità dei dati forniti) restringono il loro campo di utilizzo (OECD, 2023a, p. 28).

Anche per il National Research Council (2012) la costruzione della conoscenza dipende da un insieme di pratiche chiave interdipendenti che richiedono innanzitutto agli scienziati di: fare domande sul mondo, sviluppare e usare modelli di interpretazione, pianificare e svolgere indagini, analizzare e interpretare i dati.

5. Affrontare i problemi: metodo specifico e approccio interdisciplinare

Fare domande sul mondo è il punto di partenza della scienza e di ogni disciplina. Le domande ci consentono di definire il problema che attiva la ricerca. Nel completare l'elenco delle operazioni che definiscono la competenza scientifica, le Indicazioni, dopo “formulare ipotesi in base ai dati raccolti/forniti”, aggiungono: “trarre conclusioni basate sui risultati ottenuti e sulle ipotesi verificate, risolvere situazioni problematiche utilizzando linguaggi specifici” (MIUR 2010, p. 345). È evidente che, per giungere a questa conclusione, a tutte le operazioni fin qui descritte va premessa l'individuazione del problema: non c'è ipotesi e soluzione possibile senza la definizione del problema, si tratti di un fenomeno naturale da comprendere o di “problemi di attualità di carattere scientifico e tecnologico della società moderna” (Ivi, p. 276). Le domande sulla realtà e l'individuazione del problema sono sempre all'origine del comportamento competente e non possiamo trascurare di esplicitarlo se vogliamo raggiungere una analisi della competenza e la costruzione di strumenti conseguenti che ci aiutino ad orientare il percorso di apprendimento. Una sottolineatura che acquista un particolare rilievo se ci troviamo di fronte ad una pratica didattica che è incline alla descrizione dei risultati della ricerca e tende a trascurare i problemi che hanno generato la scienza e continuano ad alimentarla.

Questa centralità dei problemi da cui la scienza nasce e a cui è rivolta evidenzia il bisogno di “sinergia tra le discipline che formano il corso di scienze” che, nel pieno rispetto della loro specificità, vanno “sviluppate in modo armonico e coordinato”. Ma non solo. “Si cercherà il raccordo anche con gli altri ambiti disciplinari, in particolare con fisica e matematica” (MIUR, 2010, p. 248). Più ampiamente si invita a evidenziare i nessi delle discipline con tutta la realtà culturale, sociale, economica e tecnologica. Per riuscirci è indispensabile far riferimento allo sviluppo storico e concettuale delle singole discipline perché è questa considerazione storica che consente di vedere il sorgere di nuovi problemi e la risposta delle diverse discipline.

Anche negli “Obiettivi specifici di apprendimento” si evidenzia l’esigenza di un approccio interdisciplinare nell’affrontare i problemi del nostro tempo. I contenuti di Scienze della Terra “andranno affrontati nella prima classe e sviluppati in modo coordinato con i percorsi di Geografia”. I rapporti organismi-ambiente vanno studiati “nella prospettiva della valorizzazione e mantenimento della biodiversità”. Lo studio dell’anatomia e della fisiologia umana andrà affrontato “ponendo attenzione agli aspetti di educazione alla salute”. Il percorso di chimica e quello di biologia si intrecciano nella biochimica, “ponendo l’accento sui processi biologici/biochimici nelle situazioni della realtà odierna e in relazione a temi di attualità, in particolare quelli legati all’ingegneria genetica e alle sue applicazioni”. Approfondimenti andranno svolti, quando possibile, “in raccordo con i corsi di fisica, matematica, storia e filosofia” su temi legati “all’ecologia, alle risorse energetiche, alle fonti rinnovabili, alle condizioni di equilibrio dei sistemi ambientali” (MIUR, 2010, p. 345-346).

6. Descrivere la competenza. Dall’analisi alla mappa del percorso.

La ricognizione fin qui condotta su Indicazioni e Framework PISA ci consente di proporre una formulazione della competenza che intendiamo esercitare con le scienze: *lo studente / la studentessa definisce ed affronta situazioni problematiche relative al mondo della natura⁴ attraverso l’osservazione, la sperimentazione e l’applicazione di modelli che spiegano i fenomeni e le relazioni tra i fenomeni*. Possiamo già presentare un’analisi di questa competenza utile a prevedere i comportamenti di studenti e studentesse competenti? Abbiamo in effetti già enunciato molti di questi comportamenti durante la ricognizione delle Indicazioni e del Framework PISA. Risulta tuttavia subito chiaro che per ordinare le operazioni e riuscire a trasformare l’analisi della competenza in una mappa del percorso di apprendimento, dovremo rivolgere lo sguardo a quel che l’allievo/a effettivamente fa durante il lavoro in classe. Ci occorre inoltre un criterio per ordinare in modo significativo i comportamenti individuati e costruire così uno strumento di facile utilizzo per progettare un percorso di apprendimento ed orientare allievi ed allieve che lo intraprendono con noi. Ebbene, la descrizione della competenza diventa leggibile ed acquista efficacia se ordiniamo i comportamenti secondo le strategie di fondo di ogni competenza.

Per la risoluzione di qualsiasi problema, occorrono certamente risorse cognitive, ovvero un insieme di saperi da mobilitare per affrontare la situazione problematica; hanno tuttavia una importanza decisiva:

⁴ “The term ‘natural world’ is used to refer to phenomena associated with any object (living or non-living) or phenomenon occurring in the material world” (OECD, 2023a, p. 11).

- i processi connessi alla messa a fuoco del problema, preliminare alla risoluzione in senso stretto;
- i processi connessi alla gestione strategica del problema da affrontare,
- la loro verifica e l'eventuale revisione (Castoldi, 2016).

Vediamo più da vicino le tre tipologie di processi che caratterizzano la mobilitazione delle risorse cognitive nell'affrontare una situazione problematica attraverso le discipline:

- messa a fuoco del problema. “I processi di interpretazione del compito da affrontare⁵, che richiamano le modalità attivate dal soggetto per mettere a fuoco la situazione problematica su cui attivare le proprie risorse”: la percezione del problema e la sua prima enunciazione, la rappresentazione della situazione proposta, il riconoscimento di variabili, l'eventuale articolazione in sottoproblemi;
- strategia risolutiva. “I processi di azione, che richiamano le strategie operative che il soggetto deve attivare per rispondere al compito richiesto”: l'individuazione di ipotesi risolutive, la raccolta dati, il procedimento di analisi;
- regolazione e controllo. “I processi di autoregolazione, che richiamano le modalità di controllo e di revisione attivate dal soggetto”: controllo della procedura, l'esame dei pari, la viabilità (Castoldi, 2016, p. 98).

La competenza come azione ha così tre fondamentali categorie di riferimento, che ci consentono di ordinare le operazioni sopra individuate e di utilizzare il testo delle Indicazioni (integrato, quando necessario con i suggerimenti del Framework PISA) per formulare, in prima approssimazione, le articolazioni della competenza scientifica che intendiamo promuovere ed esercitare. Ne risulta uno schema (Figura 1) che oltre a costituire una analisi della competenza ambisce a rappresentare una mappa del processo, in grado di orientare il docente nella progettazione, allievo ed allieva nel percorso di apprendimento.

Competenza: L'allievo/a definisce ed affronta situazioni problematiche relative alla realtà naturale attraverso l'osservazione, la sperimentazione e l'applicazione di modelli che spiegano i fenomeni e le relazioni tra i fenomeni		
Dimensioni / strategie d'azione	Abilità / operazioni	Conoscenze
Messa a fuoco	<ul style="list-style-type: none"> • Osserva e descrive fenomeni della realtà naturale e pone domande su di essi • Individua un problema emerso dall'osservazione • Raccoglie dati pertinenti, classifica, riconosce o stabilisce relazioni 	Conoscenza dei contenuti Riguardano sistemi fisici, sistemi viventi, sistemi della Terra e dello spazio. Sono selezionabili tra gli “Obiettivi specifici di apprendimento” delle “Indicazioni nazionali” e

⁵ Per compito si intende qui il lavoro che il gruppo in ricerca-apprendimento assume per il conseguimento di un risultato, contribuendo, attraverso una definita procedura, alla verifica dell'ipotesi e alla soluzione del problema.

Strategia risolutiva	<ul style="list-style-type: none"> • Formula ipotesi in base ai dati raccolti e le sottopone alla verifica sperimentale / Ricostruisce le verifiche sperimentali compiute • Trae conclusioni basate sui risultati ottenuti sulle ipotesi verificate / Fa e giustifica previsioni • Identifica, costruisce e valuta modelli • Costruisce un'argomentazione a sostegno di una conclusione scientifica appropriata a partire da una serie di dati • Relaziona sul lavoro compiuto utilizzando linguaggi specifici • Utilizza diverse forme di rappresentazione e passa da una forma all'altra 	<p>nelle proposte dei libri di testo sulla base di criteri (Framework PISA): rilevanza per le situazioni della vita reale; concetti e teorie esplicative, importanti e consolidate; appropriati al livello evolutivo degli studenti.</p> <p>Conoscenza procedurale Le conoscenze delle procedure e delle pratiche utilizzate dagli scienziati per ottenere dati affidabili e validi. Alcune di queste procedure assunte dagli studenti per il loro lavoro di indagine, le riconosceremo come abilità che concorrono alla competenza dello studente.</p>
Regolazione e controllo	<ul style="list-style-type: none"> • Ripete esperimenti e misurazioni • Verifica che i risultati si accordino con altri dati e non contraddicano il modello • Si confronta con la comunità dei pari ed utilizza il loro feedback • ripercorre e valuta la propria performance sulla base dell'analisi della competenza condivisa e della rubrica di valutazione 	<p>Conoscenza epistemica Concetti e strutture costitutive della conoscenza scientifica. La conoscenza epistemica riguarda innanzitutto il ruolo dei modelli nella scienza e il ruolo dei dati e delle evidenze, la natura del ragionamento scientifico e la natura collaborativa e comunitaria dell'indagine.</p>
Atteggiamenti e convinzioni	<ul style="list-style-type: none"> • Percezione del valore della scienza: ha fiducia nel contributo della scienza alla soluzione dei problemi • Interesse e percezione di competenza: si percepisce e viene riconosciuto competente nell'affrontare problemi scientifici 	

Figura 1. Griglia di valutazione.

I comportamenti individuati con l'analisi della competenza nelle pagine precedenti sono ordinati in Figura 1 secondo le tre strategie d'azione che caratterizzano ogni competenza. La descrizione dei comportamenti va precisata insieme agli allievi e alle allieve a ridosso delle attività.

Siamo ora in grado di delineare una modalità di valutazione coerente con le caratteristiche della competenza e in grado di orientare la progettazione del percorso di apprendimento, costruendo una rubrica di valutazione che suggerisca per ciascuna strategia di azione diversi livelli di padronanza (come nell'esempio di Figura 2) È appena il caso di osservare che la valutazione e l'autovalutazione che la rubrica promuove e consente va intesa come atteggiamento riflessivo che accompagna tutto il percorso prima che come giudizio motivato sulla qualità degli apprendimenti e sull'efficacia del percorso di insegnamento-apprendimento (Capperucci, 2011; Castoldi, 2023; 2019).

	Livello iniziale	base	intermedio	avanzato
Messa a fuoco	<ul style="list-style-type: none"> • Segue la conversazione in classe • Se stimolato, pone domande ed esprime opinioni 	<ul style="list-style-type: none"> • Osserva fenomeni della realtà naturale e pone domande su di essi • Individua un problema emerso dall'osservazione • Si confronta con i compagni e con l'insegnante sul problema in discussione • Prende appunti 	<ul style="list-style-type: none"> • Osserva e descrive fenomeni della realtà naturale e pone domande su di essi • Individua un problema emerso dall'osservazione • Si confronta con i compagni e con l'insegnante sul problema in discussione • Raccoglie dati pertinenti, classifica, riconosce o stabilisce relazioni 	<ul style="list-style-type: none"> • Osserva e descrive fenomeni della realtà naturale e pone domande su di essi • Individua un problema emerso dall'osservazione • Sollecita il confronto con i compagni e con l'insegnante sul problema in discussione • Raccoglie dati pertinenti, classifica, riconosce o stabilisce relazioni • Formula ipotesi da sottoporre a verifica

Figura 2: Un esempio di descrizione dei livelli di padronanza per la strategia di “Messa a fuoco” della situazione problematica.

Per ogni strategia, la rubrica che così si costruisce dovrà evidenziare nel livello iniziale, quel che l'allievo/a sa fare, e chiarire che cosa ci si aspetta di imparare insieme. I comportamenti che sono qui indicati vanno ridefiniti insieme con gli studenti, specialmente il livello iniziale, che dovrà registrare quel che gli allievi mostrano di saper fare quando si avvia il percorso.

7. Problemi, contesti, ambiti di intervento

Delineata la competenza che intendiamo promuovere con le scienze, possiamo tornare ai nostri documenti di riferimento per cercare indicazioni su come attivare il percorso che ci consentirà di osservare la competenza in azione. Entrambi i documenti considerati sono ricchi di suggerimenti su contesti e ambiti di intervento in cui individuare problemi da affrontare con studenti e studentesse per avviare la ricerca. Abbiamo sopra detto dei problemi di attualità di carattere scientifico e tecnologico della società moderna, e dell'approccio interdisciplinare ai problemi del nostro tempo con il conseguente invito a evidenziare i nessi delle discipline con tutta la realtà culturale, sociale, economica e tecnologica. Non mancano, negli Obiettivi specifici, più precise indicazioni su valorizzazione e mantenimento della biodiversità, educazione alla salute, questioni dell'ingegneria genetica e delle sue applicazioni, problemi legati “all'ecologia, alle risorse energetiche, alle fonti rinnovabili, alle condizioni di equilibrio dei sistemi ambientali” (MIUR, 2010, p. 250).

L'importanza di progettare la didattica a partire da problemi che richiedono le competenze e avviano perciò il percorso di insegnamento apprendimento è resa evidente nel Framework PISA dalla indicazione dei diversi contesti (personale, locale e globale) in cui suscitare ed osservare la competenza in azione. Le competenze scientifiche, leggiamo nel Framework, vanno esercitate e osservate in un'ampia varietà di situazioni di vita relative al sé, alla famiglia e ai gruppi di pari, alla comunità e alla vita in tutto il mondo, scelte alla luce della loro rilevanza per gli interessi e la vita di studenti e studentesse. Si individuano a questo scopo alcune aree di applicazione: salute e malattia, risorse naturali, qualità ambientale, pericoli e frontiere della scienza e della tecnologia. “Sono le aree in cui la competenza scientifica ha un valore particolare per gli individui e le comunità nel migliorare e sostenere la qualità della vita e nello sviluppo della politica pubblica” (OECD, 2023a, p. 19), rappresentano perciò una indicazione preziosa per la costruzione di percorsi interdisciplinari che vedano il contributo determinante delle materie scientifiche (Figura 3).

	Contesto personale	locale/nazionale	globale
Salute e malattia	Mantenimento della salute, incidenti, nutrizione, vaccinazione.	Controllo delle malattie, trasmissione sociale, scelte alimentari, obesità, salute della comunità.	Pandemie, sicurezza alimentare, stili di vita sani.
Risorse naturali	Consumo personale di materiali, tipi di cibo ed energia. Consumare cibi di produzione locale. Scegliere diete non lattiero-casearie e vegetariane.	Mantenimento delle popolazioni umane, qualità della vita, sicurezza, produzione e distribuzione di cibo, approvvigionamento energetico. Impatto ambientale dell'estrazione mineraria e dell'estrazione delle risorse. Produzione di energia rinnovabile.	Fonti di energia rinnovabili e non rinnovabili, sistemi naturali, crescita della popolazione, uso sostenibile delle specie e della terra. La biodiversità e il suo valore.
Impatti ambientali e cambiamenti climatici	Pratiche sostenibili di riciclaggio e riduzione dell'uso delle risorse.	Distribuzione della popolazione, gestione dei rifiuti, impatto ambientale. Uso dell'agricoltura rigenerativa.	Sostenibilità ambientale, gestione dell'inquinamento e della qualità dell'aria, perdita di suolo/biomassa. Estinzione di massa delle specie. Acidificazione degli oceani.
Pericoli	Valutazioni del rischio delle scelte di vita.	Cambiamenti rapidi [ad esempio terremoti, maltempo], cambiamenti lenti e progressivi [ad esempio erosione costiera, sedimentazione], valutazione del rischio. Riconoscimento facciale.	Minacce poste dai cambiamenti climatici, impatto della comunicazione moderna, dell'energia e della sua produzione, ad esempio fracking, nucleare, gas.

Progressi e sfide scientifiche e tecnologiche contemporanee	Aspetti scientifici dell'uso delle nuove tecnologie, ad esempio l'editing genetico, la realtà virtuale.	Nuovi materiali, dispositivi e processi, modifiche genetiche, tecnologia sanitaria, trasporto, uso dell'intelligenza artificiale.	Esplorazione dello spazio, dell'origine e della struttura dell'Universo.
-------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------

Figura 3. Contesti e ambiti di intervento per le competenze scientifiche secondo PISA. Forniscono una ampia gamma di situazioni di vita e di problemi a partire dai quali progettare percorsi interdisciplinari con l'ausilio determinante delle materie scientifiche (OECD, 2023a).

Nella sua analisi della competenza scientifica, dopo la spiegazione dei fenomeni e la progettazione dell'indagine, PISA mette a fuoco una terza dimensione della competenza scientifica che vale a dare particolare risalto all'orientamento all'azione della competenza e fornisce ulteriori indicazioni di problemi e ambiti di intervento per le scienze. Questa dimensione (*terza competenza* la chiama il Framework PISA) consiste nel "Fare ricerche, valutare e usare informazioni scientifiche per prendere decisioni e intraprendere azioni". Le argomentazioni scientifiche, si precisa, vanno utilizzate per giustificare le decisioni "che contribuiscono alla soluzione di problemi contemporanei o allo sviluppo sostenibile" (OECD, 2023a, p. 23).

Ampio spazio si dà alla necessità di essere in grado di giudicare la credibilità delle informazioni per contrastare il crescente flusso di disinformazione intenzionale, problema centrale del nostro tempo, e "la facilità con cui le persone accettano credenze che si sostiene siano scientifiche, per le quali non esistono evidenze materiali sostanziali e per le quali ci sono buone prove del contrario". L'allievo è così chiamato, tra l'altro, a "distinguere tra affermazioni basate su solide evidenze scientifiche, esperte vs. non esperte, opinioni, e fornire le ragioni della distinzione" e, nello stesso tempo, a "criticare i difetti tipici delle argomentazioni scientifiche, come ad esempio assunzioni errate, correlazione vs causalità, spiegazioni fallaci, generalizzazioni a partire da dati limitati" (OECD, 2023a, p. 23). Si tratta di un aspetto della competenza che contiene in sé lo sviluppo di una prudente disposizione scettica che induca a chiedersi se la fonte abbia una competenza pertinente o se ci sia un conflitto di interessi, e a dare il giusto peso al consenso della comunità scientifica⁶.

8. Gli atteggiamenti individuali e l'identità scientifica

Sappiamo quale sia l'importanza decisiva delle convinzioni e degli atteggiamenti individuali nella costruzione della competenza (Cortimiglia, 2021; Gilberti, 2012; Pellerey, 2001; Bandura, 1997; Gardner, 1975). PISA esprime quest'idea attraverso il ruolo dell'identità scientifica: la percezione di sé rispetto alla scienza, che, accanto alle conoscenze e alle competenze scientifiche, è considerata preziosa per il futuro dei giovani e cruciale per sostenere l'impegno di ciascuno in un mondo in rapida evoluzione. Sono

⁶ "Tutte le informazioni scientifiche dovrebbero essere affrontate con una politica di circospezione che cerca di chiedere prima se c'è un conflitto di interessi, se c'è un consenso scientifico stabilito e se la fonte ha competenze pertinenti" (OECD 2023, p. 17). Il processo di valutazione non inizia dai risultati, ma dall'esame della credibilità della fonte. Questione che è diventata ancor più rilevante nell'era di Internet e dei Social media (Höttecke & Allchin, 2020).

indicate tre dimensioni principali:

1. il dare valore alle prospettive scientifiche e agli approcci all'indagine;
2. gli elementi affettivi dell'identità scientifica;
3. consapevolezza, preoccupazione e agentività ambientali (OECD, 2023a, pp. 30-33; Anderhag, 2017).

La prima dimensione dell'identità scientifica ci aiuta ad evidenziare l'importanza di atteggiamenti e convinzioni per la costruzione della competenza. Si tratta della percezione del valore della scienza, per l'importante contributo che può dare alla soluzione dei problemi sociali e ambientali e per la critica come strumento per stabilire la validità di qualsiasi idea.

La seconda dimensione dell'identità scientifica, interesse e percezione di competenza, è tra l'altro caratterizzata dal grado di identificazione dell'individuo con la scienza: il riconoscimento da parte di se stesso e degli altri della competenza ad affrontare i fenomeni legati alla scienza. È una dimensione che ci aiuta a valorizzare gli elementi affettivi e volitivi e la motivazione allo studio come parti integranti della competenza.

La terza dimensione dell'identità scientifica, relativa all'impegno per le questioni ambientali, torna ad evidenziare la centralità del problema per la scienza e la dimensione operativa della competenza scientifica. È una dimensione che richiede:

- consapevolezza dei temi ambientali e della complessità scientifica e sociale alla base delle azioni sostenibili dal punto di vista ambientale;
- preoccupazione per l'ambiente e stile di vita orientato alla sostenibilità e le questioni di equità e giustizia sociale che queste sollevano;
- valutazione critica del ruolo della scienza e degli altri fattori nelle pratiche di sostenibilità
- disposizione a intraprendere e promuovere pratiche sostenibili sul piano ambientale.

9. Emergenza ambientale e cornice di senso

Ampia, articolata, convergente l'individuazione dell'emergenza ambientale come ambito di applicazione in ogni contesto della competenza scientifica e come chiave di accesso ad un campo di interlocuzione e ricerca, cognitivo e morale, nel quale ciascuno possa entrare con le proprie domande sul mondo e sul proprio posto nel mondo (Jonas, 1993).

Il Framework PISA presenta una specifica sezione dedicata alle competenze delle scienze ambientali. Sono le competenze per affrontare i problemi della sostenibilità in un'era di cambiamenti climatici, riassunte nel concetto di agentività nell'Antropocene (OECD, 2023a). Nel rimarcare l'importanza di valutare il grado di conoscenza, preoccupazione e capacità di agire riguardo alle questioni ambientali PISA rimanda inoltre al documento *Agency in the Anthropocene*. Un documento che “giustifica e spiega le competenze di cui i giovani hanno bisogno per affrontare le sfide locali e globali in quest'epoca di influenze umane sul pianeta. Coloro che hanno un ruolo nell'Antropocene lavorano individualmente e collettivamente con speranza ed efficacia per comprendere prospettive diverse sui sistemi socio-ecologici e creare un futuro più giusto e resiliente” (OECD, 2023b, p.3).

L'agentività nell'Antropocene richiede la comprensione del fatto che gli impatti causati dall'uomo hanno già alterato in modo significativo i sistemi della Terra e continuano a

farlo. Si riferisce a modi di essere e di agire nel mondo che pongono le persone come parte degli ecosistemi, riconoscendo e rispettando tutte le specie e l'interdipendenza della vita. I giovani in possesso dell'agentività nell'Antropocene: credono nell'impegno per contrastare i cambiamenti climatici, la perdita di biodiversità, la scarsità d'acqua e altri problemi e crisi complesse; dimostrano speranza, resilienza ed efficacia di fronte a crisi sia sociali sia ecologiche; si impegnano con altri giovani e adulti, di diverse generazioni, a partecipare a processi civici che portino a un miglioramento del benessere della comunità e a un futuro sostenibile (OECD, 2023a, pp. 49-51).

Trovano una perfetta sintesi nel concetto di agentività la dimensione operativa della competenza scientifica, la centralità per la scienza dei problemi del nostro tempo, la ricerca del significato del nostro impegno nel mondo attraverso le discipline.

10. Conclusioni

Per una analisi della competenza scientifica e la costruzione di strumenti conseguenti che ci aiutino ad orientare il percorso di apprendimento, non possiamo che partire dai problemi che hanno generato la scienza e continuano ad alimentarla. Sono le domande sul mondo che originano la ricerca, tra gli scienziati come tra studenti e studentesse. Per individuare cosa sia la competenza scientifica che intendiamo promuovere ed esercitare a scuola non possiamo fare a meno di partire dalle situazioni problematiche che attivano la ricerca e ci consentono di osservare la competenza in azione. Compito fondamentale dei docenti è di stimolare la curiosità degli allievi attraverso un 'lavoro per problemi', valorizzare le domande di senso di ciascuno e le potenzialità del gruppo di allievi nel cooperare per ricercare le soluzioni. Un lavoro che si fonda sul riconoscimento che tutte le discipline, e le discipline scientifiche in particolare, influenzano la nostra potenzialità di leggere e di trasformare il mondo, e possono e debbono parlare alla coscienza dei giovani studenti impegnati nella ricerca della propria identità (Jonas, 1993; Cortimiglia, 2018).

Le competenze scientifiche vanno esercitate e osservate di fronte a situazioni problematiche individuate in un'ampia varietà di situazioni di vita relative al sé, alla famiglia e ai gruppi di pari, alla comunità e alla vita in tutto il mondo, e vanno scelte alla luce della loro rilevanza per gli interessi e la vita degli studenti e delle studentesse. Molte le aree di applicazione: salute e malattia, risorse naturali, qualità ambientale, pericoli e frontiere della scienza e della tecnologia. Da più parti si sottolinea la centralità dei problemi della sostenibilità in un'era di cambiamenti climatici. La dimensione operativa della competenza scientifica e la ricerca del significato del nostro impegno nel mondo attraverso le discipline trovano una perfetta sintesi nel concetto di agentività nell'Antropocene: le competenze di cui i giovani hanno bisogno per affrontare le sfide locali e globali in quest'epoca caratterizzata da un forte impatto dell'uomo sul pianeta.

La specificità delle materie scientifiche ci ha portato ad evidenziare il contributo del metodo sperimentale e all'uso dei modelli per l'interpretazione dei fenomeni. La dimensione sperimentale è una dimensione costitutiva delle discipline scientifiche e il laboratorio è uno dei momenti più significativi in cui essa si esprime. Il laboratorio, propriamente inteso, che richiede luoghi, attrezzature e condizioni controllate per osservare, misurare, riprodurre o simulare fenomeni, realizzare operazioni che confermino o smentiscano un'ipotesi, va posto in connessione con il laboratorio inteso in senso più ampio: le attività di gruppo orientate ad un risultato socializzabile che danno una

connotazione operativa all'intera attività didattica, e possono giovare della curiosità, creatività e rigore che caratterizzano il laboratorio scientifico propriamente detto.

La competenza scientifica che intendiamo promuovere, ha certamente al centro il metodo sperimentale, ma prevede almeno i tre momenti di osservazione, sperimentazione, applicazione di modelli. Tutte le discipline scientifiche sono caratterizzate da una strategia di osservazione e sperimentazione che richiede una capacità di formalizzare e modellizzare l'osservazione e i risultati della sperimentazione esprimendo relazioni tra i fenomeni e tra i fattori dei fenomeni.

Queste riflessioni, condotte a ridosso delle Indicazioni e del Framework PISA delle scienze, ci hanno portato a una descrizione della competenza scientifica e ci siamo accorti che la descrizione della competenza acquista efficacia metodologica se ordiniamo i comportamenti secondo le strategie di fondo di ogni competenza, e teniamo nel giusto conto le risorse cognitive e agli atteggiamenti individuali (Figura 1). Ne risulta uno schema che, oltre a costituire una analisi della competenza, ambisce a rappresentare una mappa del processo, in grado di orientare il docente che progetta, allievi/e che apprendono.

Siamo così pronti per il passaggio conclusivo di questo percorso sulla competenza scientifica: la costruzione di una rubrica di valutazione (Figura 2), complementare alla analisi della competenza e di grande utilità per la lettura e l'utilizzo della mappa del processo di apprendimento che l'analisi rappresenta. Una rubrica che evidenzia, nel livello iniziale, quel che l'allievo/a sa fare, e chiarisca che cosa ci si aspetta di imparare insieme, per progredire gradualmente verso livelli superiori di competenza.

Riferimenti bibliografici

- Anderhag, P. (2017). Taste for Science: A Bourdieu-Pragmatism approach to interest, aesthetics and learning. In A. Bellocchi, C. Quigley & K. Otrell-Cass (Eds), *Exploring emotions, aesthetics and wellbeing in science education research*, pp. 39-54. Cham: Springer.
- Bandura, A. (1997). *Autoefficacia: teoria e applicazioni*. Trento: Erickson.
- Cambi, F. (2004). *Saperi e competenze*. Bari: Laterza.
- Capperucci, D. (Ed.). (2011). *La valutazione degli apprendimenti in ambito scolastico. Promuovere il successo formativo a partire dalla valutazione*. Milano: FrancoAngeli.
- Castoldi, M. (2016). *Valutare e certificare le competenze*. Roma: Carocci.
- Castoldi, M. (2019). *Rubriche valutative. Guidare l'espressione del giudizio*. Novara: Utet.
- Castoldi, M. (2023). *Oltre il voto. Esperienze e proposte nella scuola secondaria di II grado*. Milano: Mondadori.
- Consiglio d'Europa. (2018). QCER. Quadro Comune Europeo di Riferimento per le lingue: Apprendimento, Insegnamento e Valutazione. Volume complementare. Strasburgo: Consiglio d'Europa. <https://rm.coe.int/quadro-comune-europeo-di-riferimento-per-le-lingue-apprendimento-inseg/1680a52d52> (ver. 15.11.2023).
- Cortimiglia, F. (2018). Dieci tesi per l'educazione digitale. *Aggiornamenti sociali*, 69-01, 35-45.

- Cortimiglia, F. (2023). Insegnare oggi. *Rivista Lasalliana*, 90-1, 25-38.
- Cortimiglia, F. (2021). *Il docente in aula virtuale. Strumenti in Rete per la relazione educativa in presenza*. Palermo: Fondazione Fazio-Allmayer.
- De Benedetti, M. (1979a). Laboratorio. *OPPIDocumenti. Strumenti per la formazione*, I (1-2).
- De Benedetti, M. (1979b). La programmazione formativa. *OPPI-Documenti. Strumenti per la formazione*, I (3-4).
- De Benedetti, M. (Ed.). (1980). *Alla ricerca di nuovi modelli di programmazione formativa: il compito di realtà*. OPPIDocumenti. Strumenti per la formazione, II (5).
- European Commission (1995). *White paper on education and training: Teaching and learning Towards the learning society*. Luxembourg: Office for Official Publications in European Countries. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d0a8aa7a-5311-4eee-904c-98fa541108d8/language-en> (ver. 15.11.2023).
- Gardner, P. L. (1975). Attitudes to Science. *Studies in Science Education*, 2, 1-41.
- Höttecke D., & Allchin, D. (2020). Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Science Education*. <http://dx.doi.org/10.1002/sci.21575>. (ver. 15.11.2023).
- Jonas, H. (1993). *Il principio responsabilità. Un'etica per la civiltà tecnologica*. Torino: Einaudi. (Original work published 1975).
- MIUR. Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (2010). Direttiva del 7 ottobre 2010, n. 11. *Regolamento recante "Indicazioni nazionali riguardanti gli obiettivi specifici di apprendimento concernenti le attività e gli insegnamenti compresi nei piani degli studi previsti per i percorsi liceali di cui all'articolo 10, comma 3, del decreto del Presidente della Repubblica 15 marzo 2010, n. 89"*. <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2010/12/14/010G0232/sg> (ver. 15.11.2023).
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington DC.: Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education.
- OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development (2023a). *PISA 2025 Science Framework*. Paris: OECD.
- OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development (2023b). *Agency in the Anthropocene. Supporting document to the PISA 2025 Science Framework, OECD Education Working Papers No. 297*. Paris: OECD.
- Pellerey, M. (2010). *Competenze. Conoscenze, abilità, atteggiamenti. Il ruolo delle competenze nei processi educativi scolastici e formativi*. Napoli: Tecnodid.
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Schellnhuber, H. J., Dube, O. P., Dutreuil, S., ... & Lubchenco, J. (2020). The emergence and evolution of Earth System Science. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1(1), 54-63. <http://dx.doi.org/10.1038/s43017-019-0005-6> (ver. 15.11.2023).

- Steffen, W., Leinfelder, R., Zalasiewicz, J., Waters, C. N., Williams, M., Summerhayes, C., ... & Schellnhuber, H. J. (2016). Stratigraphic and Earth System approaches to defining the Anthropocene. *Earth's Future*, 4(8), 324–345.
- Steffen, W., Persson, Å., Deutsch, L., Zalasiewicz, J., Williams, M., Richardson, K., ... & Svedin, U. (2011). The Anthropocene: From global change to planetary stewardship. *Ambio*, 40, 739–761. <http://dx.doi.org/10.1007/s13280-011-0185-x> (ver. 15.11.2023).