

PIANO ISS -INSEGNARE SCIENZE SPERIMENTALI

Il laboratorio: nuova centralità dello studente

Tiziano Pera, Rosarina Carpignano

RIASSUNTO

Il Piano ISS ha come obiettivo non trascurabile lo sviluppo della cittadinanza dello studente che diventa “centrale” nel processo di insegnamento-apprendimento. La scuola sposta il suo focus dal programma a colui o colei a cui detto programma è rivolto, con l’obiettivo di promuovere sviluppo di competenze. Si tratta di un netto cambiamento di prospettiva: la centralità dell’allievo implica che i docenti impostino il proprio lavoro in termini effettivamente costruttivisti, stabilendo innanzitutto che non esiste la “verità scientifica” visto che la Scienza può fornire solo risposte più o meno probabili. Ciò che conta è la relazione tra le domande ed i contesti di senso entro cui esse assumono un qualche significato da cui far ripartire ulteriore ricerca. Se è vero che la realtà non è là fuori ad attendere che noi la si scopra, è ancora più vero che nell’azione didattica non è possibile prescindere dai punti di vista degli studenti: i loro ragionevoli dubbi debbono avere pieno diritto di cittadinanza. Studiare può allora diventare piacevole per lo studente che vede valorizzate le sue idee e che fonda il proprio metodo sulla ricerca e non sulla stratificazione mnemonica. Ciò implica una scuola che scelga di puntare sulla qualità e che sappia utilizzare al meglio il proprio tempo.

DALLA CENTRALITÀ DEL PROGRAMMA ALLA CENTRALITÀ DELLO STUDENTE

Perché il Piano Nazionale Insegnare Scienze Sperimentali dovrebbe essere correlato ad una “nuova centralità dello studente”? La centralità dello studente non è certo una novità: non è forse vero che chiunque svolga una funzione docente ha a cuore la centralità dello studente?

Sentiamo già i docenti ed i lettori che si pongono queste domande collocandosi tra coloro che già sanno e che anzi già praticano questo obiettivo spesso raggiungendolo. E sentiamo altri che sottolineano quanto alla centralità dello studente sia già dedicata la riflessione delle Indicazioni per il curricolo promosse e diffuse dal Ministro Fioroni. Un certo numero di docenti, almeno tra quelli più informati di altri, le considerano infatti pressoché superflue perché si chiedono tra sé e sé: “Chi tra gli insegnanti non considera fondamentale la centralità dello studente?”.

Eppure, forse, le cose non stanno proprio così. Forse la nostra scuola che dice di fondarsi sulla centralità dello studente, a ben guardare, si muove basandosi sulla centralità del programma. Che da questo equivoco possano trarre risposta i quesiti sull’insuccesso degli studenti tanto diffuso (esiti sconcertanti dei test OCSE-PISA)¹, sull’abbandono o “mortalità scolastica”, come qualcuno chiama l’espulsione di molti giovani cittadini dal percorso di formazione? Proviamo ad analizzare più a fondo tutti gli elementi a nostra disposizione per poi tentare di trarre qualche conclusione al riguardo.

LE DUE SCUOLE E IL PROBLEMA DELLA VERITÀ

Quando ci si trova a parlare con gli insegnanti, prima di ragionare della professionalità docente che il Piano Nazionale ISS propone di sviluppare nei Presidi diffusi nel Paese, può essere utile

¹ Rapporto Ocse-Pisa, “Progress in International Reading Literacy Study”, 2006.

condividere con loro una favola di Ermanno Bencivenga intitolata appunto “*Le due scuole*”², che riportiamo integralmente qui di seguito.

“Al mondo ci sono due tipi di scuole. In uno si insegnano tutte le cose vere: chi ha veramente fondato Roma, qual è veramente la montagna più alta del mondo, chi vive veramente sott’acqua. Nell’altro invece si insegnano tutte le cose false: che Roma l’ha fondata Remo o Numa Pompilio, e che sott’acqua ci stanno draghi e sirene.

Fra i due tipi di scuole c’è una bella differenza. Di verità ce n’è una sola: se è vero che Romolo ha fondato Roma, non può esser vero che l’ha fondata nessun altro. Quindi i bambini che vanno in questo tipo di scuola imparano tutti le stesse cose, e quando le hanno imparate passano il tempo a ripeterle: “Roma è stata fondata da Romolo”, “Sott’acqua ci vivono i pesci” eccetera eccetera. In ogni momento dell’anno, se entrate in una scuola così ci trovate tutti i bambini che ripetono la stessa cosa, per esempio che Roma è stata fondata da Romolo. Se uno sgarra e dice che Roma l’ha fondata qualcun altro, gli danno dell’asino. Perché in queste scuole si insegna la verità, e di verità ce n’è una sola.

A lungo andare, anche i bambini che vanno a queste scuole diventano tutti uguali: hanno tutti un grembiolino bianco, capelli rossi e neri e gli occhi gialli e blu, e mangiano tutti il gelato alla crema di ribes. Quando crescono, vogliono tutti una macchina grande grande, con dentro il telefono e il frigorifero e la lavatrice.

L’altro tipo di scuola è molto diverso. Siccome per ogni cosa vera ci sono infinite cose false, ogni scuola di questo tipo insegna ai bambini cose diverse, anzi ogni bambino in una scuola così impara cose diverse dagli altri. Uno impara che Roma l’ha fondata Remo, un altro che l’ha fondata Numa Pompilio e un altro ancora che l’ha fondata suo zio Gustavo, che tanto non ha mai niente da fare. Se entrate in una scuola così ci trovate un gran pandemonio, con tutti i bambini che raccontano storie diverse e nessuno può dire a un altro che ha torto perché tanto hanno torto tutti e lo sanno in partenza. E i bambini, anche, sono diversi: uno ha gli occhi verdi e un altro bianchi, uno ha il naso davanti e un altro dietro, uno porta il grembiule e un altro lo scafandro. Quando crescono, uno vuole una macchina con dentro un frigorifero e un altro un frigorifero con dentro una macchina, uno va in giro con il vestito e la cravatta e un altro senza cravatta e senza vestito.

Il problema adesso è: quale di queste è una scuola davvero?”.

E’ chiaro che la risposta corretta sarebbe “nessuna delle due” o forse, riflettendoci un po’ di più “tutte e due”. Ma non è questo il punto: occorre piuttosto domandarsi: “A quale di queste due scuole somiglia la nostra?”

Non è forse vero che nella nostra scuola, e segnatamente quando si affrontino aspetti sperimentali, la didattica laboratoriale è essenzialmente “verificativa”? Ma cosa si tratta di verificare? Delle “leggi” che per lo più vengono proposte come “regolarità oggettive”, dunque insindacabili, perfettamente coerenti con la Scuola della verità ed infatti “di verità ce n’è una sola: se è vero che Romolo ha fondato Roma, non può esser vero che l’ha fondata nessun altro”. A ben guardare, questo tipo di Scuola implica che nelle scienze l’esistenza di una legge sia indipendente dall’osservatore-studente perchè comunque collocata al di fuori della sua sfera di azione, depositata da sempre e per sempre nella realtà che chiamiamo non a caso “uni-verso”. “L’altro tipo di scuola è molto diverso. Siccome per ogni cosa vera ci sono infinite cose false, ogni scuola di questo tipo insegna ai bambini cose diverse, anzi ogni bambino in una scuola così impara cose diverse dagli altri.” In questo caso le leggi non corrisponderebbero a verità insindacabili: al contrario esse sarebbero sottoposte al criterio di falsificabilità e la loro stessa esistenza verrebbe sottoposta alle distinzioni compiute dall’osservatore-studente. Ne scaturirebbero dunque tanti domini di esistenza almeno quante sarebbero le distinzioni operate dagli studenti (osservatori e sperimentatori): si tratterebbe anche in questo caso di scoprire una “oggettività”, ma riferita alla molteplicità dei punti

² E. Bencivenga, “*La Filosofia in 40 favole*”, Mondadori, Milano, 2007.

di vista e delle esperienze, per una realtà che offre di sé la dimensione complessa del multi-verso³, non di per sé univoco e lineare.

Ebbene: è vero o no che la maggior parte degli studenti considera le leggi verificate in laboratorio alla stessa stregua di pure e semplici “verità”? Eppure le “leggi” della Chimica, della Fisica, delle Scienze non sono altro che modelli (illustrativi, esplicativi, predittivi) della realtà, che mai e poi mai la esauriscono completamente. Dunque come operare per uscire dai confini di una scuola ove tutti ripetono le stesse cose considerandole a tutti gli effetti “vere”?

Occorre chiarire come le “leggi” che studiamo rappresentino modelli che valgono per lo più in ambiti di realtà assolutamente ristretti: le nostre “leggi” hanno infatti validità fino a prova contraria e per lo più in ambito “ideale” (leggi dei gas ideali, delle soluzioni ideali ecc)⁴. Cosa ci dicono dunque queste leggi? Come dobbiamo comportarci con esse? Come farne fare esperienza ai nostri studenti? Pretendere di generalizzare una legge ideale è lo stesso atteggiamento di chi inoltratosi in una stanza buia armato di una torcia elettrica pensasse che quanto vede illuminato dal fascio di luce lo autorizzi ad estendere quella visione a tutta la stanza, anche alle parti buie. E’ dunque fondamentale che gli studenti si avvicinino ai modelli della Scienza consapevoli del loro valore ristretto, relativo e parziale, dunque sempre discutibile: è indispensabile che i modelli vengano assunti in modo consapevolmente critico e comunque riferito ad un preciso “contesto di senso”.

Stabilito dunque che chi insegna Scienze ad ogni livello di scolarità, dalla Scuola Primaria alla Secondaria Superiore, non propone “verità” ma semmai modelli interpretativi che debbono essere sottoposti al vaglio della esperienza critica, possiamo porci un altro quesito che riguarda la soggettività a cui si riferisce la nostra scuola: chi è il soggetto a cui si riferisce l’azione? Chi fa l’esperienza critica se non lo studente in apprendimento? Si badi che quanto stiamo argomentando vale certo per l’insegnamento delle scienze sperimentali, ma probabilmente può essere esteso a tutte le materie di insegnamento e a tutte le didattiche che le sostanziano. A questo proposito vale qui la pena di accennare al fatto che nella scuola non si insegnano le “discipline” (sequenze strutturate di contenuti, concetti, metodi ed azioni dotate di specifiche epistemologie assunte convenzionalmente dalla comunità scientifica), bensì le “materie di insegnamento”. Queste derivano dalla trasposizione didattica delle discipline⁵, ove la didattica ha propria struttura, propria grammatica e proprie tecniche che non riproducono necessariamente né obbligatoriamente la epistemologia disciplinare: la didattica infatti propone e giustifica una organizzazione delle sequenze di propedeuticità anche assai differenti da quelle disciplinari.

Dunque la centralità dello studente dovrebbe essere testimoniata dal suo ruolo attivo proprio sul terreno della esperienza di ricerca, costruzione e falsificazione dei modelli, non tanto né solo su quello della loro “verifica” in quanto preconfezionati e costruiti da altri: secondo Varela *“la cognizione non è formata da rappresentazioni, bensì da azioni incorporate”*⁶. In questo senso la memoria è ben di più della semplice disponibilità di ricordi: le immagini mentali non corrispondono a raffigurazioni che scaturiscono dal solo ricordo razionale, bensì da una memoria che l’organismo reca in sé, in tutte le sue possibili delocalizzazioni sensoriali e psichiche⁷. E’ evidente che, in questa prospettiva generale che pone al centro della nostra attenzione lo studente, bambino, ragazzino o adulto, la didattica laboratoriale funzionale alla “scuola dell’esperienza” assume una rilevanza addirittura fondativa.

DOV’E’ LA SCUOLA DEGLI STUDENTI?

³ H. Maturana, *“Autocoscienza e realtà”*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 1993.

⁴ Popper afferma: “Non è giustificato inferire asserzioni universali, quindi leggi valide per un numero infinito di eventi, da asserzioni particolari, che descrivono un singolo evento: la scienza non è quindi verificabile empiricamente” in K. R. Popper, *“Logica della scoperta scientifica”* [1934], Einaudi, Torino, 1970.

⁵ Per “trasposizione didattica” si intende la trasformazione di un “sapere” accademico adulto e spesso disciplinare in un “sapere” da insegnare nel contesto didattico.

⁶ F.J. Varela, *“Un know how per l’etica”*, Laterza, Roma, Bari, 1992.

⁷ S.M. Kosslyn, *“Le immagini della mente”*, Giunti, Firenze, 1989.

Forse non è del tutto corretto parlare di una “scuola degli studenti” nel senso che questi non esauriscono in sé il “sistema scuola” nel quale infatti operano gli insegnanti, i dirigenti e tutta la lunga sequenza di lavoratori che si ritrovano nella definizione un po’ troppo generica e anonima di “personale A.T.A”. Tuttavia è certo che se la scuola è il luogo deputato all’apprendimento, allora i soggetti chiamati in causa sono gli studenti. Anche questa affermazione può suonare banale eppure non lo è affatto. Apprendere rappresenta un processo ove il soggetto attivo ha un ruolo insostituibile. Ma se così è, allora chi insegna ne deve tenere conto al punto da definire i contorni della propria professionalità proprio a partire da questa elementare verità: “l’insegnante può aprire allo studente la porta del sapere, ma è lo studente che deve oltrepassarne la soglia”. Per questa stessa logica, che implica la consapevolezza di un ruolo e di una scelta attiva, Bruno Munari stimolava i visitatori delle sue mostre ad assumere un ruolo attivo, come avvenne nel New Jersey, quando all’entrata li obbligò a saltare un filo rosso per far loro capire che per accedere ad un luogo “altro” occorre essere consapevoli del cambiamento in atto ed assumersene da subito piena responsabilità⁸.

Per cercare dov’è la scuola degli studenti, quella che opera rispondendo alla loro centralità per davvero, occorre guardare alla relazione insegnamento-apprendimento come se fossimo fuori dalle cornici di cui siamo parte: occorre che si osservino i comportamenti e le dinamiche della scuola “nella scuola”, spiazandoci dal nostro ruolo di insegnanti per diventare spettatori attenti e critici. Allo scopo proponiamo di entrare in una situazione di didattica laboratoriale⁹ e di studiarla come studio di caso, proprio come se stessimo assistendo all’azione che si sta svolgendo.

L’ambiente è quello di una scuola primaria. Si sta effettuando una esperienza di “peer education”. I bambini sono in un’aula adibita a laboratorio e, accuditi da studenti di una scuola superiore sotto la supervisione della maestra, stanno riflettendo sull’esperienza della ossidazione del ferro. La loro azione pregressa è stata metodologicamente ricca di azioni aperte: dopo aver deciso di affrontare quel certo tema perché coerente con la realtà delle cose che arrugginiscono e dopo aver portato a scuola oggetti arrugginiti di vario tipo, ogni bambino ha deciso di sperimentare il processo cambiandone le condizioni al contorno.

Alcuni bimbi hanno deciso di sperimentare il comportamento di un chiodo di ferro, altri di una paglietta di acciaio non inox, altri di paglietta inox, altri di un pezzetto di alluminio. Poi ogni bambino ha scelto l’ambiente al contorno lasciando il proprio campione all’aria, in un contenitore d’acqua (oggetto immerso completamente o solo in parte), in acqua e sale, in acqua e aceto, in alcool, in sabbia, in una sostanza igroscopica¹⁰ e così via. Ogni bambino ha descritto le caratteristiche del materiale prescelto (vedi tabella iniziale) e ha avanzato delle ipotesi circa la possibile trasformazione. Ai bambini i peer educator hanno detto che il ferro arrugginisce perché si combina con l’ossigeno dell’aria, “come se si caricasse sulle spalle uno zainetto pieno di ossigeno”.

Ora, a distanza di due settimane, i bambini sono di fronte ai fenomeni di ossidazione e così constatano che il chiodo e la paglietta di ferro posti in provetta aperta all’aria si sono arrugginiti, ma meno di quanto non sia accaduto agli oggetti di ferro immersi in parte nell’acqua. Il chiodo e la paglietta di ferro immersi in parte nel CaCl₂ non si sono arrugginiti affatto, come d’altra parte nulla pare essere successo al pezzetto di alluminio. Il chiodo in acqua e sale si è arrugginito ma non molto diversamente da quanto è accaduto al suo simile in acqua e aceto.

⁸ B. Finessi (a cura di) “Su Munari. 104 testimonianze e 152 inediti di Bruno Munari”, Abitare Segesta, Milano, 2005.

⁹ Si tratta di una situazione didattica d’aula sul tema “Le trasformazioni”, realizzata presso la Scuola Primaria “M. Peron” di Verbania (VB), a cui abbiamo assistito effettivamente e di cui abbiamo registrato gli eventi, le dinamiche ed i dati di riferimento, che sono poi stati riportati nel sito di ANSAS, tra i materiali di ISS sulla piattaforma “Apprendimenti di base”.

¹⁰ Cioè che assorbe l’acqua (anche l’umidità dell’aria) come fa ad esempio per un certo tempo (anche per qualche settimana) il cloruro di calcio (CaCl₂), suggerito dagli studenti più grandi o dalla maestra.

I ragazzi peer educator chiedono ai bambini di esaminare i differenti sistemi e di descriverne le caratteristiche attuali (vedi tabella finale) per raccogliere le idee dei bambini circa il concetto di trasformazione.

Poi, uno dei grandi chiede ai piccoli: “Secondo voi pesa di più il chiodo arrugginito o quello iniziale?” La domanda potrebbe apparire retorica visto che ai bambini è stato detto che il ferro quando arrugginisce “si carica sulle spalle uno zainetto pieno di ossigeno”, dunque tutti gli adulti, compresa la maestra, si aspettano che i bimbi rispondano che il chiodo arrugginito pesa di più di quanto non pesasse all’inizio.

E invece accade l’imprevisto (come capita assai spesso quando si dia la parola ai bambini per accoglierne i punti di vista): la classe dei bambini si divide e più della metà conferma la risposta prevedibile, mentre un gruppo, comunque significativo, afferma che no, secondo loro il chiodo pesava di più all’inizio (quando non era ruggine) di quanto non pesi alla fine, quando ormai si è arrugginito. Questo semplice caso ripropone le due scuole di cui abbiamo detto, ovvero mette in chiaro due tipi di approccio.

PRIMO APPROCCIO

Nella scuola della verità, cioè nella stragrande maggioranza delle scuole, la maestra interverrebbe per correggere: “*ma no bambini, pensateci bene: se il ferro che arrugginisce si carica di ossigeno, è ovvio che il chiodo peserà di più quando sarà ruggine, non vi pare?*” D’altra parte sarebbe facile per la maestra dimostrare le sue ragioni: “*vi ho sempre detto di non dare risposte affrettate, riflettete: l’ossigeno si lega al chiodo di ferro, come se il ferro se lo caricasse sulle spalle: un po’ come fate voi quando vi mettete sulla schiena lo zaino con i libri. Pesate di più quando avete caricato lo zaino o quando non lo avete sulle spalle?*”¹¹. La maestra, abile nel proporre la didattica attraverso le analogie, mette i bambini di fronte ad una logica razionale e perfino coinvolgente: l’esperienza sensoriale-percettiva. I bambini sono portati ad ammettere che l’analogia è convincente e dunque a scartare la loro ipotesi come “errata” per aderire a quella che la maestra induce loro: “*si, è chiaro: il chiodo arrugginito peserà di più di quanto non pesasse il chiodo iniziale*”. In questo caso lo studente è portato a considerare quanto sia importante seguire i ragionamenti della maestra e quanto siano meno importanti quelli che a lui erano passati nella mente. L’atteggiamento che scaturisce dal ripetersi di questa dinamica e della postura che ne deriva porta generalmente alla passività dello studente che finisce per adagiarsi su una scuola ripetitiva, funzionale a soddisfare le attese presunte dell’insegnante più che a costruire percorsi di apprendimento autonomi da quello.

SECONDO APPROCCIO

Esiste un diverso atteggiamento a cui il docente può ispirarsi che potremmo chiamare “*delle bisociazioni*” (“*gioco della doppia visione*”)¹² e che, di fronte ad una domanda che si riferisce ad un problema, parte dall’idea che non esista “una” sola ragione ed “una” sola risposta, bensì molteplici possibili ragioni e dunque molteplici possibili risposte, tutte altrettanto legittime perché riferite a differenti punti di vista. Partendo da questa posizione l’insegnante si rivolge ai bambini che hanno offerto la risposta impreveduta, cioè che *pesa di meno il chiodo arrugginito* e invece di correggerli si pone in una prospettiva di indagine e chiede loro: “*perché dite così? Per quali ragioni dite che il chiodo con l’arrugginimento perderebbe di peso rispetto al suo valore iniziale?*”. In questo modo la maestra assume la posizione di chi ascolta le ragioni degli studenti evitando di pre-giudicarle e traendone anzi indicazioni preziose come ad esempio la spiegazione che ne dà Matteo: “*Vedi*

¹¹ E’ chiaro che in questo caso il concetto di trasformazione non implica solo un contatto tra le parti ma un vero e proprio legame che “cambia la natura” di entrambi i protagonisti (del ferro e dell’ossigeno). E’ vero che qui il concetto di trasformazione è fragile e ingenuo, tuttavia l’analogia ponderale regge bene l’obiettivo del ragionamento che si propone di mettere in luce.

¹² M. Sclavi, “*Arte di ascoltare e mondi possibili. Come si esce dalle cornici di cui siamo parte*”, Paravia Bruno Mondadori, Milano, 2003.

maestra, dico così perché guarda..., vedi che qui nella provetta dove c'è il chiodo arrugginito nell'acqua si è staccata un po' di ruggine che se n'è andata sul fondo? Dunque il chiodo adesso pesa meno di quando non era ruggine". Come non convenire che Matteo ha ragione? Come non ammettere che il suo ragionamento è frutto di una percezione precisa e logicamente rielaborata? Certo è un fatto che l'ossido ferrico ha massa maggiore (pesa di più) del ferro metallico iniziale di cui è costituito il chiodo e però anche Matteo afferma il vero.

LE RAGIONI COESISTENTI

In questo caso le cornici di riferimento (della maestra che lavora nella scuola della verità e di Matteo che lavora alla scuola dell'esperienza) sono differenti e dunque ne derivano risposte diverse: ciò che conta è osservare che entrambe sono corrette rispetto alle logiche relative da cui prendono le mosse. E' corretto infatti affermare che Fe_2O_3 ha massa maggiore di Fe se si considera il sistema chiuso ai trasferimenti di materia, vale a dire se consideriamo come parti dello stesso chiodo anche i residui di ruggine che Matteo vede sul fondo della provetta. D'altra parte anche Matteo ha ragione di sostenere che il chiodo arrugginito, considerato sistema a sé, ha perso della massa e dunque, seppur relativamente, deve pesare di meno. Salvo prove sperimentali ulteriori, possiamo convenire che la ragione assiste entrambi. La maestra afferma infatti: *"bravo Matteo, hai ragione, sei un acuto osservatore, io non ci avevo pensato. Adesso possiamo rifare l'esperienza pesando il chiodo prima e dopo l'arrugginimento, o scegliendo di pesare il chiodo, più l'acqua, più la provetta prima e dopo la trasformazione."* Si arriverà ad un accordo tra le due versioni solo modificando le cornici di riferimento così che maestra e bambino, entrambi protagonisti, possano riferirsi alla stessa esperienza condividendone le decisioni attuative e i criteri di osservazione. Questo è il vero "contratto formativo" che è esplicito nella relazione delle scelte (motivazione, formulazione ipotesi, azione e riflessione). Tuttavia, ciò che qui interessa, è la prospettiva di responsabilizzazione che viene offerta a Matteo e ai suoi compagni che come lui sostengono una ipotesi giustificandone il senso. Matteo, accompagnato dalla maestra, potrà cambiare la sua visione delle cose ma non adattandosi passivamente alla versione altrui, bensì modificando il suo punto di vista come risultato di una esperienza direttamente vissuta. Inoltre Matteo, gratificato della attenzione prestata alle sue ragioni, se la sentirà di avanzare le sue ipotesi e di esprimere le sue idee anche in situazioni successive, accettando per sé il ruolo di protagonista del proprio stesso processo di apprendimento: non è forse questa la prospettiva corretta per sperare che gli studenti raggiungano effettivamente traguardi di competenza?

Naturalmente l'aspetto speculativo può andare oltre il livello espresso da questo studio di caso ed arrivare a concettualizzare l'idea di trasformazione come qualcosa di intimo alla materia, che cambia contemporaneamente il ferro e l'ossigeno, visto che l'ossido ferrico è sostanza "altra", non riducibile alla semplice somma degli atomi originari. Non è affatto escluso che questo obiettivo di competenza si possa raggiungere anche alla scuola primaria¹³, a patto naturalmente che l'insegnante non lo proponga in modo prescrittivo, nella prospettiva della scuola della verità, che ne pregiudicherebbe il processo costruttivo da parte del bambino. Tuttavia lo studio di caso che abbiamo visto, al di là del livello di concettualizzazione indagato, ci pare emblematico del differente approccio che può-deve caratterizzare il docente ricercatore di "mondi possibili"¹⁴ quali sono appunto quelli degli studenti soggetti di apprendimento.

IL PIACERE DI STUDIARE.

Occorre infatti che gli insegnanti imparino ad operare come "ricercatori dei mondi possibili" e non come docenti della scuola che si fonda sulle verità del programma. La centralità dell'allievo nel suo

¹³ "Designing and conducting empirical investigations in K-8 classrooms", in AA.VV. "Taking Science on school", National Research Council, National Academies Press, Washington, D.C., USA, 2007.

¹⁴ M. Sclavi, ibidem.

stesso processo di apprendimento è infatti legata all'orizzonte entro cui studiare. All'insegnante si chiede dunque di lavorare alla costruzione di questo orizzonte, così che stimoli una passione gioiosa, piacevole e carica di pathos, che sappia proporre lo studio come risposta al desiderio di superare le difficoltà, quel desiderio che pervade "il piacere di pensare"¹⁵. Contro le dinamiche dell'individualismo utilitarista, è necessario recuperare la volontà che spinge i bambini ad imparare, ad educarsi e ad impossessarsi di una cultura per uscire dall'autocentratura e iniziare finalmente a muoversi allo scoperto, verso il mondo esterno ed "altro" da sé¹⁶, un mondo da apprendere, comprendere, abitare, gustare, sapere. Una scuola che con il suo approccio fondato sulle "verità" predeterminate dal programma castrì sul nascere il protagonismo dello studente non risponde ad alcun obiettivo effettivamente formativo, ma semmai si appiattisce su una prospettiva autoritaria e deformante, che finisce per incidere negativamente sulla psiche dello studente frustrandone e compromettendone le potenzialità di emancipazione¹⁷.

D'altra parte se è certo che l'apprendimento scolastico è anche utile, resta il fatto che esso fonda le sue radici nel desiderio: Hillman parla esplicitamente di "piaceri del pensiero, passioni delle idee, erotismo della mente"¹⁵.

Molto spesso gli insegnanti pensano che sia proficuo attrarre l'attenzione dei bambini e più in generale degli studenti proponendo loro una didattica "divertente" o comunque "facile". Crediamo non si possa pretendere che il docente s'inventi tutte le volte qualcosa di spettacolare per attrarre a sé gli allievi né che debba rendere facili le cose che facili non sono: è chiaro che la seduzione conta anche nelle relazioni didattiche e può essere meritorio ricorrervi per facilitare gli apprendimenti, se e quando questo fosse possibile, tuttavia non è detto che tutto ciò sia utile di per sé. "Pensare dev'essere difficile, perchè no? Lo sci è difficile, e così il giardinaggio. E danno piacere. Non divertimento, non svago, non intrattenimento, ma piacere"¹⁵. Evidentemente, se tutto questo ha senso, i problemi di apprendimento che pure vengono alla luce nel caso di studenti dotati di normali capacità, scaturiscono dall'assenza di desiderio.

IL TEMPO E LA sua QUALITA'

Lo studente viene prima dell'oggetto di studio che la Scuola gli propone: materia, energia, luce, colore, germinazione, cristallizzazione e così via sono proposte esplicative della prassi in cui vive lo studente-persona. Per consegnare nelle mani degli studenti il proprio ruolo di attori del processo di apprendimento occorre che gli insegnanti mutino il loro ruolo: da arbitri e giudici quali essi sono nella scuola delle verità ad allenatori, accompagnatori. Per dare corpo a questa metamorfosi è necessario ascoltare le ragioni dell'altro: è indispensabile conoscere quello che passa nella testa e nel cuore degli allievi e per questo occorre dotarsi della pazienza necessaria all'incontro con loro. La pazienza di cui parliamo non è affatto sinonimo di sopportazione, ma di tenacia, audacia e perseveranza nel costruire la relazione educativa che si basi sul confronto con gli studenti. Occorre partire dall'idea che la relazione didattica insegnamento-apprendimento si propone come una vera e propria mediazione interculturale tra mondi, linguaggi, passioni e desideri differenti: allievo e insegnante sono portatori di testimonianze e saperi differenti, di cui è naturalmente intriso lo stesso conflitto generazionale. La scuola del programma si illude di superare l'ostacolo spostando la relazione tra allievo e insegnante sul piano del curriculum, al di fuori cioè delle rispettive soggettività. In verità, così facendo, la scuola rinuncia alla sua unica e vera funzione che è legata alla formazione dello studente non già come individuo, bensì come "persona", cioè come soggetto di "cittadinanza attiva". In questa prospettiva, tutti gli alunni sono ugualmente "stranieri" rispetto alla cultura adulta. Spesso si riferisce l'interculturalità alla presenza in classe di studenti stranieri ma, a ben guardare, essa riguarda più generalmente la relazione insegnante-studente. A questo proposito dunque

¹⁵ J. Hillman, "Il piacere di pensare, conversazione con Silvia Ronchey", Rizzoli, Milano, 2002.

¹⁶ S. Freud, "Introduzione al narcisismo", Bollati Boringhieri, 1976.

¹⁷ U. Galimberti "Il soggetto e l'azione" in "Psiche e techne, l'uomo nell'età della tecnica", Feltrinelli, Milano, 2004.

possiamo considerare come rivolte a tutti le raccomandazioni UE recepite dallo Stato Italiano: “*La pedagogia contemporanea, sia pure con varie sfumature, è orientata alla valorizzazione della persona e alla costruzione di progetti educativi che si fondino sull’unicità biografica e relazionale dello studente.*”¹⁸

Se la didattica viene inserita nella cornice interculturale (valgono qui i principi generali secondo cui occorre operare per gettare “ponti di comunicazione” seguendo molteplici piste quali ad esempio: accoglienza/inserimento, educazione ambientale, didattica disciplinare, conoscenza dell’altro) è chiaro che si accetta in partenza l’idea che apprendere implichi spiazzamento, forse disagio, certo fatica, spesso ansia: com’è possibile trovare motivazione in un mondo che pare non ricompensare questo sforzo con positive promesse di futuro se non vi introduciamo una prospettiva intrinseca di piacere? Un docente che non si ponga il problema, che non cerchi di sintonizzarsi sulla lunghezza d’onda dello studente per accoglierne le istanze e per ascoltarne le pulsioni non potrà mai farsi tramite di un reale processo di formazione¹⁹. Tutto questo implica una nuova relazione tra la proposta didattica che mette al centro lo studente ed il tempo a disposizione: molti docenti sono disposti ad ammettere che per una scuola di qualità occorre lavorare sul protagonismo degli studenti ed è facile trovare largo consenso circa la necessità di un apprendimento basato sul sapere, dunque su una conoscenza esperita e situata entro definiti contesti di senso, ma gli stessi docenti che accettano e addirittura auspicano questa prospettiva ne sanciscono l’impraticabilità perchè a scuola non ci sarebbe il tempo necessario. Questo riferimento alla mancanza di tempo testimonia che la nostra scuola privilegia il paradigma quantitativo a quello qualitativo: occorre dunque che si prenda coscienza della necessità di uscire da questa assfissante contraddizione. Inoltre anche la questione del tempo viene letta riferendosi alla centralità del programma e non certo al tempo dello studente. A questo riguardo vorremmo uscire dalle consuete cornici di ragionamento che pongono il tempo come lineare, omogeneo e inarrestabile: non ci convince l’immagine dell’insegnante e dello studente che vivono nel tempo come se percorressero una strada²⁰. Se l’insegnante agisce considerando la centralità dello studente, ecco che il riferimento temporale si sposta necessariamente su quest’ultimo centrando l’attenzione sulla sua persona, sul suo momento vitale, sui traguardi della sua competenza che è certo legata al programma, ma che è irriducibile a questo. Ciò implica una scelta radicale e consapevole per il docente-ricercatore: egli deve scegliere di abbandonare l’idea di svolgere necessariamente tutto il programma per privilegiarne i concetti strutturanti, le parti qualitativamente fondanti, eventualmente anche impreviste purchè funzionali affinché lo studente incontri il sapere e ne faccia esperienza vissuta ben oltre la conoscenza. Il consueto dilemma qualità verso quantità va risolto in modo esplicito per uscire dall’ipocrisia che domina il sistema scuola: è infatti palese che le scelte programmatiche sono comunque all’ordine del giorno di ogni insegnante e tuttavia vanno modificati la prospettiva ed i criteri di scelta. In genere il docente sceglie le parti da proporre agli studenti seguendo la logica lineare presentata dai libri di testo, eventualmente saltandone alcune parti giudicate ininfluenti oppure “scomode” per focalizzarsi su altre che offrono maggiori tassi di sicurezza e garanzia al docente stesso. Si fa dunque finta di attenersi al programma anche se tutti sanno che così non è; si fa anche finta di scegliere per il bene dell’allievo quando invece la scelta corrisponde per lo più all’interesse del docente. Scatta poi l’ipocrisia della finta relazione: il docente fa lezione e spiega quanto ha deciso di spiegare, l’allievo ascolta spesso passivamente per poi ripetere quanto ha detto l’insegnante a cui comunque restituirà quanto egli si aspetta di ricevere e niente di più. Il docente farà finta di esserne soddisfatto (non indagherà la reale competenza del discente), esprimerà un voto soddisfacente che i genitori apprezzeranno perché lo interpreteranno come indicativo della preparazione del proprio figlio (senza curarsi della sua reale emancipazione e della felicità che dovrebbe derivarne).

¹⁸ M.P.I., “*La via italiana per la scuola interculturale e l’integrazione degli alunni stranieri*”, a cura dell’Osservatorio per l’integrazione degli alunni stranieri e l’educazione interculturale, 2007.

¹⁹ D. Pennac, “*Diario di scuola*”, Feltrinelli, Milano, 2008.

²⁰ R. Panikkar, “*La porta stretta della conoscenza*”, Rizzoli RCS, Milano, 2005..

Una scuola vera, che ambisca ad essere maestra di vita, deve privilegiare la qualità dell'apprendimento alla quantità delle cose proposte dal programma: una scuola così deve dare attuazione all'autonomia didattica sostanzialmente con un POF che elegga lo studente a soggetto dell'azione didattica. Si tratta di un cambiamento di paradigma: tradizionalmente allo studente viene attribuita la funzione di "oggetto" dell'azione didattica che riconosce la soggettività esclusiva del docente.

L'INSEGNAMENTO COME RICERCA COSCIENTE

La prospettiva di lavoro è legata dunque all'atteggiamento di un insegnante che invece di pensare che il suo compito sia trasferire conoscenze, concetti e saperi ai propri studenti, parte dall'idea che conoscenze, concetti e saperi possono essere offerti ad ogni studente solo come obiettivi o strumenti della sua propria ricerca. Questo atteggiamento, fortemente caratterizzato dall'impegno collaborativo, implica alcune azioni di cui è possibile fornire una indicazione sintetica esplicitamente calata nella funzione docente:

1. **Ascoltare davvero gli alunni**, senza mai dare per scontato che dicano "sciocchezze", che non conoscano o che non sappiano. I bambini ed i ragazzi hanno una loro idea su qualsiasi argomento, si costruiscono modelli mentali per poter comprendere il mondo e se noi insegnanti non ci rapportassimo al loro modo di conoscere non riusciremmo ad essere incisivi nella proposta. Dobbiamo partire da ciò che gli studenti già "sanno", perciò essere attenti a tutti gli indizi che ci rimandano e che noi dobbiamo comunque sollecitare: queste "tracce" sono, per i docenti pronti o interessati a rilevarle, ricche indicazioni sulla correttezza o meno del percorso intrapreso e del processo in corso. Facciamo un esempio: è consueto che in prima elementare, nell'area Matematica, ci si ponga l'obiettivo di studiare i primi 20 numeri interi e le loro caratteristiche. Prima di procedere occorrerebbe chiedersi se i bambini li conoscano già (spesso l'argomento viene svolto già alla scuola dell'infanzia) poiché, se così fosse, la proposta sarebbe probabilmente incoerente con i loro desideri e le loro attese e rischierebbe di annoiarli. Ad esempio il fatto poi che i libri di testo riferiti a questa fascia di scolarità trattino solo i primi 20 numeri non è un motivo sufficiente per frustrare il bisogno di nuovi saperi che i bambini potrebbero manifestare: dunque occorre scoprirlo per agire al meglio.
2. **Ancorare i contenuti proposti alle conoscenze ed esperienze che gli alunni già possiedono** "umanizzando i saperi per limitare la dispersione della conoscenza"²¹. La scelta dei temi da proporre, quando per l'insegnante è possibile sceglierli, come ad esempio accade nella scuola primaria, deve essere vicina agli alunni, inserita in un contesto di senso riferibile ai bambini ed ai ragazzi e non solo all'insegnante: non si tratta di proporre solo contenuti di prossimalità, ma di ancorare la proposta ad un contratto formativo autentico, nella cui struttura relazionale lo studente sia soggetto paritetico, almeno sul piano della corresponsabilità. Questo vuol dire per esempio pensare agli argomenti da sviluppare proponendo preliminarmente agli studenti una attività di brainstorming, o svolgendo indagini sulle mappe mentali della classe²² riferite al nuovo argomento come ad un "problema", sul quale i ragazzi possano collaborativamente misurarsi.
3. **Contestualizzare i saperi** e offrire occasioni perché gli allievi si costruiscano una loro personale rete di conoscenze esperite (*saperi situati*) che possano successivamente essere estrapolati a contesti "altri". Come fare a integrare i saperi così diversi proposti dalle discipline che le rispettive epistemologie suddividono in tante diverse reti concettuali troppo

²¹ E. Morin, intervento tenuto alla presentazione del documento del M.P.I. "Cultura scuola persona. Verso le indicazioni nazionali per la scuola dell'infanzia e per il primo ciclo di istruzione", Roma, 2007.

²² J. D. Novak, D. B. Gowin, "Imparando ad imparare", SEI, Torino, 1989.

spesso autoreferenziali? Possiamo aiutare i bambini e gli studenti in genere scegliendo percorsi che più facilmente si interconnettano tra di loro e con la realtà per come essa si presenta alla nostra percezione. E' importante che l'insegnante non dimentichi che la percezione degli adulti è condizionata dalla rete dei loro saperi, certo diversa da quella a cui si riferiscono gli studenti, ma soprattutto è necessario che faccia notare le molteplici connessioni tra le diverse materie di insegnamento. E' bene essere coscienti del fatto che ogni alunno ha una sua personale rete di conoscenze che non solo è diversa da quella dell'insegnante, ma anche da quella dei compagni. E' poi anche necessario riconoscere che nella costruzione della propria rete, è possibile che ogni studente si muova in modo diverso: va assecondato, seguito e accompagnato dall'insegnante che deve tenere sotto controllo il processo per ricercare ed esplorare "mondi possibili". Partendo dalle reti concettuali dei singoli allievi e accompagnandone la socializzazione nella classe può avvenire l'ulteriore salto di qualità che porta dall'identità del singolo alla sua piena appartenenza al gruppo (*cittadinanza attiva*).

4. **Essere coerenti nei percorsi scelti in modo da evitare l'episodicità.** L'insegnante deve sapere dove quel determinato contenuto, argomento, informazione o nozione va a parare e se e quando proporlo perché possa permettere la costruzione di concetti da parte dello studente. Se per concetto s'intende la rete complessa di relazioni tra nozioni, orientate in funzione del contesto di senso, risulta chiaro che i concetti non si possono insegnare poiché sta allo studente il compito di ricercarne la struttura in riferimento all'ambito di coerenza. Quando si propone un argomento è bene poi ricercarne ed offrirne vari punti di vista e frequentarne le implicazioni non solo macroscopiche ma anche, quando la situazione lo consente, andare più in profondità chiamando lo studente ad assumere il proprio ruolo attivo, così da evitare frammentazioni e semplificazioni a volte insoddisfacenti, improprie e fuorvianti. Il rischio delle misconoscenze va assunto come strutturale dei processi di apprendimento: ciò che conta è esserne coscienti e assumere l'errore, anche eventualmente quello "resistente" alle confutazioni, come ambito di ricerca e rielaborazione ulteriore. A parte la necessità dell'insegnante di dominare specifici contenuti-concetti disciplinari, unica via che permette di destrutturarne la linearità per abitarne complessità e ricchezza tanto da poterne gestire la trasposizione didattica, egli deve poi collocare la sua azione di accompagnamento entro un contesto curricolare, sapendo che il viaggio dello studente non sarà breve e che il paesaggio che si svelerà agli occhi di entrambi (insegnante e studente) è importante tanto quanto la meta (coerenza del curriculum verticale sui diversi anni, ma anche in termini di possibile approfondimento sul singolo anno e coerenza orizzontale fra i contenuti delle materie dello stesso anno).
5. **Potenziare significativamente le attività di gruppo, collaborative e laboratoriali, rispetto alla lezione frontale.** Poiché esistono diverse tipologie di lavoro in collaborazione (dalle attività di laboratorio tradizionalmente intese alla peer education, al cooperative learning, al tutoring, al lavoro a coppie per livello, ecc.) l'insegnante, in base agli obiettivi che si propone, si deve porre nella condizione di scegliere la tipologia più adatta al contesto di classe. Anche qui è necessario che egli sia cosciente della necessità di cambiare il proprio ruolo visto che in questo genere di attività egli si trova a delegare parte del proprio lavoro ad "altri" assumendo in proprio quello di "regista", attento sia al processo educativo che si sta svolgendo che alle dinamiche relazionali in atto. Ogni materia può essere affrontata in forma laboratoriale e cooperativa: sta all'insegnante scegliere le modalità ed il momento giusto.
6. **Prevedere numerosi momenti di riflessione collettiva** che aiutino gli alunni a rivedere il percorso fatto fino a quel momento e le possibili varianti. Con la pratica e con il costante ricorso alle occasioni di riflessione, sia individuale e collettiva, gli alunni impareranno ad assumere coscienza del loro stesso modo di conoscere e a confrontarlo con quello dei compagni. Bateson chiama "deutero-apprendimento" o "apprendimento secondario" la

Commento [RC1]:

coscienza di come noi stessi apprendiamo²³. L'apprendimento secondario passa dalla consapevolezza delle abilità che mettiamo in atto quando apprendiamo: si tratta di un apprendimento che ci consente di cambiare il nostro stesso modo di apprendere per renderlo più ricco e piacevole, più efficace ed efficiente. La metariflessione, che significa ripercorrere la propria esperienza esplicitandone le strategie utilizzate, le fasi cognitive e il vissuto emotivo, è fondamentale perché consente agli studenti di elaborare metodi e modelli che possono orientare la costruzione dei concetti come mappe personali. Queste, strumento indispensabile per ogni allievo che partendo dal proprio universo di idee desidera metterle in discussione socializzandole, si alimentano del confronto con le esperienze degli altri arricchendosi ed assumendo la prospettiva della multidirezionalità dei punti di vista (multiverso) come ulteriore fattore costitutivo. Nella classe l'unicità del sé cognitivo²⁴ è messa in comune per produrre costante ed ulteriore genesi di significato. Riferendoci alle Scienze Sperimentali (ma la prospettiva appare piuttosto generale e generalizzabile), occorre ricordare infatti che *“le asserzioni scientifiche sono affermazioni consensuali valide unicamente all'interno della comunità di osservatori standard che le genera.”*²⁵

7. **Porre attenzione alla creazione del gruppo classe e delle dinamiche relazionali.**

L'obiettivo principale è quello della relazione tra lo studente-persona e la sua dimensione di cittadinanza attiva che ne sviluppa la dimensione sociale anche riferita all'ambiente: *“conoscere ... è attività costitutiva del complesso flessibile organismo-nel-suo-ambiente”*²⁶. Quando la classe si costituisce come “gruppo”, gli studenti sviluppano un vivo senso di appartenenza ove le singole identità si sviluppano in modo armonico entro la rete sociale e ambientale: ciò porta ad assumere responsabilità di scelta personale in coerenza con i problemi del gruppo e dell'ambiente, vissuti come propri. Ci si aiuterà a vicenda e si presterà cura anche all'umore e alle emozioni reciproche che saranno accolte con rispetto.

STUDIO MNEMONICO E MEMORIA DI SE'

In conclusione e ad ulteriore sostegno della prospettiva fin qui delineata, è bene far mente locale circa gli stereotipi della scuola di tutti i giorni. Quante volte si sono sentite affermazioni o giudizi del tipo *“l'allievo non possiede un metodo di studio”* oppure *“si avvale di uno studio mnemonico”*? Emiliani sostiene che *“se ad uno studente manca un metodo efficace di lavoro, non gli manca il metodo efficace di lavoro, ma il suo metodo efficace di lavoro”*²⁷. Il metodo di studio necessita certo di tecniche (le tecniche di sintesi funzionali a saper prendere appunti, le tecniche degli schemi, delle tabelle sinottiche, della meta-memoria, cioè prendere coscienza delle proprie procedure di memorizzazione ecc.) e tuttavia non può prescindere dagli aspetti della volizione e della coscienza del proprio ruolo da parte dello studente. Quanto allo studio mnemonico di semplice accumulazione, tanto diffuso tra gli studenti, esso testimonia semplicemente il gioco a cui la scuola si piega quando verifici e valuti le conoscenze o i concetti canonizzandoli, privandoli degli sfondi che conferiscono significato e soprattutto sequestrandoli alla elaborazione critica, imprevista e destabilizzante degli studenti che ne dovrebbero invece frequentare lo spessore complesso. Memorizzare non significa accumulare informazioni, bensì collegarle come nuove conoscenze nel magazzino a lungo termine, dopo un processo di riconoscimento, selezione e sintesi. Gli studenti, o comunque molti di loro, privati di ruolo affettivo e attivo, finiscono per restituire al docente ciò che egli si aspetta di ricevere. In questi casi gli allievi riproducono passivamente il costruito cognitivo del docente, da loro non digerito né maturato: in questo senso si potrebbe tranquillamente parlare di colonizzazione culturale da parte della generazione adulta e di integrazione mancata di quella

²³ G. Bateson, *“Verso un'ecologia della mente”*, Adelphi, Milano, 1985.

²⁴ F. Varela, *Un know how per l'etica*, ibidem.

²⁵ H. Maturana, *“Autocoscienza e realtà”*, ibidem.

²⁶ S. Manghi, *“Il gatto con le ali”*, Asterios Editore, Trieste, 2000.

²⁷ A. Emiliani, *“Mappe concettuali, uno strumento per la promozione dell'apprendimento significativo”*, Filosofia e Scuola, 2, 1997 (reperibile in http://lgsxserver.uniba.it/lei/scuola/insfil/ins2_1.htm).

giovanile di cui non ci si preoccupa di intercettare dinamiche mentali, passioni, linguaggi, aspettative. D'altro canto lo studio mnemonico testimonia della rinuncia degli studenti che pensano di risolvere così l'ansia dell'apprendimento, senza rendersi conto che, in questo modo, rinunciano a coglierne l'anima negandosi alla dimensione di piacere riferita all'apprendimento. Una Scuola che fonda la propria azione didattica sulla centralità dello studente, sulla sua esperienza diretta del mondo e sulla sua assunzione di responsabilità circa le scelte che riguardano la propria stessa emancipazione culturale risponde effettivamente alle proprie finalità formative rispecchiandole nei propri studenti e considerandoli "persone". D'altra parte un processo di apprendimento fondato sul protagonismo degli studenti permette loro di costruire una propria memoria di sé. Accontentarsi della scuola di sempre, che evidentemente questi problemi non ha saputo vedere né saputo risolvere, significa rinunciare a disegnare il nostro stesso futuro con il contributo degli studenti, che a loro volta dovrebbero con noi insegnanti e adulti dipingere il loro: in ultima analisi significa accettare una scuola triste ed autoritaria per una vita altrettanto e irrimediabilmente triste, ove gli studenti sono totalmente stranieri a se stessi, non potendo abitare la scuola come propria casa ed il mondo con la propria testa. E pensare che insegnare, studiare e imparare ha rappresentato nei secoli e costituisce ancora oggi un insieme carico di bellezza, seduzione, stupore e piacere, che può fare esplodere l'entusiasmo per la nostra vita e per quella dei nostri studenti.

TABELLA INIZIALE (PRIMA)
CAMPIONE: PAGLIETTA DI ACCIAIO NON INOX

Variabile sotto osservazione ²⁸	Colonna 1 Osservazioni iniziali ²⁹ Paglietta pulita	Colonna 2 Osservazioni finali Paglietta arrugginita
MAGNETISMO	<i>E' attratta dalla calamita</i>	
MASSA (PESO)	<i>Misuriamo il peso iniziale</i> ³⁰	
ASPETTO MORFOLOGICO	<i>E' reticolata, bucherellata, fibrosa</i>	
ASPETTO DI STRUTTURA	<i>E' composta da fili sottilissimi, attorcigliati, non è compatta</i>	
COLORE	<i>E' grigia argentata</i>	
ODORE	<i>Non ha odore</i>	
ALLA MANIPOLAZIONE	<i>Si può deformare, schiacciare, appallottolare</i>	
RESISTENZA MECCANICA	<i>E' difficile da rompere con le mani; si può tagliare con le forbici</i>	
CEDE COLORE	<i>Perde peli, ma non sporca le mani</i>	
AL TATTO	<i>E' morbida al tatto</i>	
COMPORTEAMENTO CHIMICO	<i>Può diventare ruggine</i>	

²⁸ Questa colonna è redatta dalla maestra per mettere in luce i suoi riferimenti.

²⁹ Questa parte è tratta dalla registrazione scritta della maestra che riferisce quanto affermato dai bambini. Negli appunti ci sono anche alcune sue annotazioni (es. in corrispondenza del magnetismo la maestra si appunta "è ferromagnetica") che qui non sono riportate onde evitare fraintendimenti.

³⁰ Come riferito altrove è qui interessante segnalare che tra le ipotesi formulate dai bambini vi sia stata la previsione che il peso degli oggetti arrugginiti potesse essere inferiore rispetto a quello iniziale degli stessi oggetti.

TABELLA FINALE (PRIMA e POI)
CAMPIONE: PAGLIETTA DI ACCIAIO NON INOX

Variabile sotto osservazione	Colonna 1 Osservazioni iniziali Paglietta pulita	Colonna 2 Osservazioni finali Paglietta arrugginita
MAGNETISMO	<i>E' attratta dalla calamita</i>	Non è attratta dalla calamita
MASSA (PESO)	<i>Misuriamo il peso iniziale</i>	<i>Il peso finale è maggiore di quello iniziale</i> <i>La paglietta pesa di più alla fine</i>
ASPETTO MORFOLOGICO	<i>E' reticolata, bucherellata, fibrosa</i>	<i>E' fatta di polvere, peli e scaglette</i>
ASPETTO DI STRUTTURA	<i>E' composta da fili sottilissimi, attorcigliati, non è compatta</i>	<i>E' composta da fili sottilissimi e attorcigliati che sembrano fragili</i>
COLORE	<i>E' grigia argentata</i>	<i>E' color ROSSO-MATTONE con chiazze arancioni</i>
ODORE	<i>Non ha odore</i>	
ALLA MANIPOLAZIONE	<i>Si può deformare, schiacciare, appallottolare</i>	<i>NON E' MODELLABILE perché si rompe</i>
RESISTENZA MECCANICA	<i>E' difficile da rompere con le mani; si può tagliare con le forbici</i>	<i>Si disfa, va in briciole se la tocchi anche solo con le mani</i>
CEDE COLORE	<i>Perde peli, ma non sporca le mani</i>	<i>Colora il foglio e sporca le mani</i>
AL TATTO	<i>E' morbida al tatto</i>	<i>E' secca al tatto</i>
COMPORTAMENTO CHIMICO	<i>Può diventare ruggine</i>	<i>Non può diventare FERRO</i>