

**Università Ca' Foscari Venezia**

**Dottorato di ricerca in**

**in Scienze della Cognizione e della Formazione 22° ciclo**

**A/A 2005/2006 2007/2008 2008/2009**

**Titolo: "La conoscenza scientifica a scuola: problemi concettuali,  
metodologici e didattici"**

**SETTORE SCIENTIFICO DI AFFERENZA M-PED/01**

**Tesi di dottorato di Maria Antonietta Carrozza 955309**

Coordinatore del Dottorato

Tutore del dottorando

Prof. Umberto Margiotta

prof. Arduino Salatin

co-tutore

Dott. Gustavo Constantino

Parole-chiave: *conoscenza scientifica- cambiamento concettuale -  
istruzione scientifica- modello di laboratorio scientifico*

Key words: *scientific knowledge - conceptual change - science  
instruction- Scientific laboratory model*

---

*E un maestro disse: Parlati dell'Insegnamento.*

*E lui disse: nessuno può insegnarvi nulla  
se non ciò che già sonnecchia nell'albeggiare della vostra conoscenza.*

*Il maestro che cammina all'ombra del tempio non elargisce la sua  
sapienza,  
e se davvero è saggio, non vi invita ad entrare nella dimora del suo  
sapere,  
ma vi guida alla soglia della vostra mente.*

Gibram Khalil

## **Ringraziamenti**

Nella realizzazione di questo progetto ho avuto il supporto di molte persone competenti che mi hanno aiutato a tener duro e a mantenere un buon livello di salute mentale.

Innanzitutto ringrazio il mio tutor prof Arduino Salatin che ha sempre trovato tempo per rispondere ai miei interrogativi e in più di una occasione il confronto con lui è stato provvidenziale consentendomi di operare svolte decisive. Ringrazio il mio tutor, inoltre, per la libertà sperimentale che mi ha accordato e per la fiducia che ha riposto nelle mie azioni.

Ringrazio di cuore il Dott. Gustavo Costantino per il tempo che mi ha dedicato soprattutto in alcuni momenti cruciali della ricerca, e per le parole di incoraggiamento e il supporto che mi ha fornito soprattutto per tracciare il disegno del progetto. Ringrazio inoltre per la squisita ospitalità e per il tempo che ha saputo ritagliare ai suoi tanti impegni durante la mia lunga permanenza in Argentina, ha veramente portato tanta pazienza di fronte alla mia ansia di percepire ancora troppo in bozza il testo della tesi vista la messe di dati che avevo raccolto.

Un sentito ringraziamento va al prof. Margiotta che ha spinto affinché ricercassi un modello di conoscenza dell'azione di insegnamento e che ha saputo tranquillizzarmi in un momento difficile della mia vita capitato nell'ultimo anno del dottorato di ricerca, ha saputo infondermi la fiducia che ce l'avrei fatta nell'impresa.

Non posso dimenticare di ringraziare la prof. Anna Maria Ajello, senza i suoi consigli per cui vedevo tutto più chiaro e convincente soprattutto in fase di elaborazione definitiva del progetto non avrei portato a termine questo lavoro in una veste che mi soddisfa. Si può sempre fare meglio ma il confronto con lei mi ha sempre restituito la sensazione di aver fatto le scelte giuste.

Un sentito ringraziamento va alla Dott.ssa Cristina Belardi per l'entusiasmo che ha saputo infondermi da quando l'ho conosciuta durante questo lavoro di ricerca, mi ha fornito un grande aiuto psicologico ed è stata il mio punto di riferimento soprattutto nei metodi di ricerca.

Un sentito ringraziamento va alla mia cara amica prof.ssa Antonia Romano, che mi ha aiutato ad avere agevole accesso alla comunità di ricerca.

Un ringraziamento speciale va, infine, alla mia famiglia, mio marito Francesco e i mie due figli Valentina e Andrea per il sostegno pratico che mi hanno fornito nella gestione quotidiana e per non essersi mai spazientiti dinanzi a qualche mia tensione o abbattimento, senza di loro non mi sarei potuta dedicare a questo progetto. Ad Andrea, in particolare, un grande grazie per essere stato pronto a sostenermi, nonostante i suoi duri studi, nel momento in cui mi arrabbiavo con "Vista". Questo lavoro lo dedico a lui.

## Sommario

<b>1. Introduzione .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1. Insegnare scienze oggi: contesti, esigenze, problemi e tendenze..</b>	<b>14</b>
1.1.1 Introduzione al problema e contestualizzazione.....	14
1.1.2 Ragioni della scelta dell'argomento e della sua delimitazione.....	22
<b>2. Conoscenza scientifica e mente: processi, concetti e .....</b>	<b>24</b>
<b>linguaggio.....</b>	<b>24</b>
<b>2.1 La natura della scienza(NOS) .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2. Concezioni degli allievi sulla natura della scienza.....</b>	<b>28</b>
<b>2.3. Concezioni dei docenti sulla natura della scienza.....</b>	<b>29</b>
<b>2.4. L'insegnamento e l'apprendimento della natura della scienza .....</b>	<b>31</b>
<b>2.5 I processi della conoscenza scientifica .....</b>	<b>34</b>
<b>3. Il sistema cognitivo .....</b>	<b>43</b>
<b>3.1 La concezione del pensiero: pensiero ragionamento .....</b>	<b>43</b>
<b>3.2 Relazioni tra i modi di concepire il pensiero e il processo di</b>	
<b>insegnamento/apprendimento .....</b>	<b>45</b>
<b>3.3 Concezione ecologica della mente: pensiero e processi cognitivi</b>	
<b>come sistemi autogenerativi soggettivi e intersoggettivi.....</b>	<b>48</b>
<b>3.4 Processi cognitivi e basi neurologiche .....</b>	<b>51</b>
<b>3.5 La transizione dalla concezione lineare a quella della complessità .</b>	<b>54</b>
<b>4. Concetti, linguaggio e scienze .....</b>	<b>57</b>
<b>4.1 La natura dei concetti e i legami con le categorie lessicali.....</b>	<b>57</b>
<b>4.2 Interazione sociale, cultura, lingua e categorizzazione cognitiva ....</b>	<b>61</b>
<b>4.3 La lingua quale strumento organizzatore della cognizione .....</b>	<b>63</b>
<b>4.4 I risvolti didattici di queste concezioni</b>	
<b>nell'insegnamento/apprendimento delle scienze.....</b>	<b>66</b>
<b>5. L'apprendimento delle conoscenze scientifiche .....</b>	<b>69</b>
<b>5.1 Le teorie dell'apprendimento delle scienze .....</b>	<b>69</b>
<b>5.2 Rappresentazioni mentali sulla natura della scienza .....</b>	<b>79</b>

<b>5.3 Rappresentazioni mentali come credenze, le ricerche in campo scientifico.....</b>	<b>81</b>
<b>5.4 Le concezioni non conformi a quelle della scienza accreditata. Natura e fattori persistenza, prevedibilità e generalizzabilità.....</b>	<b>87</b>
<b>5.7 Legami delle concezioni non conformi col linguaggio e con l'insegnamento.....</b>	<b>90</b>
<b>5.8 Le credenze epistemologiche e i mutamenti di credenze: gli approcci al cambio concettuale.....</b>	<b>94</b>
<b>5.6 Analogie tra teorie storiche e concezioni difformi, incidenza delle variabili culturali sulla costruzione di teorie naive.....</b>	<b>99</b>
<b>6. <i>L'insegnamento delle scienze a scuola e i modelli di insegnamento.....</i></b>	<b>104</b>
<b>6.1 Modello di conoscenza dell'insegnante di scienze di Shulman e Grosman.....</b>	<b>105</b>
<b>6.2 Modello di pensiero ed azione docente di Clark &amp; Peterson.....</b>	<b>111</b>
<b>6.3 modello didattico di Damiano, per una teoria dell'insegnamento...114</b>	
<b>6.4 I focus dei modelli di conoscenza dell'insegnamento.....</b>	<b>118</b>
<b>6.5 Approcci e strategie generali d'insegnamento delle scienze: metodi convenzionali e standard.....</b>	<b>122</b>
<b>6.6 Il laboratorio nell'insegnamento delle scienze.....</b>	<b>125</b>
<b>6.7 I diversi modelli di laboratorio: SSCS e SWH.....</b>	<b>129</b>
<b>7. <i>Un bilancio della rassegna proposta: le ragioni del laboratorio e le ipotesi di ricerca.....</i></b>	<b>132</b>
<b>7.1 Verso un nuovo modello di laboratorio scientifico: le ragioni del laboratorio scientifico.....</b>	<b>137</b>
7.1.1 Ambito del Laboratorio Sperimentale.....	149
7.1.2 Ambito del laboratorio classe.....	153
7.1.3. Ambito del laboratorio sul Territorio.....	154
<b>7.2 Il nuovo modello: tipologie di azioni di insegnamento/apprendimento.....</b>	<b>159</b>
<b>8. <i>Il disegno di ricerca.....</i></b>	<b>164</b>

<b>8.1 Articolazione della ricerca : il contesto e i docenti.....</b>	<b>165</b>
<b>8.2. L'organizzazione metodologica della ricerca .....</b>	<b>169</b>
<b>8.3. Ampliamento della documentazione di ricerca: interviste etnografiche e narrazioni .....</b>	<b>178</b>
<b>8.4. la conclusione delle ricerca: negoziazione dell'uscita dalla comunità scolastica.....</b>	<b>183</b>
<b>9. I risultati della ricerca condotta: focus group e laboratorio scientifico .....</b>	<b>184</b>
<b>9.1. I risultati del focus group riguardo le concezioni dei docenti sulla scienza .....</b>	<b>184</b>
<b>9.2 I risultati del focus group su "cos'è un'ipotesi" e "cos'è un esperimento" .....</b>	<b>188</b>
<b>9.3 I risultati del focus group su "cos'è un modello, qual è la sua finalità" .....</b>	<b>190</b>
<b>9.4 I risultati del focus group su "cos'è l'insegnamento", "che cosa differenzia l'insegnamento delle scienze dalle altre discipline" .....</b>	<b>195</b>
<b>9.5 L'ampliamento della documentazione di ricerca: la restituzione come occasione di discussione ulteriore.....</b>	<b>198</b>
<b>9.6 I risultati del focus group su "cos'è il laboratorio di scienze, a cosa serve, perché è importante fare laboratorio di scienze" .....</b>	<b>200</b>
<b>9.7 Le mappe come rappresentazione di concezioni di cui si vuole aver traccia .....</b>	<b>206</b>
<b>9.8 Il lavoro con gli insegnanti .....</b>	<b>210</b>
<b>9.9. I risultati del focus group specifici: le concezioni sui "viventi e le caratteristiche peculiari" .....</b>	<b>215</b>
<b>9.10. I risultati del focus group specifici: le concezioni su "materia e sue trasformazioni" .....</b>	<b>218</b>
<b>10. I risultati dell'indagine sulle cognizioni degli studenti e della sperimentazione del modello di laboratorio scientifico .....</b>	<b>223</b>

<b>10.1 I risultati del questionario sui viventi e della conversazione clinica nelle classi.....</b>	<b>223</b>
<b>10.2 i risultati del questionario sulla materia e sue trasformazioni e della conversazione clinica nelle classi.....</b>	<b>226</b>
<b>10.3 La sperimentazione del modello di laboratorio scientifico: i risultati ottenuti.....</b>	<b>231</b>
<b>10.4 L' intervento nel laboratorio: i vincoli della progettazione.....</b>	<b>236</b>
<b>10.5 Le tipologie di azione nel laboratorio sperimentale: differenziazione e risultati.....</b>	<b>239</b>
10.5.1 il laboratorio per la ristrutturazione dei concetti: risultati ottenuti .....	242
10.5.2 Le azioni del LpRC rilevabili dai risultati.....	251
10.5.3 laboratorio per il cambio concettuale: condizioni di attuazione .....	271
10.5.4 Il laboratorio sperimentale: la tipologia LpCC e i risultati ottenuti .....	275
10.5.5 Il laboratorio classe LC e il laboratorio LpCC: condizioni di attuazione .....	289
10.5.6 I risultati della videoregistrazione: dal rivedersi la negoziazione dell'intervento e la sperimentazione dell'LC. ....	293
10.5.7 L'esito del negoziato: il patto sul percorso e i risultati della conversazione clinica .....	296
10.5.8 Il laboratorio Classe: la tipologia LpCC e le azioni PCMCC .....	300
<b>11. Considerazioni finali: Risultati e prospettive .....</b>	<b>322</b>
<b>11.1. Valutazione complessiva della ricerca e esiti più importanti.....</b>	<b>322</b>
11.2 Considerazioni sulla metodologia della ricerca .....	324
<b>11.3 Risultati riguardo alle competenze degli studenti.....</b>	<b>327</b>
<b>11.4 Considerazioni sull'insegnamento delle scienze .....</b>	<b>329</b>
<b>11.5 La competenza professionale degli insegnanti come obiettivo delle politiche di formazione .....</b>	<b>338</b>
<b>11.6 Considerazioni sulla formazioni dei docenti di scienze .....</b>	<b>343</b>
11.7 Prospettive future di ricerca .....	348
<b>12. Allegati .....</b>	<b>349</b>
<b>Allegato 1.....</b>	<b>349</b>
Allegato 1a: I risultati dei focus group "che cosa differenzia l'insegnamento delle scienze dalle altre discipline.....	349
Allegato 1b: Che cosa aveva favorito il permanere di un insegnamento trasmissivo nonostante i corsi di laboratorio e sul cooperative learning frequentati .....	351
Allegato 1c: Risultati del focus group "Quali difficoltà di apprendimento generano negli studenti di 11-14 anni le materie scientifiche?" .....	352



Allegato 1d: Risultati del focus group “cos’è il laboratorio di scienze, a cosa serve, perché è importante fare laboratorio di scienze” .....	353
<b>Allegato 2 .....</b>	<b>355</b>
Allegato 2a: il laboratorio di scienze della scuola (foto del laboratorio) .....	355
Allegato 2b: Il laboratorio di scienze durante la ricerca (foto) .....	356
<b>Allegato 3 .....</b>	<b>357</b>
Allegato 3a: Schede di laboratorio usate dai docenti prima della sperimentazione .....	357
Allegato 3b: Schede di laboratorio usate dai docenti prima della sperimentazione.....	358
<b>Allegato 4. Scheda di laboratorio utilizzata dai docenti prima della sperimentazione .....</b>	<b>359</b>
<b>Allegato 5 .....</b>	<b>360</b>
Allegato 5a: Scheda Laboratorio di biologia prima della sperimentazione .....	360
Allegato 5b: SCHEDA di Laboratorio di Biologia .....	361
Allegato 5c: SCHEDA di Laboratorio di Biologia.....	362
<b>Allegato 6 .....</b>	<b>363</b>
Allegato 6a: Diario .....	363
Allegato 6b: Incontri riflessione/ricostruzione .....	364
<b>Allegato 7: Significato di “controllo” .....</b>	<b>366</b>
<b>Allegato 8: la materia, i suoi stati, le sue trasformazioni .....</b>	<b>367</b>
<b>Allegato 9: Questionario “caratteristiche peculiari dei viventi” .....</b>	<b>370</b>
<b>Allegato 10: Conversazione clinica 1C .....</b>	<b>371</b>
<b>Allegato 11: mappa classe 1C .....</b>	<b>372</b>
<b>Allegato 12: conversazione clinica 1A .....</b>	<b>373</b>
<b>Allegato 13: Mappa classe 1A.....</b>	<b>374</b>
<b>Allegato 14: Questionario: la Materia e sue trasformazioni .....</b>	<b>375</b>
<b>Allegato 15. Scheda da libro di testo.....</b>	<b>376</b>
<b>Allegato 16: conversazione clinica classe 1.....</b>	<b>377</b>
<b>Allegato 17: conversazione clinica classe 2.....</b>	<b>380</b>
<b>Allegato 18: mappa sulle cognizioni in possesso classe 1 .....</b>	<b>383</b>
<b>Allegato 19: mappa sulle cognizioni in possesso classe 2 .....</b>	<b>384</b>
<b>Allegato 20: conversazione clinica classe 3.....</b>	<b>385</b>
<b>Allegato 21: mappa sulle cognizioni in possesso classe 3 .....</b>	<b>388</b>
<b>Allegato 22: conversazione clinica classe 4. ....</b>	<b>389</b>

<b>Allegato 23: mappa sulle cognizioni in possesso classe 4.....</b>	<b>391</b>
<b>Allegato 24: Problem solving .....</b>	<b>392</b>
<b>Allegato 25: scheda guida per la progettazione .....</b>	<b>393</b>
<b>Allegato 26: scheda guida per le conoscenze in possesso .....</b>	<b>394</b>
Allegato 26a: risultati GR 1 .....	394
Allegato 26b: risultati GR 2 .....	395
Allegato 26c: risultati G3 .....	395
Allegato 26d: risultati GR4 .....	396
Allegato 26e: risultati Gr5.....	396
Allegato 26f: risultati Gr6.....	397
<b>Allegato 27: scheda guida per la progettazione.....</b>	<b>397</b>
<b>Allegato 28: risultati schede guida Progettazione .....</b>	<b>398</b>
28a: Risultati GR 1.....	398
Allegato 28b: risultati GR2 .....	399
Allegato 28c: risultati GR3 .....	400
Allegato 28d: risultati GR 4 .....	401
Allegato 28e: risultati GR5 Gr 5 .....	402
Allegato 28f: risultati GR6.....	403
<b>Allegato 29. Compito di apprendimento.....</b>	<b>403</b>
<b>Allegato 30. Ipotesi e definizione operativa del progetto da parte dei gruppi .....</b>	<b>404</b>
<b>Allegato 31. Le narrazioni dei gruppi di studenti dell'esperienza della reazione tra aceto e bicarbonato .....</b>	<b>410</b>
<b>Allegato 32. Progetto operativo della trasformazione: limatura di ferro +acido cloridrico.....</b>	<b>416</b>
<b>Allegato 33. Narrazioni dei gruppi della trasformazione chimica limatura di ferro + acido cloridrico.....</b>	<b>420</b>
<b>Allegato 34.....</b>	<b>424</b>
Allegato 34a. Riformulazione della mappa sulle trasformazioni chimiche dopo la discussione di intergruppo.....	424
Allegato 34b: generalizzare le trasformazioni chimiche, riconoscere una trasformazione da indizi .....	425
<b>Allegato 35. Questionario informativo sul tema della combustione .....</b>	<b>431</b>
<b>Allegato 36. Organizzazione dei due gruppi di studenti per le attività sulla combustione .....</b>	<b>432</b>
<b>Allegato 37. Conversazione clinica con il piccolo gruppo di studenti .....</b>	<b>433</b>
<b>Allegato 38. Mappa della rappresentazione della conoscenza del piccolo gruppo di studenti... </b>	<b>436</b>
<b>Allegato 39. Compito di apprendimento gruppo piccolo.....</b>	<b>437</b>

<b>Allegato 40. Risultati del progetto operativo del piccolo gruppo.....</b>	<b>437</b>
Allegato 40a Gr. 1 piccolo.....	437
Allegato 40b. Gr.2 piccolo .....	438
<b>Allegato 41: discussione intergruppo .....</b>	<b>439</b>
<b>Allegato 42. Risultati del compito di apprendimento.....</b>	<b>439</b>
<b>Allegato 43. La Combustione di una candela nel grande gruppo .....</b>	<b>441</b>
<b>Allegato 44. Lavoro con il gruppo classe(18 studenti). Lievito e candela accesa .....</b>	<b>446</b>
<b>Allegato 45. Regole per la discussione dopo aver riunito i gruppi e la discussione .....</b>	<b>450</b>
<b>Allegato 46. Domande aiuto e risposte degli studenti per comprendere lo scritto del sito .....</b>	<b>452</b>
<b>Allegato 47. Esperimento: la candela accesa sulla pentola di acqua bollente.....</b>	<b>453</b>
<b>Allegato 48. Esperimenti sui gas. Cosa si vede uscire da una siringa in diversi ambienti.....</b>	<b>453</b>
<b>Allegato 49 . Cosa si vede uscire da una siringa riempita di liquidi diversi in diversi ambienti ...</b>	<b>457</b>
<b>Allegato 50. Cosa si avverte sul palmo della mano .....</b>	<b>458</b>
<b>Allegato 51. Le proprietà dell'aria .....</b>	<b>459</b>
<b>Allegato 52. Effetti sulla fiamma della candela .....</b>	<b>460</b>
<b>Allegato 53. Narrazione degli studenti .....</b>	<b>461</b>
<b>Allegato 54. Narrazione dell'insegnante delle classi seconde dopo l'attività delle reazioni chimiche.....</b>	<b>462</b>
<b>Allegato 55. Estratto programmazione del docente.....</b>	<b>464</b>
<b>Allegato 56. Intervista al docente dopo la lettura della sua programmazione riguardo al tema</b>	<b>464</b>
<b>Allegato 57. Risultato conversazione clinica con gli studenti sull'ereditarietà dei caratteri .....</b>	<b>467</b>
<b>Allegato 58. Mappa conoscenze in possesso degli studenti sull'ereditarietà dei caratteri .....</b>	<b>471</b>
<b>Allegato 59. Pagine di Diario del ricercatore.....</b>	<b>472</b>
<b>Allegato 60. Le foto tratte dalle videoregistrazioni eseguite nella classe terza.....</b>	<b>474</b>
<b>Allegato 61. Alla scoperta degli organi sessuali delle piante .....</b>	<b>475</b>
<b>Allegato 62. Risultati compito apprendimento 2. ....</b>	<b>478</b>
<b>Allegato 63. Risposte al problema posto dal gruppo 3 .....</b>	<b>482</b>
<b>Allegato 64. Narrazione gruppi sull'attività organi riproduttivi delle piante .....</b>	<b>486</b>

<b>Allegato 65. L'azione di previsione: incrocio crociato .....</b>	<b>487</b>
<b>Allegato 66. Risultati attività incrocio crociato e narrazioni dei gruppi .....</b>	<b>488</b>
<b>Allegato 67. Diario della Discussione in intergruppo: i risultati dei lavori svolti dagli studenti sull'incrocio crociato .....</b>	<b>492</b>
<b>Allegato 68. Presentazione agli studenti della modalità di incrocio crociato messa a punto da Mendel .....</b>	<b>493</b>
<b>Allegato 69. Pagine di Diario del ricercatore dopo l'attività di incrocio crociato.....</b>	<b>494</b>
<b>Allegato 70. Gli incroci di Mendel.....</b>	<b>495</b>
<b>Allegato 71. Compito di apprendimento su incroci mendeliani e linee guida .....</b>	<b>497</b>
<b>Allegato 72. Previsione sul carattere "bianco" .....</b>	<b>498</b>
<b>Allegato 73. Risultati Lavori di gruppo relativi alla scheda guida e alla previsione dell'incrocio monoibrido .....</b>	<b>499</b>
<b>Allegato 74. Diario attività incrocio RxB .....</b>	<b>506</b>
<b>Allegato 77. Conversazione clinica sui Modelli scientifici e Mappa degli studenti.....</b>	<b>512</b>
<b>Allegato 78. Compito di apprendimento dati risultati incroci mendeliani .....</b>	<b>515</b>
<b>Allegato 79. Presentazione lavori e discussione per modellizzazione .....</b>	<b>520</b>
<b>Allegato 80. Compito di apprendimento: attività sulla mitosi.....</b>	<b>526</b>
<b>Allegato 81. Risultati compito apprendimento attività mitosi .....</b>	<b>527</b>
<b>Allegato 82. Il laboratorio classe della classe terza.....</b>	<b>533</b>
<b>Allegato 83. Compito di apprendimento. Il lavoro sul linguaggio .....</b>	<b>535</b>
<b>Allegato 84. Risultati compito di apprendimento linguaggio .....</b>	<b>536</b>
<b>Allegato 85. Costruzione collettiva dei significati .....</b>	<b>540</b>
<b>Allegato 86. Concetti genetici specifici .....</b>	<b>542</b>
<b>Allegato 87. Audioregistrazione: il carattere polisemico e monosemico dei linguaggi .....</b>	<b>545</b>
<b>Allegato 88. Sintesi della discussione sul linguaggio della genetica.....</b>	<b>547</b>
<b>Allegato 89. Mappa: le caratteristiche del linguaggio della genetica.....</b>	<b>548</b>
<b>Allegato 90. Audioregistrazione dialogo collettivo: a che serve il linguaggio scientifico? .....</b>	<b>548</b>

<b>Allegato 91. La sintesi “a che serve il linguaggio scientifico .....</b>	<b>549</b>
<b>Allegato 92. La mappa riformulata sul linguaggio della genetica .....</b>	<b>550</b>
<b>Allegato 93. Narrazione dell'esperienza da parte dell'insegnante della classe 3<sup>a</sup> .....</b>	<b>551</b>
<b>Allegato 94. Applicazione sui concetti dell'ereditarietà mendeliana .....</b>	<b>552</b>
Bibliografia.....	556

## 1. Introduzione

### 1.1. Insegnare scienze oggi: contesti, esigenze, problemi e tendenze

#### 1.1.1 Introduzione al problema e contestualizzazione

Nella società attuale siamo circondati dai prodotti della scienza, prodotti messi a nostra disposizione dallo sviluppo delle conoscenze scientifiche per mezzo della tecnologia; la scienza, pertanto, occupa un ruolo fondamentale in ogni campo del nostro vivere e ne siamo sempre più dipendenti. Una conseguenza di questa ampia presenza, diretta e indiretta, della scienza in ogni campo della nostra vita è la necessità di costruire una cultura scientifica per riuscire a compiere scelte e valutazioni consapevoli. La formazione scientifica di base, infatti, fornisce ai futuri cittadini strumenti per poter comprendere il mondo in cui si vive e la complessa relazione uomo natura. Paradossalmente, a questo immane coinvolgimento della scienza in ogni campo della vita fa eco un colossale allontanamento dei giovani dalla scienza, in particolare delle ragazze ed è diffusa una bassa cultura scientifica di base in molti paesi del mondo<sup>1</sup>. Sebbene in Italia i dati del 2007<sup>2</sup> fanno sperare ad un miglioramento della situazione, questi toccano ancora sostanziali livelli di criticità soprattutto se li si confronta con i dati degli anni 50-2000 anni in cui

---

<sup>1</sup>Come risulta dall'indagine promossa dall'OCSE con il *Programme for International Student Assessment* (PISA)

per accertare le competenze dei quindicenni scolarizzati nelle aree della lettura, della matematica e delle scienze.

Ogni ciclo dell'indagine approfondisce in particolare un'area: nel primo ciclo (PISA 2000) è stata la lettura, nel secondo (PISA 2003) è stata la matematica. In PISA 2006 l'area principale di indagine è costituita dalle scienze. In PISA 2009, l'area di indagine principale sarà nuovamente la lettura. Rispetto alla media

OECD molti Paesi Europei risultano collocati al di sotto della media come ad esempio Italia, Grecia, Portogallo, Israele, Bulgaria, Romania, Turchia, Serbia, Spagna, insieme a stati quali Brasile, Messico, Thailandia, Uruguay, Stati Uniti. Per quanto riguarda l'Italia si evidenziano significative differenze tra le diverse aree geografiche del paese con il nord Est dove i risultati sono sopra media OECD mentre centro Italia, sud e isole hanno ottenuto risultati nettamente inferiori alla media.

<sup>2</sup> Fonti MIUR 2007 (Ufficio Statistica dell'Università e Ricerca sull'Istruzione Universitaria) ma la situazione è eterogenea sul territorio nazionale, se i dati vanno confrontati con gli abbandoni o i cambi.

la percentuale degli iscritti alle facoltà scientifiche è passata dal 16% al 10%<sup>3</sup>.

Accrescere la vocazione verso studi scientifici e tecnici rappresenta uno degli obiettivi fissati dai ministri dell'istruzione nel 2001 nell'ambito della **strategia di Lisbona**<sup>4</sup> in modo da attivare la formazione di giovani scienziate e scienziati capaci di avviare rinnovamenti in una società concorrenziale.

Numerose indagini sono state eseguite su questo fenomeno che accomuna molti paesi europei e internazionali. In Italia ad esempio è nato il progetto Lauree Scientifiche<sup>5</sup> con la finalità di incentivare la vocazione verso gli studi scientifici. I problemi cruciali sono relativi alla crisi di iscritti alle facoltà scientifiche teoriche, alla permanenza dell'atteggiamento tradizionale delle ragazze verso gli studi scientifici esclusi dai loro percorsi formativi (tutta l'area fisico-matematica-chimica ma in modo particolare ingegneria), percorsi formativi che esercitano dunque una vera e propria segregazione di genere. Il problema dell'allontanamento dei giovani dalle scienze è, quindi, corroborato

---

<sup>3</sup> Fonte: Conferenza Nazionale Permanente Presidi Facoltà di Scienze e Tecnologie 13 Ottobre 2004.

<sup>4</sup> In occasione del consiglio europeo di Lisbona (marzo 2000) i capi di stato o di governo hanno avviato una strategia detta "di Lisbona" con la finalità di rendere l'economia della UE tra le più competitive del mondo pervenendo alla piena occupazione entro il 2010; la strategia sviluppata in consigli successivi si fonda su tre punti chiave, il primo è quello economico che deve preparare la transizione verso una economia competitiva fondata sulla conoscenza in cui l'accento è posto sulla flessibilità necessaria per il tipo di società in cui stiamo vivendo e cioè la società della informazione e sulle iniziative da incoraggiare in materia di ricerca e sviluppo. Il secondo punto riguarda il modello sociale e la realizzazione della sua modernizzazione con la lotta all'esclusione sociale. A tale scopo i Paesi membri sono invitati a investire nell'istruzione e nella formazione e a condurre una politica attiva per l'occupazione agevolando il passaggio all'economia della conoscenza. L'ultimo punto riguarda la salvaguardia ambientale, questo punto è stato aggiunto in occasione del consiglio europeo di Göteborg del giugno del 2001 che mette l'accento sulla questione della crescita economica e della necessaria dissociazione tra questa e l'utilizzo delle risorse naturali. Al centro della strategia di Lisbona vi è dunque una politica di ricerca e sviluppo e l'ottica condivisa degli Stati membri che "ricerca, sviluppo e innovazione" costituiscono il triangolo della conoscenza che deve consentire all'Europa di preservare il suo dinamismo economico e il proprio modello sociale. Il settimo programma quadro di ricerca (2007-2013) ha l'obiettivo di migliorare lo Spazio europeo della ricerca e di favorire gli investimenti nazionali per poter raggiungere l'obiettivo del 3% del PIL

<sup>5</sup> Promosso dalla conferenza Nazionale dei presidi delle facoltà di scienze e tecnologia, da Confindustria e dal MIUR; gli obiettivi del Progetto sono quelli di incrementare il numero di immatricolati afferenti alle classi di laurea di chimica, fisica e matematica che dal 1989-2000 hanno fatto registrare una flessione media del 50% (-43% matematica; -55,6% fisica; -63% chimica). Un scarso numero di iscritti e laureati, secondo i promotori del progetto si traduce in una perdita complessiva di competitività internazionale nel campo dell'alta tecnologia dovuta alla difficoltà delle imprese a far fronte alla richiesta di ricercatori e tecnici di alta formazione e qualificazione. Per riuscire nell'impresa di incremento delle iscrizioni, in due anni sono state coinvolte circa 2100 scuole, oltre 30 sedi universitarie, circa 150 enti di ricerca, più di 200 aziende distribuite sul territorio nazionale e 170 associazioni di industriali.

anche dal problema di una scienza “che si edifica e si sviluppa distante dal mondo femminile” (B. Mapelli,1991)<sup>6</sup>.

Da alcune indagini italiane volte ad investigare (Bucchi e Neresini 2006)<sup>7</sup> il problema “del perché i giovani non vogliono studiare le scienze” che hanno dato voce agli studenti dai 15 ai 19 anni e indagando le motivazioni addotte per l’esclusione degli studi scientifici, sono emerse alcune motivazioni interessanti.

Tra le motivazioni sono da scartare le prospettive di lavoro precario o problemi logistici, mentre è da prendere in seria considerazione il dato “la scienza è difficile e noiosa” (72% degli studenti). Risultato che oltre a stimolare interrogazioni concernenti la struttura della conoscenza scientifica e dei linguaggi in particolare delle “scienze dure”, mette in luce problematiche più complesse relative ai grandi mutamenti sociali (es lavoro, istituzioni, comunicazione) che oggi stanno intervenendo e che contribuiscono a creare l’immaginario collettivo di scienza “noiosa” oltre che difficile. Un altro aspetto interessante di questa indagine è relativo all’utilizzo del laboratorio scientifico e a come gli studenti lo giudichino per la loro formazione. Dai dati si è potuto rilevare che circa uno studente su tre ha avuto l’opportunità di utilizzare il laboratorio di scienze e la maggioranza di quelli che hanno avuto questa opportunità la giudicano molto utile per la loro preparazione.

Altri studi<sup>8</sup> sulla comprensione delle ragioni del fenomeno del calo di vocazione negli studi scientifici sono stati realizzati.

Gli studi condotti e il rapporto su di questi mettono in evidenza la necessità di elaborare nuovi approcci di insegnamento/apprendimento delle scienze, in particolare sottolineano questa esigenza le ricerche

---

<sup>6</sup> B. Mapelli, *Immagini di cristallo. Desideri femminili e immaginario scientifico*; intervista ad una studentessa. Milano,1991, pag 75.

<sup>7</sup> Massimiano Bucchi e Federico Neresini, *perché i giovani non vogliono più studiare scienze?* Osservatorio Scienza e Società un’iniziativa di Observa – Science in Society in collaborazione con Tuttoscienze e tecnologia de La Stampa, Superquark e Quark;

<sup>7</sup> giugno 2006. I risultati completi dell’indagine sono disponibili su [www.observa.it](http://www.observa.it)

<sup>8</sup> Eurydice European Unit ha condotto e reso noto nel 2006 i risultati dello studio “*L’insegnamento delle scienze nelle scuole in Europa: stato delle politiche educative e della ricerca*” lo studio è molto articolato ed ha toccato vari aspetti, dalla formazione degli insegnanti, alla comparazione dei curricoli di molti paesi europei, ai principali risultati della ricerca didattica delle scienze relativa agli approcci ritenuti oggi più favorevoli per i giovani per l’apprendimento scientifico.



relative agli apprendimenti concettuali e alle modalità di formazione dei concetti scientifici che rilevano negli studenti **concezioni naive**<sup>9</sup> non allineate alle concezioni della scienza accreditata. Sono stati esplorati da molti autori<sup>10</sup> tutti i campi della scienza, dalla biologia, alle scienze della terra, alla chimica, alla fisica dove ogni settore del sapere è stato sottoposto ad indagini da molti anni e fino ai giorni attuali.

L'indagine nell'ambito delle "misconcezioni" oggi chiamate "concezioni naive" per il fatto che hanno l'aspetto di vere e proprie teorie strutturate piuttosto che concetti errati, si può dire, non si è mai interrotta; lo stato attuale della ricerca ha come dire "inglobato" questo ambito in uno scenario più ampio, quello denominato delle "**credenze epistemologiche**".

Questo campo è stato nel passato, soprattutto in Italia, un campo di indagine poco percorso dalla ricerca psicologica ed educativa, oggi è invece un campo in pieno sviluppo, e alla luce di questo vanno considerati i problemi dell'apprendimento e dell'insegnamento in ambito scientifico. Le "credenze epistemologiche" e cioè "*quelle intuizioni socialmente condivise sulla natura della conoscenza e dell'apprendimento*"<sup>11</sup> (Jehng, Johnson, Anderson, 1993, pag.23-25), che condizionano, anzi determinano i nostri modi di approcciarci alla realtà. La conoscenza che queste ricerche hanno apportato riguarda la conclusione che la mente umana, per sua definizione, "interpreta la

---

<sup>9</sup> Si chiamano "concezioni naive" quelle concezioni che si strutturano in tutti i campi di conoscenza e quindi anche nelle scienze dove riguardano i fenomeni naturali e si costruiscono sia sulla base di principi cognitivi del senso comune direttamente impiegati dai soggetti della conoscenza, sia per influssi culturali, sia per sentito dire. Tali concezioni condizionano i modi di pensare e guardare il mondo.

<sup>10</sup> Driver e Easley, 1978; Viennot, 1979; Nussbaum e Novuck, 1981; Mc Closkey, 1983; Heweson e Heveson 1983; Séré, 1985; Giordan e Martignan, 1988; Bandera, 1991; Carenzi 1993; Arons, 1997; Banerjee, 1995; Ben-Zvi 1999; Greenbowe and Meltzer, 2003; Hammer 2000, 2003; Yeo and Zadnik 2001; Jasien e Oberem 2002; Othman, Treagust, Boz e Boz, 2007; Chandrasegaran, 2008.

<sup>11</sup> Secondo Jehng, Johnson, Anderson, in "Contemporary Educational Psychology" nell'articolo "Schooling and students' epistemological beliefs, and need for cognition on interpretation of controversial issues" dice che il costrutto: "credenze epistemologiche" riguarda le credenze individuali, cioè i modelli mentali di ognuno riguardo, per esempio, all'organizzazione della conoscenza, al modo in cui la conoscenza viene acquisita, alle fonti della conoscenza, ai criteri di giustificazione delle affermazioni di conoscenza. Questi modelli mentali o credenze, determinano e quindi comportano interamente il nostro modo di vedere, pensare le cose, ragionare, apprendere, decidere. Ogni individuo è portatore di una propria epistemologia, più o meno evoluta costituita da modelli mentali o credenze, questi modelli della mente si ordinano in vere e proprie teorie in quanto strutturati in sistemi organizzati e coerenti che guidano pensiero e azione.

realtà" e non la riproduce in quanto tale. Questa nuova conoscenza, quindi, ha forti implicazioni nello sviluppo cognitivo, e come si può facilmente dedurre, ne ha nell'ambito dell'apprendimento/insegnamento in generale e delle scienze in particolare poiché, come sembra ormai assodato, le teorie della mente cominciano a costruirsi fin dall'età della scuola dell'infanzia (Carey,1961, 1998). Le Ricerche riguardo le "credenze epistemologiche" nel nostro Paese hanno suscitato notevole interesse in due tipologie di studiosi: gli psicologi dello sviluppo interessati a considerare maggiormente lo studio delle credenze riguardo la natura della conoscenza; gli psicologi dell'educazione che, invece, sono maggiormente interessati alle credenze relative all'apprendimento e preferiscono:

- indagare come le credenze epistemologiche vengono costruite in differenti domini,
- analizzare la tipologia di influenza che esse esercitano, in termini di vincoli cognitivi o risorse cognitive,
- studiare le condizioni favorevoli per attivare **cambi di credenze** nel caso in cui esse risultassero poco evolute o scarsamente costruttive.

Le ricerche sulle concezioni scientifiche naif, ad esempio, mettono in evidenza alcune cause del loro permanere e della loro resistenza alle modifiche introdotte dal processo di insegnamento/apprendimento.

La **prima causa** riguarda **la conferma che tali concezioni trovano nella quotidianità** grazie ai principi cognitivi (generali e specifici) utilizzati e basati sulla conoscenza percettiva, responsabile di cogliere le proprietà degli oggetti o dei fenomeni in modo molto differente da come vengono colti dal processo scientifico (Resnick e Ford,1991). Tra le conoscenze fondate sulla conoscenza percettiva e quelle che invece si fondano sulle conoscenze scientifiche razionali, esiste una profonda divergenza, infatti, le prime hanno carattere intuitivo e sono immediate,

le seconde sono spiccatamente **contro-intuitive**<sup>12</sup>. La **seconda causa** è stata individuata *nell'inadeguatezza del processo di insegnamento/apprendimento* (Cavallini, 1995 pag.163) in cui si inseriscono sia i modelli psico-pedagogici di insegnamento/apprendimento di riferimento, sia le metodologie e strategie di insegnamento delle discipline scientifiche privilegiate dal docente.

Secondo il rapporto di Eurydice 2006, tra le strategie di insegnamento delle scienze, in primo luogo sono da considerare il ruolo delle attività sperimentali nel processo di apprendimento/insegnamento delle scienze e le procedure sperimentali (Haigh e Forret, 2005). Il rapporto mette in luce che troppo spesso le attività e le procedure sperimentali legate all'uso del laboratorio di scienze sono offerte in forme stereotipate, dove gli esperimenti sono utilizzati principalmente per illustrare concetti, verificare leggi (Windschiti, 2003) o attivare un procedimento induttivista: esperimento, osservazioni, misurazioni e conclusioni che confermano fatti già noti (Tiberghien, 2001). **In secondo luogo** la scarsa consapevolezza degli insegnanti riguardante la natura dell'indagine scientifica che non è praticata a scuola (Osborne, Rudolf, 2003; Forret, Abdel-Khalick, Hipkins, Barker, 2005); in **terzo luogo** sono da considerare negli insegnanti la correttezza delle strutture concettuali scientifiche, la loro formazione (basata su forme di ragionamento e sul linguaggio), la formazione delle teorie scientifiche e il mutamento concettuale (Thagard, 1997). Anche gli insegnanti in quanto persone sono portatori di teorie della mente che si sono costruite riguardo a domini specifici come quelli disciplinari o più generali come teorie sull'insegnamento/apprendimento ed alla luce di queste teorie, mettono in atto il processo di insegnamento. Per cui, non solo per gli studenti, ma anche per i docenti è importante la consapevolezza dei "vincoli" che frenano il mutamento concettuale e rendono le teorie

---

<sup>12</sup> Si pensi alla materialità dell'aria, Neussbaum e Novick, 1981; o al fatto che nelle trasformazioni di stato dell'acqua solo la conoscenza e la spiegazione scientifica ci portano a credere che, ad es., ghiaccio ed acqua siano la stessa sostanza, Driver, 1985.

resistenti al mutamento stesso; le credenze infatti possono essere mantenute con gradi diversi di certezza (Cherubini 1999). In **quarto luogo** occorre riflettere sull'apporto delle nuove tecnologie (TIC) nella didattica delle scienze in cui l'uso più comune del computer sembra essere quello di ricerca di informazioni o della raccolta e trattamento automatico dei dati, mentre sono escluse le simulazioni come ponte cognitivo tra teoria ed esperienza.

Il rapporto Euridyce mette in evidenza che l'inadeguatezza del processo di insegnamento si manifesta anche relativamente ai tempi brevi riservati dal processo di insegnamento alle esplorazioni dei concetti scientifici fondati su principi di conoscenza razionale e quindi contrapposta a quella difforme. Secondo molte opinioni (Cavallini, 1995), tempi troppo brevi di esplorazione delle conoscenze scientifiche razionali sfavoriscono i mutamenti di "credenza" perché comportano una diminuita possibilità di azione dei processi di integrazione che potrebbero favorire la ristrutturazione di interpretazioni e modelli che ricorrono maggiormente in contesti extrascolastici rispetto a quelli scolastici.

Altro aspetto caratteristico dell'inadeguatezza del processo di insegnamento è relativo agli impieghi linguistici (metafore, connessioni implicazionali, messaggi impliciti, differenze del linguaggio specifico tra le hard and soft sciences e le loro connessioni con il linguaggio comune). La lingua, infatti, per i forti nessi che presenta con la formazione del pensiero ha un ruolo essenziale nella generazione dei concetti e quindi anche nella generazione delle concezioni difformi e della difficoltà che gli studenti trovano a studiare le scienze.

Le ricerche effettuate fanno emergere dunque una serie di cause che possono favorire l'allontanamento dei ragazzi dalla scienza e mostrano la necessità di focalizzare e sottoporre ad approfondimento due "percezioni" venute a galla dalle indagini condotte. La prima è la percezione che accomuna maschi e femmine di "una scienza difficile e noiosa"; la seconda è la percezione spiccatamente di genere secondo la

quale "la scienza è nata e cresciuta senza le donne e si sviluppa in contrapposizione a ogni cultura femminile". Le studentesse intervistate chiedevano una scienza " un sapere ...una conoscenza che fosse complessiva, che diventi anche possibilità per uno sviluppo personale, e possibilità anche per **cambiare un modo di pensare**. Quindi un modo anche per affrontare la vita quotidiana" (B. Mapalli, 1991).

Questa ricerca si è focalizzata in modo particolare sulla prima problematica, sono fermamente convinta, infatti, che la complessità di entrambe, non consenta l'indagine congiunta.

### 1.1.2 Ragioni della scelta dell'argomento e della sua delimitazione

Si è scelto di investigare sulla situazione dell'insegnamento/apprendimento a scuola, ma da quanto emerge nella presentazione del problema esso è ampio e complesso e comporta essenzialmente quello delle epistemologie degli adulti, degli insegnanti e dei discenti, quello dei modelli di costruzione del sapere e infine quello di genere. Il primo e il secondo problema sono legati alle credenze sia in campi specifici (es quello delle scienze) sia in campo più generale cioè al sapere e alle conoscenze legate sia al processo di insegnamento, quindi all'educazione e alla didattica, sia al processo di apprendimento, cioè all'imparare (Mason 2002).

Gli insegnanti hanno una loro modellizzazione del sapere in generale e del sapere scientifico in particolare, che determina il modo di interagire con gli studenti, i materiali che vengono proposti, le azioni che vengono messe in atto.

Dall'altro lato gli studenti hanno una loro epistemologia dell'imparare e dell'insegnamento che influenza l'apprendimento stesso e questo modo che hanno di concepirlo si è consolidato negli anni precedenti di scolarizzazione. La consapevolezza di queste teorie è fondamentale e queste teorie sono state indagate, sia in generale che nell'ambito scientifico (Scott, Asoko, Leach, 2007)<sup>13</sup>.

Mi sono concentrata quindi più sulla prima e seconda parte del problema e meno su quello di genere, per ragioni di tempo e non perché consideri il problema secondario. Quello di genere è infatti un problema già da solo molto complesso che merita un'indagine individuale in questo campo.

Nello svolgimento della prima parte della ricerca mi sono basata sulla necessità di avere una **teoria della cognizione scientifica e del suo sviluppo** e di ricercare cioè da un lato, quali siano i modelli ed i processi

---

<sup>13</sup> P.Scott,H. Asoko, J. Leach , Student Conceptions and Conceptual Learning in science, in Handbook of research on Science Education, Ed S. K. Abel e N. G. Lederman

mentali che forgianno la conoscenza scientifica fornendole i connotati di cui abbiamo nozione; dall'altro lato, ho ricercato come essa viene modulata dal linguaggio e intersecata nell'apprendimento da diversi fattori che la condizionano. Ho ritenuto inoltre importante focalizzarmi **nell'approfondimento della natura della scienza**, come questa venga concepita dagli allievi e dai docenti e se e come essa venga resa evidente in classe. Ho poi rivolto l'attenzione verso la conoscenza delle modalità di insegnamento delle scienze, sulle pratiche d'insegnamento e se queste ultime fossero o meno epistemologicamente corrette e prevedessero l'attenzione ai processi di produzione della conoscenza scientifica e quindi al laboratorio scientifico<sup>14</sup>, mezzo in cui i processi vengono esercitati per produrla.

---

<sup>14</sup> N.B. ho usato di proposito il termine laboratorio scientifico, tale termine non va confuso con il laboratorio sperimentale, luogo e mezzo tipico dell'esercizio dei processi privilegiati dalle scienze sperimentali.

## **2. Conoscenza scientifica e mente: processi, concetti e**

### **linguaggio**

#### **2.1 La natura della scienza(NOS)<sup>15</sup>**

Molte ricerche(Smith, Lederman, Bell, McComas e Clough, 1997; Smith e Scharmann, 1999; Elby e Hammer 2001; Rudolph, 2003) sono state condotte fin dagli anni sessanta (Carey e Status, 1968), alcune anche recentemente (Hipkins, Barker e Bolsa, 2005), per rilevare lo stato della comprensione della Natura della Scienza in studenti e insegnanti. Il risultato di queste ricerche ha mostrato che questo aspetto è critico sia negli studenti sia negli insegnanti junior e senior; le ricerche sono state estese anche a 300 scienziati e sorprendentemente il 20% di loro ha mostrato di non avere chiara questa conoscenza (Behnke, 1961; Kimball, 1968).

Gli studi hanno inoltre prodotto approfondimenti riguardo sia a questo punto critico sia agli approcci o strategie didattiche per favorire questa comprensione ma anche su alcune innovazioni curriculari da apportare nei programmi di formazione (Behnke1961; Miller 1963; Carey e Staus 1968; Lovach 1969; Riley 1979; Akindehin 1988; Scharmann 1990; Shapiro 1996; Lederman 1999; Abel, Martini e George 2001; Abd-El-Khalich 2001-200; Lin e Chen 2002; Scharmann, Smith, James e Jensen 2005). Tutte le ricerche condotte e citate rilevano che studenti e cittadini non possiedono un chiaro significato di ciò che è scienza e ciò che non lo è, inoltre le ricerche condotte hanno messo in evidenza due dati importanti:

1. il motivo per cui è importante conoscere la natura della scienza;
2. qual' è la natura della scienza secondo la visione epistemologica moderna

---

<sup>15</sup> L'acronimo NOS significa "Nature of Science", in italiano: "Natura della Scienza"



Riguardo al motivo dell'importanza Driver, Leach, Miller e Scott (1996) portano argomenti **utilitaristici** secondo i quali comprendere la natura dell'impresa scientifica è necessario per dare un senso alla scienza e per la gestione degli oggetti e dei processi tecnologici della vita quotidiana; per **principi democratici**, infatti la comprensione della natura della scienza è necessaria per l'informazione sulla presa di decisione relativa a temi socio-scientifici; **culturali**, poiché tale comprensione della natura della scienza permette di apprezzare il valore della scienza come prodotto e parte della cultura contemporanea; **principi morali** poiché serve a sviluppare una sensibilità nella comunità scientifica verso norme che incardinino impegni etici di validità generale per la società. Gli autori della ricerca mettono in evidenza che la comprensione della natura della scienza facilita l'apprendimento stesso di temi scientifici.

Per quanto riguarda la natura della scienza le ricerche citate hanno messo in evidenza che quello che non si conosce riguarda le caratteristiche della conoscenza scientifica e cioè il fatto che essa è un'impresa intellettuale basata su tentativi, soggetta a cambiamenti, fondata su forme empiriche, soggettiva. Per conoscere cos'è la scienza occorre rifarsi all'epistemologia della scienza e cioè all'indagine sui modi di conoscere oppure sui valori e credenze inerenti all'interno della conoscenza scientifica e del suo sviluppo. Di questa conoscenza non risultano chiari alcuni punti cruciali che riguardano lo stretto legame tra mondo socio-culturale e scienza e il fatto che essa coinvolge inferenza umana e immaginazione (Chalmers,1982).

Secondo Chalmers (1982)<sup>16</sup> alcuni aspetti importanti sono nodi problematici per operatori didattici e per studenti, come la distinzione tra:

- osservazione e inferenze
- leggi e teorie scientifiche.

---

<sup>16</sup> Citato da Lederman, in "Nature of science: past present and future" cap 28 in Handbook of research on science education, Ed. S. Abel e N. Lederman 2007

Per la distinzione tra osservazione e inferenze secondo l'autore non è ben compreso che le osservazioni sono definizioni e descrizioni su fenomeni naturali accessibili ai sensi e su cui molti osservatori possono convenire una volta specificati i criteri. Le **inferenze** invece vanno oltre i sensi, cioè **sono spiegazioni** su oggetti di osservazione e dipendono dal criterio utilizzato, per esempio quello funzionale o strutturale. Possono essere create, inoltre, delle spiegazioni anche tramite modelli di fenomeni complessi.

La differenziazione tra leggi e teorie scientifiche spesso non è evidente in quanto ad esse viene attribuito lo stesso status e vengono usati come sinonimi (Lederman, 2007 pag 833). Seguendo questo pensiero, le teorie, infatti, diventano leggi se vi sono evidenze a supporto, per cui le leggi scientifiche hanno status più alto delle teorie scientifiche (ibidem, pag 833). Teorie e leggi sono un tipo diverso di conoscenza e le une non si trasformano nelle altre. Le leggi sono degli statement, cioè delle descrizioni tra variabili di fenomeni osservabili (es legge di Boyle), le teorie sono invece spiegazioni di fenomeni osservabili (ibidem, pag 833). Ad esempio la Teoria cinetica molecolare fornisce una spiegazione di ciò che viene descritto e osservato dalla legge di Boyle. I modelli scientifici sono esempi comuni di teorie e inferenze della scienza. Le teorie sono quindi un prodotto scientifico della scienza come lo sono le leggi (ibidem, pag 834). Altro punto importante da comprendere sulla "natura della scienza"(NOS), secondo l'autore, è che nonostante la conoscenza scientifica sia derivata da osservazioni su fenomeni naturali essa coinvolge immaginazione e creatività. Quindi contrariamente a quanto si crede, la scienza non è ordinata, razionale, poiché essa comporta l'invenzione di spiegazioni e ciò richiede creatività da parte degli scienziati. Questa caratteristica assieme a quella della natura inferenziale mostra che i concetti scientifici sono modelli teoretici funzionali piuttosto che copie della realtà (ibidem, pag 834).

Le credenze sulla natura della scienza della maggior parte degli studenti e insegnanti sottoposti ad indagine (Lederman 2000; Linn e Chen 2002;

Abel, Martini e Jorge 2001) mettono in evidenza che la rappresentazione della natura della scienza non comprende il carattere soggettivo e il fatto che le credenze degli scienziati, la conoscenza precedente, le aspettative, le esperienze precedenti influenzano il modo in cui verranno condotte le ricerche sui fenomeni; non credono cioè che la forma e la struttura mentale di uno scienziato influenza il modo in cui conducono le osservazioni o le interpretazioni. Scharmann e Smith (2001, pag 493) affermano che la scienza non inizia con osservazioni neutre, le osservazioni e le investigazioni sono motivate dalle questioni e dai problemi che derivano a loro volta da certe prospettive teoriche, spesso le ipotesi o i modelli da testare servono come guida alle invenzioni scientifiche. La scienza inoltre è praticata nel contesto di una cultura più ampia e gli scienziati sono il prodotto di tale cultura la scienza è influenzata e influenza le sfere intellettuali della cultura in cui nasce (Lederman)<sup>17</sup>. La conoscenza scientifica non è assoluta o completamente certa, questa conoscenza che include fatti, leggi e teorie è soggetta a cambiamenti ed è basata su tentativi che nascono non solo dal carattere inferenziale ma anche da argomentazioni logiche che avvallano la nozione di "tentatività". La tentatività non è da intendere come qualche cosa di debole, ma come "revisionismo" o "cambiamento"(Rudolph, 2003, pag 64). Altra distinzione importante per comprendere la NOS (Nature of Science) riguarda quella tra processi e domande scientifiche. I processi scientifici sono attività collegate a raccolta e analisi dati e conclusioni, ad esempio osservazione ed inferenza sono processi scientifici, mentre le domande scientifiche sono questioni poste che aprono alla tentatività (Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar e Duschl, 2003 pag 692).

---

<sup>17</sup> Ibidem, in Handbook of research on science education, Ed. S. Abel e N. Lederman 2007

## **2.2. Concezioni degli allievi sulla natura della scienza**

Ricerche sulle concezioni degli studenti sono state condotte da numerosi autori tra cui Wilson, Mead e Metraux già dagli anni 50, Kloffer e Cooley nel 1961 svilupparono test appositi per l'indagine sulle concezioni riguardo la natura della scienza specificatamente negli studenti, i test eseguiti hanno condotto al risultato che gli studenti non avevano una conoscenza sul ruolo della creatività nelle scienze, sulla funzione dei modelli scientifici, sul ruolo delle teorie e le relazioni con la ricerca, nella distinzione tra ipotesi, leggi, teorie e sul fatto che la scienza non sia solo una collezione di fatti; inoltre manca una chiara consapevolezza su che cosa ci sia realmente alla base di una spiegazione scientifica e delle interrelazioni e interdipendenze tra le diverse branche delle scienze. Bady già nel 1979 focalizza le sue ricerche su un aspetto particolare della natura della scienza e cioè quello della comprensione della logica delle ipotesi che vengono testate e trova che la maggior parte degli studenti, indipendentemente dal livello di scuola e grado scolastico credono che tutte le ipotesi scientifiche possono essere automaticamente provate con test di verifica e quindi conclude che gli studenti sono portatori di una visione semplicistica, assolutistica e naif della natura della scienza, delle ipotesi e delle teorie. Le ricerche di Rubba e Anderson (1977-1978) mettono in evidenza che il 30% degli studenti analizzati credono che la ricerca scientifica riveli una verità inoppugnabile e assoluta, mentre secondo una buona parte degli studenti la teorie scientifiche maturano direttamente in leggi scientifiche. Recenti ricerche svolte da Kang, Scharmann e Noh (2004) confermano i risultati sottolineando maggiormente la visione empirista ed assolutista delle scienze. Anche le ricerche condotte da Sutherland e Dennich (2002) con studenti di diverse aree del mondo confermano il possesso di una visione non adeguata della natura della scienza. In generale, quindi, gli studenti non possiedono una visione corretta della natura della scienza e del ragionamento scientifico e la cultura di appartenenza influenza la visione stessa degli studenti.

### **2.3. Concezioni dei docenti sulla natura della scienza**

Visto l'esito delle ricerche condotte sulle concezioni degli studenti riguardo la natura della scienza, i ricercatori hanno orientato le ricerche all'indagine riguardo le concezioni degli insegnanti e nel comprendere anche l'esistenza o meno di una relazione diretta tra la concezione degli studenti e degli insegnanti. Ricerche di questo tipo sono state condotte fin dagli anni 60 (Behnke) su insegnanti di scienze fisiche e biologiche e sono state estese anche a 300 scienziati. I risultati hanno evidenziato una certa differenza tra le concezioni degli scienziati e degli insegnanti di scienze. Riguardo alla natura delle scienze più del 50% degli insegnanti non attribuiva il carattere di "tentatività" alle scienze e sorprendentemente anche il 20% degli scienziati si mostrava in accordo con questa idea. Anche ricerche condotte in tempi successivi (Carey, 1968) portarono alla conclusione che molti insegnanti e ricercatori non comprendono la natura della scienza, così come non la comprendono i loro studenti. Il risultato delle ricerche citate mette quindi in dubbio la possibilità di insegnare con successo agli studenti le caratteristiche della natura della scienza, infatti a tale proposito Schulman (1987)<sup>18</sup> conclude dicendo che gli insegnanti non possono insegnare quello che non fanno. Negli anni 90, sono state condotte ricerche da Aguirre, Haggerty e Linder su un campione di 74 insegnanti junior di scienze della scuola secondaria relativamente alla rappresentazione del NOS, e all'insegnamento/apprendimento di quest'ultimo, i risultati delle ricerche hanno condotto ad evidenziare che la maggior parte pensavano che le scienze fossero un gruppo di conoscenze costituite da collezioni di spiegazioni oppure un insieme di proposizioni la cui verità è stata confermata da evidenze sperimentali. Gli autori della ricerca trovarono anche una correlazione tra la visione della natura della scienza dei futuri docenti e le concezioni di insegnamento/apprendimento, infatti i docenti portatori di questa visione della scienza praticavano una impostazione

---

<sup>18</sup> L. S. Shulman. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. Harvard Educational Review, n°57, gennaio1987, pag 1-22.

dell'insegnamento basato sui fatti e i risultati della scienza e contemplavano nel loro insegnamento il laboratorio scientifico come dimostrativo di leggi scientifiche note. Altre ricerche condotte (Leedermann 1992) da un lato mettono in evidenza l'importanza della conoscenza del NOS da parte dei docenti, dall'altra che la sua conoscenza non è sufficiente per la traslazione delle concezioni nella pratica didattica e che non vi è una relazione diretta tra concezione degli insegnanti e concezione degli studenti, poiché molti studenti di insegnanti con scarsa conoscenza del NOS presentavano una concezione più adeguata dei loro docenti, quindi relativamente alla questione occorre considerare che la relazione viene mediata da un set completo di variabili che passa anche attraverso le conoscenze informali non acquisite a scuola. I ricercatori citati oggi concordano sul fatto che sulla conoscenza del NOS vi sia una forte influenza sia del percorso formativo intrapreso dall'insegnante sia del contesto, come pure vi sia l'influenza delle politiche scolastiche del paese di appartenenza.

## **2.4. L'insegnamento e l'apprendimento della natura della scienza**

Negli anni recenti anche se non è stata prodotta una prova evidente che induca a credere che la concezione del NOS degli insegnanti venga direttamente traslata negli studenti, rimane una certa preoccupazione sulle concezioni degli insegnanti perché questi possono indirizzare confronti e discussioni su questo aspetto. Secondo Lederman (1986-2004) una buona comprensione del NOS da parte dei docenti comporta buone possibilità di una sua adeguata pianificazione per l'apprendimento, ma comporta anche la capacità da parte del docente di saper dare al NOS un peso adeguato nella pratica di insegnamento. Abell, Martini, Jorge (2001) mettono in evidenza a tale proposito la necessità da parte degli insegnanti di essere espliciti nell'impartire questo insegnamento e di saper stabilire una relazione esplicita tra il lavoro degli scienziati e le attività che vengono proposte all'apprendimento. Molti ricercatori (Abd-El-Kalick, Anderson e Ledermann, 2004) ritengono che la strategia adeguata per favorire nei docenti la comprensione del NOS sia un approccio esplicito e riflessivo nei corsi di formazione che può essere adottato favorendo la partecipazione dei docenti ad attività di ricerca oppure sottoponendo alla loro attenzione report o articoli originali di ricerca. Anche Scharmann, Smith, James e Jensen (2005) confermano questa visione affermando la necessità di introdurre ed ampliare nella formazione universitaria dei percorsi sceintifici, corsi specifici di filosofia della scienza. Altre ricerche (Moss 2001) mettono in evidenza l'importanza sia dei messaggi impliciti che passano durante il processo di insegnamento/apprendimento, sia anche della metodologia specifica che caratterizza in tal senso gli insegnanti più efficaci nell'insegnamento/apprendimento del NOS. Secondo le ricerche citate, questi ultimi mettevano in atto processi di interazione attiva tra pari e partecipazione attiva degli studenti piuttosto che momenti di riflessione individuale. Le ricerche condotte da Tao (2003) hanno rivelato che in classi di studenti che mostravano una

visione empirista e assolutista della scienza, se agli studenti veniva richiesta la loro interpretazione e rappresentazione iconica di casi di studio riguardanti episodi della storia della scienza, essi tendevano ad usare il loro punto di vista escludendo tutto ciò che contrastava con la loro visione. L'autore della ricerca sperimenta che la strategia di somministrare materiali iconografici miranti a far cambiare il punto di vista da posizioni inadeguate verso posizioni conformi a quelle della scienza accreditata, non sono efficaci a favorire il cambio di visione verso posizioni accreditate ma solo il cambio da posizioni inadeguate a posizioni ancora inadeguate. In conclusione dopo 50 anni di ricerche a riguardo si possono fare alcune **generalizzazioni**:

- gli allievi dalla secondaria inferiore fino alla secondaria superiore non possiedono una adeguata comprensione del NOS,
- la maggior parte degli insegnanti sia senior sia junior sono nella stessa condizione,
- una concezione adeguata del NOS è raggiungibile negli insegnanti con l'introduzione di corsi specifici di epistemologia della scienza in cui si mettano in atto laboratori di riflessione epistemologica o partecipazione a ricerche (Scharmann, Smith, James e Jensen(2005),
- una concezione adeguata del NOS negli studenti può essere raggiunta attraverso istruzioni esplicite e riflessive e non semplicemente svolgendo i contenuti di scienze,
- non esistono evidenze secondo le quali la concezione del NOS degli insegnanti venga direttamente traslata negli studenti durante le pratiche didattiche in classe,
- gli insegnanti non assegnano al NOS uguale stato di istruzione degli argomenti tradizionalmente trattati nelle singole discipline, anzi assegnano al NOS stato inferiore.

Questo stato di cose, rilevato dalle ricerche citate, mette in evidenza l'esistenza di una grande lacuna formativa relativa alla formazione scientifica di base e anche universitaria in quanto la comprensione della



natura della conoscenza scientifica comporta da un lato una migliore comprensione delle scienze come discipline, dall'altro una migliore capacità di decision making su argomenti sociali e personali di tipo scientifico.

## 2.5 I processi della conoscenza scientifica

Le azioni procedurali scientifiche: osservazione, prove sperimentali, fatti ma anche ipotesi, leggi, teorie, causalità e principi, processi e ragionamenti sono stati al centro di un lungo e fruttuoso dibattito filosofico sui fondamenti di questo tipo di conoscenza.

Molti manuali scientifici<sup>19</sup>, anche universitari, italiani ed esteri, mostrano un'idea di scienza piuttosto statica, ciò che colpisce in primo luogo è che in questi testi non appare che le scienze sono discipline in divenire assoggettate ad un processo dinamico evolutivo di ricerca, l'investigazione scientifica, che costituisce l'essenza stessa della scienza. In questi manuali non viene presentato, inoltre, che questo processo è volto più alla scoperta di nuovi modelli di spiegazione che alla riorganizzazione di vecchi modelli in modelli più eleganti (Hanson, 1978). Le procedure della scienza vengono ancora presentate con un carattere di oggettività, di certezza e verità, di queste concezioni sono impregnate molte menti comuni. Nei libri spesso vi è la presentazione del metodo scientifico come un elenco di operazioni che falsano la vera natura della conoscenza scientifica stessa. Una risposta alla natura della conoscenza scientifica si ritrova nel lavoro di Norwood Russel Hanson<sup>20</sup> che affronta molti temi a riguardo primo tra tutti quello dell'osservazione

---

<sup>19</sup> Chimica: Atkins-shriver-langford Zanichelli, 1998; Anderson, Academic press, 1998. Manuali di biologia in uso dopo varie riedizioni ancora oggi: Alberghina, *Biologia, sviluppi e prospettive*, Mondadori, 1984. Tra gli stranieri: Curtis, Barnes (americani) "Invito alla Biologia" Zanichelli 1987, AA VV (tedeschi), *Biologia: ricerca, teoria, storia*, Petrini, 1984, Oram, Hummer, Smoot, Ubertazzi (inglesi) "Uomo, natura, ambiente" Principato 1986.

<sup>20</sup> "Nel libro" *Patterns of Discovery. An Inquiry into the Conceptual Foundations of Science* "by the Syndics of the Cambridge University Press, England, 1958. Traduzione Italiana: "I modelli della scoperta scientifica" Feltrinelli, Milano, 1978. Hanson mette in evidenza come l'analisi filosofica liquida con formule pronte la fondamentale differenza tra concezioni come "vedere" e "osservare" e in questo processo il vedere e osservare una stessa cosa di due soggetti diversi consisterebbe semplicemente nell'interpretazione diversa. Ma, dice Hanson " ...Alcuni filosofi hanno la formula pronta per situazioni in cui due scienziati osservano la stessa cosa ma vedono cose diverse. Essi affermano che gli scienziati fanno la stessa osservazione dal momento che prendono avvio dagli stessi dati visivi...Costruiscono i fatti in modo diverso, interpretano in modo diverso ciò che vedono" ... "Il compito dei filosofi è far vedere come questi dati vengono plasmati da diverse teorie o interpretazioni o costruzioni intellettuali" ... "La formula da cui prendono avvio filosofi di grande nerbo che hanno affrontato questo problema è troppo semplice per consentire di comprendere la natura dell'osservazione in ambito fisico" e delle scienze sperimentali come fisica, chimica e la moderna biologia. Aggiunge: "dobbiamo procedere con grande attenzione perché dunque abbia un senso dire che due scienziati che osservano x non vedono la stessa cosa, deve esserci anche un senso anteriore in cui vedono la medesima cosa. Il problema è quindi: quale di questi due sensi è più illuminante per comprendere la fisica di osservazione?"

scientifico. L'autore sostiene che l'osservazione è un concetto diverso rispetto al vedere come stato fisiologico. In relazione al vedere la visione di un certo oggetto comporta, per tutti quelli che non sono ciechi, gli stessi mutamenti elettrochimici; nelle cellule fotosensibili e nella retina si disegnano le stesse configurazioni. **Vedere** non è, però, semplicemente avere una immagine retinica formata normalmente di un dato oggetto, è invece qualche cosa in più, **è un' impresa dell'intelletto che si radica nell'esperienza vissuta**. Tutto ciò che avviene nella visione è "un'operazione intellettuale fondata in gran parte su un'esperienza non visiva" (pag15). La **visione** non è semplicemente un mutamento di uno stato fisico, ma **è insieme esperienza e mutamento**, senza la prima ogni mutamento dello stato fisico è senza senso. Sono i soggetti, nella loro integrità, nella loro unità, che vedono e vedono per mezzo dei loro occhi, ma **nel fenomeno della visione c'è un "oltre"** rispetto a ciò che incide sul globo oculare, e quest'oltre è dato dai concetti che si possiedono. I concetti, inoltre, sono organizzati in modo differente in funzione delle nostre esperienze culturali e pratiche. La mediazione dei nostri concetti, costituisce un ponte nella visione di uno stesso oggetto tra i medesimi stimoli che colpiscono gli occhi e l'interpretazione dell'oggetto che dipende dalla struttura e dall'organizzazione concettuale della mente dei soggetti impegnati nella visione.

Perciò uno stato fisico e una esperienza visiva non coincidono, le differenze prendono origine dalle interpretazioni e dalle teorie di cui siamo intrisi, entrambe infatti non ci sono nei dati effettivi della visione, *"pur essendo presenti nella visione fin dal principio"* (Hanson 1978, pag 21). persone diverse nel vedere lo stesso oggetto ricevono la stessa immagine retinica visiva sensoriale, ma possono vedere cose diverse nel processo della loro visione dello stesso oggetto in quanto *"cambia l'organizzazione di ciò che si vede...l'organizzazione non si vede nello stesso modo in cui si vedono le linee e i colori di un disegno. Essa non è in sé una linea o una figura o un colore. Non è un elemento*

*appartenente al campo visivo, ma piuttosto il modo in cui gli elementi vengono valutati...L'organizzazione dà alle linee e alle forme una struttura. In assenza di questa struttura non rimarrebbe altro che una configurazione intellegibile"* (ibidem, pag 24).

Resta il fatto che per vedere dobbiamo già aver visto prima, e dunque quando vediamo noi interpretiamo e vediamo l'oggetto alla luce della nostra interpretazione. *"Interpretare è pensare, fare qualcosa, vedere è solo uno stato dell'esperienza"* (ibidem, pag 21). Le nostre esperienze e le conoscenze, le teorie possedute differenziano il nostro vedere perché l'organizzazione concettuale delle persone è diversa<sup>21</sup>.

Due fisici ad esempio, osservando lo stesso fenomeno potrebbero partire dagli stessi elementi esperienziali, ma osservando quel fenomeno essi ricercano la sua intelligibilità e questa dipende in particolare dalla loro organizzazione e struttura concettuale. Trovata l'intelligibilità solo in secondo luogo i due fisici dirigeranno l'attenzione alla ricerca di oggetti e fatti.

E' perciò semplicistico affermare che due fisici possono fare le stesse osservazioni e servirsene in modo differente, è il senso che ciascuno assegna al fenomeno che è fondamentale perché è solo il diverso senso che comporta l'utilizzo differente di dati ed osservazioni. È il senso, che ciascun ricercatore dà all'"oggetto di studio" che direziona la ricerca dei dati: *"la scelta di differenze circa i dati, i fatti, l'osservazione... Può richiedere una nuova valutazione generale del proprio campo di studio"* (ibidem, pag 31).

Nel vedere e nell'osservare sono compresi due altri elementi: *"vedere come"* e *"vedere che"*, entrambi non sono elementi del complesso della visione, cioè non la determinano, ma sono elementi logici e ben separabili nel *"discorso sul vedere, nel nostro concetto di vedere"*

---

<sup>21</sup> M. Ceruti nella prefazione del libro di Heinz von Foerster, *Sistemi che Osservano* del 1987 ribadisce questo concetto con la storiella di don Juan e il suo allievo Castaneda che voleva imparare dal maestro i segreti di ciò che avviene nelle immense distese della boscaglia messicana. Don Juan nell'atto di insegnare dice al discepolo "vedi quello" e Castaneda risponde "che cosa? Non vedo niente". La volta seguente, Don Juan dice "guarda qui". Castaneda guarda e dice "Non vedo un bel niente". Don Juan si dispera perché vuole davvero insegnargli a vedere. Finalmente don Juan trova la soluzione. "ora capisco qual è il tuo problema. Riesci a vedere solo ciò che sai spiegare. Lascia le spiegazioni, e vedrai" (cap 9, pag 203).

(ibidem, pag 33). "Vedere come" inteso come discorso sul vedere, comporta la conoscenza su qualche proprietà dell'oggetto, perciò vedere un oggetto come qualche cosa implica vederlo con tutti i nessi legati alla nozione che abbiamo di quel dato oggetto. Il "vedere che" implica invece la conoscenza di un comportamento o di strutture dell'oggetto o del fenomeno in questione, ad esempio "vedere che gli uccelli non hanno denti", che "un liquido bolle ad una data temperatura in determinate condizioni ambientali", ecc. E' evidente l'importante legame tra il vedere, l'osservare e le formulazioni linguistiche insite proprio nel carattere logico delle espressioni "vedere che" e "vedere come", espressioni seguite sempre da precisazioni sentenziali che formulano complete unità sentenziali (ibidem, pag 36).

La fondamentale differenza tra la conoscenza visiva e la conoscenza scientifica sta nel fatto che la seconda pur basandosi sulla osservazione e "visione" è prima di tutto **linguistica** essendo il processo di visione inscindibile mescolanza fra due livelli, quello delle immagini e quello del linguaggio. Per gli "oggetti dell'osservazione" avere un senso implica che si formulino descrizioni costituite da frasi attrezzate di significato.

*"La conoscenza del mondo non è un collage di immagini, colori e rumori staccati bensì un sistema di proposizioni....Se la visione fosse soltanto un processo ottico-chimico, nulla di ciò che vediamo sarebbe mai rilevante per ciò che sappiamo e nulla di ciò che sappiamo potrebbe avere significato per ciò che vediamo.*

*La vita visiva sarebbe inintelligibile; la vita intellettuale sarebbe priva di aspetto visivo.*

*L'uomo sarebbe un computer cieco accoppiato a una lastra fotosensibile priva di cervello"* <sup>22</sup> (ibidem, pag 39).

---

<sup>22</sup> In *Search of Mind. Essay in Autobiography*, Bruner sottolinea che i nessi tra conoscenza della realtà, codifica dell'esperienza e linguaggio vengono riconosciuti da Vygotskij per primo, da Worf e poi da Chomsky. Il linguaggio viene considerato da Bruner come strumento della mente e il linguaggio viene assunto come strumento di esplorazione e conoscenza della realtà, come strumento per formare una rete di significati entro cui incasellare i fenomeni osservati, un sistema per ripartire il mondo in categorie per mezzo delle proposizioni e del lessico. E' evidente in collegamento tra quanto asserito da Hanson a proposito della fondamentale differenza tra la conoscenza visiva e la conoscenza scientifica e queste concezioni, quando afferma che la seconda è prima di tutto linguistica.

Per quanto riguarda i **fatti** su cui si basa una conoscenza scientifica si ritiene che esista una stretta relazione tra essi e la notazione con cui vengono espressi, ed è la stessa stretta relazione di identità che si determina tra concetti e linguaggio, infatti la struttura logica delle concezioni in relazione ai fatti e la struttura delle formule matematiche con cui si esprimono, ad esempio, le concezioni sui corpi in moto accelerato che descrivono il loro movimento risultano identiche. Secondo questa logica ogni possibile distinzione se deve essere fatta, deve realizzarsi in funzione di queste notazioni. *"Se una distinzione non può essere fatta nel linguaggio, non può essere fatta neppure concettualmente"* (ibidem, pag 55).

Altro aspetto centrale della conoscenza scientifica è la causalità e su questa, l'assunto attuale è che ogni discorso sulla causalità è caratteristicamente intriso di teoria. L'operazione di accertamento di una causa *"è tutta impregnata di teoria. Le cause da noi individuate non sono semplici anelli evidenti di per sé, nella catena dell'esperienza sensibile, ma piuttosto particolari indipendenti in un tessuto intricato di concetti"* (ibidem, pag 70). Anche ciò che identifichiamo come "evidenze sensibili" in un meccanismo semplice di causa-effetto sono intrise di teoria, per comprendere questa visione basti pensare all'osservazione della Luna ad opera di Galileo. La superficie lunare si mostrò a Galileo con numerose discontinuità e incisioni, Galileo vide in quelle strutture dei crateri, così facendo la sua registrazione delle evidenze si intrise di teoria. Galileo infuse nelle sue osservazioni la teoria, infatti interpretare delle discontinuità come crateri significa aver assunto una precisa posizione riguardo all'origine di un fatto, di una evidenza. Vedere un qualcosa significa anche esprimerlo e cioè spiegarlo, ma niente può essere spiegato se non è possibile stabilire nessi tra "oggetto della spiegazione" e la struttura concettuale preesistente, *"una spiegazione completamente nuova è una impossibilità logica"* (ibidem, pag. 70). Il ragionamento scientifico è l'altro punto focale della conoscenza scientifica, esso presenta forme implicite di spiegazioni e di concetti nel

modellamento delle teorie. Riguardo alle leggi fisiche, vi sono due interpretazioni che si sono ritagliate nell'analisi dei filosofi della scienza, quella della loro derivazione da un processo di induzione per enumerazione senza istanza contraddittoria di matrice baconiana. Questa modalità di processo, almeno tentava di considerare nella spiegazione la modalità con cui si era pervenuti alla legge. Hanson afferma che, la seconda interpretazione deriva da ipotesi in un sistema ipotetico-deduttivo, tale sistema, ha un grande merito: dice cosa sono le leggi e quali funzioni possono avere nei discorsi degli scienziati di scienze sperimentali ma ha un demerito, quello di non considerare come si sia giunti alla strutturazione dell'ipotesi, cioè non dice nulla sul processo che ha condotto alla creazione e alla convinzione di una buona ipotesi.

Il problema cruciale della conoscenza scientifica: è il processo induttivo o quello ipotetico-deduttivo il processo della conoscenza scientifica? Secondo Hanson entrambi i processi conducono a forme di spiegazione e le due forme non sono in antitesi ma compatibili, cioè la legge trovata per enumerazione di particolari può essere predisposta nella forma di un sistema ipotetico deduttivo, ma c'è un problema di fondo che congloba l'uno e l'altro procedimento: è infrequente che gli scienziati delle scienze sperimentali trovino leggi elencando e riepilogando i dati dell'osservazione ed esse non prendono avvio da ipotesi ma da dati, poiché il processo di dedurre proposizioni di osservazione da ipotesi inizia solo dopo che lo scienziato è consapevole che la sua ipotesi spiegherà almeno quella parte iniziale dei dati che richiedono spiegazioni. Hanson sottolinea che secondo gli induttivisti l'inferenza importante va dal particolare al generale ed è il generale che costituisce la legge fisica, cioè il processo scientifico è direzionato: dall'osservazione alla legge, ma in questa concezione le leggi sono formulate inferendo i dati e perciò le leggi risultano essere un compendio di dati; la direzionalità dall'osservazione alla legge manca della ragione di un dato comportamento, perciò una legge non può essere un compendio di dati,

ma una spiegazione di dati. Alla tesi induttivista si oppone la concezione ipotetico-deduttiva, questa concezione afferma il fatto che il procedimento scientifico inizia da una ipotesi, ma scarta l'esistenza di imponderabili come l'intuizione nella proposta iniziale di ipotesi. Come una ipotesi viene concepita? Il processo immaginativo, ideativo alla base di questa creazione è logico e non irrazionale, frutto di stati psicologici come viene con tanta approssimazione liquidato. La concezione di una ipotesi è intrisa di logica tanto quanto la strada per la verifica della sua predizione. Il sistema ipotetico-deduttivo ci mostra il processo scientifico successivo a quando lo scienziato ha concepito la sua ipotesi ma sul come egli sia arrivato a concepirla non dice nulla. Esso traslascia ciò che del processo scientifico è il tratto più autentico: *"l'immaginazione, la tenacia, l'audacia concettuale"* (ibidem, pag 90) aspetti che caratterizzano tanto gli scienziati delle scienze sperimentali classiche che quelle moderne. E non sono solo i fisici a presentare questi tratti, essi accomunano tutti gli scienziati. Fisici come Galilei, chimici come Lavoisier, per più di trenta anni si accanirono per modellare e credere nelle ipotesi che avevano concepito, rispettivamente di accelerazione e di combustione non per mezzo del flogisto.

Di questo tenace lavoro di pensiero e azione rimane poco nei manuali e nell'analisi filosofica della scienza. Non è pensabile, che le sole predizioni nel quadro delle ipotesi conducono scienziati antichi e moderni a concepire qualche cosa che prima non esisteva nei loro campi di indagine. *"L'interpretazione non è qualcosa che un fisico trasforma in un sistema deduttivo pronto per l'uso: essa opera nella creazione stessa del sistema. Raramente lo scienziato ricerca un sistema deduttivo per sé, un sistema i cui dati appaiono come conseguenze purché siano interpretati fisicamente. Egli ricerca piuttosto una spiegazione di tali dati, il suo scopo è un modello concettuale in relazione al quale i suoi dati si adatteranno in modo intelleggibile accanto a dati meglio noti"* (ibidem, pag 90). Nelle forme di ragionamento che conducono a ipotesi generali si ritrovano elementi costanti che abbracciano tutti gli scienziati della



natura da Democrito ad Heisemberg e tali elementi costanti risiedono tutti nel processo di "preparazione procedurale" alla "concezione di un' ipotesi". Basti pensare all'impresa di Keplero relativa alla concezione dell'orbita ellittica dei pianeti, per convincersi dell'importanza fondamentale del lavoro mentale e procedurale che conduce al modellamento di una ipotesi e al fatto che interconnessi al processo di concezione possono esserci anche necessarie rotture con le concezioni precedenti.

Quale processo allora è il processo della conoscenza scientifica? Oggi si ritiene che sia il processo e il **ragionamento abduttivo** (ibidem, pag103). Come processo esso è stato riportato in auge da C.S.Peirce<sup>23</sup> che gli ha fornito la connotazione di processo generativo di nuove ipotesi poiché questo tipo di inferenza permette di giungere, dato un problema, a soluzioni provvisorie in assenza di conoscenza. L'abduzione consente una generalizzazione da ipotesi abdotte invece che da dati osservati; essa è cioè una procedura guidata dalla spiegazione ed è contrapposta alla generalizzazione guidata da dati. Le spiegazioni possono essere poi confermate o falsificate da nuovi fatti. Il processo abduttivo è perciò un processo generativo di idee (ibidem, pag 104) ed è un processo che può spiegare il come si arriva a concepire un'ipotesi, esso infatti risale dal fenomeno alla sua causa o alle sue cause. Ma quale funzione ha la formulazione delle leggi fisiche o di leggi nelle scienze sperimentali? E' comune l'atteggiamento che denota l'opinione che l'enunciato di una legge può avere un unico uso, ma gli enunciati di leggi, ieri come oggi, possono essere utilizzati per esprimere sia proposizioni casuali, sia regole, sia prescrizioni, la varietà degli usi a cui possono essere destinati gli enunciati delle leggi è veramente grande (ibidem, pag 114). Le leggi possono essere di fatto considerate "*famiglie di formulazioni, definizioni*

---

<sup>23</sup> Charles Sanders Peirce, matematico, filosofo e semiologo statunitense. Peirce è stato un importante studioso, considerato padre del pragmatismo e della moderna semiotica (o teoria del segno, inteso come atto che consente la possibilità di comunicazione). Negli ultimi decenni il pensiero di Peirce è stato rivalutato fino a farlo considerare uno dei principali innovatori in molti campi, uno fra questi e quello della filosofia della scienza. Giampaolo Proni, *Introduzione a Peirce*, Bompiani, Milano, 1990.

*e regole, tutte esprimibili attraverso vari usi dell'enunciato" (ibidem, pag 119). Alla base di tutta la fisica, ma anche di altre scienze sperimentali, esiste cioè un'accettazione a priori di leggi e assiomi che ha portato a nuove conoscenze, le ricerche in questo campo, infatti potrebbero essere etichettate come "proposizioni di osservazione alla ricerca di una premessa" (ibidem pag 130). Il procedere ragionando in questo modo è quello **retroductivo** o **abductivo**, ed è il modo di ragionare partendo "dai dati di osservazione fino ad arrivare alle formule da cui seguono proposizioni d'osservazione e le loro spiegazioni" (ibidem, pag 130); questo modo è fondamentale nelle scienze sperimentali moderne e costituisce il ponte di continuità tra esse e le scienze classiche, un modo di ragionare che non è stato colto dai filosofi nelle loro analisi, i filosofi si ostinano talvolta a considerare la fisica, la chimica e per certi versi la biologia sperimentale come "una sorta di fotografia matematica e le sue leggi come descrizioni formali di regolarità. Spesso però gli scienziati ricercano non una descrizione generale di ciò che osservano quanto un modello generale dei fenomeni all'interno del quale appaia loro intelligibile quanto gli accade di osservare" (Hanson 1978, pag 131).*

### **3. Il sistema cognitivo**

#### **3.1 La concezione del pensiero: pensiero ragionamento**

Il pensiero è stato analizzato classicamente secondo la concezione del possesso di capacità logiche. I lavori di Piaget hanno dato al pensiero questo significato e con questo significato la sua opera ha influenzato tutta la psicologia per molto tempo. Questo modo di concepire il pensiero ha determinato l'interesse per gli aspetti formali del pensiero e cioè per le strutture e per le operazioni logiche, mentre i contenuti della conoscenza risultavano privi di interesse. La convinzione vigente era che la conoscenza delle strutture e delle operazioni logiche fossero sufficienti a spiegare lo sviluppo e la natura del pensiero (Piaget, 1952).

Secondo la concezione di Piaget (1952) pensiero e sua organizzazione vengono a coincidere nel significato, e l'organizzazione avviene su contenuti esterni ad esso, che vengono elaborati secondo classi e relazioni per mezzo di operazioni formali. Questo modo di concepire il pensiero porta alla conseguente concezione che il suo sviluppo è determinato dalla graduale formazione, trasformazione, perfezionamento, compimento delle sue strutture formali che Piaget identifica come *stadi*, per mezzo dei quali si edificano le capacità di strutturare classi, stabilire relazioni e quindi compiere operazioni formali. Da questa concezione si deduce che solo le operazioni di natura logica sono le espressioni del pensiero, mentre quelle operazioni che nell'elaborare i contenuti divergono da tale natura non sono state considerate idonee per lo sviluppo del pensiero e perciò, rapportandole all'età, sono state catalogate come segni di "immaturità", di "scarsa intelligenza", di ritardo nello sviluppo psicomotorio (Cavallini, pag 184)<sup>24</sup>. Questa visione porta ad identificare una coincidenza tra pensiero e ragionamento e poiché il focus erano gli aspetti formali del pensiero, da un lato si è assistito all'identificazione "*del pensiero come*

---

<sup>24</sup> G. Cavallini, La Formazione dei Concetti Scientifici, senso comune, scienza, apprendimento. La Nuova Italia, 1995.

*intelligenza astratta invece che di processi cognitivi e di competenza cognitiva*" (Cavallini, pag 184), dall'altra alla nascita di un atteggiamento che negava e non prendeva in considerazione il ruolo dei contenuti e l'instaurarsi di una visione che li considerava "esterni e inerti", cioè:

*"...oggetti a cui il pensiero, dato di per sé, veniva applicato senza esserne toccato nella propria natura, organizzazione, funzionamento. Si riteneva che i contenuti si potessero immagazzinare, non assimilare sul modello del metabolismo biologico, tanto da poter diventare via via dei costituenti di strutture stesse del pensiero e delle abilità mentali.."* (Cavallini, pag 184).

Questa visione ha posto in essere la disgiunzione tra componenti procedurali (pensiero e intelligenza) e dati della conoscenza. In conclusione, per Piaget lo stadio delle operazioni formali rappresenta il culmine dello sviluppo cognitivo. Dopo Piaget e in particolare negli anni '80-'90 molti ricercatori, tra cui spiccano due ricercatrici come Kitchener e King ma anche altri come Fischer, hanno "posto in discussione la conclusione che l'emergere del pensiero operatorio formale costituisca il culmine dello sviluppo" (Mason, 2001, pag. 75)<sup>25</sup> e producendo una messe di prove hanno sostenuto l'esistenza di un successivo stadio detto "post-formale"<sup>26</sup> a cui fa capo come è stato definito da Labouvie-Vief (1980) il **pensiero adattativo**. Con questo concetto si fa riferimento ad un tipo di pensiero maturo che subentra in età adulta quando ponendosi di fronte alla complessità è possibile renderla intellegibile. Con il pensiero adattativo *"nella comprensione della realtà vengono messe in gioco il sentire soggettivo e le esperienze formali, oltre che il pensiero logico oggettivo...fa interagire forme di elaborazione astratte e oggettive con forme espressive e soggettive che si adattano al contesto"*( Mason, 2001, pag 76.)

---

<sup>25</sup> L.Mason, *Verità e Certezze, Natura e sviluppo delle epistemologie ingenue*, Carocci, 2001

<sup>26</sup> Kramer con un lungo lavoro di ricerca durato circa sei anni ha individuato le caratteristiche essenziali del pensiero post formale quali: relativismo, accettazione delle contraddizioni, Integrazione, tutte caratteristiche che manifestano differenti modi di guardare il mondo e la consapevolezza dell'assenza di certezza del sapere in un mondo che ha come caratteristica principale il cambiamento; insieme a Woodruff, ha condotto anche ricerche sulle differenze dovute all'età del pensiero post formale, accertando che quello relativistico è appunto legato all'età.

### **3.2 Relazioni tra i modi di concepire il pensiero e il processo di insegnamento/apprendimento**

Il modo di concepire il pensiero ha notevole influenza sul processo di insegnamento/apprendimento, in quanto gli attori di questo processo sono sia "persone pensanti" (insegnanti e studenti) sia "contenuti di conoscenza" cioè dati, che in questo caso corrispondono ai diversi campi di conoscenza.

Secondo C. Pontecorvo e considerando quanto esposto in precedenza si può affermare che la concezione del pensiero secondo la visione piagetiana spingeva a considerare come fulcro del processo insegnamento/apprendimento le "materie" e cioè i dati di conoscenza inerti, su cui il soggetto avrebbe dovuto compiere via via operazioni formali. Mentre induceva a scartare da questo processo sia la visione propria con cui ciascuna disciplina organizza i dati specifici di conoscenza sia il contributo che i contenuti stessi fornivano allo sviluppo del pensiero del soggetto. *"...Tale prospettiva portava a trascurare l'apporto specifico dei contenuti e delle singole diverse strutture inerenti le loro distinte organizzazioni disciplinari, alla competenza cognitiva degli studenti via via che questi interiorizzano sia gli uni che le altre con l'apprendimento"* (Pontecorvo 1983).

In conclusione il pensiero e la conoscenza erano considerati il frutto di capacità personali mentre i fattori esterni erano concepiti come non influenti sulle capacità personali.

Non avevano, quindi, alcun peso sul processo apprendimento/insegnamento le situazioni, gli scopi, i contesti i dati e gli strumenti, aspetti oggi fondamentali per lo sviluppo del pensiero e della conoscenza.

Questa visione del mondo ha condotto ad ignorare le relazioni esistenti tra modi formali e informali del processo di insegnamento/apprendimento, l'influenza della "cultura sociale" e la natura stessa, sociale, condivisa dei processi cognitivi.

*"Identificare il pensiero con il ragionamento formale vuol dire ignorare la complessità del pensiero stesso"* ( Pontecorvo, 1983, pag 262). Secondo le nuove conoscenze riguardo a questi temi, la capacità di ragionamento risulta essere un aspetto della capacità di pensare e non l'unico. Già ricerche datate (Collins, Brown 1989 ed altri), hanno provato che interferiscono sui processi cognitivi:

- la familiarità che si ha con "l'oggetto" di studio o con la situazione
- i contenuti
- i contesti e i compiti tracciati
- le conoscenze tacite del mondo
- le ipotesi o idee inesprese negli scambi comunicativi
- scopi che si pensa debbano essere perseguiti
- attribuzioni di scopi a persone in cui si è in relazione

mentre si sono messe in evidenza gli stretti legami esistenti tra conoscenze in possesso e forme di pensiero che un individuo manifesta (S. Carey, 2005). Accanto a queste forme di dipendenza si devono annoverare quelle già evidenziate da Bruner (1973,1986) dell'appartenenza culturale o in società complesse alle subculture. Tutto questo ha condotto alla convinzione che condizioni socio-culturali differenti sono interconnessi con i processi cognitivi e quindi con lo sviluppo del pensiero poiché procurano linguaggi e strumenti simbolici diversi. Che i contenuti di conoscenza sono strettamente legati al linguaggio era stato sostenuto anche da Olson (1979) e da Waddington (1979), quest'ultimo in particolare pone esplicitamente l'accento sui condizionamenti reciproci tra capacità di pensiero e strumenti per pensare.

Secondo questi fatti, sulla capacità di ragionamento individuale non incide soltanto il possesso o meno di determinati dati, ma anche il possesso di criteri di analisi, di procedure, di regole, di categorie, di linguaggio specifico delle differenti discipline e quindi il processo di insegnamento/apprendimento assume il significato di processo per la

promozione dello sviluppo cognitivo individuale e collettivo.

Considerando la teoria della natura autopoietica del pensiero (Maturana e Varela, 1980)<sup>27</sup>, sia i contenuti sia le concezioni di ogni tipo in qualunque modo siano prodotti, saranno nuovi "strumenti" per lo sviluppo del pensiero individuale il cui grado di uso sarà determinato dal tipo di integrazione con le strutture esistenti e dalla riattivazione che nella "nuova unità" si determina.

*"...Il pensiero e l'insieme dei processi cognitivi oggi sono concepiti come sistema autogenerativo non solo nelle dinamiche interiori ma anche in quelle con l'esterno..."* (Cavallini, 1995, pag.186).

---

<sup>27</sup> Teoria sviluppata da H.R. Maturana e F.J. Varela nel 1980 e presentata in *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*, Reidel, Boston 1980, trad. it. *Autopoiesi e Cognizione. La realizzazione del vivente*, Marsilio, Venezia, 1985. Tale teoria afferma che i prodotti di un processo entrano a far parte del sistema stesso che li ha forgiati diventando essi stessi componenti che ne attiveranno riorganizzazione e sviluppo. ED. vedi riferimenti bibliografici.

### **3.3 Concezione ecologica della mente: pensiero e processi cognitivi come sistemi autogenerativi soggettivi e intersoggettivi.**

Concepire lo sviluppo mentale fortemente dipendente dall'età e dalla maturazione neurofisiologica portava a non riconoscere pienamente il ruolo delle conoscenze come costituenti dei processi cognitivi e di conseguenza sia la maturazione psicologica sia quella biologica erano concepiti come processi soggettivi e quindi come processi di entità autonome la cui interazione con l'ambiente non assumeva la giusta importanza.

In poche parole ciò che si sottovalutava e forse ancora oggi non viene tenuto in conto dal sistema formativo è la "dipendenza ecologica" dei soggetti umani (Bateson 1984, Bateson 1986; Nelson,1986)<sup>28</sup> e il fatto che essa richiede la considerazione degli "*interscambi tra organismi e ambiente*" (Cavallini, 1995, pag 186) da cui dipende un assunto di base e cioè che un organismo non può sopravvivere, né procedere nel suo sviluppo senza assimilare i costituenti dell'ambiente e senza immettere nell'ambiente stesso i propri prodotti.

Se si assume questo punto di vista, allora si arriva a concepire che occorre modificare l'ottica secondo la quale si ammette l'esistenza di processi individuali e di sviluppo individuale. Infatti la nuova concezione porta a considerarli "*...pura astrazione concettuale, esattamente come quella di qualunque funzione di un organo rispetto all'individuo. I processi reali attengono le catene, le reti e i sistemi ecologici. Le evoluzioni reali sono coevoluzioni che vedono inscindibilmente uniti gli individui, le loro società o gruppi, gli organismi delle altre specie con cui essi stabiliscono a qualsiasi titolo delle relazioni insopprimibili...*"(ibidem, 1995, pag 186).

---

<sup>28</sup> Bateson, G., *Mente e Natura una unità necessaria*, Adelphi, Milano, 1984. Bateson, G., *Verso una ecologia della mente*, Adelphi, Milano, 1986. Nelson K. *Event Knowledge and Cognitive Development*, 1986b, in Nelson 1986a. Nelson K.(editor), *Event Knowledge, Structure and Function in Development Hillsdale*, 1986a.



Questo si congloba in un termine, quello di *ambiente* di cui fanno parte le relazioni intraspecifiche e l'interscambio di cultura, intesa come comunicazione di apprendimenti, significati, modelli mentali, credenze, regole; "essere uomo"<sup>29</sup> comporta l'esistenza dell'ambiente con tutti i significati esplicitati.

Alla luce di questi nuovi modi di vedere e quindi dei nuovi modelli, il processo psicologico di sviluppo cognitivo individuale non può essere disgiunto dalle relazioni sociali e dalla cultura che ne deriva e pertanto non può essere pensato come processo che si realizza in autonomia.

Gli elementi nuovi da cui lo sviluppo dipende sono le conoscenze in possesso e la comunicazione intersoggettiva. Già Maturana e Varela a partire dal 1985 avevano edificato questo nodo centrale introducendo due concetti: *accoppiamento strutturale* e *deriva naturale*. Con il primo concetto avevano portato agli occhi della comunità scientifica l'importanza delle strutture interindividuali che erano sfuggite per troppo tempo all'analisi mentre erano considerate centrali le strutture cellulari e pluricellulari degli organismi in autonomia. Con il concetto di deriva, invece, hanno posto l'accento sulle interazioni e sulle combinazioni imprevedibili che si producono e su quanto esse siano elementi fondamentali nello sviluppo.

Questo porta a concludere che le strutture e i processi mentali siano generati da strutture e processi culturali e che tale generazione sia dovuta all'interazione degli individui che nell'interazione sociale, producono e modellano, la loro cultura. L'influenza che queste nuove concezioni producono sui modelli psicopedagogici di apprendimento sono evidenti e a loro volta essi dovrebbero esercitare notevole influenza sui processi di insegnamento.

---

<sup>29</sup> U. Margiotta, Pedagogia on-line/SIS *L'idea di Uomo in Bruner: predisposizione ad apprendere e organizzazione delle conoscenze*. Fa capo a questo pensiero "essere uomo" la concezione antropologica di Bruner alle cui radici del pensiero si collocano evoluzione, vita, ambiente, uomo. Gli esseri viventi, si sostiene nella 1° Lezione, sono caratterizzati dalla costanza della forma, dall'unità nelle funzioni, dalla capacità di costruzione della propria materia, ma soprattutto essi sono organismi in stretta relazione con l'ambiente. La vita in sé racchiude un processo di scambio tra materia, energia e informazione

La nuova visione, infatti, va a minare proprio la concezione dell'apprendimento in "autonomia cognitiva" e quella di "influenze sociali" considerate dalla vecchia concezione come oggetti di indagine separati dall'oggetto di studio, l'individuo, che rimane invece centrale. La nuova visione pone al centro dell'attenzione da un lato la conoscenza come risultato di un modo storico di interagire con la realtà materiale e dall'altra pone invece l'investigazione riguardo a come e quanto i contenuti della conoscenza socialmente costruita si traspongono in realtà oggettiva.

### **3.4 Processi cognitivi e basi neurologiche**

Molti studi sono stati condotti (Eccles, 1986; Lurija 1967- 1977) riguardo all'attività di reti neuronali e su queste basi sono stati elaborati modelli teorici in seno a discipline quali la neuropsicologia e la neurofisiologia. Questi studi e i modelli che ne sono scaturiti hanno fornito una immagine molto chiara della complessità dei processi cognitivi. Il sistema nervoso centrale, grazie a questi studi, è risultato possedere un'architettura molto flessibile e quella corticale appare complessa e strutturata in livelli reciprocamente integrati. Molte funzioni cerebrali come per esempio riconoscimento di stimoli o memorizzazione di dati coinvolgono sempre un numero vasto di neuroni che vengono attivate sia localmente che non.

Gli studi citati hanno portato al superamento dell'idea che singole ed autonome funzioni siano localizzate in specifiche aree come per esempio quella del linguaggio, logica o visiva, non per la mancanza di queste localizzazioni ma piuttosto per il fatto che queste formano solo una componente di tali funzioni mentre la restante componente è dovuta alle simultanee connessioni orizzontali con aree più vaste e verticali e con livelli differenti, nonché alla simultanea attivazione di insiemi ordinati diffusi. Questa nuova visione deriva dai lavori di Lurija (1977), Hebb (1982) ed altri.

Il sistema nervoso centrale appare, dunque, articolato in livelli reciprocamente integrati in un quadro di complesse interazioni neuronali che si originano per mezzo di collegamenti sinaptici dendritici plastici e generativi. In funzione, cioè, delle attivazioni che si vengono a verificare vengono nuovamente generati dendriti che stabiliscono nuovi collegamenti proprio in funzione di queste attivazioni (ricerche di Maturana e Varela, 1987). Ciò che sembrava strutturalmente statico ha rilevato la sua natura plastica e dinamica, i neuroni collegati in rete stabiliscono nuovi collegamenti dendritici generativi sulla base

dell'attivazione, per cui i collegamenti tra neuroni ripetutamente attivati si stabilizzano mentre quelli meno attivati svigoriscono.

Ne emerge una rete neuronale in continuo cambiamento in ragione dell'attività psichica svolta che arriva a perdere certe conformazioni e a stabilirne altre completamente nuove. Si è fatta strada l'ipotesi che le "attività esterne" e quindi le interazioni con l'ambiente, possono attivare intere parti di reti neurali e che ci sia sempre corrispondenza tra attività esterne e attività interiori. E' evidente che si pensa a un processo coevolutivo riguardo a:

- attività svolte,
- formazione della rete neuronale,
- processi cognitivi;

e ciò porta a rivalutare il ruolo delle relazioni sociali e della cultura nello sviluppo e nelle continue ristrutturazioni di tali attività e del Sistema Nervoso Centrale. Leont'ev (1976) ha mostrato come relativamente alla produzione di capacità fonetica e alle funzioni emisferiche, esse intervengano dopo l'interazione culturale. I neonati, infatti nelle prime settimane successive alla nascita vocalizzano una varietà di suoni maggiore rispetto a quella propria della loro lingua e solo molto più tardi dopo l'esposizione a questa essi mostrano le tipiche specializzazioni. Tutto questo esalta il ruolo prevalente della cultura rispetto all'organizzazione genetica. La plasticità della corteccia cerebrale è ancora più ampia, infatti nei bambini prima dei sei anni l'emisfero destro e sinistro sono responsabili dell'apprendimento e della produzione del linguaggio, superata questa età, si assiste alla predominanza dell'emisfero sinistro rispetto al destro e tale dominanza è irreversibile. Sulla base di questo Eccles in *"Strutture e Funzioni Cerebrali"* (1986) afferma che *"la cultura prende il posto della natura nello sviluppo della distribuzione emisferica delle funzioni che avvengono nel cervello umano adulto"* (pag 430). Le categorie, i contenuti e le procedure della cultura

di appartenenza forgiare le rappresentazioni mentali dei singoli membri<sup>30</sup>.

Siamo dotati di un complesso sistema neuronale denso e plastico e là dove le funzioni non sono svolte da neuroni isolati ma da complessi sistemi neuronali interconnessi, si manifesta la possibilità che esso instauri nuove funzioni, contro le credenze dell'immodificabilità delle capacità mentali dopo una certa età sostenuta da alcuni autori precedenti alle ricerche citate. Relativamente alle capacità intellettive, la visione aggiornata delle funzioni della corteccia porta a ritenere meno importanti fattori biologici ed ereditari rispetto ai fattori culturali e a specifiche forme di sistemazione, di aumento e consolidamento delle abilità cognitive.

---

<sup>30</sup> U. Margiotta, Pedagogia on-line/SIS, nel tema "influenza della cultura sul modellarsi dello sviluppo", mette in evidenza la concezione Bruneriana riguardo, l'evidente relazione con quanto sopra affermato: secondo Bruner lo sviluppo cognitivo avviene attraverso un processo che va in due direzioni dall'interno verso l'esterno e dall'esterno verso l'interno. Questo processo comporta lo sviluppo di amplificatori di capacità motrici, riflessive, sensitive trasmesse da una cultura. Differenti culture forniscono amplificatori diversi, lo sviluppo cognitivo non è concepibile senza la partecipazione ad una cultura e alla sua comunità linguistica.

### **3.5 La transizione dalla concezione lineare a quella della complessità**

La problematica riguardo alla complessità dei processi cognitivi si è delineata in termini nuovi allorché si è definito con precisione la diversità tra pensiero e ragionamento formale. Molti autori come Kuhn (1988) e Carey hanno messo in evidenza che i modi di ragionare della vita usuale si distaccano dai modi della logica formale configurandosi come sistemi basati su strutture di conoscenza stimulate dall'esperienza ordinaria e Carey in particolare sottolinea come nel procedere della conoscenza ordinaria si facciano "continue inferenze che non hanno valore dal punto di vista deduttivo" (Carey, 1988 pag 9). In modo particolare le ricerche sulle intelligenze artificiali negli anni sessanta (Mose 1967) hanno fornito un enorme contributo alla comprensione che i processi cognitivi sono sistemi complessi articolati a più livelli operativi, la presa di coscienza è scaturita proprio nei tentativi di modellizzazione e simulazione elettronica dei processi cognitivi dell'intelligenza artificiale, ad esempio Perceptron<sup>31</sup> (Rosenblatt,1958) una macchina in grado di apprendere, è stata

---

<sup>31</sup> In particolare, le RNA ( Reti Neurali Artificiali) di tipo MLP(MultyLayer Perceptron )ad apprendimento supervisionato sono dei sistemi di elaborazione di dati e di informazioni caratterizzati da un elevato numero di elementi elaborativi (elementi detti "neuroni artificiali" o, più semplicemente, "nodi"); ognuno di questi elementi elaborativi, analogamente a quanto si verifica per i neuroni biologici, è in grado di effettuare poche e semplici operazioni di elaborazione, ed è collegato a molti altri elementi elaborativi dai quali riceve dei segnali di input od ai quali trasmette dei segnali di output determinati trasformando opportunamente dei segnali di input precedentemente ricevuti. In generale, il numero di neuroni artificiali che, in media, costituiscono una RNA di tipo MLP è un infinitesimo del numero (tipicamente, 10.000 miliardi) di quelli biologici che, in media, costituiscono il cervello di un essere vivente superiore. Nonostante questa lontana analogia con i sistemi neurali biologici, le RNA di tipo MLP risultano comunque formalmente caratterizzate da proprietà analoghe a quelle che caratterizzano gli stessi sistemi neurani biologici, fra le quali:

- la capacità di inferire le relazioni (anche complesse) eventualmente esistenti tra segnali di input e segnali di output relativi ad uno stesso fenomeno; più in dettaglio, al fine di realizzare tali inferenze, non è necessario fornire alla RNA di tipo MLP particolari conoscenze a priori inerenti al fenomeno stesso, ma, più semplicemente, è sufficiente presentare più volte delle coppie costituite da degli input e dai corrispondenti output: a partire dall'analisi di questi ultimi - mediante dei meccanismi formali di aggiornamento progressivo e convergente dei propri parametri - il modello neuronale "apprende" (seppure in forma non parametrica) le relazioni di cui in oggetto (proprietà nota come capacità di apprendimento);
- la capacità di modificare opportunamente la rappresentazione formale relativa a relazioni già "apprese" (secondo le modalità di cui al punto precedente) tra segnali di input e segnali di output, quando alla RNA di tipo MLP si presentino nuovi pattern di input-output (proprietà nota come capacità di adattamento o plasticità);

organizzato in sistemi complessi di singole macchine in modo da ottenere notevoli risultati nella generazione meccanica di funzioni analoghe ad alcune funzioni psicologiche elementari.

Un sistema complesso è costituito da vari sottoinsiemi interagenti. Le caratteristiche e il funzionamento del sistema nel suo complesso dipendono proprio dall'interazione tra le parti (Maturana, 1993). Di un sistema così costituito sono osservabili soltanto i prodotti terminali globali e non le caratteristiche, mentre le funzioni e i prodotti dei sottoinsiemi di cui è costituito non sono disponibili all'osservazione in quanto interni e nel tentativo di scomporli dal tutto le singole parti risulterebbero alterate.

Il modo di concepire i sistemi complessi e la loro analisi richiede quindi un approccio differente di studio che consiste nella **transizione dalla logica lineare della scienza classica a quella sistemica** invocata da molti autori come Bocchi e Ceruti (1981) Bateson(1984), Cini (1990). Qualsiasi parte o funzione del sistema complessivo viene, quindi, deformata se la si rappresenta isolatamente e soprattutto se si prescinde dai reciproci processi di retroazione. Ignorare le relazioni tra le parti e la struttura complessa dei sistemi ha per conseguenza l'impossibilità di capirli.

Secondo Cavallini (1995), il fulcro di queste concezioni risiede nel fatto che nei sistemi complessi come il cervello ad esempio, è possibile considerare l'informazione come una forma di energia, in questo modo gli scambi di informazione, le forme diverse e i processi organizzativi stessi dell'informazione possono essere uguagliabili a quelli energetici e considerati reversibili, la reversibilità è alla base della struttura e del funzionamento delle reti nervose cerebrali che traducono in informazione scambi energetici chimici ed elettrici. Come frutto di queste conoscenze sulla complessità si è assistito, in psicologia cognitiva, alla nascita e

---

- la capacità di saper operare efficacemente e correttamente anche in presenza di segnali di input e/o di output fortemente distorti (proprietà nota come capacità di robustezza al rumore);  
- la capacità di saper correttamente associare a dei segnali di input mai "visti" in precedenza (ovvero, non utilizzati durante la fase di apprendimento) i corrispondenti segnali di output (proprietà nota come capacità di generalizzazione).

introduzione di nuove idee come quelle di rete e di rappresentazione della conoscenza per mezzo di strumenti come mappe o diagrammi della conoscenza (diagrammi di flusso, diagrammi a V di Gowin ecc) che fanno risaltare le relazioni tra i contenuti, le categorie utilizzate e i processi che li congiungono e li determinano; il lavoro di Novack e Gowin (1989) ha le radici in queste idee e riguarda sia la rappresentazione della conoscenza attraverso mappe cognitive sia la rappresentazione delle azioni del conoscere (vedi diagramma a "V" di Gowin).



## 4. Concetti, linguaggio e scienze

### 4.1 La natura dei concetti e i legami con le categorie lessicali

Molta letteratura è stata prodotta sull'esplicazione della natura dei concetti, interamente corroborata da una messe di dati proveniente da indagini serrate e lunghe in questo campo. Visto lo spazio limitato si dovrà necessariamente produrre una sintesi per focalizzare quelle che sono stati gli studi e i traguardi più significativi raggiunti, nonché i risvolti e le implicazioni che i risultati hanno comportato sia in termini di nuove concezioni sulla cognizione sia nella identificazione di percorsi educativi più efficaci per attivarla e favorirla.

Quando si pensa alla natura dei concetti si è volti ad identificare le proprietà che li caratterizzano. Secondo Cavallini(1995) la proprietà principale è quella che i concetti sono *categorie universali* (ibidem, pag 227), e quindi con questo termine si intende riferirsi ad un simbolo astratto e generale che racchiude tutte le caratteristiche più rilevanti, comuni a un gruppo determinato di oggetti o eventi. I concetti si formano perché il nostro pensiero separa nella realtà quello che è utile o essenziale da ciò che è superfluo, cioè le caratteristiche costanti da quelle variabili. Noi riconosciamo e classifichiamo gli oggetti sulla base dei concetti. Questo processo di schematizzazione dei dati percettivi rappresenta una grande economia di energia e di pensiero. I due processi fondamentali per giungere alla formazione di un concetto sono quindi l'**astrazione** e la **generalizzazione**. Secondo Pontecorvo (1983) e Carey (1985) la natura dei concetti non è così chiara e ben risolta, soprattutto quando si cerca di stabilire la relazione tra concetti e conoscenze e, in particolare per le scienze, tra concetti e teorie, le autrici affermano la natura contestuale dei concetti. Anche Langer e Wiser (1988) accanto a Pontecorvo e Carey sostengono a riguardo che i concetti non possono essere slegati dai sistemi di conoscenze e teorie,

sociali o individuali, nell'ambito delle quali i concetti prendono forma. Ogni concetto è legato al corrispettivo quadro teorico ed è pura illusione tentare di concepire un concetto in astratto e avulso dal suo contesto conoscitivo. Queste concezioni hanno notevoli risvolti riguardo al processo di insegnamento/apprendimento e in tal senso sono direttamente legate alle teorie di Piaget, Bruner, Vygotskij, secondo le quali la conoscenza della realtà e quindi il processo di apprendimento, è un processo costruttivo in cui i nuovi contenuti della conoscenza sono elaborati sulla base di quelli già esistenti che agiscono come un filtro in quanto ogni nuovo dato viene **interpretato** dal soggetto e non semplicemente registrato.

Sulla base delle concezioni citate quindi, la mente interpreta e organizza le esperienze, sistemandole all'interno di una struttura più generale. In questo modo semplificando e ordinando in categorie sempre più generali fornisce un senso alle esperienze.<sup>32</sup>

Le attività organizzatrici sono la costruzione di copioni e di concetti.

Secondo queste visioni un concetto è la rappresentazione mentale di un insieme di entità diverse, che vengono raggruppate sulla base di una proprietà comune o di una similitudine.

La formazione dei concetti, quindi, modella la complessità del reale favorendo la trasformazione del mondo in un'estensione cognitiva afferrabile assicurando la sua comprensione soggettiva/intersoggettiva attraverso categorie culturalmente condivise e per mezzo di stretti legami che si stabiliscono tra concetti e la creazione del linguaggio è

---

<sup>32</sup> In Pedagogia on-line/SIS, 2002, U. Margiotta, nella seconda lezione sul tema "genesì e sviluppo delle teorie della mente in J. Bruner" e precisamente nella spiegazione del modello "HIP" mette in evidenza i meriti che l'approccio HIP ha avuto sugli studi dell'apprendimento proprio riguardo al "...ruolo dei processi attivi di elaborazione compiuti dall'individuo e allo sviluppo di metodologie in grado di non limitarsi ad una generica descrizione della attività cognitiva umana, ma di precisare, natura limiti e relazioni dei processi sottostanti". Come avviene la trasformazione dell'informazione esterna? Come viene selezionata, ridotta? Come viene elaborata? Come interpretata e immagazzinata sotto forma di rete concettuale? Il modello del flusso di informazioni(F.I.) con la strutturazione di registri sensoriali e "magazzini" STS e LTS, nonché una serie di operazioni di controllo poste in STS influenzano i trasferimenti da STS verso LTS. La relazione tra stimolo ricevuto e conoscenze possedute si arriva al risultato di decifrazione di un numero elevato di caratteristiche globali e particolari dello stimolo. *"L'elaborazione messa a punto dal sistema uomoserveimplicitamente ed esplicitamente per immagazzinare informazione per la trasformazione in traccia mnemonica recuperabile all'occorrenza"*.

possibile condividere e favorire la circolarità dei significati tra soggetti appartenenti allo stesso gruppo culturale.

La formazione dei concetti ha un evidente legame con le definizioni verbali, ma questo è, secondo molti studi, a partire da quelli di Vygotskij, preceduto da una iniziale formazione preverbale in bambini in cui si è osservata una buona capacità di categorizzare e la categorizzazione avviene su base sia funzionale, sia percettiva, sia astratta; con il procedere dello sviluppo i concetti subiscono cioè una organizzazione gerarchica.

Da un punto di vista formale, la natura dei concetti implica che di essi sia data una definizione esplicita e quindi che siano in stretta relazione reciproca con la lingua.

Vergnaud (1985-1987-1990) nel suo lavoro sui concetti matematici, mette in evidenza proprio questo fatto "*...un concetto non è un concetto finchè non ha un nome*" (1987 pag 52) riferendosi specificatamente all'ambito scientifico, ma la validità di questa affermazione si può assumere come generale. La sola etichetta però, non basta a determinare un concetto, perché è indispensabile un legame imprescindibile con il significato, i concetti scientifici sono caratterizzati da l'univocità dei significati mentre tutti gli altri concetti richiedono la determinazione della gamma dei significati (Newman et al. 1989, Nelson 1986). Quindi, ogni concetto comporta la connessione tra definizione e segni e tra definizioni e razionalità. Queste sono le due condizioni fondamentali affinché una idea più o meno precisa si modelli in concetto perfettamente significato.

Nella letteratura si è operato una distinzione tra concetti e schemi e messo in evidenza che strategie funzionali come segni e definizioni razionali consapevoli determinano i concetti per cui a differenza degli schemi essi implicano una competenza conoscitiva e dunque linguistica. Gli schemi rappresentano delle strutture che organizzano i contenuti di conoscenza non consapevole e sono modellati "*dall'esperienza percettiva e inconscia, con stretto legame al senso comune*" (Cavallini,1995, pag

231). Newman ed altri parlano infatti di "*funcional or thematic or relational*" a proposito degli schemi, mentre si esprimono in questi termini a proposito dei concetti: "*taxonomic or categorial*" (Newman e AA. VV, 1989, pp123).

Anche Nelson (1986 pp1-19) mette in evidenza il carattere contestuale e percettivo degli schemi distinguendolo da quello sistematico e astratto dei concetti.

Stando a quanto affermano questi autori si deduce, ad esempio, che sono di tipo razionale o logico oppure, in senso più generale sistematico astratto, le categorie di formazione dei concetti biologici come quelli che portano a categorizzare, in zoologia, i delfini e i pipistrelli tra i mammiferi invece che, rispettivamente, tra pesci e uccelli; sono dello stesso tipo quelli che portano a classificare nello stesso phylum degli uccelli, struzzi, quaglie e aquile, mentre appartengono a **categorie non razionali**, percettive o analogiche, quelle che portano a modellamento di **concezioni generali** che inducono a credere che "tutti gli organismi marini siano pesci" e quindi che il delfino e la balena lo siano ( Lindsay e Norman, 1983). Allo stesso tipo di categorie appartengono quelle che conducono al modellamento di **concezioni specifiche** che inducono convinzioni tipo "i gamberi sono pesci" secondo la categoria "sono in vendita in pescheria" (Luccio, 1991). "*Gli attributi definienti dei concetti devono essere ben stabili, espliciti, chiari, inequivocabili. Le classi concettuali hanno confini precisi...non consentono sovrapposizioni anche solo parziali di altre classi o assegnazioni di individui incerti. I concetti rispondono al bisogno di precisare le forme di organizzazione razionale in senso stretto e disciplinare delle conoscenze e permettono di interpretare le nozioni disciplinari in modo puntuale ed idoneo ad orientare nella rete delle loro relazioni sistematiche, e delle procedure con cui sono definite o definibili ed elaborate o elaborabili*" (Cavallini, 1985, pag 232).

## **4.2 Interazione sociale, cultura, lingua e categorizzazione cognitiva**

U. Margiotta<sup>33</sup> mette in evidenza che *“la lingua è da considerarsi sia un prodotto di cultura, sia colei che parla la cultura”* questo, in linea con le concezioni psicologiche attuali secondo le quali la mente e, dunque, i concetti si strutturano sulla base della esperienza personale ma questa è modellata dalle interazioni sociali e culturali in cui la comunicazione verbale ha un ruolo centrale.

La lingua è quindi lo strumento fondamentale per mettere in atto e precisare *“processi di interazione comunicativa, per diventare e restare membri di un gruppo, per esprimere e comunicare agli altri le proprie esperienze, i propri pensieri e i propri sentimenti, per persuaderli, convincerli ovvero per autoregolare i propri comportamenti comunicativi in relazione a quelli degli altri. Il linguaggio verbale ha valenza euristico-produttiva: è lo strumento privilegiato per esporre e conoscere la realtà, per formare progressivamente una rete di significati di significati entro cui inserire i fenomeni osservati o sperimentati, per produrre cose. La lingua permette di incasellare le esperienze in categorie generali, oggettivandole in campi semantici creati con il lessico, la grammatica, la sintassi”* (U. Margiotta, 2002)<sup>34</sup>.

Alcuni autori come Nelson (1986.a), Slackman (1986, pag 54) hanno messo in evidenza la necessità di considerare alcuni fattori dell'esperienza che influiscono nel modellare la rappresentazione degli eventi, ad esempio, l'età, lo scopo dell'evento, la partecipazione attiva o passiva, lo spazio lasciato alla verbalizzazione dell'evento, lo spazio lasciato per ridiscutere e rinnovare il ricordo sono fattori determinanti l'apprendimento. In particolare altri autori (Carey e Smith, 1985) oltre a quelli citati concordano sul fatto che la conoscenza riguardo ai fenomeni del mondo deriva non solo dalla nostra esperienza personale ma anche

---

<sup>33</sup>U. Margiotta, terza lezione paragrafo *“il linguaggio come strumento della mente”*, In Pedagogia on-line/SIS, 2002.

<sup>34</sup> In Pedagogia on-line/SIS,2002.

da canali intersoggettivi rappresentati da quelli sociali e culturali. Riguardo la conoscenza del mondo relativa a un fenomeno nuovo convergono congiuntamente non solo esperienza personale ma anche influssi culturali e sociali che sostengono la sua comprensione e consentono di operare la sua rappresentazione.

La relazione congiunta tra esperienza personale, cultura e socialità, interviene, ovviamente, nella costruzione delle categorie gerarchie in cui incaselliamo il nuovo evento, vale a dire che il modo degli altri di esprimere linguisticamente l'evento, la nostra esperienza relativa al riconoscimento della similitudine tra fenomeni o eventi già incasellati e nuovi osservati, la cultura di appartenenza influenzano la comprensione e la costruzione delle gerarchie del nuovo fenomeno o evento. *"Lo sviluppo cognitivo è inconcepibile senza la partecipazione ad una cultura ed alla sua comunità linguistica"*<sup>35</sup>.

---

<sup>35</sup> Ibidem, U. Margiotta, Pag 5

### **4.3 La lingua quale strumento organizzatore della cognizione**

Vygotskij in *Pensiero e linguaggio*(1966, pp 23), afferma: “ *una parola non si riferisce ad un singolo oggetto ma a un gruppo di oggetti. Ogni parola è già, di conseguenza, una generalizzazione. La generalizzazione è un atto verbale del pensiero e riflette la realtà in modo diverso dalla sensazione o percezione...la distinzione qualitativa tra sensazione e pensiero...è presenza in quest’ultimo di una riflessione generalizzata della realtà che è pure l’ essenza del significato della parola; e conseguentemente che il significato sia un atto di pensiero nel pieno senso del termine*”. Sulla stessa Linea Bartlett (1990, pag 62), afferma che “*Il nome, non appena assegnato, immediatamente modelli sia ciò che viene visto, sia ciò che viene ricordato*” mentre Worf dice che la “*coniazione delle parole non è un atto di fantasia anche nei voli più folli del non senso, ma è un uso rigoroso di materiali già strutturati. Se gli si chiede d’inventare forme non ancora prefigurate nelle strutture della lingua, il parlante non ci riesce, come non si riuscirebbe a fare le uova fritte senza uova*” (Worf 1970, pag 215).

La lingua è quindi un sistema ordinato di significati, di categorie, di principi e metodi per produrre i significati stessi. La lingua collega e dà forma al corso dei pensieri che comunica e la forma vincola la costruzione dei pensieri in quel preciso modo (U. Margiotta, 2002)<sup>36</sup>.

Lingua e pensiero sono incatenati tanto da prodursi reciprocamente e coevolvere ed è in questo vicendevole processo che risiede il funzionamento delle strutture linguistiche come strutture organizzatrici della cognizione e viceversa (Cavallini 1995, pag 312).

Le parole quindi sono interessate da una rete di relazioni che ne determinano la comprensione, gli usi, in rapporto alle altre parole o ai

---

<sup>36</sup>U. Margiotta, In *Pedagogia on-line/SIS*, 2002, Terza lezione. Il linguaggio come strumento della mente. In che senso l’apprendimento precede lo sviluppo.

contesti o al pensiero in cui la parola si manifesta. Ciò avviene sia nelle reti di strutture semantiche sia concettuali.

I collegamenti semantici e sintattici informano proprio riguardo alla complessità del sistema alla base delle relazioni tra le parole e il pensiero (ibidem, pag 312).

Sono due le dimensioni lungo le quali si stabiliscono le relazioni tra strutture lessicali (parole-parole, parole-pensieri) e strutture cognitive (pensieri-pensieri, pensieri-parole), la dimensione verticale che specifica i rapporti di sovraordinazione e subordinazione e la dimensione orizzontale che specifica le aree semantiche connesse ai contesti (ibidem, pag 313).

Perciò, pronunciare o pensare a una parola significa sia evocare tutta una gamma di altre parole e pensieri ad essa connessi, subordinate (es dito e mano subordinate ad avambraccio) o sovraordinate (es arto superiore sovraordinato a braccio, avambraccio e mano); sia evocare le connessioni funzionali (es: musica-orecchio; lingua-gusto o lingua-sapore, mano-afferrare, braccio e avambraccio-sollevarlo).

E' radicata in queste affermazioni, la convinzione che dal punto di vista cognitivo viene, quindi, a crearsi un sistema che raggiunge l'apice di sistematicità e ordine nella produzione delle conoscenze scientifiche intrinseche di razionalità.

Nella produzione di classificazioni biologiche, di simboli chimici e formule chimiche, di formule matematiche e leggi fisiche, si producono **linguaggi specialistici che si intrecciano** con le **strutture di pensiero delle discipline**; il linguaggio delle discipline scientifiche parte dalle basi della lingua comune e coevolve con essa specializzandosi. Per fare un esempio di quel che si intende dire ci si può riferire al fatto che quando si dice o si pensa a parole come "solfato", oppure si pronuncia il termine di "rettile" i termini o i pensieri pronunciati o pensati, orientano in modo unidirezionale e senza equivoci verso una precisa gamma di significati escludendo molte altre direzioni possibili. Nel primo caso si orientano ad esempio verso un gruppo di



sostanze cristalline a carattere ionico escludendo tutti gli aggregati a carattere atomico o molecolare; nel secondo caso si è orientati verso organismi a sangue freddo, non volatori, ovipari, sprovvisti di penne, svincolati dall'acqua, escludendo ad esempio categorie come presenza di mammelle, allattamento, parto, pelliccia, volo e relazioni funzionali tra dentatura e tipo di nutrizione (Borsese,1993).

#### **4.4 I risvolti didattici di queste concezioni nell'insegnamento/apprendimento delle scienze**

Il ruolo della lingua e le relazioni con il pensiero ci portano a dire che se non si dispone di parole o segni con i quali fissare ciò di cui si vuole conoscere facendo esperienza individuale e sociale e senza l'accurata comprensione dei significati sottostanti a parole o segni è impossibile esprimere qualsiasi sequenza di ragionamento. Inoltre, non solo l'arricchimento e la memorizzazione di nuove parole è importante in un processo di apprendimento, ma nella costruzione dell'apprendimento sono fondamentali anche la comprensione e il controllo dei significati assegnati, individuali, culturali e sociali. Le difficoltà riconosciute e messe in luce in molte ricerche ( Vygotskij, 1966; Arons, 1992 pag 20-21) sulla fruizione linguistica sono relative, ad esempio, ai connettivi logici ( affinché, ma, perché, sebbene, poiché, quindi...) e alle connessioni condizionali ( se...allora), altre invece riguardano la comunicazione linguistica e precisamente la selezione che essa effettua utilizzando un meccanismo luce/ombra riguardo ai contenuti di conoscenza, sottolineando in modo esplicito quelli che si vogliono evidenziare e sorvolando sui contenuti che non si vogliono evidenziare. Olson con il suo lavoro mette ben in evidenza questo aspetto quando in relazione alla affermazione "*le parole denominano le cose*" e, soffermandosi a riflettere sull'affermazione stessa, aggiunge che chi pronuncia questa frase trascura il fatto che le parole etichettano oggetti, fenomeni o eventi "*nel contesto implicito delle alternative escluse*" (Olson 1979, pag 119). Questo significa porre l'accento sul fatto che molta parte della comunicazione linguistica è implicita e sul fatto che ogni messaggio espresso, attraverso ogni via di comunicazione, verbale o non, deve venire integrato con le conoscenze più idonee a interpretarlo e a contestualizzarlo. Proprio qui sta il nodo della questione.

Infatti comunicanti diversi possono essere in possesso di conoscenze e modi interpretativi simili o differenti e possono perciò trovarsi nella

condizione interpretativa consonante o dissonante con conseguente malinteso sul significato delle parole. Molte difficoltà cognitive nelle discipline scientifiche come fisica, chimica, matematica e biologia sono originate proprio dalla inadeguatezza reciproca a tradurre le espressioni verbali oppure alla mancanza di pratiche interpretative dell'uso delle espressioni linguistiche. Arrons (1992) ritiene che proprio sul testo, si incardina la problematica della risoluzione di problemi anche elementari. L'uso impreciso di frasi come "i solidi hanno forma propria" senza sottolineare o proporre all'attenzione le polveri, induce a porsi la domanda se è possibile che arrivi ad una rappresentazione corretta chi non sa nulla di struttura della materia e della natura delle forze delle interazioni tra le particelle che costituiscono il corpo in esame.

E' evidente da questo esempio, come ci sia un nesso inscindibile tra interpretazione delle singole parole, pensiero e conoscenze possedute e come il messaggio tra parlanti possa dar luogo a incomprensioni che non sorgono solo per via dei diversi significati attribuiti alle parole ma dal fatto che molte informazioni vengono omesse perché si danno per note (Cavallini, 1995). Parimenti, espressioni come "il sole sorge a est e tramonta a ovest e percorre un arco nel cielo" danno per scontato che ci stiamo riferendo a una convenzione e l'omissione del termine "apparente" potrebbe essere normale per un esperto ma non lo è affatto per un soggetto che non ha conoscenze consolidate a riguardo o se le sta costruendo. Vale lo stesso per espressioni come "scendere al sud" , "bicchiere vuoto" o "asse terrestre inclinato sull'orbita", "il colore dei pantaloni" (idem, 1995). Quindi la comunicazione linguistica, dal punto di vista didattico, potrebbe sia indurre rappresentazioni scorrette, sia omettere indizi atti ad evitarle. E' in conseguenza di ciò, molto importante vagliare e prestare attenzione alle **competenze etimologiche** di chi si ha di fronte e alle **abitudini che dimostrano riguardo all'analisi**. Nei linguaggi specialistici, quanto più una lingua speciale specializza i termini della lingua comune con significati univoci tanto più impone di prestare attenzione alla confusione cognitiva che

può generare. *Il termine ferro è monosemico per il linguaggio chimico, è invece polisemico per il linguaggio comune, che va dalla composizione degli oggetti, a strumenti particolari(cancelli ecc) , a un particolare carattere duro riferito alle persone (è di ferro), o particolari strumenti domestici(come ferro da stiro, ferri per lavorare a maglia); generali strumenti di lavoro(es. ferri del mestiere)...“cristallo” in mineralogia è usato in riferimento a una particolare struttura dei minerali, ma gli studenti possono attribuirgli il significato di un tipo particolare di vetro che essi sentono usare in riferimento ad oggetti conosciuti come i bicchieri o vasi”* (Cavallini, 1995, pp171).

Altra problematica che può indurre a concezioni scorrette è quella delle **metafore**. I campi che sono interessati da questo problema nelle scienze sono molti, tanto per fare un esempio, possiamo prendere la biologia ed in particolare la genetica e l'utilizzo senza analisi di termini traslati dal campo della comunicazione come: informazione, istruzioni, messaggi, oppure in campo fisico quando si dice “si vedono le particelle”, oppure in geografia astronomica quando si dice “la Terra compie un moto di rotazione attorno al suo asse” o che “l'equatore divide la Terra in due emisferi, quello nord e quello sud”, o ancora in biologia che “l'uomo discende dalla scimmia”, è evidente che si usano delle metafore linguistiche. E', però altrettanto evidente che, per comprendere l'impiego di metafore e la relazione tra le espressioni e la realtà occorre essere in possesso di competenze di analisi e di abitudini analitiche che spesso sono più degli esperti che dei profani (ibidem, 1995).

In conclusione è possibile affermare che proprio per il ruolo della lingua e delle parole e le relazioni con il pensiero, sono molti i fattori che determinano la generazione di concezioni e ogni fattore appare fortemente interconnesso con l'altro. Se da un lato la lingua permette di identificare le categorie logiche e di specificarle, dall'altro essa evolve in funzione del modo di pensare e quindi la determinazione delle categorie logiche e i modi di pensare sono strettamente interdipendenti.

## **5. L'apprendimento delle conoscenze scientifiche**

### **5.1 Le teorie dell'apprendimento delle scienze**

Le teorie di apprendimento delle scienze non sono separate dalle teorie dell'apprendimento in generale, ma rappresentano un tutt'uno unico e come queste hanno visto diverse tappe a partire dalla tappa di matrice skinneriana relativa al rafforzamento dello stimolo, fino alle teorie dell'apprendimento visto come costruzione della conoscenza che ha radici nel lavoro di Piaget ed ha assunto nuovi orientamenti per merito di ricercatori come Bruner e Vygotskij. In particolare le teorie di matrice comportamentista e quelle di matrice cognitivista sono da considerarsi opposte, è il costruttivismo di matrice vygotkijana che ha trovato una conciliazione tra le due posizioni poiché da un lato ha rifiutato la visione comportamentista di identificare lo sviluppo con l'apprendimento e dall'altro ha rigettato la visione piagetiana dell'indipendenza tra sviluppo e apprendimento assumendo l'idea che essi sono invece in dialogo continuo.

Sul rapporto tra cultura e apprendimento ci sono state attente riflessioni che hanno portato a porre l'accento sulle interazioni fra contesto e soggetto (Boscolo 1997).

L'apprendimento delle scienze nei contesti scolastici si fonda ancora sulla teoria comportamentista<sup>37</sup> che concepisce il "processo istruttivo" di un individuo come

un'azione di addestramento invece che un processo di apprendimento, essendo quest'ultimo fondato su metodi trasmissivi secondo i quali gli studenti possono assorbire in modo passivo le informazioni. L'adozione di questa visione sembra essere legata soprattutto al numero sempre crescente di informazioni e di scoperte in campo scientifico e alla concezione che il sapere scientifico sia sinonimo di immagazzinamento di

---

<sup>37</sup> [indagine campionaria Berlinguer. Gruppo di Lavoro Interministeriale per lo sviluppo della cultura scientifica e tecnologica, risultati pubblicati Aprile 2008.](#)

informazioni in specifici campi di conoscenza, sia cioè sapere enciclopedico. L'approccio trasmissivo emerge anche dalle metodologie di conduzione degli esperimenti in laboratorio; là dove, in una minoranza di casi, il laboratorio risulta praticato, gli esperimenti vengono visti come protocolli da eseguire per verifiche di leggi o introduzioni di attività pratiche dai quali operare una raccolta dati che servirà a dedurre ipotesi o confermare quadri teorici già consolidati. (ibidem, nota 13)

Viennot (1979) e Mc Dermott (1984) sono i primi due autori che con i loro studi sull'apprendimento in campo scientifico mettono in evidenza l'importanza delle "idee pregresse" considerandole "costrizioni cognitive" realizzate dai soggetti per interpretare fenomeni naturali.

Oggi invece che di idee pregresse si parla di vere e proprie teorie relative al mondo e cioè di concezioni ben strutturate alla luce delle quali si interpretano i fenomeni naturali, si parla di epistemologie del mondo, di credenze epistemologiche.

Molti studi ( Carey, Smith, Sinatra, Brem, Berti, Mason ed altri) condotti su bambini riguardo le concezioni dei fenomeni naturali hanno messo in evidenza che essi posseggono, già all'ingresso della scuola elementare, teorie relative al mondo, credenze epistemologiche che sono strettamente dipendenti dall'esperienza avuta dei fenomeni in contesti naturali. La classificazione e la sistematizzazione di eventi, oggetti, fenomeni all'interno di spiegazioni plausibili munisce il soggetto di controllo del mondo che lo circonda. Pertanto un bambino è in possesso già in età prescolare di "teorie" del mondo (Carey, 1985) che si intromettono tra il soggetto e le teorie scientifiche accreditate e che se non vengono prese in considerazione possono inficiare il processo di apprendimento in campi specifici della scienza.

Le teorie così costituite nascono cioè dalla necessità di dare una spiegazione su ciò che ci circonda e sono funzionali alla interpretazione dei fenomeni e alla possibilità di spiegarli.

Una volta che la spiegazione è stata articolata e per il suo tramite si riesce a prevedere fenomeni simili, essa acquista validità e conferma, sia dal confronto diretto con la realtà sia dalla condivisione con altre persone, o con la cultura di appartenenza.

Nell'educazione scientifica oggi si pone l'accento sulle teorie della mente così costruite ritenendole importanti interferenze delle teorie scientifiche accreditate, lo stesso Gardner (1991) mette in evidenza l'attenzione da porre su questo aspetto, ritenendo che le interpretazioni personali del mondo siano il frutto di intuizioni e di meccanismi di pensiero che si basano su interazioni con il mondo piuttosto di tipo senso-motorie anziché scientifiche.

Le teorie così costituite sono molto resistenti e spiegano il motivo per cui anche dopo processi istruttivi, concezioni relative, ad esempio, alla forma della Terra oppure alla causa delle stagioni, sono dissonanti rispetto alle teorie scientifiche accreditate. Berti<sup>38</sup> in accordo con S. Carey(1985), sostiene un nuovo approccio relativo all'esistenza di strutture cognitive, e in alternativa all'approccio piagetiano dell'esistenza di strutture cognitive e cambiamenti generali, propone che *"le strutture cognitive e i loro cambiamenti sono specifici per dominio, riguardano cioè argomenti distinti"*(Berti 1985, pag 20). Il nuovo approccio secondo la Berti, sempre in accordo con la teorizzazione della Carey, *"spostava l'attenzione dalle operazioni intellettuali che costituiscono la forma del pensiero ed hanno un ruolo centrale nella teoria piagetiana, al contenuto del pensiero, cioè i concetti e le concezioni( i sistemi di credenze) in cui sono inseriti."* (Berti 1985, pag 21).

La tesi che le strutture cognitive dei bambini e ragazzi, ma oggi anche degli adulti (si parla di diverse epistemologie: epistemologie immature o naive e mature o adulte), possono essere viste come teorie della mente forniva lo spunto per una corrispondenza bambini-scientziati e tra sviluppo cognitivo-storia della scienza e spingeva l'indagine in questo

---

<sup>38</sup> A. E. Berti, *Storia, teorie, metodi*, Il Mulino, Bologna 1985

campo. L'approccio nuovo iniziato da S. Carey ha condotto ad una vasta serie di ricerche sulle concezioni in molti domini scientifici specifici, primo fra tutti quello fisico, ma anche biologico, astronomico, chimico, psicologico. La scoperta delle "teorie della mente" ha indotto numerose ricerche empiriche e dibattiti sia sulla "natura" delle concezioni, sia sui processi che guidano i cambiamenti. Si è postulata una corrispondenza tra bambini-scienziati e mentre alcuni ricercatori come Harris (1991) negano questa altri la intravedono nel nuovo approccio, altri come per esempio Gopnick e Meltzoff(2000), sostengono la similitudine non sulla base del fatto che siano i bambini dei piccoli scienziati, ma che al contrario, gli scienziati siano dei grandi bambini.

Studiosi come Strike e Posner (1985) attirati dal problema dell'apprendimento e dell'insegnamento delle scienze, disillusi dalla visione empirista che vedeva il processo di conoscenza come un processo additivo che parte dall'esperienza, hanno ricercato visioni alternative. Altri come Novak (1977) si sono invece concentrati sulle concezioni degli studenti, aprendo così quella strada che in campo educativo avrebbe condotto al traguardo delle teorie della mente.

Tutti questi studi citati hanno portato ad affermare che *"i concetti degli studenti sono organizzati in strutture simili alle teorie e che compito dell'insegnamento è di trasformare sia queste che quelli. L'esito dell'istruzione desiderato sarà diverso a seconda del rapporto intercorrente tra le concezioni persistenti negli studenti e quelle scientifiche che devono essere acquisite. Nel caso di concordanza sulle concezioni e gli assunti più importanti si tratterà di un arricchimento delle concezioni preesistenti attraverso l'aggiunta (o secondo Piaget, assimilazione) di altre informazioni con esse congruenti. Nel caso invece di profonde divergenze come quelle che hanno opposto la fisica aristotelica a quella galileiana, si tratterà di effettuare una ristrutturazione radicale che richiede non solo una revisione delle credenze ma anche una riformulazione dei concetti( o un loro accomodamento). E' a questo secondo tipo di cambiamento che viene*



*riservato, l'espressione di cambiamento concettuale"* (Berti 1985, pag 22).

E' proprio a proposito di questo che alcuni studiosi si sono rivolti alla storia e alla filosofia e alle analisi condotte in questo ambito sulla scienza e sui processi che in essa determinano i cambi di paradigma, ci si riferisce in particolare all'opera di filosofi come Kuhn e al dibattito sulle rivoluzioni scientifiche come processo irrazionale (secondo Kuhn) o razionale (secondo Thagard); è da queste analisi che molti psicologi dell'educazione hanno tratto spunti sulle condizioni facilitanti o ostacolanti il cambio concettuale. La storia della scienza reca in sé molti momenti in cui si sono verificati cambiamenti di paradigmi, ne sono un esempio la teoria copernicana che subentra a quella tolemaica, la teoria della combinazione tra ossigeno e sostanza combustibile nel processo di combustione che sostituisce la teoria del flogisto, la teoria dell'evoluzione biologica ecc.

Queste ricerche non sono solo importanti percorsi di conoscenza e quindi di scoperta ma sono stati anche importanti punti di aggancio per l'altro problema sorto proprio da questo nodo: quali interventi attuare per favorire il cambiamento concettuale?

Strike e Posner(1985) hanno proposto alcune condizioni che devono essere assolte affinché si verifichi il cambio di paradigma:

1. suscitare insoddisfazione nella concezione che si vuole modificare, in molti modi, primo fra tutti attraverso l'esperienza, le teorie di cui si è in possesso non riusciranno più a interpretare l'esperienza, si attiveranno quindi anomalie nei modelli mentali di cui si è portatori. Implicazioni manifestamente false o contraddizioni relative ad altre aree, possono aggiungersi alle anomalie sperimentali e tutte saranno efficaci nel minare teorie ingenuie
2. la nuova concezione deve avere un requisito fondamentale: quello della comprensibilità; quindi deve potersi collocare senza discontinuità nella rete di concetti possedute dallo studente in modo che venga compresa, anche se la comprensione non è

sicurezza di abbandono di vecchie credenze in favore delle nuove. Le credenze devono essere si incasellate in una cornice che costituisce una *"ecologia mentale che include una moltitudine di altri prodotti intellettuali: teorie più o meno imparentate con quella in questione, conoscenze attinenti ad altri ambiti della realtà, credenze metafisiche e religiose, convinzioni di tipo metodologico sui requisiti che una teoria o i metodi per verificarla devono soddisfare, idee generali sulla natura della conoscenza"*. (Berti 1985, p. 23).

3. *Affinchè una nuova teoria... venga accettata...occorre la realizzazione della terza condizione: essi devono essere plausibili, il che avviene quando sono in armonia con questa più ampia ecologia mentale"* (ibidem. 1985)
4. l'ultima condizione da assolvere è relativa alla maggiore ampiezza della portata della nuova teoria, vale a dire che faccia intravedere il fatto che il mondo possa essere meglio compreso alla luce della nuova teoria grazie al numero maggiore di interazioni efficaci che si possono stabilire tra il mondo ed essa.

Gli studi relativi al quadro delle concezioni o rappresentazioni mentali e quello meglio definito del cambio concettuale hanno contribuito a dettagliare le concezioni nel campo delle scienze e oggi si parla di "teorie ingenuè", credenze epistemologiche intuitive, teorie alternative, epistemologia naif per dare rilievo alle differenze tra queste teorie, presenti a tutte le età, e quelle della scienza accreditata (Mason, 2006). Anche se sono partite da specifici domini in campo scientifico, si è potuto constatare che le teorie della mente riguardano sia altri campi specifici, come concezioni economiche, dell'arte ecc, sia campi più generali come quelli della concezione sulla conoscenza e la modalità della sua acquisizione condotte da Mason (2001), o quelli che influenzano la motivazione all'apprendimento, l'impegno scolastico, o le concezioni riguardo all'importanza delle materie scolastiche condotte da Pintrich

(1999). Comunque sia anche nel filone di ricerca educativo sono sorte le stesse diatribe emerse nel filone delle ricerche riguardo alle epistemologie nel corso dello sviluppo evolutivo, e in campo educativo è risultata più persuasiva l'ipotesi che le concezioni ingenuie, in campo scientifico, non siano vere e proprie teorie sistematizzate ma siano invece frammenti di schemi che si strutturano in seguito all'osservazione di fenomeni che includono anche entità non osservabili come atomi e forze (Di Sessa, 1993) e quindi che non si debba, come Strike e Posner propongono, preparare durante l'apprendimento un percorso che consenta la revisione, ma quanto uno che attivi i collegamenti tra i vari schemi e tra questi e quelli concettuali relativi ad enti non osservabili. E' molto probabile che la questione a riguardo possa posizionarsi come propone Berti: *"se si accetta l'idea che l'ecologia mentale comprenda una varietà di prodotti intellettuali, si può ammettere che ci siano strutture concettuali simili a teorie accanto ad altre che non assomigliano per nulla a teorie e, anche i cambiamenti siano di tipi diversi. Alcune credenze vengono sia abbandonate che dimenticate, tra esse rientrano molte di quelle studiate da Piaget. Ad esempio bambini che hanno acquisito nozioni di conservazione, non ricordano che quando erano piccoli pensavano che una pallina di plastilina aumentasse di quantità dopo essere stata schiacciata. Altre credenze vengono abbandonate ma non dimenticate. I concetti a cui si riferiscono non scompaiono né vengono riassorbiti in altri, ma cambia il loro statuto ontologico, ovvero il tipo di mondo o sfera di realtà in cui vengono collocati. Col modificarsi delle credenze che li riguardano, alcuni concetti vengono invece radicalmente cambiati, anche se rimane una continuità con le loro versioni anteriori e più primitive"* (ibidem, 1985, pg 25).

In conclusione, le moderne teorie dell'apprendimento scientifico prendono come base le teorie costruttiviste socio-culturali di Bruner e storico-culturale di Vygotskij. Il primo si riferisce a ciò che succede nella mente dell'individuo, il secondo è orientato più al contesto e al modo in cui la mente in relazione a questo costruisce la conoscenza. La

conoscenza, per cui, è costruita dal soggetto attraverso un apprendimento contestualizzato nella cultura di provenienza. Vygotskij ha inoltre intrapreso studi riguardo all'apprendimento di un bambino nella condizione di operare in modo autonomo e nella condizione di lavorare insieme a un adulto concependo il concetto di "zona di sviluppo prossimale" definita come *la distanza tra il livello attuale di sviluppo determinato dalla capacità di risolvere problemi in modo autonomo e il livello di sviluppo potenziale, determinato dalla capacità di risolvere problemi con la guida di un adulto o con la collaborazione di pari più bravi* ( Vygotskij 1978). Nelle teorie dell'apprendimento prende importanza l'ambiente di apprendimento, dove il concetto di ambiente è molto ampio: non solo i bambini e il materiale didattico ma anche, quale elemento fondamentale, la comunicazione interattiva. È proprio la comunicazione interattiva che può aiutare il bambino alla riflessione riguardo alle eventualità del possesso di teorie incoerenti facendo perno non solo su un' azione intelligente come voleva Piaget, ma sulla interazione attraverso comunicazione e linguaggio. L'apprendimento collaborativo fa ingresso nell'educazione in generale e scientifica in particolare, grazie all'accento posto da Vygotskij e viene concepito nelle accezioni più moderne( kaye, 1994) come costruzione di conoscenze, abilità e espressioni che risultano da un processo di apprendimento di gruppo.

Tutte queste nuove teorie si coniugano ai modelli di elaborazione dell'informazione di Johnstone (IMP: Information Processing Model) schematizzato nella figura<sup>39</sup> sotto

---

<sup>39</sup> Huitt, W. (2003). The information processing approach to cognition. *Educational Psychology Interactive*. Valdosta, GA: Valdosta State University. Retrieved [date] from, <http://chiron.valdosta.edu/whuitt/col/cogsys/infoproc.html>

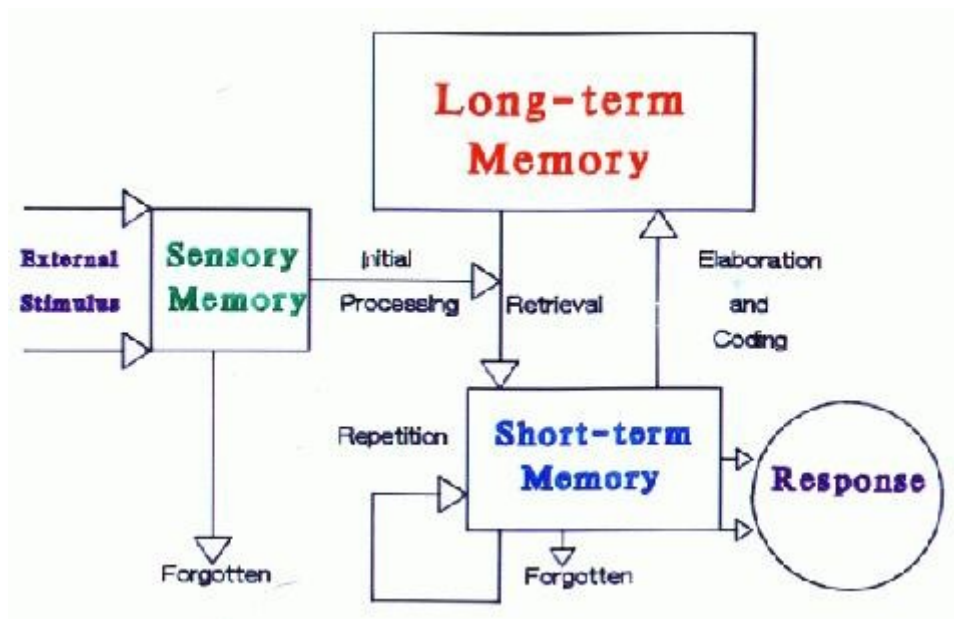


Fig.1. Modello di elaborazione dell'informazione. IMP: Information Processing Model.

Le informazioni che questo modello fornisce sono molto utili per l'apprendimento in generale e delle scienze in particolare oltre che per l'organizzazione del processo didattico specifico allo scopo di favorire un apprendimento significativo.

In primo luogo ciò che è oggetto dell'apprendere è controllato sia da ciò che si conosce e si è già compreso, sia da ciò che si è appreso con successo. La quantità di informazioni che possono essere elaborate nell'unità di tempo non è elevata ma, anzi, è limitata. Collegamenti ed associazioni esplicite facilitano il consolidamento di ciò che si è appreso. Il problem solving è un processo che facilita collegamenti, i soggetti devono essere messi nella condizione di sperimentare, difendere, formulare ipotesi e pianificare un percorso di controllo.

L'apprendimento delle scienze basato sulla ricezione di informazioni e comprensione delle spiegazioni orali fornite dal docente di scienze, può sembrare positivo a breve termine, ma non lo è a lungo termine.

Le teorie costruttiviste dell'apprendimento (Jenkins 2000) possono far luce sull'aspetto del perché gli studenti incontrano molte difficoltà nelle materie scientifiche, infatti le teorie ingenuamente prospettate nella visione costruttivista

possono rendere ragione di questa difficoltà. Proprio il possesso di teorie della mente sul mondo ha molto spesso rilevato che esse possono creare conoscenze implicite in contrasto con le teorie scientifiche, spesso controintuitive e contro-immediate (basti pensare al fenomeno di fusione che prevede un passaggio di stato con conservazione della natura della sostanza in questione, oppure il non riconoscimento della materialità dell'aria secondo il principio intuitivo che "esiste solo ciò che si vede").

Jenkis (2000) sostiene che le teorie di cui sono in possesso gli studenti costituiscono un filtro attraverso cui essi interpretano ciò che gli insegnanti spiegano e rappresentano, un ostacolo spesso non manifesto all'apprendimento dei concetti scientifici. Ricerche di Strike e Posner (1985) mettono in evidenza che l'esplorazione dei concetti scientifici deve produrre l'inaffidabilità nelle proprie teorie per la spiegazione dei fenomeni solo così il soggetto si rivolgerà verso altre possibili spiegazioni e interpretazioni e sarà disposto ad abbracciare altre teorie del mondo. L'apprendimento scientifico dovrebbe perciò essere condotto mediante il problem solving, un problema da risolvere, un fenomeno da spiegare in cui agli studenti in gruppo viene richiesto di riferire concezioni e di confrontarsi sulle stesse, di verificarle stimolandoli a riflettere su eventuali contraddizioni (Yore, Bisanz, Hand, 2003).

In quest'ottica costruttivista molte sono le variabili che occorre prendere in considerazione per il cambiamento concettuale. In primo luogo il cambio della concezione riguardo al sapere scientifico come sapere enciclopedico, l'abbandono della visione comportamentista dell'apprendimento consolidata da modelli didattici particolari come quello per obiettivi, sia l'abbandono stesso di un modello di rapporto insegnante/allievo insito nelle teorie ingenuie di studenti e insegnanti impregnato di ruoli stereotipizzati.

## 5.2 Rappresentazioni mentali sulla natura della scienza

Carey e Smith (1993) sostengono che la centralità dell'apprendimento scientifico è quello di focalizzare gli sforzi nell'aiutare gli studenti a comprendere la natura dell'impresa scientifica. L'importanza di questo risiede nel fatto che gli studenti nel percorso scolastico di base conosceranno solo una piccola parte dei saperi scientifici ma come cittadini saranno chiamati a prendere posizione su temi di pubblico dominio che possono presentarsi come grandi controversie. Perciò, un curriculum di successo in ambito scientifico sarà quello in grado di alimentare un interesse continuo per le scienze e quello che favorirà un apprendimento di competenze per la vita tra le quali primeggiano senso critico e di giudizio e valutazione.

Il **coinvolgimento attivo degli studenti** e la **comprensione della natura della scienza** sono i **punti chiave** per innescare un processo continuo di interesse verso le scienze.

Altro aspetto focale è rappresentato dall'attivazione di un processo di **mutamento paradigmatico** che è sempre molto difficile da innescare perché un processo del genere è una sfida intellettuale. Gli studenti arrivano a scuola con rappresentazioni mentali, cioè teorie e concetti che sono molto diversi da quelle della scienza accreditata e renderli consapevoli di questo può aiutarli al successo nell'apprendimento.

La visione di scienza di cui gli studenti sono portatori, affermano Carey e Smith, ma anche Hodson (1985, 1988), Nadeau e Desanteles (1984) e Strike e Posner (1985), corrisponde alla visione di matrice induttivista o empirista secondo la quale l'origine della conoscenza scientifica poggia solo su dati attorno al mondo e la natura è lì fuori pronta per essere conosciuta dagli scienziati che scoprono fatti e danno risposte sulla base di queste scoperte. I fatti stessi quindi esistono come fossero oggetti reali e basta solo scoprirli. Il lavoro degli scienziati consiste solo nello scoprire le leggi della natura e formulare teorie sostenute da fatti. Sulla base di queste idee scoperte negli studenti, nel corso delle ricerche

citare, Carey e Smith sostengono, l'importanza dell'attivazione di un apprendimento scientifico che presenti una epistemologia della scienza più costruttivista in cui sia facilitata la comprensione che gli scienziati hanno teorie che stanno alla base della generazione sia di ipotesi specifiche sia di esperimenti.

Occorre cioè, attivare un processo di comprensione relativo al fatto che **la conoscenza delle regolarità della natura** sia più una **conseguenza** del **susseguirsi di congetture** che la scoperta di regolarità e che il possesso di una prospettiva teorica è alla base sia dell'osservazione sia della sperimentazione. Quindi, attivare il mutamento concettuale per favorire la visione secondo la quale **le teorie non riflettono la realtà** ma sono invece una **costruzione intellettuale su larga scala** e le **congetture** sono a loro volta le fondamenta su cui si edifica qualsiasi lavoro scientifico e la guida di ogni processo di conoscenza del mondo.

Altre ricerche (Aguirre, Haggerty, Linder, 1990; Harris, 1992, Shapiro, 1996) hanno indagato invece le rappresentazioni mentali dei docenti di tutti i livelli scolari della scuola di base anche italiana (Roletto, 1998)<sup>40</sup> sulla scienza e i quadri teorici che ne escono non differiscono dalle rappresentazioni dei discenti.

Secondo queste ricerche la visione della scienza è di essere un riflesso della realtà, tale concezione corrisponde ad una visione positivista datata tra la fine dell'800 e gli inizi del 900 ed è di natura empirica, cioè si assiste alla prevalenza dei fatti sulla teoria, ed è realistica in senso stretto, cioè la corrispondenza tra teorie e realtà costituisce la verità della scienza.

---

<sup>40</sup> Roletto E., *Epistemologia e formazione degli insegnanti: punti di vista degli insegnanti sulla scienza*, Scuola e Città, n 5-6, giugno 1998, pp134-248.



### **5.3 Rappresentazioni mentali come credenze, le ricerche in campo scientifico**

In tutti i Paesi da ormai 30 anni si è sviluppata (Donaldson, Driver, 1978; Carey, 1985; Koslowski, 1996, Kun, Amsel e O'Loughlin, 1988, Kuhn, 1991 Shayer, 2003) la ricerca sulla formazione e l'apprendimento dei concetti scientifici in molti campi delle scienze, possiamo ammettere ormai che non esistono campi rimasti esclusi dall'indagine.

Le indagini citate hanno messo in evidenza che comunemente le persone sono portatrici di convinzioni che divergono in modo netto da quelle della scienza accreditata e che spesso queste concezioni influenzano il successo dell'apprendimento in questo campo. Queste ricerche hanno portato a fare sempre più chiarezza e a sistematizzare che si deve parlare di vere e proprie epistemologie e cioè di credenze, di teorie della mente e non di conoscenze o concetti errati, secondo i vecchi orientamenti.

Mason (2001) a proposito di conoscenze e credenze presenta alcune prospettive, una prima prospettiva (orientamento proposto da Abelson, 1979) suggerisce di operare una netta distinzione tra credenze e conoscenze evidenziando *"sette tratti che consentono di distinguerli, di cui gli ultimi cinque appaiono più evidenti dei primi due. 1. Gli elementi (concetti proposizioni, regole ecc) di un sistema di credenze non sono consensuali, in quanto possono risultare abbastanza differenti da quelli di un altro sistema dello stesso dominio...al tratto della non consensualità di un sistema di credenze si accompagna quello del suo diverso grado di consapevolezza della possibilità di costruzione di alternative. 2. I sistemi di credenze riguardano in parte l'esistenza o meno di alcune entità concettuali (es dio, streghe, ecc) entità che solitamente funzionano come categorie generali di organizzazione del sistema, e giocano un ruolo che non è riscontrabile nei sistemi di conoscenze. 3. i sistemi di credenze spesso includono rappresentazioni di mondi alternativi...si tratta di abbandonare totalmente delle vecchie regole e stabilire delle nuove...4. I sistemi di credenze si basano*

*fortemente su componenti valutative e affettive, cioè sulla coesistenza di aspetti cognitivi e motivazionali. Un sistema tipico di credenze possiede categorie di concetti definiti come "buoni" o "cattivi"...tali polarità...possono stabilire una rete molto fitta di connessioni, ritrovabile solo assai raramente nei sistemi di conoscenze. 5. I sistemi di credenze tendono ad includere una quantità considerevole di episodi dell'esperienza personale o tratti dal folklore se riguardano le convinzioni culturali, oppure dalla propaganda se riguardano idee politiche. E' la forza degli episodi che vengono raccontati a costituire "prova" di una credenza...6. L'insieme dei contenuti incluso in un sistema di credenze è generalmente molto aperto. Non appare chiaro dove vada tracciata la linea di confine per escludere ciò che sta al di fuori del sistema in quanto non pertinente...7. Le credenze possono essere mantenute con gradi diversi di certezza" (pp22,23,24, 2001).*

Secondo questa visione, quindi, una distinzione tra credenze e conoscenze fa ritenere le credenze cariche di elementi valutativi e affettivi e privi di elementi cognitivi, mentre le conoscenze, al contrario, sono ritenute prive di elementi valutativi, basate su fatti oggettivi e cariche di elementi cognitivi.

La seconda prospettiva segue, invece, le posizioni attuali (Schoenfeld 1983, Boscolo 1997) che vedono le conoscenze costituite anche da elementi valutativi oltre che cognitivi come pure ritengono che le credenze contengono elementi cognitivi.

In conclusione, un sistema di credenze guida i modi di agire delle persone impegnate in operazioni cognitive, e le convinzioni fissano i limiti delle risorse cognitive da mobilitare nell'apprendimento in seno alle varie discipline arrivando a rendere inaccessibili una grande quantità di informazioni registrate nel sistema LTM (Long Term Memory). Schoenfeld (citato da Mason, 2001), per esempio, con i suoi studi su ciò che condiziona negli studenti la possibilità di risoluzione di problemi in matematica, ha messo in evidenza come la loro convinzione relativa al fatto che "essere in grado di risolvere un problema in matematica

significava essere veloci nel risolverlo” era alla base dell’effettiva prestazione manifestata dagli studenti. Per cui la credenza “impiegare pochi minuti nella risoluzione di un problema=saper risolvere il problema/ non impiegare pochi minuti= non essere capace di risolvere il problema”, condizionava l’apprendimento nella risoluzione dei problemi in matematica; possibilità che nella rappresentazione degli studenti era data dal richiamare alla memoria una procedura esatta. Quindi le *epistemologie personali e sociali* (Grenó pp134-141,1989, citato da Mason, 2001) sono agenti orientanti le attività mentali, intendendo dire che pensiero e apprendimento non sono slegati dalla situazione ma in relazione con essa e che, pertanto, coinvolgono sempre un sistema: agente-situazione anziché una “mente solitaria”( Mason, pag 22, 2001).

Le ricerche sulle credenze scientifiche hanno riguardato sia concezioni di fenomeni nei contesti specifici, sia credenze più generali relative alla natura della scienza e metodo scientifico, la rappresentazione mentale di chi fosse lo scienziato e il suo lavoro, cosa fossero e quale fosse l’utilità dei modelli, sulla concezione dell’esperimento scientifico ecc. Le indagini sulla natura della scienza e il metodo scientifico si differenziavano per il contesto in cui sono state eseguite e cioè all’interno di una data attività scientifica oppure estranea ad essa. I risultati di queste ricerche hanno confermato che la maggior parte degli studenti si situava nel possesso di una epistemologia definita come “copy theory” (Mason, 2001), cioè positivista della scienza, confermando le ricerche citate in precedenza (Roletto, Aguirre, Haggerty, Linder, Harris, Shapiro) fondata sulla credenza che la conoscenza scientifica procuri una reale conoscenza del mondo e quindi sia una “copia fedele del mondo” (ibidem, 2001).

Larochelle e Désauteles (1991) riferiscono anche per studenti delle scuole superiori credenze di tipo tecnico-empiriste e certe della natura della conoscenza scientifica. Riguardo alla concezione dei “modelli scientifici” (Grosslight, 1991) sia studenti delle medie sia studenti delle superiori possedevano epistemologie sostanzialmente simili e piene di realismo naif, ad esempio: concepire i modelli come modellini di cose

reali che non prevedevano le rappresentazioni di idee; la seguente visione è risultata la concezione tipica degli studenti delle medie: "rendere il modello il più possibile aderente alle realtà" per misure e proporzioni in genere; per il gruppo di studenti delle superiori il modello veniva concepito come uno strumento che rendeva comprensibili le cose agli altri e a sé stessi; lo scopo di un modello era: dimostrare struttura e funzione di un oggetto, strumenti per aiutare a capire e semplificare, per costruire una verifica. Riguardo a come si costruisce un modello scientifico per gli allievi delle medie era imprescindibile riferirsi alla cosa reale, mentre per gli studenti delle superiori la costruzione doveva rispondere al requisito della comprensibilità. Anche la possibilità di cambiamento di un modello è stata indagata e riguardo a questa, la maggior parte degli intervistati era in accordo con la mutabilità di un modello, ma riguardo alle ragioni, mentre gli studenti delle medie davano motivazioni disorganiche e confuse, gli studenti delle superiori mostravano la credenza che i modelli cambiassero di fronte a nuove prove sperimentali che ne mostravano i limiti. Per la possibilità di modelli multipli tutto il gruppo di studenti lo riteneva possibile dichiarando che una stessa cosa poteva essere guardata da punti di vista differenti; non contemplavano invece spiegazioni diverse o rappresentazioni mentali diverse, o mettere alla prova ipotesi alternative.

Riguardo alle credenze nei campi specifici le ricerche ormai storiche sono quelle condotte da Hammer (1994) in gruppi di studenti universitari iscritti alla facoltà di fisica.

Riguardo alla struttura della fisica le concezioni degli studenti si posizionavano su due distinti binari epistemologici, uno che faceva ritenere la fisica come una *"collezione di pezzi distinti e separati di informazione"* (Mason, pag 169, 2001), l'altro *"faceva ritenere la fisica un insieme coeso di conoscenze, per cui andavano risolti i conflitti e trovate le idee chiave dal potere generativo"* (ibidem, 2001). Le epistemologie relative al contenuto delle conoscenze fisiche

dimostravano una concezione della disciplina sia come una raccolta di dati, formule e procedure e la risoluzione dei problemi in fisica era possibile grazie al recupero di formule adeguate e al rimaneggiamento algebrico delle formule stesse; sia come campo di concetti esplicitati da formule e simboli.

Sul'epistemologia dell'apprendimento della fisica si distinguevano due gruppi di rappresentazioni mentali: quelle centrate sulla relazione apprendere=memorizzazione e recupero delle conoscenze trasmesse da persone competenti nel campo specifico, e quelle centrate su una concezione costruttivista dell'apprendere e cioè sulla relazione: apprendere=cambiamento di idee costruite dalla persona (ibidem, 2001).

Altre ricerche hanno puntato a esplorare le concezioni di studenti delle superiori relativamente alla fisica e alle scienze in generale, i risultati sono stati resi noti da Roth e Roychoudhury (1993) e mettono in evidenza, anche qui, una concezione empirista delle scienze e la rappresentazione della conoscenza come travaso di informazioni da una testa di un esperto o da una fonte autorevole quale un manuale, a quella di un soggetto in apprendimento. Relativamente alla fisica il contenuto in trasferimento riguardava essenzialmente elaborazioni matematiche ritenute difficili da comprendere o definizioni di concetti da memorizzare. Un'altra ricerca interessante sui modelli mentali di scienza è stata condotta da Ryder, Leach e Driver (1999) su studenti all'ultimo anno di università e impegnati in un progetto specifico e individuale in diversi campi delle scienze, gli studenti frequentavano materie scientifiche diverse.

I risultati della ricerca hanno messo in evidenza che riguardo alla natura delle linee dell'indagine scientifica oggetto dell'investigazione, si poteva evidenziare un progresso nelle epistemologie degli studenti impegnati in questi progetti. Le interviste infatti mostravano uno spostamento nelle concezioni degli attori tra l'inizio e la fine del progetto, nel senso che le interviste finali sottolineavano la tendenza degli studenti a considerare

l'importanza dell'impianto teorico nel direzionare la ricerca. Riguardo alla dimensione sociale della scienza, invece, non era evidenziabile un movimento nel quadro epistemologico di ingresso e di uscita degli studenti partecipanti al progetto.

Dato importante emergente da queste indagini è l'esistenza di "profili di immagini della scienza" dipendenti dalle situazioni e dai contesti, nel senso che l'epistemologia degli studenti sembrava essere contestuale e dipendente dall'ambito e dallo scopo dell'attività scientifica, evidentemente la formazione di queste epistemologie si fonda su una estesa scala di esperienze scientifiche.

#### **5.4 Le concezioni non conformi a quelle della scienza accreditata. Natura e fattori persistenza, prevedibilità e generalizzabilità.**

Le rappresentazioni mentali interessanti dal punto di vista della conoscenza scientifica sono quelle che divergono sensibilmente dalla scienza accreditata; oltre che resistenti al cambiamento esse hanno una caratteristica: quella di essere generali e prevedibili (Carey, 1985 Cavallini, 1995).

Il significato di "generale" risiede nel fatto che rispetto ad alcuni termini di raffronto come per esempio i temi coinvolti, i contesti in cui vengono trattati, l'istruzione posseduta da chi ne è portatore si presentano con una certa probabilità statistica, che è anche significativa rispetto alla divergenza che manifesta. Questo significa che determinate categorie di individui possiedono alcuni contenuti scientifici secondo rappresentazioni mentali perfettamente tipiche, in questo senso sono anche prevedibili.

Le concezioni non conformi a quelle della scienza accreditata si rilevano in ogni campo della scienza e sono legate al paradigma in cui quelle concezioni si sono formalizzate; sono legate al grado di istruzione ma se il grado di istruzione è alto e specialistico non si è esenti da concezioni difformi, infatti Poster ed altri nel 1982 hanno riferito il caso di due docenti che in ambito universitario, quindi in possesso di un alto grado di istruzione specifico, essendosi formati alla luce del paradigma newtoniano, lo estendevano alla fisica relativistica.

Le ricerche in questo ambito hanno visto il culmine negli anni '80 e sono poi confluite in un campo di più vasta portata, quale quello delle epistemologie naif o ingenuae, più attuale. Tiberghien (1984), nel campo della fisica in generale; Shipstone (1985), campo conoscenze di fisica elettrocinetica; Galili e Hazan (2000) ambito ottica. Andersson (1990) nell'ambito della chimica conduce ricerche relative ad alunni dai 10 ai 15 anni, ricerche simili condotte in diversi paesi sullo stesso campione di

età fino a 17 anni, hanno rilevato l'esistenza di concezioni molto particolari sulla materia e sulle sue trasformazioni fisiche e chimiche. I risultati di queste analisi sono stati utilizzati in un procedimento di «ricostruzione didattica» o di «ingegneria didattica». Le ricerche di Stavrou e Duit (2003), di Viiri e Saari insieme a quelle di Méheut e Psillos, tutte condotte nel 2004, sono state utili in quanto a proposte di contenuti e di situazioni di insegnamento.

Tutte queste ricerche hanno messo in evidenza che:

- l'insorgenza di concezioni difformi è strettamente connessa all'esperienza di tutti i giorni,
- sono resistenti alle modifiche correttive introdotte dall'insegnamento poiché trovano conferma nella quotidianità che agevola la sfera percettiva, giungendo a interpretazioni che si forgiavano principalmente in questo ambito e ricorrendo più in contesti extrascolastici che scolastici.

Il processo percettivo permette di cogliere le proprietà degli oggetti o dei fenomeni in modo molto differente da come vengono colti dal processo scientifico. Tra i modi di concepire il mondo fondati sulla conoscenza percettiva e quelle che invece si fondano sulle conoscenze scientifiche razionali esiste una profonda divergenza, infatti mentre la conoscenza percettiva è immediata e intuitiva, il secondo tipo di conoscenza è esattamente contraria, cioè spiccatamente contro-intuitiva (es. materialità aria: l'aria non esiste perché non si vede, il colore come proprietà degli oggetti).

Anche la lingua, secondo quanto detto in precedenza, proprio per i forti nessi che presenta con la formazione del pensiero ha un ruolo essenziale nella generazione di concezioni non conformi a quelle della scienza accreditata.

Le concezioni naive non vengono modificate facilmente dall'insegnamento, infatti anche dopo aver dato nuove informazioni e aver appreso conoscenze che sono in dissonanza con i propri modi di concepire il mondo naturale, averle applicate anche con successo, gli studenti



ritornano ad adottare i vecchi schemi mentali e le vecchie strutture di pensiero e ragionamento. Le strutture di ragionamento scientifico e quelle che accompagnano le epistemologie naif sono molto differenti. La scienza, infatti, ragiona in termini di relazioni tra variabili, e di covariazioni cioè una variabile non è necessariamente anteriore all'altra o non necessariamente ha ruolo casuale rispetto all'altra, tipici invece delle epistemologie naif sono i ragionamenti in termini di successione di avvenimenti, in cui le relazioni di causa ed effetto hanno un ruolo importante (Viennot 1996).

Secondo alcuni autori (Resnick e Ford, 1992; Stingler, Arons, 1992) le concezioni non conformi alla scienza accreditata persistono per due motivi principali: la mancanza di appropriata integrazione tra le vecchie e le nuove concezioni, e la didattica seguita. La resistenza al cambiamento concettuale sarà maggiore quando più i contenuti proposti sono lontani dall'esistenza quotidiana, infatti come si diceva, la permanenza delle concezioni difformi è legata alla conferma che esse trovano nell'esperienza di tutti i giorni, criteri cognitivi come "esiste solo ciò che si vede", evidenze come "la Terra è piatta e ferma", trovano infatti continua conferma nell'esperienza quotidiana per il privilegio che esse accordano alla conoscenza percettiva e alle interpretazioni che su di essa si fondano.

Secondo le ricerche citate, i tempi brevi dedicati all'insegnamento di questi temi, sembrano non adeguati all'esplorazione della conoscenza contraria proprio perché riservano scarsa attenzione ai processi di integrazione necessari per assicurare l'adozione di nuove ottiche sul mondo o almeno la consapevolezza dell'ambito di validità delle teorie naif e di quelle scientifiche. Anche la metodologia didattica impiegata sembra essere poco adeguata al contesto e alla stessa struttura disciplinare, e quindi anche questo non aiuta nell'impresa di modificare le concezioni naif o di rendere consapevole la loro esistenza.

## **5.7 Legami delle concezioni non conformi col linguaggio e con l'insegnamento**

L'organizzazione di sequenze di ragionamento è fortemente influenzata dalla comprensione dei significati dei segni e delle parole e, secondo vari autori (Vygotskij, 1966; Arons, 1992), una delle difficoltà maggiori di produzione linguistica, riguarda le connessioni implicazionali di cui il linguaggio scientifico si serve e il cui uso e comprensione risultano fondamentali. I messaggi impliciti, quindi, sono contenuti normalmente nella comunicazione verbale o scritta. Molte difficoltà di comprensione delle materie scientifiche sono generate proprio dalla mancata esplicitazione dei significati concettuali sottesi alla terminologia utilizzata, oppure alla difficoltà di decifrare le formulazioni verbali e trasporle in corrette procedure di operazioni. Queste difficoltà danno vita, ad esempio, a incapacità di comprendere le richieste di un problema e quindi della sua risoluzione (Arons, 1992).

Se un biologo dice per esempio: "l'uomo discende dalla scimmia", fornisce al ricevente un'implicazione nel suo discorso, cioè il concetto di "antenato comune"; nel dire così, un biologo non intende una diretta discendenza.

Pertanto le spiegazioni discrepanti nel processo di comunicazione che lega un emittente ad un ricevente possono derivare da non comprensione delle implicazioni contenute nel messaggio, cioè da informazioni che non si danno poiché reputate scontate, oppure dalla diversità dei significati che si attribuiscono ai termini usati (Cavallini, 1995).

Gran parte della comunicazione linguistica è implicita, negli scritti o nel parlato si forniscono più informazioni di quelle che si dicono o si scrivono realmente, e queste informazioni "non dette" o "non scritte" vengono significate, come in ogni tipo di comunicazione, dal ricevente.

La regola della comunicazione si fonda, dunque, su due principi: **l'interpretazione del messaggio e il suo completamento**, ed è

proprio su questa regola fondamentale che si incardina il nocciolo della questione, poiché gli individui che interagiscono attraverso il linguaggio possono avere modi interpretativi differenti, conoscenze differenti che possono arrivare anche all'incopatibilità e quindi il **linguaggio** può essere una **fonte di "malintesi"** proprio perché differenti significati di decodifica potrebbero essere attribuiti nel processo comunicativo tra parlanti diversi (Borsese,1993).

Molte difficoltà che si incontrano nello studio delle materie scientifiche dipendono proprio dall'incapacità di decifrare vicendevolmente le enunciazioni verbali e le corrispettive procedure o progressioni di fenomeni, oppure dalla mancata abitudine a rendere esplicito il significato implicito che le enunciazioni verbali trasportano.

Quindi interpretazioni dissonanti tra due parlanti si possono generare sia perché essi possono attribuire differenti significati ai termini, sia se si ritiene condivisa una informazione che al contrario non lo è affatto.

Molte accezioni usate nella vita quotidiana, scolastica e non, rimandano a questo problema: "i solidi conservano la forma", implica che le polveri non appartengono alla categoria dei solidi; il sole "sorge a est, culmina a sud e tramonta ad ovest", implica che la Terra sta ferma; espressioni come "la Terra gira intorno al suo asse", "la Terra ha l'asse inclinato sull'orbita di un certo angolo", implicano rispettivamente che l'asse sia reale e che sia reale il piano dell'ecclittica. "La piuma non pesa niente", "quell'oggetto è pesante", "il colore del maglione", "la bottiglia è vuota", sono espressioni che coinvolgono determinate concezioni che trovano evidenze continue nell'esperienza sensibile.

Molti termini scientifici non recano con sé nemmeno **indizi** che possano suggerire la prudenza e il richiamo all'attenzione, si pensi ad esempio all'indicatore naturale "succo di cavolo rosso", oppure al "succo di limone"; nella parola "succo", non esiste il minimo indizio del fatto che il limone e l'estratto di cavolo rosso manifestano quel comportamento in soluzione acquosa. In questo modo la concezione che gli acidi siano sostanze in quanto tali, e gli indicatori altrettanto, permane immutata

senza il minimo indizio che possa far sospettare che il loro comportamento sia legato al fatto che tali sostanze sono in soluzione acquosa.

In altre parole, la comunicazione attraverso la lingua se da un lato può indurre la costruzioni di concezioni difformi, dall'altro non procura indizi che provvedano ad eluderle.

Anche gli usi metaforici della lingua possono comportare concezioni naif. Fisici e chimici, ad es, in senso metaforico relativamente alle particelle di materia si esprimono dicendo di "vederle", ma essi nell'espressione vogliono intendere solo una **evidenza sperimentale** della loro esistenza, non vederle veramente. È comprensibile, quindi, che gli usi metaforici della lingua provocano una alta probabilità di concezioni difformi comportando il rischio di prendere alla lettera tali affermazioni.

In modo generalizzato vengono utilizzate metafore linguistiche non solo in fisica ma in tutti i campi della scienza. In genetica, per esempio, si sono coniat i termini che sono perfettamente simili a quelli che oggi si usano nella comunicazione corrente: "messaggi", "codice", "informazione", "programma" che però nell'ambito di questa disciplina scientifica assumono un senso solo simbolico, non reale.

Le problematiche prese in considerazione mettono in evidenza come da un lato nel processo di insegnamento/apprendimento si deve prestare attenzione alle teorie con cui gli allievi giungono a scuola per poter favorire l'apprendimento delle teorie scientifiche e dall'altro lato si deve essere consapevoli che centrale a qualsiasi processo di insegnamento/apprendimento è la comunicazione didattica. Proprio la comunicazione didattica nelle discipline scientifiche, nella costruzione linguistica di parole, potrebbe favorire messaggi impliciti generatori di difficoltà di comprensione delle concezioni scientifiche accreditate causate proprio dalla mancata esplicitazione dei significati concettuali sottesi alla terminologia utilizzata e dai legami che essi possono avere con le concezioni naif confermandole o rafforzandole (es: "la Terra gira intorno al proprio asse". Nel processo di insegnamento

delle discipline scientifiche, considerando le ricerche citate in precedenza si evidenzia, pertanto, la necessità di affrontare il fatto che di frequente gli allievi giungono a scuola con teorie ben articolate sui fenomeni del mondo naturale che possono modellarsi come ostacolo al processo di apprendimento e che siano necessari approcci didattici che favoriscano l'attivazione di processi di cambiamento concettuale con la presa di coscienza delle proprie concezioni sul mondo naturale.

## 5.8 Le credenze epistemologiche e i mutamenti di credenze: gli approcci al cambio concettuale

La via all'approccio del cambio concettuale nell'apprendimento è stata aperta da Tomas Kuhn<sup>41</sup> grazie al suo lavoro condotto nel campo della filosofia e storia della scienza riguardo alle teorie scientifiche e allo spostamento delle teorie stesse. La visione di Kuhn riguardo alla scienza è che essa proceda in due fasi: la fase di scienza normale che opera attraverso un set di credenze condivise, le assunzioni e le pratiche sono in accordo con il paradigma in vigore. Le scoperte nel tempo della scienza normale trovano accomodamento nel paradigma esistente e spesso anche le anomalie vengono lette alla luce dello stesso paradigma. Quando però le anomalie si accumulano la scienza si imbatte in un periodo di crisi che conduce a un capovolgimento rivoluzionario di paradigma che corrisponde a un cambiamento ontologico; la primaria visione di Kuhn aveva assegnato ai differenti paradigmi un valore di incommensurabilità<sup>42</sup>. La nozione di incommensurabilità estesa

---

<sup>41</sup> T. Kuhn, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche. Come mutano le idee nella scienza* [1962], Einaudi, Torino, 1969. In quest'opera, Kuhn sostiene che il progredire della conoscenza scientifica non avviene in modo graduale, attraverso l'accumulo progressivo di scoperte e teorie, ma attraverso rivoluzioni scientifiche che segnano il passaggio da un paradigma all'altro

<sup>42</sup> durante la fase di scienza normale, secondo Kuhn si presentano anomalie, cioè problemi che sono irrisolvibili sulla base dei presupposti teorici del paradigma costituito, ma il riconoscimento di una anomalie non è di per sé sufficiente a mandare in crisi un paradigma quanto lo è invece il loro accumularsi. Questo determina inizialmente un atteggiamento tipico della comunità scientifica: la negazione o la ricerca di aggiustamenti del paradigma in vigore tali da far rientrare in esso le anomalie, successivamente quando le anomalie accumulate sono numerose, subentra un periodo di crisi e l'entrata nella fase di scienza rivoluzionaria o straordinaria in cui si assiste all'elaborazione di nuove concezioni e procedure sperimentali che portano, infine, ad una rivoluzione di pensiero scientifico caratterizzata dalla edificazione di un nuovo paradigma dominante che si sostituisce al precedente. Un paradigma non viene mai abbandonato fino a quando un altro ben strutturato non è disponibile. L'adozione di un nuovo paradigma determina la costituzione di una comunità scientifica differente da quella che costruiva la conoscenza secondo i costrutti teorici del vecchio paradigma e tra questa e la nuova viene a interrompersi la comunicazione in quanto i costrutti teorici dei due paradigmi sono **incommensurabili**. Si tratta di incommensurabilità dal punto di vista linguistico, infatti si costituiscono due linguaggi differenti e anche se le due comunità usano gli stessi termini i significati concettuali loro attribuiti sono diversi (incommensurabilità). Il passaggio di un paradigma ad un altro è quindi un cambiamento di prospettiva, di ottica che non ammette la coesistenza dei due paradigmi, è paragonabile a quanto è sostenuto dalla psicologia della Gestalt: certe immagini possono essere viste in modo duplice e una caratteristica di questi passaggi è l'**incommensurabilità** delle due immagini alternative, nel senso che, quando si vede una, non si vede l'altra e viceversa, non esiste una fase intermedia in cui le due visioni sono compresenti.

globalmente a tutti i paradigmi da parte di Kuhn è stata da egli stesso modificata e cambiata con una incommensurabilità locale che si riferisce ad un parziale cambiamento e significato dei concetti. Questa visione viene caldeggiata dal lavoro di P. Thagard (Rivoluzioni concettuali, 1999). S. Carey supportò la nozione di incommensurabilità locale nel cambio concettuale nello sviluppo cognitivo (Carey, 1991, Carey e Spence, 1994). La conoscenza scientifica lievita appena si passa dall'uno all'altro paradigma, ma non è più possibile concepire i risultati delle rivoluzioni scientifiche come cumulativi progressioni lineari.

Kuhn afferma che i concetti sono inclusi nella struttura teorica, il paradigma, con cui essi acquistano il loro significato. Quando si verifica uno spostamento di paradigma, si verifica un cambiamento concettuale cosicché il significato dei concetti inclusi nel paradigma cambia. I concetti scientifici nel nuovo paradigma anche quando mantengono il nome che avevano nel vecchio paradigma sono marcatamente differenti da quelli vecchi e la differenza risiede nel fatto che essi sono incorporati in una nuova teoria e sono differientemente interconnessi con altri fenomeni e applicati a fenomeni differenti.

Le idee di Kuhn relative al cambiamento concettuale, come dicevo, sono state assunte dalla Carey in psicologia dello sviluppo e da Posner in scienze dell'educazione ed entrambi hanno richiamato l'attenzione sugli aspetti razionali del cambiamento delle teorie. Carey concentrata maggiormente nella descrizione di come la struttura della conoscenza dei bambini cambia spontaneamente nel corso dello sviluppo e Posner sulle difficoltà che gli studenti incontrano di fronte all'apprendimento di nuovi concetti scientifici.<sup>43</sup>Le implicazioni di questi studi e l'insegnamento risiedono proprio su questi nessi. L'approccio al cambio concettuale può essere descritto in due modi:

1. l'approccio classico che divenne il paradigma che guidò la ricerca e le pratiche di istruzione per molti anni. In accordo con questo, gli

---

<sup>43</sup> Stella Vosniadou, Conceptual Change Research, in International Handbook of Research on Conceptual Change", Ed by Stella Vosniadou, 2008.

studenti sono considerati come gli "scienziati" e quindi portatori di teorie sul mondo naturale che hanno bisogno di essere sottoposte a un radicale cambio concettuale, hanno cioè bisogno di rimpiazzare le loro concezioni con nuove concezioni scientifiche attraverso l'istruzione. Combinando le idee di Khun con quelle di Piaget di accomodamento e assimilazione, Posner e al. (1982) derivarono una teoria dell'istruzione in accordo con la quale ci sono quattro fondamentali condizioni che hanno bisogno di compiersi prima che il cambio concettuale si possa attivare nell'apprendimento delle scienze: insoddisfazione delle teorie in possesso, intelligibilità delle nuove teorie, plausibilità delle nuove teorie, comprensioni fruttuose se si abbraccia la nuova teoria. In accordo con questo paradigma gli studenti al pari degli scienziati, durante il processo di apprendimento in scienze, attraversano un processo razionale di cambiamento molto simile ad uno spostamento gestaltico che accade in un breve periodo di tempo; tale spostamento è radicale comportando, quindi, rapida e improvvisa ristrutturazione (Vosniadou, 2007).

2. L'approccio secondo il quale i processi e i meccanismi di mutamento concettuale siano lenti e conservativi e anche quando sono radicali, essi sono lo stadio finale di un processo lento e graduale e non uno spostamento gestaltico radicale e improvviso (Vosniadou, 2003). Inoltre, vi sono cambiamenti concettuali che avvengono spontaneamente nel corso dello sviluppo (Carey, 1994), un esempio è fornito dalle concezioni astronomiche; altri cambiamenti concettuali sono invece indotti dall'istruzione, un esempio di questi è fornito dall'insegnamento dell'ottica geometrica (Guesne, 1985)<sup>44</sup>, per cui solo la conoscenza e la comprensione della luce, dei processi di assorbimento differenziale e di riflessione, possono permettere di costruire concezioni fisiche

---

<sup>44</sup> E. Guesne, Light, in Driver, Guesne and Tiberghin 1985,



accreditate del fenomeno della visione<sup>45</sup>. Il cambiamento concettuale spontaneo avviene con l'aumento dell'esperienza dei bambini nell'ambiente fisico e socioculturale (Nussbaum, 1979, 1985; Varda Bar, 1989; Vosniadou e Breve 1992, 1994; Vosniadou e Skopeliti, 2005) cioè senza che sia impartita istruzione sistematica a riguardo. Questo tipo di cambiamento avviene rapidamente e nella maggior parte dei bambini che crescono nelle società altamente tecnologiche.

Aderendo al secondo approccio, la maggior parte dei ricercatori oggi concordano che ci sono differenze tra studenti e scienziati e che alcune di queste differenze sono collegate a mancanza di conoscenza metaconcettuale, difficoltà a controllare sistematicamente le ipotesi, mancanza di conoscenza dei modelli e teorie scientifiche e mancanza di comprensione epistemologica

(Kuhn, Amsel e Loughlin, 1988); cioè gli studenti non sono consapevoli delle credenze e presupposti che imbrigliano il loro apprendimento e ragionamento e non sono a conoscenza della natura ipotetica delle loro credenze e quindi del fatto che le loro credenze sono ipotesi che possono essere falsificate e testate (ibidem, 1988). Non capiscono che altre persone possono avere credenze diverse e non sono capaci di esaminare punti di vista differenti. Una importante differenza tra scienziati e studenti è quindi legata alle "credenze epistemiche" che sono le credenze individuali che ognuno di noi possiede sulla natura della conoscenza e il processo di conoscere (ibidem, 1988). Le ricerche hanno evidenziato che contrariamente agli scienziati gli studenti possiedono epistemologie assolutiste, oggettiviste e non costruttiviste che non contribuiscono all'apprendimento e al cambio concettuale (Stathopoulou e Vosniadou, 2006, 2007; Mason e Gava, 2007). Lo sviluppo negli

---

<sup>45</sup> il processo di visione non è solo un atto fisico, ma è fisiologico, legato non solo all'interazione luce-oggetto-luce-occhi ma è un processo "evocativo" che implica il legame tra visione ed "esperienze". *N.R. Hanson, Patterns of Discovery. An Inquiry into Conceptual Foundations of Science, I modelli della scoperta scientifica, Feltrinelli Editore Milano, 1978.*

studenti di epistemologia personale, conoscenza metaconcettuale e apprendimento intenzionale sono aspetti importanti di un approccio di istruzione per il rafforzamento del cambio concettuale (Miyake, 2008)<sup>46</sup>. Fattori motivazionali ed affettivi possono influenzare positivamente il cambio concettuale (Sinatra e Mason)<sup>47</sup>. Considerando il meccanismo del mutamento concettuale proposto dal secondo approccio, allora uno studente che è portatore di una data teoria nel processo istruttivo inizierà una lenta e progressiva revisione della medesima per renderla via via compatibile con la teoria presentata. Vosniadou (2007)<sup>48</sup> afferma che chi apprende usa meccanismi inconsci che producono mutamenti concettuali a lungo termine solo se essi operano su una conoscenza di base che abbia una struttura teorica e sia esposto a nuove informazioni che provengono dall'osservazione e dalla cultura stessa. In questo caso gli allievi lo fanno combinando uno dopo l'altro le credenze e i presupposti della teoria iniziale che sono dissonanti con il punto di vista che viene insegnato.

Vosniadou propende per l'idea che i meccanismi di arricchimento della teoria sono responsabili anche della formazione di misconcetti che altro non sono che modelli sintetici rivelanti i tentativi degli studenti di sintetizzare due pezzi di informazione incompatibili, uno proveniente dai concetti scientifici presentati dall'informazione e uno che viene dalla loro conoscenza precedente. Dal momento in cui la Carey ha fornito evidenze sperimentali riguardo l'esistenza dei cambiamenti concettuali radicali si è fatta strada l'idea che il cambio concettuale richieda la ri-assegnazione di un concetto ad una categoria ontologica differente, oppure la creazione di categorie nuove (vedi il concetto di Terra che si riassegna alla categoria degli oggetti astronomici togliendolo da quella degli oggetti fisici (Vosniadou e Skopeliti, 2005).

---

<sup>46</sup> N. Miyake, *Conceptual Change through collaboration*, International Handbook of research on Conceptual Change, 2008, Ed by Stella Vosniadou, 2008.

<sup>47</sup> Citato in International Handbook of research on Conceptual Change", Ed by Stella Vosniadou, 2008.

<sup>48</sup> S. Vosniadou. The cognitive- situative divide and the problem of conceptual change. Educational Psychologist, 2007.

## **5.6 Analogie tra teorie storiche e concezioni difformi, incidenza delle variabili culturali sulla costruzione di teorie naif**

Molti ricercatori hanno notato l'esistenza di analogie tra le concezioni difformi e le teorie storiche (McCloskey, 1988), infatti le nostre concezioni sono basate su criteri cognitivi percettivi, per cui quelle scientifiche non più accreditate di oggi, cioè quelle che tipizzano le epistemologie naif, assomigliano a quelle di ieri perchè *"molte di queste erano costruite su un piano percettivo immediato, cioè non mediato da organizzatori astratti"* (Cavallini 1995, pag148)".

Nel campo della fisica, ad esempio, della dinamica resistono conoscenze di senso comune le cui spiegazioni sono basate sulla fisica aristotelica. Un esempio è dato dalla concezione che *occorra l'azione di una forza costante per mantenere un corpo in movimento*. Altre idee si basano sulla *teoria dell'impetus*. Sia la fisica aristotelica che la teoria dell'impetus hanno rappresentato teorie dominanti nel passato e sono state condivise da scienziati di grande livello che hanno condotto una strenua difesa su queste teorie.

Molte teorie naif hanno costruito una "dinamica del senso comune" messa in evidenza da ricerche pionieristiche effettuate da McCloskey e Kargon (1988) e Mayer (1990), i cui risultati non sono stati mai confutati, rilevano queste concezioni in studenti di tutte le età fino all'Università evidenziate con test specifici. Mettendo a confronto le idee della dinamica naif con quelle della dinamica aristotelica si possono rilevare le analogie tra le concezioni naif e le teorie storiche:

Teorie naive della dinamica	Sintesi dei principi della dinamica Aristotelica
<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. lo stato di quiete è profondamente diverso dallo stato di moto</b></li> <li><b>2. se un oggetto si muove è perché qualcosa lo tiene in moto</b></li> <li><b>3. la velocità è dovuta all'effetto di una forza</b></li> </ol>	<p>Moto e cause:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ad ogni corpo per sua natura, determinata dalla miscela dei quattro elementi che lo compongono, compete un luogo naturale.</li> <li>2. Nel luogo naturale, se non intervengono cause esterne, i corpi si mantengono in quiete.</li> <li>3. Il moto è qualche cosa che si "trasferisce" momentaneamente ai corpi, trasformandoli in sé stessi e rispetto agli altri; è il "passaggio" all'atto di ciò che è in potenza.</li> <li>4. Ogni movimento, naturale o violento, necessita di una causa.</li> <li>5. Causa del moto naturale è il ritorno del corpo al suo luogo naturale.</li> <li>6. Causa del moto violento è un motore esterno in contatto (non sono ammesse azioni a distanza) con il mobile.</li> <li>7. Soppressa la causa, naturale o violenta, il moto cesserà (cessante causa cessat effectus).</li> </ol>

Spicca la forte corrispondenza tra il punto 2 della concezione naif sul moto con i punti 2 e 7, e la corrispondenza tra il punto 3 dell'idea naif sul moto e il 6 della dinamica aristotelica.

Altre ricerche sono state condotte da A. Tiberghien (1985) riguardo alla concezione di calore, anche in questo caso si è messa in evidenza la corrispondenza tra teorie naif e la concezione di calorico, infatti i soggetti con i quali è stata condotta l'indagine, ragazzi della secondaria, hanno espresso l'idea di calore come "fluido" trasmissibile esattamente conforme alla vecchia teoria del calorico che dominava nel settecento, la teoria del calorico venne discussa per molti decenni prima di decretarne la fine, come teoria scientifica, ad opera di Clausius.

Le variabili socioculturali secondo alcuni ricercatori sono fondamentali fattori di credenze e di mutamenti concettuali. I mutamenti concettuali, infatti, non sono visti come processi cognitivi individuali interni ma come attività sociali che avvengono in un mondo socioculturale complesso (Vosniadou, 2007). Questo aspetto si avvicina al pensiero di Khunn relativo alla nozione di teoria concepita come set di proposizioni; tale concezione troppo ristretta per rappresentare l'attività degli scienziati viene sostituita dalla concezione di "paradigma" che sposta la centratura dalla mente individuale al ruolo che gioca nelle scoperte scientifiche e nei cambiamenti, la comunità scientifica e il gruppo scientifico. La concezione di paradigma coniata da Khunn ha cominciato a dare l'idea ai filosofi della scienza e agli storici della scienza che questa conoscenza sia una attività sociale (Machamer, 2007; Hoddeson, 2007). Lo stesso carattere socioculturale hanno le teorie naif. Questi aspetti si integrano con la visione di Vigotskij, secondo il quale negli individui la costruzione del pensiero razionale avviene non individualmente ma in interazione sociale, questo ovviamente accomuna sia l'acquisizione di conoscenza scientifica accreditata, sia di conoscenza del senso comune. La concezione più indagata in questo campo che ha confermato l'influenza che i paradigmi socioculturali hanno sulla costruzione di teorie del mondo naturale, è quella di vivente. Carey fin dal 1985 ha condotto

ricerche sulla concezione di vivente nei bambini della primaria, individuando che la concezione di vivente nella visione naif è strettamente connessa alle seguente teoria: "*è vivente ciò che è dotato di movimento autonomo, cresce, si nutre, respira, si riproduce, muore*". Sempre Carey(1985) rileva nelle sue ricerche che i bambini fino a 10-11 anni escludono l'uomo dal regno animale (dato confermato nella mia ricerca sui viventi), l'esclusione riflette appunto criteri culturali e moralistici. Nel comune modo di dire tutti possono apprezzare il grande valore disonorante dell'etichetta *animale* appioppato ad un uomo.

Le reazioni al darwinismo e la difficoltà del concepire l'evoluzionismo hanno queste radici (Cavallini, 1995). La maggior parte delle culture, specialmente quelle occidentali, hanno un mito creazionista (Campbell 1972) che trae origine dalle scritture bibliche. Dio ha creato tutte le specie animali con una unica essenza tra i 6 e i 10000 anni fa (Numbers, 1992, 2003). Un punto chiave di questo approccio è l'immutabilità degli esseri viventi, ogni essere vivente ha una struttura fissa e solo Dio può creare nuovi esseri viventi (Evans 2001). Proprio da questo punto, per la cultura creazionista, nasce l'idea che le teorie evoluzionistiche siano soggette a fallimento, esse partono infatti dall'accettare la mutabilità della specie. I creazionisti pensano che tale visione materialistica del mondo escluda il soprannaturale, esponendo la gente alle miserie di un mondo immorale e senza Dio (Scott 2004). In aggiunta alla sua supposta immoralità, un criticismo molto usato nei confronti della teoria evoluzionistica è quello che l'evoluzione è solo una teoria (Bybee, 2004; Scott 2004) anche perché basata su inferenze non documentate e non sull'osservazione quotidiana dove la mutabilità delle specie non è percepibile e quindi non si coglie. Un punto classico è quello che la raccolta dei fossili è incompleta e perciò non può essere usata come evidenza che le specie hanno subito una evoluzione. Dalla religiosità cristiana, specialmente quella fondamentalista, nasce perciò, secondo Mazur (2005) la forte reazione che si ha negli USA verso la teoria darwiniana dell'evoluzione. Anche tra coloro che accettano l'evoluzione

della specie, la maggior parte invoca concetti teologici non darwiniani per spiegare i cambiamenti delle specie. E nella cultura cristiana la concezione della fissità delle specie teoria che è analoga alla teoria storica di Linneo, è strutturata in una vera e propria ontologia che inficia la comprensione della teoria evolutiva scientifica attuale.

## **6. L'insegnamento delle scienze a scuola e i modelli di insegnamento**

Per la costruzione dell'apprendimento degli studenti in ambito scolastico è rilevante la figura dell'insegnante, per questo motivo l'insegnante è stato oggetto di molti studi che hanno tentato di produrre conoscenze riguardanti il processo d'insegnamento e le pratiche che il processo include. Nei paragrafi di questa sezione verranno presi in considerazione tre principali modelli di conoscenza dell'insegnante, il modello di Shulman e Grosman, il modello di Clark & Peterson e quello di Damiano che hanno portato ad una rappresentazione del processo di insegnamento in generale e di quello relativo alla disciplina d'insegnamento. Per quanto riguarda l'insegnamento delle scienze si sono presi in considerazione i modelli che considerano il laboratorio come "mezzo" efficace per l'insegnamento/apprendimento delle scienze nell'ottica che un insegnamento delle scienze epistemologicamente corretto possa essere impartito utilizzando proprio il laboratorio scientifico, a tale scopo si sono presi in considerazione il modello SCS e il modello SWH. Il motivo della trattazione di tutti questi modelli risiede nel fatto che un loro approfondimento ha consentito la formulazione di quello sperimentato in questa ricerca.



## 6.1 Modello di conoscenza dell'insegnante di scienze di Shulman e Grosman

Questo modello si fonda su una convinzione rilevante e cioè che l'insegnante sia il fattore più importante per l'apprendimento degli studenti; il lavoro che essi svolsero si è incentrato sull'identificazione di quali caratteristiche dei docenti facilitino l'apprendimento degli studenti. Il modello di Shulman fu messo a punto tra gli anni 86-92 e si avvale anche del lavoro di Fenstermacher secondo il quale la conoscenza insegnante è distinta in due forme di conoscenza principali:

1. La conoscenza sull'insegnamento
2. La conoscenza derivante dalla pratica

Nel ricercare la risposta alla domanda che rappresenta il focus del lavoro di Shulman " Quale conoscenza è necessaria per l'insegnamento" Shulman definì il **PCK** come conoscenza sviluppata dagli insegnanti per insegnare agli altri ad imparare.

Il PCK è il Pedagogical Content Knowledge, gli insegnanti costruiscono il PCK partendo da come insegnano argomenti specifici nella loro area disciplinare e secondo gli autori ( Shulman e Grossman) il PCK è influenzato dalla trasformazione di tre conoscenze basi:

1. SMK, cioè la conoscenza degli oggetti della disciplina
2. PK, conoscenza pedagogica
3. K of C, Conoscenza del contesto

La concezione di Shulman del SMK prende a riferimento la concezione di Schwab (1964) che di una disciplina definiva due organizzazioni strutturali che, a suo parere, entravano a far parte del SMK:

- la **struttura concettuale** cioè i concetti propri e portanti, i principi e le teorie, cioè tutti quegli elementi che forniscono l'ossatura della disciplina e i concetti trasversali comuni anche ad altre discipline;
- la **struttura sintattica** cioè le regole di evidenze e le prove per giustificare determinate conoscenze nelle discipline, si tratta cioè di procedure metodologiche, gli strumenti utilizzati, che

organizzano le conoscenze ai fini dell'apprendimento e i linguaggi comunicativi ( cioè la modalità con cui vengono comunicate le conoscenze) della disciplina.

A queste due categorie di Schwab, Grosman, Wilson e Shulman (1989) aggiunsero anche le credenze sulla disciplina

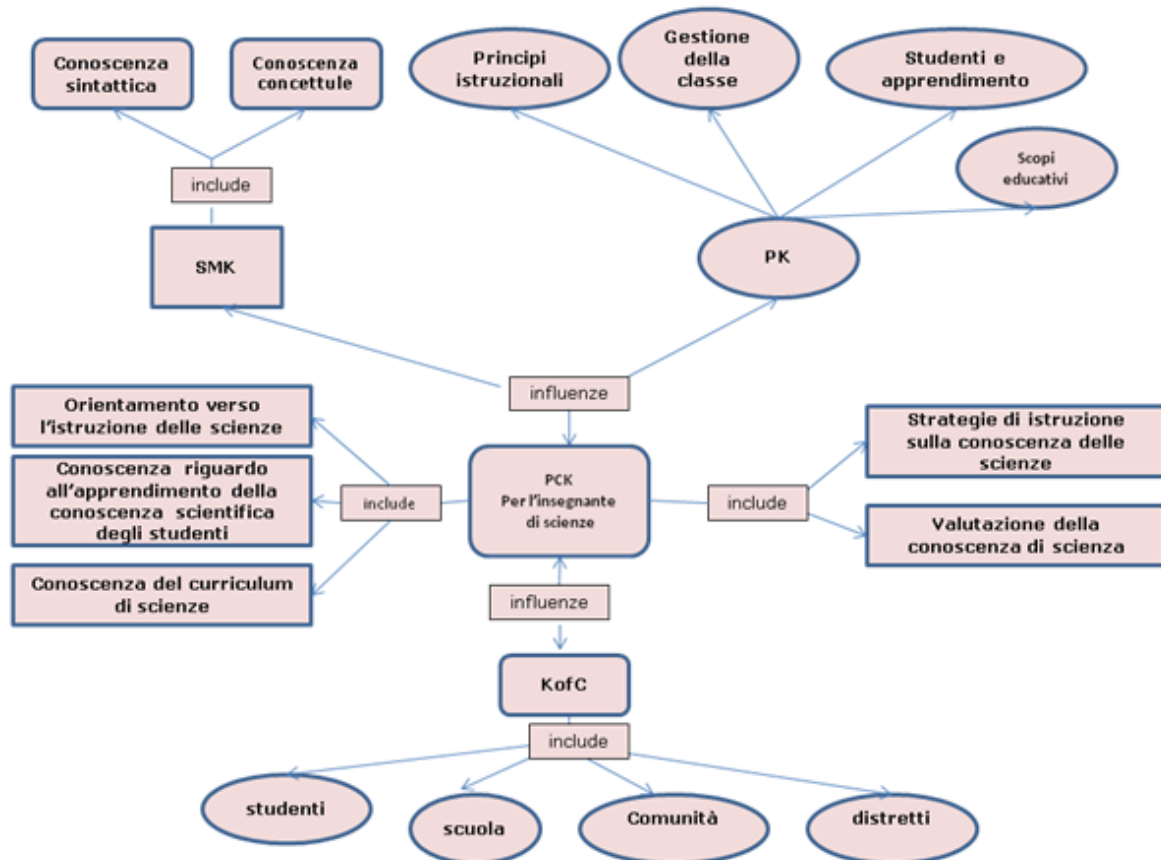


Fig2. Modello di Shulman

Il modello sopra schematizzato comprende anche la conoscenza del contesto (KofC) formalizzata da Grossman che, a sua volta, tiene conto della conoscenza delle comunità, delle scuole, il background degli studenti, cioè di tutti quegli elementi che gli insegnanti usano nel loro processo di insegnamento. L' SMK , il PK e KofC sono tradotti dal PCK dell'insegnante in istruzione.

Dalla sua introduzione il modello di Shulman è stato rivisitato da molti educatori di scienze, i più recenti sono Appleton (2002), Barnett e

Hodson(2001) ed ha fornito la struttura teorica della maggior parte delle ricerche condotte sui processi messi in atto dall'insegnante di scienze e sulla **conoscenza** dell'insegnante di scienze.

A partire dal modello di Shulman e Grossman in relazione al PCK degli insegnanti di scienze sono stati condotti studi focalizzati sull'aggiunta di nuove variazioni al PCK senza costruzione di una concettualizzazione coerente del PCK (S.K.Abel, 2007) per cui più studi sarebbero necessari su come gli insegnanti trasformano l'MSK di specifici argomenti in una istruzione efficace.

La ricerca su PCK e SMK è stata condotta a livello descrittivo e maggiori sforzi si sarebbero dovuti fare per la conoscenza degli insegnanti sull'apprendimento dello studente e su come questa influenzi l'apprendimento degli studenti (Abel, 2007).

Tra le numerose variazioni del PCK si sceglie quella proposta da Abel nella discussione sui modelli della conoscenza dell'insegnante di scienze e riportate nello schema sopra. Come si vede lo schema include l'**orientamento** verso l'istruzione delle scienze che secondo le linee di ricerca di Roth<sup>49</sup>(1987) comprendeva: acquisizione dei fatti, sviluppo concettuale, comprensione del contenuto ma successivamente si rivolge più alle concezioni in possesso degli insegnanti e che riguardano il processo di insegnamento/apprendimento, concezioni che determinano la presa di decisione degli insegnanti medesimi durante l'insegnamento (Hewson and Hewson, 1989)<sup>50</sup>. Oggi si ritiene (Anderson et al., 2000) che l'orientamento influenzi indirettamente la pratica dell'insegnante e cambi nel tempo ( Anderson 2000, Feldman 2002). Il PCK include, inoltre, la **conoscenza** che gli insegnanti hanno sull'apprendimento della conoscenza scientifica degli studenti ( Magnusson et al. 1999) che comprende: le richieste base per la comprensione dei concetti, le aree che gli studenti trovano più difficili, gli approcci all'apprendimento delle scienze e le concezioni alternative. La ricerca citata si è concentrata in

---

<sup>49</sup> Citato da S.K. Abel in "research on Science Teacher Knowledge, Handbook of Research on Science Education, Ed. S. K. Abel, N. G. Lederman, 2007.

<sup>50</sup> Ibidem cit. da Abel

particolare sull'idea che gli insegnanti hanno della conoscenza scientifica degli studenti ed ha messo in evidenza che gli insegnanti non hanno una chiara conoscenza delle idee degli studenti riguardo a temi fondamentali delle scienze. Infatti, studenti di biologia, di chimica e di fisica sono stati sottoposti ad indagine e hanno messo in evidenza di possedere molte concezioni non allineate a quelle scientifiche, i loro insegnanti sottoposti ad indagini tendenti a rilevare la conoscenza delle credenze degli studenti hanno rivelato di non conoscere le idee in possesso dei loro studenti( Pine, Messer, St. John, 2001).

Il PCK include anche la **conoscenza del curriculum** in termini di obiettivi di apprendimenti generali e specifici, la conoscenza del curriculum da parte degli insegnanti è stata studiata in tutto il mondo e gli studi si sono focalizzati su concezione di (Hirvonen e Viiri, 2002; Furio, Vilches, Guisasola e Romo, 2002) obiettivi, orientamento degli obiettivi, visione degli obiettivi. Gli studi hanno messo in evidenza che gli insegnanti di scienze contemplano una vasta varietà di obiettivi nel loro insegnamento ma tendono a privilegiare quelli di contenuto rispetto a quelli attitudinali o di processo.

Geddis<sup>51</sup> et al.(1993) introdusse il termine "curricular saliency " per spiegare che gli insegnanti più esperti a fronte di un curriculum pieno di concetti operano una scelta riguardo all'importanza dei concetti stessi. Si è inferito, dunque, che questa capacità è legata all'esperienza. Gli studi condotti da Magnusson ed altri (1999) misero in evidenza l'esistenza di due tipi di conoscenza curricolare: la conoscenza degli obiettivi e scopi stabiliti dal curriculum nazionale e la conoscenza di materiali curricolari specifici per le scienze; riguardo a questo si è centrato l'attenzione sull'uso dell'analisi del curriculum negli insegnanti e si è notato che le ricerche in questo campo sono carenti proprio sui processi che i docenti usano per analizzare, selezionare e strutturare i materiali curricolari di scienze.

---

<sup>51</sup> Ibidem cit. da Abel

Riguardo l'aspetto delle **strategie di istruzione della conoscenza delle scienze** incluse nel modello del PCK, esse comprendono strategie specifiche(ciclo di apprendimento, uso di analogie, uso di laboratori), rappresentazioni(modelli e metafore) e attività(studi di caso, problemi). Le ricerche citate di seguito hanno messo in evidenza che:

1. solo gli insegnanti che possedevano una visione costruttivista dell'apprendimento possedevano una ricca gamma di strategie di apprendimento stesso(Hashweh,1996)<sup>52</sup>.
2. Le strategie meno utilizzate erano quelle dell'investigazione scientifica(Keys e Bryan, 2001)<sup>53</sup>
3. Gli insegnanti esperti erano in grado più degli insegnanti giovani di presentare alternative di istruzione come laboratori, dimostrazioni e proponevano più esempi per ogni argomento concentrandosi maggiormente sulla comprensione dello studente e l'acquisizione dei concetti che sulla conoscenza delle procedure (Halim e Meerah 2002)
4. Gli insegnanti esperti erano più bravi ad aiutare gli studenti ad effettuare collegamenti tra i vari argomenti e questo è una evidenza che l'esperienza permette la trasformazione nel PCK del SMK dell'insegnante(Clermont et al., 1993)<sup>54</sup>
5. In generale gli insegnanti sia esperti che novizi hanno ristrette conoscenze di strategie istruzionali per l'apprendimento delle scienze(Tsai, 2001).

Riguardo all'ultimo aspetto incluso nel PCK e cioè la **valutazione della conoscenza di scienze** degli insegnanti, sempre Magnusson(1999) comprende la conoscenza di ciò che si deve valutare in scienze e i metodi di valutazione.

Relativamente ai metodi di valutazione vi sono: discussioni, brainstorming, compiti, questionari, test e predizioni. Comunque le ricerche hanno evidenziato che sia il come sia il cosa gli insegnanti

---

<sup>52</sup> Ibidem cit. da Abel

<sup>53</sup> Ibidem, cit.

<sup>54</sup> Ibidem, cit.

scegliessero per valutare veniva mediato dalle credenze e dai valori dell'insegnante medesimo, ciò indica il forte valore soggettivo della valutazione. La conoscenza dei metodi di valutazione usati non fornisce una visione di come la valutazione sia portata avanti; a tale riguardo una analisi eseguita da Sanders (1993)<sup>55</sup> su 136 insegnanti di biologia ha messo in evidenza che gli insegnanti usavano criteri differenti per valutare le risposte degli studenti che conducevano ad un vasto range di valutazioni finali, ciò confermava la elevata soggettività nelle valutazioni degli studenti. Morrison e Lederman (2003) affermano che gli insegnanti non usavano strumenti di valutazione dei preconetti degli studenti anche quando riconoscevano l'importanza delle preconoscenze nell'apprendimento. Esiste perciò una contraddizione tra gli obiettivi di insegnamento e le pratiche di valutazione.

---

<sup>55</sup> Ibidem, cit.

## 6.2 Modello di pensiero ed azione docente di Clark & Peterson

Le ricerche di Clark & Peterson (1986) si sono concentrate invece sul processo di pensiero dell'insegnante durante l'esercizio della professione.

I ricercatori hanno diviso l'area dei processi di pensiero degli insegnanti nelle seguenti categorie:

- pensieri riguardo la pianificazione prima e dopo la interazione in classe (PP/D IC = Pianificazione prima/dopo interazione in classe)
- pensieri e decisioni durante l'interazione di classe (P D durante IC)
- credenze e teorie (C T).

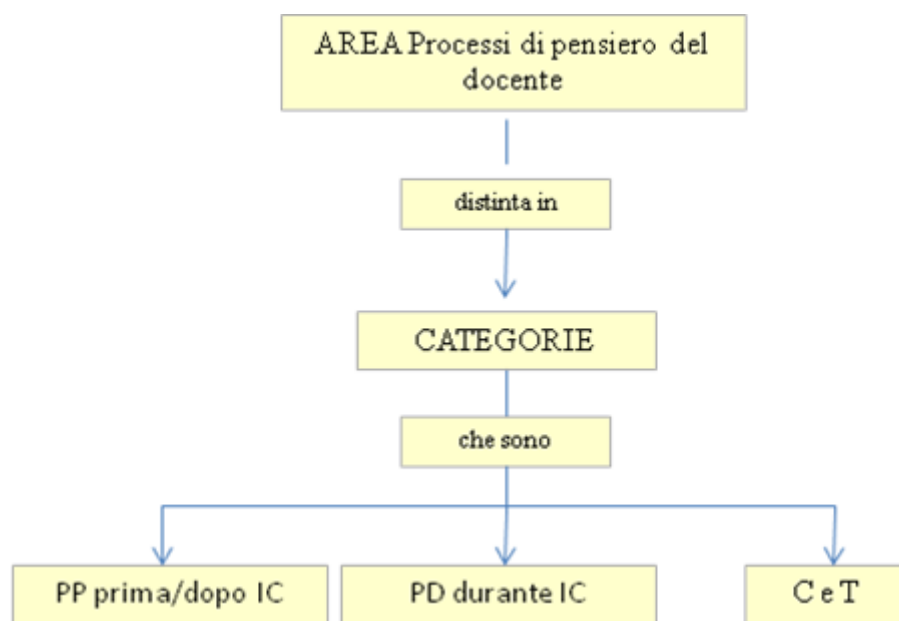


Fig. 3. Categorie dei processi di pensiero del docente

Siccome i processi di pensiero degli insegnanti sono fenomeni non osservabili e non misurabili in modo semplice come lo sono, invece, i comportamenti degli insegnanti o i risultati degli studenti nel raggiungimento del processo/prodotto di ricerca, i ricercatori per

condurre queste ricerche hanno dovuto mettere a punto svariati metodi di autoanalisi dell'insegnante stesso. Uno di questi metodi è per esempio Il **thinking aloud**, cioè il pensare ad alta voce, che si basa sul chiedere agli insegnanti di verbalizzare i loro pensieri mentre sono coinvolti in un compito inerente all'insegnamento, ad esempio mentre valutano i materiali curriculari, e registrare le verbalizzazioni conducendo poi analisi successive. Un secondo metodo è quello della **situation recall** che consiste nel produrre un filmato video o una registrazione audio mentre l'insegnante insegna e più tardi mostrare all'insegnante il video o l'ascolto stimolando il ritorno alla mente dei suoi pensieri e delle decisioni prese durante la situazione di insegnamento. Il metodo del **journal keeping** è, invece, basato sulla richiesta agli insegnanti di preparare un diario della giornata, questo metodo è quello più usato per raccogliere dati che vengono poi utilizzati principalmente per studiare la pianificazione dell'insegnante. Osservazioni di campo e descrizioni narrative del comportamento dell'insegnante sono spesso usate in aggiunta al metodo del diario.

L'analisi sul processo di pensiero dell'insegnante condotta da Clark e Peterson ha portato alle seguenti conclusioni:

- a) l'insegnante pianifica in molti modi diversi, ed il modo in cui la pianificazione è stilata ha conseguenze sulla classe
- b) durante la loro interazione con gli studenti gli insegnanti pensano e prendono frequenti decisioni
- c) le credenze e le teorie degli insegnanti influenzano la loro pianificazione, le loro percezioni e azioni.

Senza dubbio si può concordare con gli autori che la ricerca sui processi di pensiero degli insegnanti aiuta ad apprezzare in modo molto più completo quello che è l'insegnamento e la ricerca sull'efficacia degli insegnanti. Si può concludere che Clark e Peterson con la loro ricerca hanno disegnato una immagine dell'insegnante come professionista in possesso di processi di pensiero e riflessivo. Tale immagine si costruisce a partire dall'educazione ricevuta e si modifica, maturando, con



l'esperienza professionale. Le assunzioni fondamentali che derivano dal loro lavoro di ricerca sono due:

- una fetta preponderante del contesto psicologico dell'insegnamento è costituito da pensieri, pianificazione e presa di decisioni
- i processi di pensiero dell'insegnante influenzano il suo comportamento

### 6.3 modello didattico di Damiano, per una teoria dell'insegnamento

E. Damiano propende per una idea centrale per cui "insegnare" corrisponde a un fare che "provoca" apprendimento, l'insegnamento è cioè un'azione che si esercita "sopra l'oggetto culturale" e "sopra il soggetto in apprendimento"(pag 181). "Compete all'insegnante l'attivazione delle condizioni che consentano al soggetto stesso di realizzare processi cognitivi pertinenti all'oggetto culturale sottoposto ad insegnamento" (pag 182). Nella figura 2 si rappresentano gli elementi costitutivi dell'esperienza didattica.

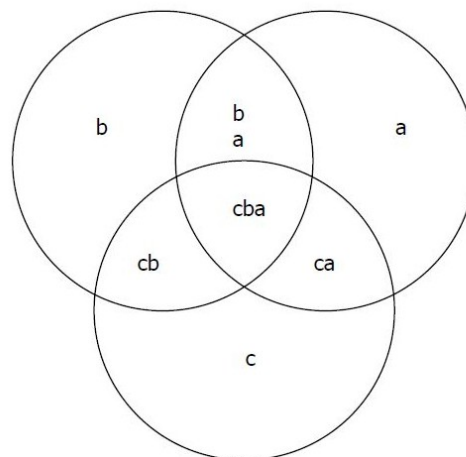


Figura 4. Rappresentazione degli elementi costitutivi dell'esperienza didattica.

Dove "a" rappresenta la scienza come sapere culturale, "b" l'azione dello studente, "c" l'azione del docente, mentre le intersezioni: "ba" , "cb", "ca" rappresentano rispettivamente:

- i processi cognitivi coinvolti nell'apprendimento degli oggetti culturali,
- le operazioni didattiche compiute da "c" relative al soggetto in apprendimento (per es. interazione diretta personalizzata, esercitazione, addestramento, interventi di feedback ,ecc),

- le operazioni didattiche relative all'oggetto culturale, cioè le operazioni compiute da "c" "rispetto alle scienze; quest'area comprende il personale percorso formativo del docente, la sua particolare rielaborazione delle scienze, le scelte che compie rispetto alla riorganizzazione delle scienze in funzione dell'insegnabilità.

L'area di intersezione viene a costituire l'area delle tre componenti dell'insegnamento. Secondo questo modello, quindi, l'insegnamento ha alla base una teoria dell'azione come forma di conoscenza che ha condotto ad una concezione mediale dell'insegnamento stesso. L'operazione di mediazione riguarda sia l'azione sull'oggetto culturale sia l'azione sul soggetto in apprendimento. La prima consiste in una trasformazione in "segni o modelli" (pag 205) di un segmento dell'esperienza.

Questo tipo di azione "è un'attività di conoscenza...conoscere la realtà consiste nel rappresentarla, ovvero nell'adottare un sistema di segni mediante il quale ricostruirla...tale ri-costruzione della realtà prescelta si può considerare un modello di questa realtà"(pag 206). La seconda, cioè l'azione sul soggetto in apprendimento, consiste "in un impegno di protezione esercitato a vantaggio del soggetto ...che consiste nel garantire al soggetto di agire in condizioni di sicurezza, quindi in assenza della realtà, eppure sopra di essa ed in riferimento ad essa...condizioni che richiedono di operare una finzione...attraverso una serie differenziata di mediatori"(pag 210).

L'insegnante è " l'operatore investito della responsabilità dell'azione didattica in quanto problema da risolvere" (pag 212) secondo lo schema seguente:



Fig 5. La responsabilità dell'operatore didattico

Quindi *“l’operatore didattico agisce come dispositivo di trasformazione dei contenuti i quali si presentano come oggetti predisposti per essere appresi”*(pag 212).

Gli strumenti che consentono di realizzare questa trasformazione sono rappresentati dal sistema dei mediatori didattici che permettono di operare nella doppia funzione di sostituzione della realtà, distanziandosi e poi riconducendosi ad essa, e di protezione del soggetto in apprendimento. Ordinati secondo un criterio di vicinanza alla realtà troviamo:

- **mediatori attivi** che fanno appello all’esperienza diretta, quindi sono i più vicini alla realtà
- **mediatori iconici** che sono strumenti che consentono la rappresentazione della realtà, utilizzano quindi linguaggio grafico e spaziale
- **mediatori analogici** che fanno appello ai giochi di simulazione
- **mediatori simbolici** che consistono in codici convenzionali ed universali come i concetti; essi sono i più distanti dalla realtà, appartenenti alla soglia dell’astrazione

I mediatori modellizzati da Damiano sono sistemati in progressione e vanno dal “concreto” verso una “concettualizzazione” e cioè dalla “realtà” alla sua “rappresentazione.



Figura 6. Ordine di successione dei mediatori didattici tra realtà e rappresentazione

*“Il diagramma costruito con la figura esplicita l’ordine di successione dei mediatori fra gli estremi della realtà e della rappresentazione. La linea trasversale sta ad indicare che non si dà alcun mediatore totalmente disancorato dalla realtà, nemmeno il più distante, il mediatore simbolico; e viceversa, non si dà alcun mediatore neppure quello attivo che non comprenda una componente di rappresentazione, anche se diversamente proporzionata rispetto alla componente di realtà”(pag 235).*

#### **6.4 I focus dei modelli di conoscenza dell'insegnamento**

I tre modelli presentati sono tutti modelli di conoscenza, in particolare sono modelli che mirano a comprendere l'insegnamento come processo che agisce sull'apprendimento e da cui dipende l'efficacia.

Il modello di Damiano si centra maggiormente **sull'azione didattica e concepisce l'insegnamento secondo la teoria dell'azione focalizzando l'interesse alla conoscenza dell'azione di insegnare.**

Questa azione corrisponde a un fare che produce apprendimento, l'insegnamento è cioè un'azione che si esercita "sopra l'oggetto culturale" e "sopra il soggetto in apprendimento"; **l'insegnamento ha alla base una teoria dell'azione come forma di conoscenza che ha condotto ad una concezione mediale dell'insegnamento stesso.**

L'operazione di mediazione riguarda sia l'azione sull'oggetto culturale sia l'azione sul soggetto in apprendimento. La prima consiste in una trasformazione in "segni o modelli" di un segmento dell'esperienza. Questo tipo di azione è, secondo Damiano, un'attività di conoscenza della realtà che porta alla sua rappresentazione. Per rappresentare la realtà occorre adottare un sistema di segni che consentono di ricostruirla e di modellarla. La seconda azione esercitata sul soggetto in apprendimento, è una azione che consiste nel garantire al soggetto di agire in condizioni di sicurezza, condizione che richiede una operazione di protezione del soggetto con un distanziamento progressivo dalla realtà attraverso una serie differenziata di mediatori didattici.

Il modello di Clark e Peterson prende in considerazione la relazione tra pensiero e azione del processo di insegnamento medesimo e riconosce l'esistenza dell'azione come fulcro dell'insegnamento. Senza dubbio si può concordare con gli autori che la ricerca sui processi di pensiero degli insegnanti aiuta ad apprezzare in modo molto più completo quello che è l'insegnamento e l'efficacia degli insegnanti, ma il lavoro svolto è rivolto più a **svelare l'esistenza di questa relazione che a conoscere la relazione medesima e cioè i termini dell'azione di insegnare.** Il

modello di Shulman e Grossman descrive le categorie che compongono la conoscenza dell'insegnante e il modello comprende un ciclo di molteplici attività che l'insegnante percorre per lo svolgimento di un insegnamento efficace, il punto chiave del modello consiste nel **PCK** e a sua volta l'inclusione della capacità dell'insegnante di trasformare la conoscenza in forme che siano pedagogicamente adattabili al background degli studenti. Il modello mette in **relazione** il PCK con l'**SMK** (conoscenza degli oggetti della disciplina), il **PK** (conoscenza pedagogica) e il K of **C** (conoscenza del contesto), sottolineando l'importanza di queste categorie. Il **punto debole** di questo modello risiede nella **descrittività della categoria fondamentale che costituisce il modello stesso**. Mentre infatti, molte ricerche citate hanno potuto comprendere bene e misurare la conoscenza dell'**SMK** degli insegnanti in particolare di scienze, non è stato possibile da parte dei ricercatori raggiungere un accordo riguardo alla metodologia e terminologia e la ricerca nel suo complesso risulta meno coerente (Abel, 2007). Sarebbe necessaria a tale proposito una revisione della letteratura di ricerca e la costruzione di una coerente concettualizzazione del PCK.

Nel modello di Shulman e Grossman il **punto forte** è rappresentato **dall'esplicito riferimento all'**SMK****, ed interessanti sono le ricerche che sulla base del modello di Shulman e Grossman sono state condotte riguardo all'**SMK** degli insegnanti di scienze.

I primi studi a riguardo iniziarono nel 1987 con Gabel, Samuel e Hund, in chimica sulla natura particellare della materia. Questi studi misero in evidenza che la maggior parte degli insegnanti coinvolti nell'indagine ignorava la conservazione della materia e gli ordini di grandezza delle particelle, sempre relativamente alla massa, la maggior parte sapeva dare la definizione di massa e la conservazione della massa ma non sapeva risolvere semplici problemi su tale tema (Ryan, Sanchez Jimenez, Onobre de Torre, 1989). Furono individuati gravi misconcetti

sul concetto di massa atomica, mole, conservazione di massa, equilibri chimici.

Numerose ricerche hanno messo in evidenza che anche gli insegnanti che hanno una solida preparazione in chimica presentano gravi lacune su concetti fondamentali (De Long et al., 2002).

Gozin nel 1994 mette in evidenza che vi è un forte risponanza tra i risultati degli studenti e quelli dei loro insegnanti. Anche L'MSK degli insegnanti di scienze della terra ha evidenziato concezioni non allineate a quelle scientifiche sulle stagioni, fasi lunari, tempo geologico e fenomeni atmosferici (Shoon 1995) e viene rilevato che le concezioni più lontane da quelle scientifiche appartengono più al campo astronomico che geologico. L'SMK degli insegnanti di fisica è stato quello più studiato. I temi più problematici sono quelli relativi alla corrente elettrica, calore e temperatura e luce. Alcune ricerche hanno indagato sulle concezioni in fisica sia dei docenti sia dei loro allievi, i risultati hanno messo in evidenza una forte specularità tra le conoscenze dei docenti e quelle degli allievi ( Mottis & Mac Farland, 2001; Jasien & Oberen, 2002; Kikas, 2004).

Conoscenze non allineate alle conoscenze scientifiche sono state evidenziate dalle indagini condotte a rilevare l'SMK degli insegnanti di biologia riguardo a cellule, scambi gassosi, respirazione ed omeostasi (Good & Cummins, 1992). Tutte le ricerche condotte negli stessi campi delle scienze hanno però messo in evidenza che gli insegnanti veterani hanno una comprensione più approfondita dei temi principali delle scienze e migliorano la conoscenza ristrutturandola progressivamente con gli anni di insegnamento (Good & Cummins, 1992; Barba e Rubba, 1992). Sulla base di queste ricerche condotte sull'SMK che hanno messo in evidenza la presenza di misconcezioni negli adulti anche con un elevato livello di istruzione scientifica, si è fatta strada l'idea, adottata da questa ricerca, che il focus dovrebbe essere spostato dalla materia (concetti, fatti e principi) verso la costruzione delle conoscenze scientifiche e i paradigmi che le guidano, considerando l'epistemologia



che modella la struttura delle discipline e la distanza tra questa e i modelli di conoscenza scientifica dei docenti e dei discenti.

In conclusione sulla base dei modelli presentati e delle ricerche condotte sull'SMK e sui "cambi di credenze" si può affermare che il modello di Damiano risulta pregnante per la sua teoria dell'azione, mentre il modello di Shulman e Grossman risulta pregnante per l'esplicito riferimento all'SMK che ha portato all'avvio di una messe di ricerche che hanno evidenziato come un modello di insegnamento delle scienze oltre alla teoria dell'azione e quindi mediatica dell'insegnamento deve contemplare, secondo la visione di Shulman e Grossman sia la conoscenza "di come si conosce" della scienza, sia dell'SMK, sia la conoscenza della "conoscenza scientifica" degli studenti, sia la conoscenza del contesto.

## **6.5 Approcci e strategie generali d'insegnamento delle scienze: metodi convenzionali e standard**

Riferendosi ai metodi istruzionali e alle strategie per l'insegnamento delle scienze, possiamo dire in generale che esistono metodi centrati sulla figura del docente e quelli invece che ne prevedono il suo decentramento e sono più centrati, quindi, sulla figura degli studenti.

Nell'apprendimento delle scienze uno dei metodi istruzionali fondamentali prevede come strategia didattica l'uso del laboratorio di scienze. L'uso del laboratorio scientifico come metodo istruzionale nell'apprendimento delle scienze per molti decenni è stato incentrato sulla dimostrazione o sull'esecuzione pratica di esperienze. Secondo molte ricerche sebbene questa modalità di utilizzo serva a favorire la motivazione all'apprendimento, non migliora l'apprendimento stesso poiché gli studenti sono ridotti ad assistere o eseguire le esperienze e non usano processi di pensiero né sviluppano immaginazione come avviene con la modalità investigativa (White,1996). Nel laboratorio dimostrativo gli studenti non modificano le loro concezioni scientifiche perché osservano il fenomeno con le idee che hanno in mente e gli insegnanti spesso non comprendono che i loro studenti condividono prospettive teoriche assai differenti da quelle che sono proprie della scienza. Per questo motivo, affinché il laboratorio diventi efficace nell'apprendimento delle scienze è necessario che l'insegnante effettui una "mediazione" nell'apprendimento degli studenti ed diventi interprete del contenuto delle scienze (Watson, 2000). È possibile spostare la centratura delle dimostrazioni dagli insegnanti agli studenti mediante l'impiego di strategie come la POE(Predict, Observe, Explain, Gunstone, 1995). Le attività condotte con queste strategie comprendono quattro fasi:

1. Previsione da parte dello studente riguardo a un fenomeno
2. Osservazione di ciò che succede
3. Spiegazione di ciò che si osserva

#### 4. Discussione collettiva riguardo a ciò che si è previsto, osservato e spiegato

Queste attività possono essere svolte anche mediante simulazioni con uso di software (Kearney et al. 2002).

Un'ulteriore strategia molto usata nelle lezioni di scienze e centrata sull'insegnante è la descrizione e spiegazione in classe. Si tratta della strategia in cui l'insegnante impartisce in classe lezioni di scienze e fornisce agli studenti descrizioni e spiegazioni di temi specifici.

Le descrizioni consistono di informazioni non necessariamente collegate, le spiegazioni invece sono fornite per mostrare come i vari pezzi di informazioni possono essere legati.

Durante le spiegazioni degli insegnanti nelle classi di scienze è facile che gli insegnanti propongano in modo interattivo induzioni e deduzioni attraverso l'uso di vari linguaggi, verbali e non (Gilbert, Boulter, Elmer, 2000). I risultati di alcune ricerche (Yore, Hand, 2003) hanno messo in evidenza l'importanza fondamentale dell'uso del linguaggio nella comprensione delle scienze, sono stati descritti quattro ruoli del linguaggio:

1. creare differenze distinguendo, ad esempio, le specifiche conoscenze dell'insegnante e dello studente,
2. costruire entità, cioè costruire significati quali energia, forza, allele, temperatura
3. trasformare conoscenze, cioè spiegare le entità attraverso analogie e metafore
4. fornire significato al tema, cioè spiegare attraverso dimostrazioni per persuadere gli studenti che le cose stanno proprio nel modo che loro vedono

I primi due ruoli sono relativi a strategie deduttive nelle quali gli insegnanti divulgano agli studenti informazioni e concetti di scienze e procurano loro contesti per organizzare le conoscenze. Il terzo e il quarto ruolo coinvolgono, invece, gli studenti in ragionamenti deduttivi e induttivi mentre l'insegnante accentua la spiegazione.

Porre questioni agli studenti è un'altra strategia esercitata dagli insegnanti durante le lezioni di scienze, l'attività viene tipicamente impostata nel modo seguente: l'insegnante pone la domanda, l'insegnante interpella lo studente a fornire la risposta, l'insegnante valuta lo studente (Lemke, 1990). Questa modalità secondo Lemke non funziona mentre è più efficace quella per cui si fa in modo che le domande siano poste dagli studenti e siano gli insegnanti a rispondere, oppure creare l'alternativa di gruppi cooperativi in cui gli allievi discutono mentre il docente stimola e facilita la discussione nei gruppi. Porre questioni in classe è stato comunque riconosciuto molto importante e come determinante della qualità del discorso e delle modalità di apprendimento delle scienze degli studenti, ed è il tipo di domande che vengono poste che migliora l'apprendimento (Koufetta et al. 2000).

## 6.6 Il laboratorio nell'insegnamento delle scienze

L'importanza del laboratorio come mezzo unico per apprendere e insegnare le scienze era stato visto già nel 1969 da Ramsey e Howe, poi da Bates(1978) Blosser(1980) Tobin(1990), Hodson (1993), Tamir 1994 e Hofstein e Lunetta(2004)<sup>56</sup>. La letteratura che conferma questa importanza è molto ampia e non basta lo spazio di questa tesi per riportarla. Mi sono limitata a menzionare alcune citazioni che mi sono state fondamentali per l'inquadramento del ruolo che il laboratorio riveste nella didattica delle discipline scientifiche in relazione alle diverse concezioni che nel tempo lo hanno accompagnato e da cui ho preso lo spunto per renderlo concreto in questa ricerca. La concezione di laboratorio di scienze è cambiata nel tempo; infatti, mentre negli anni 70-80 si raccomandava l'uso del laboratorio perché gli studenti amavano praticarlo e questo fatto era riconosciuto importante per migliorare l'interesse nel campo scientifico, già all'inizio degli anni 90, con Hodson<sup>57</sup> nel '93 e Lazarowitz<sup>58</sup> e Tamir<sup>59</sup> nel 1994, vi è stato lo spostamento dal dominio affettivo, al dominio cognitivo con speciale attenzione al cambio concettuale. Gli autori citati con le loro ricerche sostengono che il laboratorio di scienze è il solo posto nella scuola dove certi tipi di abilità e competenze possono essere sviluppate.

Molti aspetti relativi al laboratorio sono stati oggetto di numerosi studi (Hofstein e Lunetta, 1982; Hodson, 1993; Lazarowitz e Tamir, 1994; Thompson e Soyibo, 2002; Kipnis e Hofstein, 2005)<sup>60</sup>, un aspetto ad esempio è la modalità con cui il laboratorio veniva praticato e il ruolo delle attività sperimentali; un altro aspetto ha riguardato il numero delle attività proposte e gli obiettivi che ci si prefiggeva di raggiungere.

---

<sup>56</sup>Gli autori menzionati citati da V.Lunetta,A.Hofstein, M.P.Clough, *Learning and Teacher in the School Science Laboratory: an Analysis of Research, Theory, and Practice*, in Handboock of Research on Science Education, Ed S. K.Abell, N. G. Lederman, Lowrence Erlbaum Association, 2007.

<sup>57</sup> ibidem

<sup>58</sup> Ibidem

<sup>59</sup> ibidem

<sup>60</sup> ibidem

Per quanto riguarda le procedure sperimentali ricerche di Leach e Paulsen (1999)<sup>61</sup> mettono in evidenza che esse appaiono troppo spesso in forme stereotipate, mentre Haigh e Forret (2005)<sup>62</sup> sulla stessa problematica confermano i risultati e rilevano che l'istruzione primaria appare più aperta rispetto alla secondaria ad attività di investigazione, riconoscendo un ruolo importante al test di ipotesi.

Da ricerche di Johsua e Dupin<sup>63</sup> (1993) e di Windschitl (2002) si evidenzia che nell'istruzione secondaria, gli esperimenti sono usati principalmente per illustrare concetti, verificare leggi, attivare un procedimento induttivista: esperimento, osservazioni, misurazioni e conclusioni. In questo modo l'alunno, sulla base di conclusioni già note in anticipo, svolge esperimenti, fa osservazioni e misurazioni in risonanza con le conclusioni note.

Tiberghien et al.( 2001) in una ricerca basata sull'analisi di schede di laboratorio per attività pratiche in sette paesi europei per diverse discipline (fisica, chimica, biologia) conferma i dati precedenti mettendo in evidenza che solo quelle di biologia riconoscono un po' di spazio all'organizzazione di una ricerca per trattare una questione.

Niedderer, Hucke e Fischer.et al. (2002)<sup>64</sup> documentano da numerose ricerche in diversi Paesi le difficoltà degli studenti di «collegare» le esperienze e la teoria, l'organizzazione delle attività sperimentali penalizza la riflessione teorica e la riflessione sull'esperienza mentre favorisce manipolazioni e misurazioni.

Degni di nota sono gli studi condotti da Tiberghien (2001) e Sere (2002) a lungo termine in molte nazioni europee, i risultati hanno messo in evidenza che gli oggetti e gli obiettivi tipicamente articolati per l'attività di laboratorio(capire teorie, concetti, leggi, condurre esperimenti, apprendere processi e applicare conoscenze a nuove situazioni) erano troppo numerosi perché gli insegnanti riuscissero ad ottenere un

---

<sup>61</sup> ibidem

<sup>62</sup> ibidem

<sup>63</sup> ibidem

<sup>64</sup> Gli autori menzionati citati da V.Lunetta,A.Hofstein, M.P.Clough, *Learning and Teacher in the School Science Laboratory: an Analysis of Research, Theory, and Pratiche*, in Handboock of Research on Science Education, Ed S. K.Abell, N. G. Lederman, Lowrence Erlbaum Association, 2007

successo individuale nelle sessioni di laboratorio, e hanno suggerito perciò lo sviluppo curricolare di un laboratorio in cui gli insegnanti di scienze dovrebbero fare delle scelte specifiche riguardo ai percorsi di attività e alla progettazione all'inizio del corso.

Sempre in questi anni con i lavori di Duschl (1990, 2000) Matthews (1994) e Bybee(2000) vengono evidenziati i principali obiettivi dell'apprendimento in laboratorio di scienze:

promuovere lo sviluppo della conoscenza scientifica degli studenti, le capacità di PS (problem solving) e i modi di pensare includendo:

- Conoscenze concettuali
- Conoscenze di come la scienza e gli scienziati lavorano
- Abilità pratiche e di problem solving incluse le capacità argomentative da dati(conoscenza procedurale)
- Interesse e motivazione
- Comprensione dei metodi per ragionare e progettare in campo scientifico includendo anche la comprensione della natura della scienza

Tutti questi risultati secondo Hodson (2001) possono essere raggiunti quando sono chiari agli studenti gli obiettivi che l'insegnante si prefigge con l'attività di laboratorio.

Già Tamir e Lunetta nel 1981 avevano visto che molto spesso gli studenti in laboratorio lavoravano come semplici tecnici seguendo delle ricette prestabilite, non era richiesto di descrivere o spiegare le loro proprie ipotesi, metodi e natura della loro investigazione. Per molti studenti l'attività di laboratorio significava utilizzare e manipolare degli strumenti, ma non manipolare idee (Eylon e Linn, 1988)<sup>65</sup>. Perciò sulla scia degli studi condotti sulle modalità di apprendimento, autori come Erickson (1979)<sup>66</sup> e Osborne e Freyberg (1985)<sup>67</sup> enfatizzano

---

<sup>65</sup> ibidem

<sup>66</sup> ibidem

l'importanza di sfruttare l'attività di laboratorio per creare dei conflitti concettuali con osservazioni contrarie a quelle attese dagli studenti.

La teoria costruttivista, infatti, ritiene che chi apprende usa le idee e i costrutti già presenti nella propria mente per dare un senso alle esperienze; l'apprendimento è un processo attivo, interpretativo e interattivo (Bransford e altri, 2000).

L'obiettivo delle attività di laboratorio è rendere gli studenti consapevoli delle loro concezioni e delle loro assunzioni e di come queste differiscono da quelle dei pari e da quelle della scienza accreditata.

Reiser e altri (2001),<sup>68</sup> Kannari e Millar (2004), Osborne e altri (2004) hanno visto la necessità di trovare dei metodi per favorire negli studenti l'articolazione delle loro idee, la spiegazione delle idee, le ragioni che adducono mentre leggono i dati che ottengono e il miglioramento della qualità delle loro argomentazioni anche attraverso lo sviluppo e lo studio di software specifico progettati a supporto dell'indagine degli studenti.

Un apprendimento significativo in laboratorio può essere raggiunto se agli studenti viene dato tempo sufficiente e opportunità per interagire, riflettere, spiegare e modificare le loro concezioni (Barron ed altri, 1998)<sup>69</sup>.

La sfida è di aiutare lo studente a prendere controllo del proprio apprendimento, di aiutarlo alla ricerca della comprensione, dandogli tutte le opportunità che lo incoraggino a fare domande, suggerire ipotesi, strutturare progetti sia di tipo pratico che ragionati (J.L. Polman, *Designing project-based science*, 1999)<sup>70</sup>.

---

<sup>67</sup> ibidem

<sup>68</sup> Gli autori menzionati citati da V.Lunetta, A.Hofstein, M.P.Clough, *Learning and Teacher in the School Science Laboratory: an Analysis of Research, Theory, and Practice*, in *Handbook of Research on Science Education*, Ed S. K.Abell, N. G. Lederman, Lawrence Erlbaum Association, 2007.

<sup>69</sup> ibidem

<sup>70</sup> ibidem



## 6.7 I diversi modelli di laboratorio: SSCS e SWH

Il laboratorio è un luogo particolarmente adatto all'investigazione cooperativa dei fenomeni scientifici, e può portare a domande significative e a crescita cognitiva (Hofstein e Lunetta, 2004) degli studenti.

Vista l'importanza data da queste ricerche al laboratorio nella pratica didattica scientifica, come luogo per imparare a investigare i fenomeni in modo scientifico ed arrivare ad assumere questo particolare abitus mentale, gli sforzi si sono concentrati sulla formulazione di modelli e strategie per l'insegnamento scientifico in laboratorio.

Il modello **SSCS** ( search, solve, create and share) sviluppato da Pizzini<sup>71</sup> ed altri nel 1989, prevede 4 differenti fasi.

Durante la **fase di ricerca** (search) gli studenti sono coinvolti direttamente nell'identificare, data una situazione problematica, le domande significative per trovare risposte.

Durante la **fase di risoluzione** (solve) gli studenti in piccoli gruppi analizzano i modi con cui investigare usando procedure che hanno direttamente pensato.

Durante la **fase creativa** (create) i gruppi preparano la loro presentazione, i report sulla loro ricerca, il lavoro investigativo fatto, i risultati e le conclusioni.

Nella **fase di condivisione**(share), condividono l'attività con gli altri gruppi.

Il modello SSCS aiuta gli studenti ad apprendere come porre delle domande affini alla ricerca, come strutturare un progetto di ricerca e come rispondere alle domande iniziali.

Un altro **modello** è L'**SWH** che è (Science writing heuristic) formulato da Keys<sup>72</sup> e altri nel 1999, è molto efficace nel favorire idee, modi di negoziare, e narrazioni sulle attività di laboratorio, tale strategia può aiutare gli studenti a passare da una scrittura di relazioni di laboratorio

---

<sup>71</sup> ibidem

<sup>72</sup> ibidem

tradizionali verso forme espressive di scrittura più personali; tale strategia guida insegnanti e studenti al pensare e allo scrivere e incoraggia gli studenti ad elaborare argomentazioni. Le strategie sono relative alla strutturazione di una serie di linee guida al ragionamento e alla riflessione. Grimberg ed altri nel 2004 ed Hand ed altri nel 2004, hanno visto che l'utilizzo della strategia SWH portava alla fine dell'attività di laboratorio, ad una migliore organizzazione cognitiva e a una migliore performance sulle questioni focali del progetto di indagine. Altre strategie di insegnamento che possono essere usate da sole o in combinazione con la SSCS e la SWH sono la **POE** (predict observe, explane) e la **TPS** (Think-pair-share) di White e Gunstone<sup>73</sup>(1992) che coinvolgono gli studenti in modo più profondo a pensare sui fenomeni visti in laboratorio nel dividerli con i compagni di classe e l'insegnante.

In linea con queste visioni, la filosofia di questa ricerca si è basata sulla convinzione che osservando gli studenti fare delle previsioni su quello che sarà osservato e investigato gli insegnanti possono acquisire importantissime informazioni sul modo di pensare degli studenti e qualora le osservazioni non siano in linea con le previsioni fatte dagli studenti il conflitto cognitivo e le motivazioni per l'apprendimento assicureranno il raggiungimento degli obiettivi. Sia che le previsioni fatte dagli studenti siano in linea o no con ciò che viene osservato in laboratorio, la fase più importante di strategie di questo tipo è la fase di spiegazione che gli studenti forniscono relativamente alle loro previsioni e come essi cerchino di dare spiegazioni riguardo a osservazioni che deviano da quello che avevano previsto.

Le ricerche precedenti hanno fornito modelli e strategie messe a punto da molti anni, ma ricerche degli ultimi anni condotte da Osborne et al. (2004), Rudolph (2003)<sup>74</sup>, Abd-El-Khalick (2004), Hipkins e Barker (2005), mettono in evidenza che la vera natura dell'indagine scientifica

---

<sup>73</sup> Citato da Ronald D. Anderson , *Inquiry as an Organizing Theme for Science Curricula*, in Handbook of Research on Science Education, Ed S. K. Abell, N. G. Lederman, Lawrence Erlbaum Association, 2007.

<sup>74</sup> ibidem

non viene praticata a scuola. Dove per "natura dell'indagine scientifica" si intende: l'elaborazione di questioni scientifiche, la formulazione di ipotesi, l'elaborazione di dispositivi e di protocolli sperimentali, la scelta di dati da raccogliere, il trattamento dei dati con un approccio più scientifico di esplorazione delle relazioni tra variabili, l'organizzazione e la comunicazione dei risultati.

## **7. Un bilancio della rassegna proposta: le ragioni del laboratorio e le ipotesi di ricerca**

La documentazione di ricerca vagliata mi ha consentito di fare un bilancio e di rilevare due ordini di problemi, il primo relativo al processo di insegnamento/apprendimento in generale, il secondo riguardo all'insegnamento/apprendimento delle scienze in particolare.

Riguardo al primo problema nel corso del tempo le ricerche hanno condotto ad una transizione della concezione del pensiero e della conoscenza da una forma classica, come possesso di capacità logiche secondo la visione di Piaget, in cui venivano considerati frutto di capacità personale non influenzate da fattori esterni, a una teoria dello sviluppo del pensiero e della conoscenza in cui l'influenza della cultura di provenienza e la natura sociale, condivisa dei processi cognitivi modella il pensiero e la conoscenza; tutto questo sotto l'influsso degli studi di Maturana e Varela che avevano parlato di *accoppiamento strutturale e deriva naturale*, concezioni che minano l'idea di apprendimento in *"autonomia cognitiva"* e affermano la *"dipendenza ecologica"* dei soggetti umani (Bateson, 1984-86). Quindi nel processo di insegnamento occorre considerare uno scenario didattico in cui siano disegnati ambienti di interrelazioni tra gli individui sugli oggetti culturali a loro volta interrelate, con le singole diverse strutture inerenti le distinte organizzazioni disciplinari che gli stessi oggetti culturali hanno (Pontecorvo, 1983). Oggi le teorie di apprendimento delle scienze rappresentano un tutto unico con le teorie dell'apprendimento in generale e come queste avrebbero dovuto mostrare diverse tappe partendo dalla matrice Skinneriana comportamentista fino a quella della costruzione della conoscenza che parte da Piaget e si trasforma con Bruner e Vygotskij, ma le ricerche vagliate mostravano, invece, una stasi nell'insegnamento delle scienze che appariva ancorato ancora alla matrice skinneriana o a Piaget e alla concezione dell'autonomia cognitiva del soggetto.

In conclusione, la documentazione di ricerca esaminata, porta a concretizzare che l'insegnamento delle scienze risente, oltre che di questo problema generale, di altri legati alla struttura stessa delle discipline scientifiche ed allo sviluppo di processi scientifici che pongono difficoltà concettuali, di comprensione della natura della conoscenza scientifica e di comprensione e costruzione di linguaggio. Inoltre il laboratorio scientifico, luogo privilegiato per lo sviluppo di questi processi di apprendimento, è posto in essere come "laboratorio di apprendistato"<sup>75</sup> mediante il trasferimento di competenze tecnico-scientifiche per l'apprendimento di abilità operative principalmente di tipo manuale piuttosto che processuale. Le ricerche esaminate mettono in evidenza che le pratiche di apprendimento/insegnamento della scienza sono epistemologicamente scorrette e nella loro realizzazione si mira alla memorizzazione dei dati e dei risultati piuttosto che ai processi della produzione della conoscenza scientifica. Infatti le ricerche esaminate mettevano in luce che le concezioni degli studenti e degli insegnanti, ma anche del 20% degli scienziati (Behnke, 1960- Carey, 1968- Schulman, 1987-Aguirre, Haggerty e Linder, 1990), sulla natura della scienza non concordavano con quelle della scienza accreditata. Inoltre i portatori di questa visione praticano una impostazione dell'insegnamento basata sui fatti e i risultati della scienza (*Ideologia della verità speciale della scienza*, Lemke 1990), praticando nel loro insegnamento il laboratorio scientifico come dimostrativo di leggi scientifiche (Leedermann, 1992).

La scienza, essendo una conoscenza che riguarda i fenomeni naturali, è influenzata dalle credenze che le persone si costruiscono sulla base della

---

<sup>75</sup> F. De Bartolomeis nel suo *il Sistema dei laboratori*, Feltrinelli, Milano, 1976 esprime principalmente questo concetto, la sua idea di laboratorio è nata infatti nel mondo delle industrie, il modello ideato dall'autore ha razionalizzato il concetto di apprendistato all'interno di quelle comunità scolastiche che erano direttamente deputate alla formazione di allievi che conseguivano qualifiche professionali atte all'immissione nel mondo del lavoro. Il formatore in questo caso non sviluppa processi ma abilità tecniche operative, il sistema di laboratori di De Bartolomeis è quindi una "teoria dello sviluppo delle abilità tecniche-scientifiche operative" anziché una "teoria dell'azione didattica". A. Vigo (1979), riprendendo l'idea di laboratorio proposta da F. de Bartolomeis sottolinea come l'insegnamento di tutte le discipline possa avvalersi del sistema dei laboratori proposto, i laboratori infatti agiscono come condizionatori e mediatori delle attività.

percezione degli stessi fenomeni naturali, come è messo in evidenza da ricerche sviluppate in tutto il mondo da ormai 30 anni e citate prima. I sistemi di credenze includono quindi sia episodi dell'esperienza personale sia credenze tramandate dalla cultura; questo sistema di credenze guida i modi di agire delle persone impegnate in operazioni cognitive e influenza le risorse cognitive da mobilitare nell'apprendimento delle discipline. Quindi le "epistemologie personali e sociali" (Greno, 1989) sono agenti orientanti le attività mentali e coinvolgono sempre un sistema agente-situazione e non una mente solitaria (Mason, 2001). Le credenze sono strutturate in vere e proprie epistemologie naif che influenzano i processi di conoscenza e l'apprendimento delle discipline scientifiche.

Infine la documentazione di ricerca vagliata mi ha permesso di considerare che l'organizzazione di sequenze di ragionamento è fortemente influenzata dalla comprensione dei significati dei segni e delle parole e che una delle difficoltà maggiori di produzione linguistica riguarda le connessioni implicazionali di cui il linguaggio scientifico si serve ed il cui uso e comprensione risultano fondamentali per l'apprendimento (Vygotskij, 1966; Arons, 1992).

È da considerare come problematico nel processo di insegnamento-apprendimento l'aspetto della comprensione della struttura del linguaggio specialistico che si costruisce dal linguaggio comune poiché le scienze dure assumono i termini dalla lingua comune specializzandone il significato per descrivere, indicare, discriminare, gerarchizzare i loro oggetti di conoscenza.

Sia i messaggi impliciti che sono contenuti normalmente nella comunicazione verbale scritta, sia l'utilizzo di metafore, sia la difficoltà di decifrare formulazioni verbali e trasporle in corrette procedure di operazioni, sia la specificità dei significati terminologici che implicano l'univocità dei significati, sia, infine, il ricorso alla lingua greca per l'invenzione di termini nuovi con precisi significati o l'assunzione di regole quali simboli, prefissi, suffissi e di eponimia, o l'utilizzo di

nominalismo come regola sintattica, comportano molte difficoltà di apprendimento delle materie scientifiche. In poche parole il processo di comunicazione che lega un emittente al ricevente riguardo a un referente, può ergersi a barriera incrementando una discrepanza tra il significante ed il significato nella comunicazione scientifica.

Sulla base delle ricerche condotte sull'apprendimento e delle problematiche da queste sottolineate sono stati proposti dei modelli di insegnamento, tre dei quali sono stati illustrati nelle pagine precedenti, il modello di Schulman e Grosman sulla conoscenza dell'insegnante di scienze che mette in evidenza l'importanza della conoscenza della struttura delle scienze, il modello di Peterson e Clark che prende in considerazione il pensiero e l'azione del docente ed il modello didattico di Damiano che struttura una teoria dell'azione dell'insegnamento, infine le ricerche sulle azioni o strategie da far compiere o adottate nei laboratori (SSCS e SWH) durante il processo attivo di conoscenza.

Su questa base e sulla base delle indagini italiane condotte da Bucchi e Neresini (2006) sul problema del *perché i giovani non vogliono studiare le scienze*, e dalla commissione Berlinguer (2007) sui laboratori scientifici, è nato il progetto di ricerca condotto e che ha avuto il fulcro *nella teoria dell'azione didattica di Damiano* considerando il **laboratorio scientifico come mediatore tipico del procedere epistemologico della scienza**. Nell'ambito dell'insegnamento delle scienze e quindi del laboratorio scientifico, per la complessità che esso comporta riguardo al sistema di variabili coinvolte, ho preso in considerazione il modello di Damiano poiché è relativo alla teoria dell'azione didattica ed il laboratorio diventa, dunque mediatore dell'azione dell'insegnare scienze. L'**ipotesi di lavoro** ha preso corpo dalla considerazione di tre fronti per condurre la ricerca, il fronte degli insegnanti, quello degli studenti e quello delle pratiche scientifiche attraverso il laboratorio:

- a) *l'insegnamento delle discipline scientifiche a scuola, in particolare nella secondaria inferiore, deve puntare sul laboratorio scientifico*

*per produrre negli insegnanti la consapevolezza dell'esistenza di teorie naif e di quelle costruite dalla scienza accreditata. La consapevolezza di queste due differenti teorie sul mondo naturale conduce allo sviluppo di un vero approccio scientifico che può essere costruito con **modelli di laboratorio di classe e sperimentali** che facilitano l'apprendimento.*

*b) le potenzialità cognitive degli allievi sono attivate mettendo in atto un **ambiente interattivo di apprendimento** che inizia dal confronto e dalla condivisione delle proprie cognizioni, dalla consapevolezza delle credenze collettive riguardo a fenomeni del mondo naturale, dal riconoscimento delle differenze tra queste e quelle scientifiche con azioni didattiche atte a promuovere la rimozione di blocchi cognitivi che compromettono l'apprendimento delle conoscenze scientifiche a scuola.*

*c) il coinvolgimento diretto degli insegnanti nella ricerca attiva la riflessività sulle pratiche didattiche dell'insegnamento delle scienze e quindi il loro sviluppo e modellamento.*

In relazione a queste ipotesi di ricerca ed all'ultima in particolare, per svolgere il progetto di ricerca ho cercato intenzionalmente una comunità scolastica che avesse un **bisogno**, quello di innovare le proprie pratiche di insegnamento ritenute poco soddisfacenti; questo nella convinzione che soltanto il bisogno (Knowles, 2006) può spingere i soggetti verso un autosviluppo delle competenze.



## **7.1 Verso un nuovo modello di laboratorio scientifico: le ragioni del laboratorio scientifico**

La specificità della conoscenza prodotta dalle scienze è l'investigazione scientifica dei fenomeni naturali, nelle scienze sperimentali di ieri e di oggi<sup>76</sup> (ad esempio biologia, fisica, chimica), questa conoscenza si produce in buona parte mediante l'uso di laboratori sperimentali di ricerca. Nella trasposizione della disciplina esperta nell'insegnamento, il laboratorio scientifico deve trovare una propria sistemazione non slegata dalle tematiche previste dal curriculum, a tale scopo è necessario prevedere accuratamente l'intersezione tra curriculum e laboratorio scientifico perché quest'ultimo si configuri come ambiente didattico privilegiato per lo studio delle scienze e come luogo e mezzo per sviluppare una progettualità riguardo ai fenomeni naturali da investigare e alle azioni cognitive da compiere per la comprensione del fenomeno. De Bartolomeis (1978) proponendo una scuola impostata su un sistema di laboratori fornisce una definizione di laboratorio e anche se questa si riferisce non in modo specifico al laboratorio di scienze essa acquista validità anche in questo campo per la dichiarazione esplicita che contiene sia riguardo a "che cosa è" il laboratorio sia riguardo alle aspettative che genera in docenti ed allievi: *"I laboratori sono luoghi fisici e sociali attrezzati che agiscono come condizionatori e mediatori delle attività. Essi sono istituzionalmente avversi alla lezione, allo studio libresco, al distacco dalle cose e dai problemi, ai rapporti formali tra docenti e studenti, a norme disciplinari estrinseche"* (1978, pg.47). Soprattutto l'esplicita dichiarazione dell'aspettativa di docenti e allievi contenuta nel pensiero di De Bartolomeis riguardo al sistema di laboratori ideato è stata presa come punto focale per la formulazione del modello sperimentato in questa ricerca in quanto propone un modello di insegnamento/apprendimento basato sull'interazione reciproca di insegnanti e allievi, sul superamento della lezione tradizionale attraverso

---

<sup>76</sup> Il carattere sperimentale è stato assunto dalla biologia soprattutto nel XX secolo grazie ad esempio allo sviluppo delle conoscenze nel campo della genetica, citologia e della fisiologia.

il libro di testo, sul coinvolgimento attivo dei discenti nel processo di conoscenza, processo che sia diretto ai problemi di spiegazione che i fenomeni naturali pongono. Il laboratorio nel sistema di laboratori di De Bartolomeis è in quanto tale mediatore tra soggetto e materia di conoscenza. Il modello formulato con questa ricerca si discosta da questo aspetto, poiché il processo insegnamento/apprendimento è un processo di interrelazione tra docente e allievi in cui è il docente il mediatore tra disciplina e allievo, quindi il modello di Damiano è stato preso come modello di riferimento poiché tra tutti i modelli ha alla base una teoria dell'azione docente come teoria mediatica dell'insegnamento e congloba quella complessità che caratterizza il processo d'insegnamento/apprendimento nelle scienze, complessità che può venir spiegata dall'utilizzo del sistema di mediatori che la teoria prevede. Nell'insegnamento delle scienze il laboratorio scientifico può quindi configurarsi come mediatore attivo declinato in tre tipologie differenti e in funzioni e azioni che lo caratterizzano e che l'insegnante seleziona di volta in volta affinché l'allievo possa a sua volta esercitare l'azione di apprendimento sugli "oggetti delle scienze".

Il sistema di mediatori introdotto dall'autore, si evidenzia come una pratica raziocinante e ingegnosa impregnata di decisione riguardo al tempo e al luogo e alla tipologia della loro attivazione.

Occorre tenere presente, però, che la materia di insegnamento in questo caso è molto particolare, si tratta della Scienza con tutte le sue branche come Biologia, Fisica, Chimica ecc., questa materia ha una caratteristica particolare, è materia di conoscenza che riguarda i fenomeni del mondo naturale, su cui ognuno attraverso una mediazione culturale più o meno forte e spesso non in situazione di protezione esercitata dall'insegnamento (Damiano 1999, pag 214) ha esperienza diretta o per sentito dire.

Gli individui costruiscono le idee sul mondo naturale basandosi, in parte, sull'esperienza diretta, cioè su osservazioni di oggetti e fenomeni e delle loro interazioni così come vengono percepite da un soggetto, in parte

apprendendole dall'interazione con le idee degli altri o aderendo a idee altrui.

I soggetti umani, quindi, sono in possesso di modi propri di guardare e pensare il mondo della natura; hanno cioè, certe concezioni del mondo che possono discostarsi dalle concezioni, proprie degli scienziati, che sono scientificamente accreditate e che derivano dall'ottica condivisa da tutta la comunità scientifica che, dunque, accredita un particolare modo di guardare il mondo naturale. Questo particolare modo spesso, come già detto prima, è spiccatamente contro intuitivo e discostante rispetto ai principi percettivi utilizzati dalla "comunità non scientifica".

Riprendendo le idee di Susan Carey, la conoscenza del mondo naturale, prima di essere rappresentata sotto l'influenza del "paradigma scientifico accreditato" e storico, è sotto l'influenza di quelle rappresentazioni che possono essere assegnate al "senso comune" e spesso anche tra persone istruite si assiste alla non distinzione tra le due influenze. Le conoscenze scientifiche e quelle di senso comune possono godere entrambe di una trasmissione sia formale sia informale, la prima è tipica dei "discorsi" scolastici o delle divulgazioni scientifiche, la seconda è tipica dei "discorsi" quotidiani.

Le rappresentazioni del mondo sono strutturate in vere e proprie teorie sul mondo, molti studi citati in precedenza hanno messo in evidenza l'esistenza di teorie sul mondo in tutti i campi dei fenomeni naturali, le ricerche hanno avuto inizio negli anni ottanta con S.Carey ed hanno ricevuto l'interesse di molti gruppi di ricerca negli anni novanta (in campo fisico e astronomico: McCloskey nel 1983, Erikson nel 1985, Seré nel 1985, Mayer 1990, Carenzi 1993, Baxter 1998, di Sessa, Gillespie 2004; molte altre sono state condotte in campo chimico: Smith, Maclin, Grosslight e Davis, 1997, Smith 2007; e altre in campo biologico: Sinatra, Brem, Evans, 2008)

Secondo gli studi della Carey (iniziati sempre negli anni 80 e fino ad oggi, l'ultimo nel 2006) molte teorie della mente tendono a dissiparsi man mano che si imparano nuove cose sul mondo, ma a volte

l'esperienza non ci dà informazioni tali da poter capire che stiamo commettendo errori, inoltre, quando si commettono errori consonanti con il nostro modello del mondo si diventa riluttanti al cambiamento di ottica.

Il cambiamento di ottica è un vero e proprio **spostamento ontologico**<sup>77</sup> ed in questo caso, tali cambiamenti, sono più difficili da modificare, un esempio sono i cambiamenti di ottica da inanimato ad animato, questo spostamento di concezione richiede, infatti, un radicale ripensamento su ciò che crediamo e pensiamo, cioè uno spostamento delle nostre assunzioni di base e della nostra visione del mondo, lo stesso dicasi "dell'esistenza" o della "non esistenza" di qualche cosa (es. esistenza dell'aria, Smith 2005).

Dalla documentazione di ricerca apprendevo che alcune teorie scientifiche, dunque, richiedono soltanto una ristrutturazione, attraverso informazioni e rielaborazioni, altre invece richiedono, per essere assunte, un vero e proprio cambiamento ontologico.

Un cambiamento ontologico, ad esempio, si verifica allorquando ci si deve spostare da una ottica di mescolamento della teoria dell'ereditarietà e quindi dalla inconsistente "eredità per diluizione", ad una ottica completamente differente quale è quella del modello della trasmissione ereditaria come trasferimento di "unità" indivise (i geni) da un genitore al figlio. L'adozione di quest'ottica comporta l'accettazione che "porzioni di materia invisibili" siano materia ed abbiano entità fisica, ma anche che la materia sia discontinua e non continua come i principi percettivi ci suggeriscono (concezioni messi in evidenza nella ricerca che ho condotto). Per cui la concezione di trasmissione ereditaria attraverso

---

<sup>77</sup> L'espressione: "cambiamento concettuale", "cambiamento di ottica" intesa come "spostamento ontologico o cambiamento ontologico" è stato usato per la prima volta dalla psicologa americana S. Carey nel 1985 quando nel libro *Conceptual change in childhood*. Cambridge Mass: MIT Press, dice: "...Io credo che esista una analisi alternativa che ci consente di considerare diversi cambiamenti evolutivi come riflesso di uno stesso, unico cambiamento, pur evitando i problemi contro cui si è scontrata la teoria piagetiana degli stadi. Questa analisi sostiene che i bambini rappresentano solo alcune strutture simili a teorie, nelle quali sono inserite le loro nozioni di causalità e nei termini delle quali sono espliciti i loro impegni ontologici. Lo sviluppo cognitivo consiste, in parte, nell'emergere di nuove teorie da quelle vecchie, nella contemporanea ristrutturazione dei concetti ontologicamente importanti e nell'emergere di nuove nozioni esplicative". Cit da A.E. Berti Scuola e Città n°1, 2002, Nuova Italia.

“unità discrete” non è facile da accettare e comporta un cambio di visione. Arrivare ad accettare che non il mescolamento ma l’interazione tra le unità fisiche microscopiche di materia e l’ambiente determina la struttura finale in “essere” dell’individuo, non è un cambiamento che si può ottenere con immediatezza, ma ha bisogno di tempo e della costruzione di “modelli visuali”, cioè rappresentativi differenti.

La maggior parte dei modelli personali di rappresentazione del mondo, come abbiamo detto, non deriva dalla diretta esperienza personale, ma ha natura culturale, ci proviene cioè da chi ci circonda (Bryce e Blown, 2006; Evans, 2001). Questi “modelli naif” posseggono, come abbiamo detto, una loro organicità di base che deriva dal fatto che poggiano su criteri come:

- L’immediatezza percettiva
- La funzionalità pratica
- Gli assunti impliciti
- Il consenso sociale
- La dipendenza da suggestioni emotive

Le influenze culturali e il consenso sociale condizionano le concezioni personali sia perché delineano criteri cognitivi generali di pensiero da utilizzare per creare le proprie rappresentazioni, sia perché agiscono su singoli contenuti; vengono così dettate regole per modelli naif sia generali sia specifici. I criteri cognitivi così costituiti organizzano la conoscenza secondo diverse visioni, fatti, fenomeni ed eventi “isolati” o “correlati” e trasformazioni come processi lineari e progressivi o organizzati in sistemi retroattivi. Si strutturano in criteri cognitivi, pensieri come “esiste solo ciò che si vede” oppure quelli che considerano estensibili a livello microscopico, proprietà tipiche dei sistemi macroscopici (ad esempio, l’acqua è liquida a temperatura e pressione standard quindi anche la molecola di acqua lo è). Anche tra le concezioni che agiscono su singoli contenuti si trovano quelle che rispondono a criteri cognitivi generali o specifici. Come sottolineato precedentemente, ad esempio, segue un criterio cognitivo generale la concezione “tutti gli

organismi marini sono pesci”, mentre segue un criterio cognitivo specifico quello di concepire come pesci le seppie perché si vendono in pescheria; credenze come quelle che temperatura, colore, peso siano caratteristiche degli oggetti, rispondono a criteri cognitivi generali, mentre risponde a un criterio cognitivo specifico quello di considerare il legno più caldo dell’acciaio.

Il principale problema dell’esistenza di teorie naif negli studenti risiede nel fatto che tali teorie sono inconsapevoli e trovano continua conferma nell’analisi dei fenomeni quotidiani (l’aria non si vede e non si tocca, la Terra è piatta, Harrison e Treagust, 2002, Nakhleh, Samarapungavam e Saglam, 2005; Vosniadou e Breve 1992) per questo motivo sono teorie ben strutturate. Allo stesso tempo tali teorie sono lontane da quelle della scienza accreditata

(l’aria esiste anche se non si vede e non si tocca, la Terra è sferica anche se ci sembra piatta).

Se le teorie naif non diventano consapevoli e non si arriva alla distinzione esperienziale dalle teorie scientifiche accreditate e alla distinzione degli ambiti di validità, possono essere usate dagli studenti nell’analisi di fenomeni in ambito scientifico e ciò comporta l’allargamento delle cause dell’instaurarsi di insuccessi nell’apprendimento (Chi e Rescoe, 2002; Johnson 2002; Hammer 2000). L’ipotesi di partenza della tesi è proprio quello di sperimentare un modello di apprendimento e di insegnamento delle scienze per favorire lo sviluppo di questa consapevolezza e distinzione dell’ambito di utilizzo delle teorie arrivando quindi, almeno, alla consapevole coesistenza che non inficia il processo di apprendimento insegnamento. L’ipotesi di partenza della tesi è stata quella di costruire e sperimentare un modello di apprendimento e di insegnamento delle scienze per favorire lo sviluppo della consapevolezza dell’esistenza di due ambiti di utilizzo delle teorie riguardo al mondo naturale: l’ambito scientifico e l’ambito quotidiano arrivando quindi, almeno, alla consapevolezza di una coesistenza dei due ambiti che non inficia il processo di apprendimento

insegnamento. Nell'ambito quotidiano il soggetto può continuare a usare le conoscenze del senso comune, ma nell'ambito della conoscenza a scuola l'analisi e la spiegazione dei fenomeni naturali deve essere affrontata con i criteri cognitivi della scienza accreditata. Così tra parlanti nel quotidiano si può continuare a pensare di un bicchiere o una bottiglia sulla Terra che questi siano "vuoti", ma tra parlanti in ambiente scolastico quando si afferra un bicchiere per far avvenire una reazione chimica o per travasare un liquido si devono mettere in atto tutti quei processi e procedure che fanno venire a galla le conoscenze scientifiche accreditate a riguardo, e cioè l'esistenza dell'aria.

Alla luce di tutti gli studi citati e di altre ricerche ancora<sup>78</sup> e sulla base del fatto che la conoscenza scientifica è una forma di conoscenza che costruisce concezioni scientificamente accreditate del mondo naturale, il punto di partenza dell'elaborazione del modello di insegnamento delle scienze da sperimentare è stato di specificare in tal senso il modello di Damiano preso a riferimento, in modo da **introdurre esplicitamente** questa singolarità insita nell'insegnamento delle discipline che consentono la costruzione di rappresentazione del mondo naturale e quindi la sua conoscenza scientifica. Riprendendo il modello di Damiano (fig 4 e 5), l'area di intersezione "ca", come abbiamo detto, corrisponde all'area delle operazioni didattiche relative all'oggetto culturale, cioè le operazioni compiute da "c" rispetto alle scienze; quest'area comprende il personale percorso formativo del docente, la sua particolare rielaborazione delle scienze, le scelte che compie rispetto alla riorganizzazione delle scienze in funzione dell'insegnabilità.

Molte ricerche (Adams e Krockver, 1997, Aguirre e Haggerty, 1995, Fischer-Mueller e Zeidler, 2002; Flores Lopez, Gallegos, 2000, Justi e Gilbert 2002) documentano che anche l'insegnante possiede "teorie naive sul mondo naturale, che se non vengono rimosse non rendono possibile un'azione efficace, "dell'operatore didattico" nell'area di intersezione

---

<sup>78</sup> Una folta letteratura di ricerche "on conceptual change" è riportata in *International Handbook of Research on Conceptual Change* Ed. Stella Vosniadou, 2008.

“cba”. Si suppone inoltre, che anche l’allievo sia portatore di visioni proprie del mondo e quindi di proprie “teorie naif”(Carey 1995, Jasien e Oberem, 2002, Chi, Feltovich, Glaser 1981, Inagaki e Hatano, 2003, McCloskey, 1983; McCloskey e Kargon, 1988; Mayer, 1990; Erikson, 1979; Guesne e Tiberghien, 1985; Sinatra, Brem, Evans, 2008; S.K. Brem, M. Ranney, J. Schindel, 2003; Evans, 2000), che vengono a situarsi nell’area di “a”; in accordo con il modello di Damiano e specificando l’esistenza di teorie naif sul mondo della natura che l’operatore didattico dovrà controllare: in particolare quelle degli studenti, si avrà:



Fig 7. Responsabilità dell’operatore didattico

Una consapevolezza/azione sulle teorie naif, sui criteri cognitivi che strutturano la specifica rappresentazione del mondo naturale, la consapevolezza e la conseguente azione del ruolo che la lingua esercita sulla formazione delle concezioni del mondo naturale, e la conoscenza dei modelli di intervento e azione per assicurare, almeno, la coesistenza delle concezioni ( quelle scientifiche e quelle naif). La consapevole distinzione degli ambiti di validità delle teorie negli studenti è indispensabile affinché l’operatore didattico, attraverso il laboratorio scientifico, possa favorire la ri-costruzione della conoscenza scientifica.

Il modello attualmente più accreditato per favorire i cambi di ottica degli studenti nelle scienze è quello messo a punto dalle ricerche di Dole e



Sinatra nel 1998 noto come CRKM (Cognitive Reconstruction of Knowledge Model) tale modello descrive:

1. La situazione dell'apprendimento tra il contenuto e chi apprende. Ad esempio il contenuto di istruzione deve essere visto come comprensibile, plausibile da chi apprende per fare questo è necessario che "c" eserciti un'azione primariamente sulle proprie cognizioni e secondariamente sulle concezioni di "a" in modo da rendere conformi ai modelli della conoscenza scientifica esperta i propri modelli del mondo della natura. In questo modo, e di conseguenza, è possibile un'azione didattica per rendere insegnabile il contenuto valutando la distanza cognitiva tra la scienza accreditata e "scienza" dello studente e valutando i mediatori più efficaci con cui operare;
2. La conoscenza già esistente influenza la probabilità che il cambiamento possa avvenire, infatti se la concezione dello studente è coerente e fortemente interconnessa con le altre idee, genera molte possibilità di resistenza al cambiamento. Lo stesso avviene quando chi apprende è fedele al punto di vista che già possiede;
3. gioca un ruolo positivo al cambiamento il coinvolgimento emozionale, un forte interesse o il voler a tutti i costi uscire da una disputa contrapposta;
4. Altri fattori che influenzano positivamente sono collegati al contesto sociale. Per esempio gli studenti sono molto più propensi ad accettare il nuovo quando anche i loro simili mostrano interesse a questo.

Molto importante secondo il modello CRKM è il concetto di **coinvolgimento continuo**, affinché il cambiamento si attivi si devono mettere in azione strategie elaborative e riflessioni. In sostanza per il mutamento concettuale il modello CRKM ha messo in evidenza l'importanza di discussioni, dibattiti, sperimentazione di idee, contrapposizioni di idee, fattori questi che portano a dei risultati di attivazione del cambiamento.

Capire l'origine delle epistemologie naive, e la resistenza al cambiamento che queste comportano è il primo passo che l'operatore didattico deve fare per mediare l'azione su b perché a sua volta agisca su "a". Oltre ad assicurare la distanza di b dalla realtà in modo mirato e razionalizzato, l'operatore didattico deve conoscere, capire e comprendere la distanza tra "tn" e "a" in modo che servendosi dei mediatori possa disegnare scenari dando così agli studenti la possibilità di pensare con maggior profondità su prospettive alternative, arrivare ad utilizzare e far utilizzare mediatori simbolici in modo che la struttura concettuale venga ri-costruita anche sulla base dell'attenzione alla riflessione della distanza tra i significati quotidiani-specifici.

Si è allora considerato un modello di laboratorio scientifico nel sistema di mediatori dell'azione dell'insegnante proposto da Damiano. Si è concepito il laboratorio scientifico nella teoria dell'azione didattica come il mediatore attivo del modello di Damiano che nel sistema dei mediatori è quel mediatore più vicino alla realtà.

I mediatori modellizzati da Damiano sono sistemati in progressione e vanno dal "concreto" verso la "concettualizzazione" e cioè dalla "realtà" alla sua "rappresentazione (vedi Fig 6),

si **specifica però** che si è concepito il sistema di mediatori dell'azione didattica nel modo rappresentato nella fig.8, come un flusso orizzontale di azioni, ognuno "con una porzione" di sistema di simboli e quindi di concetti sottolineando che ogni mediatore costituisce un ponte privilegiato con quello simbolico dove il privilegio è costituito, come dice Damiano, da un "*diverso coefficiente realtà/rappresentazione*" (pag235).

Per questo motivo l'ordine dei mediatori che rappresenta l'ordine di distanziamento diretto dalla realtà è stato mantenuto, ma si intende mettere in evidenza anche che ogni mediatore, nell'ambito delle scienze, a sua volta, fa uso di sistemi simbolici e cioè di concetti con un differente coefficiente realtà/rappresentazione.

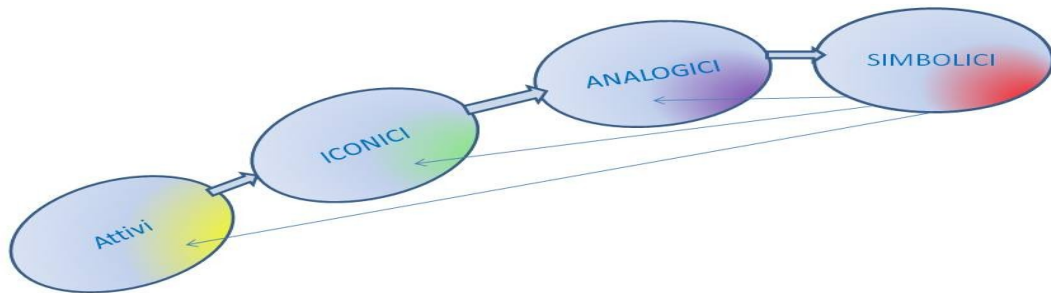


Fig 8. Sistemi simbolici con un differente grado realtà/rappresentazione in ogni mediatore didattico

La declinazione della teoria dell'azione didattica riguardo al **mediatore attivo** nell'insegnamento delle scienze porta a considerare un modello di **laboratorio scientifico** che si struttura in tre ambiti d'azione:

1. Il **laboratorio sul territorio**
2. Il **laboratorio sperimentale**
3. Il **laboratorio classe**

Il laboratorio scientifico come mediatore attivo è di seguito rappresentato:



Fig.9. Trasversale ai tre ambiti vi sono le azioni di Confronto collettivo riflessione/rielaborazione-modellizzazione

### 7.1.1 Ambito del Laboratorio Sperimentale

Spazio "attrezzato" in cui l'azione didattica si rivolge agli **obiettivi** e ai **ruoli** degli attori coinvolti e all'organizzazione dello **spazio**. Riguardo agli **obiettivi** lo **spazio attrezzato** è il luogo in cui si studiano fenomeni scientifici che si presentano come fenomeni complessi che hanno bisogno di essere "*osservati sotto ipotesi*" in condizioni controllate, e cioè manipolati in termini qualitativi e quantitativi (decisione delle variabili da misurare) con un percorso di progettazione del controllo, per arrivare alla modellizzazione del fenomeno medesimo, ma è soprattutto lo spazio in cui rendere gli studenti consapevoli delle loro concezioni e delle loro assunzioni e di come queste differiscono da quelle dei pari e da quelle della scienza accreditata, attivando il mutamento concettuale. Riguardo ai ruoli degli attori si assume la visione di Bransford e altri(2000): l'apprendimento è un processo attivo, interpretativo e interattivo, per questo si sono assunte le idee prodotte dagli studi di Reiser e altri(2001) Kannari e Millar (2004) Osborne e altri(2004) citati sopra. Si è assunta inoltre la visione di Barron (ed altri, 1998) secondo la quale, un apprendimento significativo in laboratorio può essere raggiunto dagli studenti aiutandoli ad assumere il controllo del proprio apprendimento, quindi attivandoli in un processo di progettazione della propria azione in accordo con le idee di J.L. Polman( Designing project-based science, 1999). Il laboratorio scientifico è il luogo in cui l'investigazione dei fenomeni scientifici deve avvenire in modo cooperativo, e deve mirare alla "crescita cognitiva"(Hofstein e Lunetta, 2004) degli studenti. L'insegnante di scienze in questo rapporto interattivo entra con un profilo: egli è, infatti un insegnante, ma prima di tutto è un **insegnante di scienze**. Riguardo ai **ruoli**, quindi:

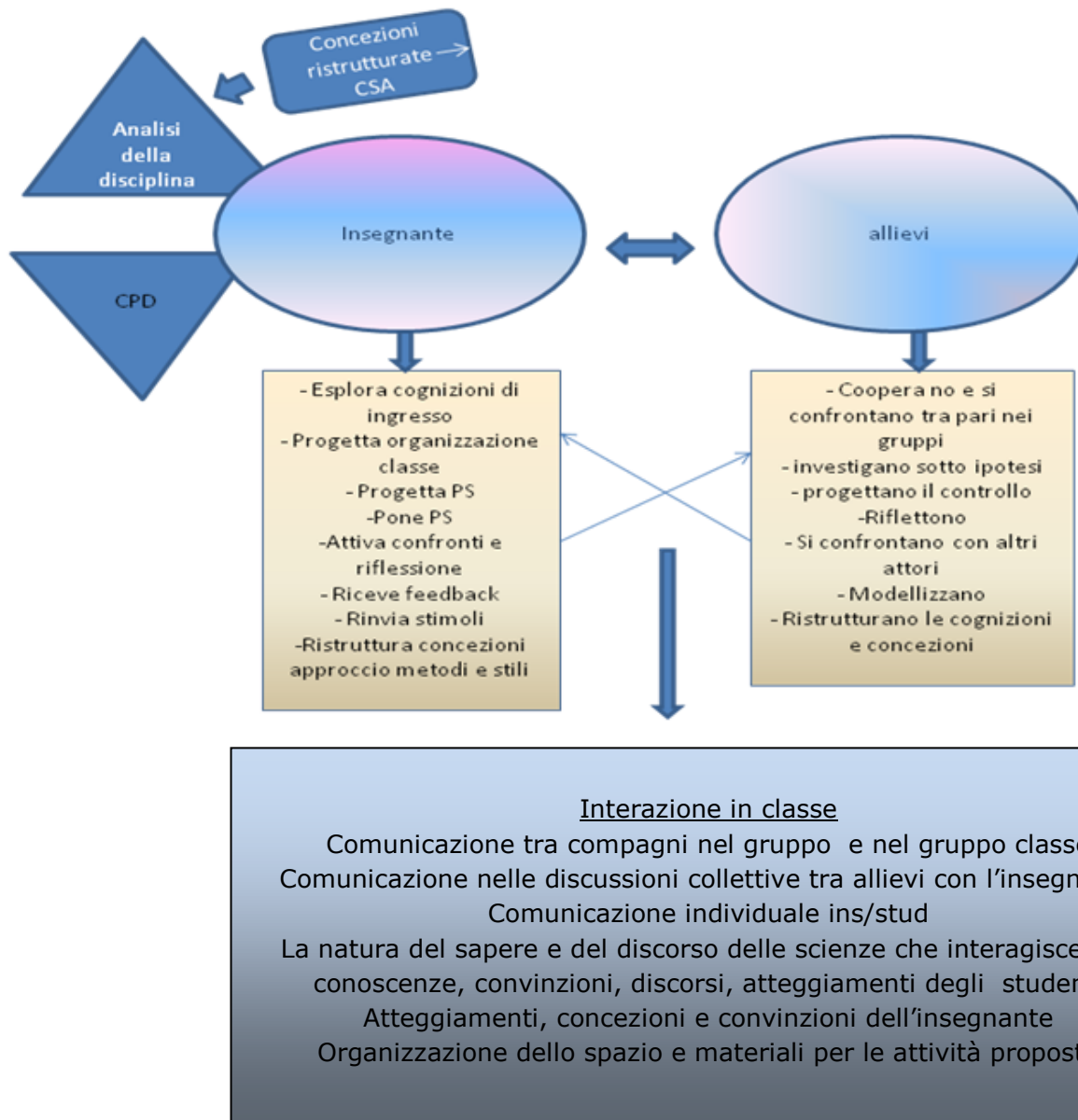


Fig.10. Rappresentazione del Rapporto docente allievo e dei ruoli nel processo di insegnamento/apprendimento

L'insegnante accede all'insegnamento del laboratorio scientifico con **concezioni** ristrutturate e cioè più consonanti possibili con quelle della scienza accreditata (CSA), con una concezione pedagogica-didattica generale del laboratorio scientifico raccomandata per l'uso di questo mediatore da ricercatori come Bransford (2000), Reiser(2001), Kanari e Millar (2004) Osborne (2004), citati sopra.

Fig. 11. Profilo del docente di scienze.

## **Profilo Docente**

**Conoscenze e competenze dei nuclei fondanti della Scienza accreditata (epistemologia -procedure di pensiero, metodologia di ricerca- concetti-fatti, leggi, teorie e modelli-)**

**Conoscenza e competenza dei linguaggi specialistici (conoscenza delle funzioni generali e principi dei linguaggi specialistici scientifici)**

**Conoscenza di strategie per l'apprendimento del linguaggio scientifico**

**Conoscenze e competenze pedagogico Didattiche (differenziale formativo dell'insegnamento delle scienze nel curriculum, progettazione didattica e metodologie laboratoriali,**

**Conoscenze e competenze metodologiche delle tecnologie tradizionali e delle potenzialità didattiche con le nuove tecnologie per l'insegnamento delle scienze)**

**Conoscenze e competenze dei metodi e tecniche di valutazione (particolarità per le scienze: valutazione delle prova pratiche di laboratorio)**

**Conoscenze delle ricerche sulle epistemologie ingenuie nelle scienze (acquisire conoscenze sulla prevedibilità delle teorie naive)**

**Trasposizione didattica della scienza e delle discipline di insegnamento (oggetti, epistemologia, linguaggi)**

**Interdisciplinarietà epistemologica e didattica (Analisi intersezioni della propria disciplina con altre discipline della stessa area e differente; allo scopo di progettare azioni di insegnamento per aree di apprendimento)**

**Diagnosi delle conoscenze ingresso studenti (disciplinari, affettivo-relazionali)**

**Progettazione didattica delle attività specifiche**

**Riflessione sulla propria praxis d'insegnamento (riflessione sui prodotti, strumenti messi in atto per i prodotti, processi attivati, strumenti messi in atto per i processi attivati)**

**Ricerca ed invenzione di nuovi modi, strumenti e mezzi per agire sul contesto classe e scuola per sollecitare e favorire l'apprendimento**

L'organizzazione dell'attività di laboratorio scientifico sperimentale terrà conto delle ricerche condotte da Tamir e Lunetta (1981) e cioè **evitando** che gli allievi nel condurre l'attività interpretino il ruolo di tecnici seguendo ricette prestabilite, ma manipolino soprattutto idee (Eylon e Linn, 1988) e anche strumenti per rendere ragione del percorso per giustificare credenze, dati, affermazioni, e cambi di ottica.

Riguardo l'organizzazione dello spazio, si può sottolineare che essa deve rispondere alla concezione di laboratorio così come è stata delineata sopra e il fatto che debba essere rispondente a questa concezione non deve essere patrimonio esclusivo dell'insegnante di scienze ma deve essere condiviso dall'intera comunità scolastica. Comunque l'insegnante di scienze dovrà provvedere alla concreta organizzazione dello spazio. Questo spazio in realtà differisce dallo spazio "laboratorio classe" unicamente per il fatto che qui si troveranno gli strumenti e i materiali che servono alla sperimentazione, non differirà invece nella sistematizzazione dei posti occupati dagli attori, nel senso che in entrambi i "luoghi laboratorio", la cattedra non sarà centrale e non sarà il punto di riferimento, mentre saranno punti centrali le posizioni occupate dai gruppi di allievi, ognuna strutturata in modo che gli allievi si guardino e quindi che risponda all'obiettivo di facilitazione del confronto (vedi allegati 2a e 2b).



### 7.1.2 Ambito del laboratorio classe

Questo ambito del laboratorio scientifico è costituito dallo **“spazio classe”** in cui si prepara il passaggio ai mediatori iconici, è lo spazio in cui non si ha necessità diretta di materiali, attrezzature e strumenti del laboratorio sperimentale e si configura come un laboratorio concettuale con una buona dose di azioni che mirano all'astrazione. I materiali vengono preparati dall'insegnante e sono materiali didattici, iconici, per porre questioni scientifiche e attivare il lavoro cooperativo degli allievi, questo spazio può essere quindi la propria aula o l'aula del laboratorio di informatica. Non si intende per “laboratorio classe” la pratica di eseguire il laboratorio sperimentale nella propria aula.

I ruoli degli attori e gli obiettivi non cambiano come non cambia l'organizzazione dello spazio che verrà strutturato nello stesso modo del laboratorio sperimentale e con lo stesso obiettivo, cioè favorire il confronto cooperativo tra i pari e le interazioni insegnante/piccoli gruppi. Il laboratorio classe si userà in particolare per tutti quegli ambiti di conoscenza scientifica in cui non è possibile usare il laboratorio sperimentale perché il lavoro sperimentale diventa improponibile, per esempio, per i tempi necessari alla realizzazione (es indagini su caratteri ereditari mendeliani in genetica, sull'evoluzione biologica ecc). In tal caso l'investigazione scientifica su fenomeni che non possono essere investigati nel laboratorio sperimentale viene condotta con materiali didattici iconici, attraverso cui porre questioni scientifiche.

### **7.1.3. Ambito del laboratorio sul Territorio**

Questo ambito del laboratorio scientifico è costituito dal "territorio" che può essere, ad esempio, il parco, il fiume, una pianura, una zona montuosa, un laghetto, una grotta, un particolare luogo vicino alla scuola, il cortile della scuola, una città e particolari fenomeni scientifici che si possono rilevare nella città e che si possono portare all'attenzione degli studenti per iniziare l'investigazione.

Questo ambito del laboratorio scientifico è il più vicino alla realtà. Mentre nel laboratorio sperimentale la realtà è ricreata, le investigazioni condotte in questo ambito del laboratorio scientifico si concentrano su fenomeni complessi che vanno poi declinati e in condizioni non controllate. Questo ambito presenta un problema rispetto agli altri due, l'investigazione avviene in condizioni meno "al riparo" da distrazioni o dispersioni e quindi potrebbe attivarsi una deconcentrazione maggiore dai compiti predisposti. Non può, però, per questi motivi, essere tagliata fuori perché è l'attività più concreta e più vicina alla realtà. In questo ambito persiste la costanza dei ruoli degli attori, mentre si modifica quella dell'organizzazione degli spazi che prevede soltanto l'interazione tra i componenti del gruppo, ma, ovviamente, non prevede il mantenimento dei posti.

In conclusione il mediatore laboratorio scientifico è da concepirsi come a sua volta costituito da strutture di mediatori che, pur rimanendo ancorati alla realtà, se ne distanziano via via, in ordine: dal "laboratorio territorio", al "laboratorio sperimentale" al "laboratorio classe". Anche qui spetta alla decisione dell'insegnante l'utilizzo del sub-mediatore. Il passaggio dal mediatore attivo, il laboratorio, ai mediatori iconici nelle scienze si può vedere intersecato dal "laboratorio classe".

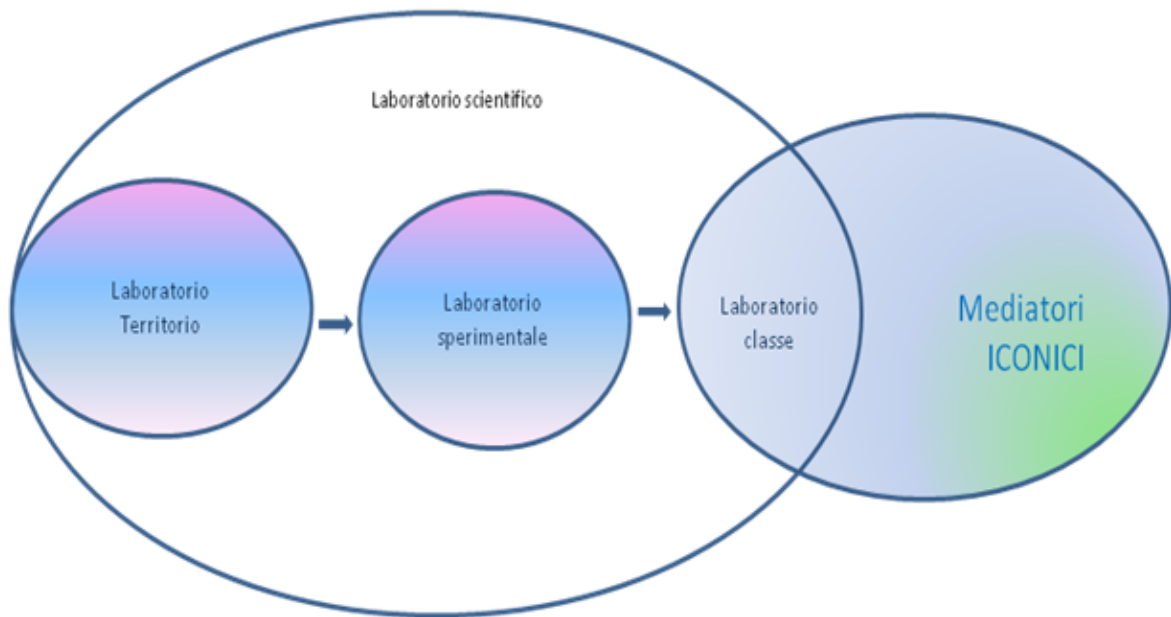


Fig.12. Il modello di laboratorio scientifico

Mediatori					
Attivo: Laboratorio scientifico			Iconico	Analogico	Simbolico
Laboratorio sul territorio	Laboratorio Sperimentale	Laboratorio Classe			
Trasversale: Confronto collettivo-riflessione/rielaborazione-modellizzazione					

Fig.13. Le tipologie di Laboratorio scientifico: laboratorio sul territorio(LT), laboratorio classe(LC), laboratorio sperimentale (LS) come parte del mediatore attivo.

Fig.14. Sintesi delle diverse tipologie di laboratorio, caratteristiche, vantaggi e svantaggi

Laboratorio scientifico		Caratteristiche				Vantaggi	Svantaggi	
Laboratorio sul territorio (LT)	Tipologia di mediazione	Definizione	Direziona azione didattica	obiettivi	Ruoli <b>Attori Processo</b> INSEGNAMENTO / APPRENDIMENTO		è il più vicino alla realtà	l'investigazione avviene in condizioni meno "al riparo" da distrazioni o dispersioni
	è il più vicino alla realtà	ambito costituito dal "territorio" (parco, fiume, pianura, zona montuosa, lago, grotta, ecc)	<b>Investigazioni</b> condotte su: - fenomeni complessi che vanno declinati - in condizioni <b>non</b> controllate	Declinare fenomeni complessi	Insegnante	allievo		
					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Esplora cognizioni di ingresso</li> <li>- Progetta organizzazione classe</li> <li>- Progetta PS</li> <li>- Pone PS</li> <li>- Fa da specchio</li> <li>- Riceve feedback</li> <li>- Rinvia stimoli</li> <li>- Fa da specchio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cooperano</li> <li>-si confrontano tra pari nei gruppi</li> <li>-investigano sotto ipotesi</li> <li>- progettano il controllo</li> <li>-Riflettono</li> <li>-Si confrontano con altri attori</li> <li>-Modellizzano</li> <li>-controllano il proprio apprendimento, attivano processo di progettazione della propria azione</li> </ul>		

**Fig.14. Sintesi delle diverse tipologie di laboratorio, caratteristiche, vantaggi e svantaggi**

Laboratorio scientifico		Caratteristiche					Vantaggi	Svantaggi
Laboratorio Sperimentale (LS)	Tipologia di mediazione	Definizione	Direzione azione didattica	obiettivi	Ruoli <b>Attori Processo</b> INSEGNAMENTO /APPRENDIMENTO		è il più vicino alla realtà  L'investigazione avviene in ambiente protetto e più "al riparo" da distrazioni o dispersioni	Può essere proposto in forme stereotipate  Necessita di preparazione e attrezzature
	è più distante dalla realtà rispetto a LT	Spazio attrezzato per il lavoro sperimentale	<b>Investigazioni</b> condotte su: fenomeni scientifici che si presentano come complessi che hanno bisogno di essere "osservati sotto ipotesi" in condizioni controllate	- Controllare i fenomeni in termini qualitativi e quantitativi - progettare controllo sotto ipotesi -generalizzare -modellizzare -consapevolezza delle proprie concezioni per attivare cambio concettuale.	Insegnante - Esplora cognizioni di ingresso - Progetta organizzazione classe - Progetta PS - Pone PS - Fa da specchio - Riceve feedback - Rinvia stimoli - Fa da specchio	allievo -Cooperano -si confrontano tra pari nei gruppi -investigano sotto ipotesi - progettano il controllo -Riflettono -Si confrontano con altri attori -Modellizzano -controllano il proprio apprendimento, attivano processo di progettazione della propria azione		

**Fig.14. Sintesi delle diverse tipologie di laboratorio, caratteristiche, vantaggi e svantaggi**

Laboratorio scientifico		Caratteristiche				Vantaggi	Svantaggi	
Laboratorio Classe (LC)	Tipologia di mediazione	Definizione	Direzione azione didattica	obiettivi	Ruoli <b>Attori Processo</b> INSEGNAMENTO / APPRENDIMENTO		è il più distante dalla realtà centratura è sull'astrazione  L'investigazione avviene in ambiente protetto	Il mancato esercizio di abilità manuali
	<p>è più distante dalla realtà rispetto a LT e LS</p> <p>Tipo di laboratorio scientifico intersecato con i mediatori iconici</p>	<p>Spazio classe, non inteso come pratica di eseguire il laboratorio sperimentale nella propria aula. (es, classe, aula informatica)</p>	<p><b>Investigazione</b> scientifica su fenomeni che non possono essere investigati nel laboratorio sperimentale, condotta con materiali didattici, iconici, per porre questioni scientifiche</p>	<p>Intraprendere e risolvere problemi concettuali</p> <p>-modellizzare</p> <p>-consapevolezza delle proprie concezioni per attivare cambio concettuale</p>	<p>Insegnante</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Esplora cognizioni di ingresso</li> <li>- Progetta organizzazione classe</li> <li>- Progetta PS</li> <li>- Pone PS</li> <li>- Fa da specchio</li> <li>- Riceve feedback</li> <li>- Rinvia stimoli</li> <li>- Fa da specchio</li> </ul>	<p>allievo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Cooperano</li> <li>-si confrontano tra pari nei gruppi</li> <li>-investigano sotto ipotesi</li> <li>- progettano il controllo</li> <li>-Riflettono</li> <li>-Si confrontano con altri attori</li> <li>-Modellizzano</li> <li>-controllano il proprio apprendimento, attivano processo di progettazione della propria azione</li> </ul>		

## 7.2 Il nuovo modello: tipologie di azioni di insegnamento/apprendimento

Nelle pagine precedenti sono stati descritti alcuni modelli di intervento messi a punto negli ultimi dieci anni dagli studi sulle attività di laboratorio; in particolare, negli anni 1989 è stato sviluppato da Pizzini ed altri il modello SSCS (search, solve, create and share). Da Keys e altri nel 1999 è stato formulato un altro modello, l'SWH (Science writing heuristic), la validità del modello SWH è stata riconosciuta da ricerche condotte nel 2004 da Grimberg e Hand. Nel frattempo nel 1992 erano state messe a punto strategie come la POE (predict observe, explane) e la TPS (Think-pair-share) di White e Gunstone usate da sole o in combinazione con la SSCS e la SWH. Tutti questi modelli di intervento presentano diversità legate più alla messa in evidenza di un'azione rispetto ad un'altra che alla differenza nella filosofia di fondo la quale rimane immutata e cioè: coinvolgimento attivo degli studenti per lo sviluppo di processi scientifici e per la gestione del proprio apprendimento.

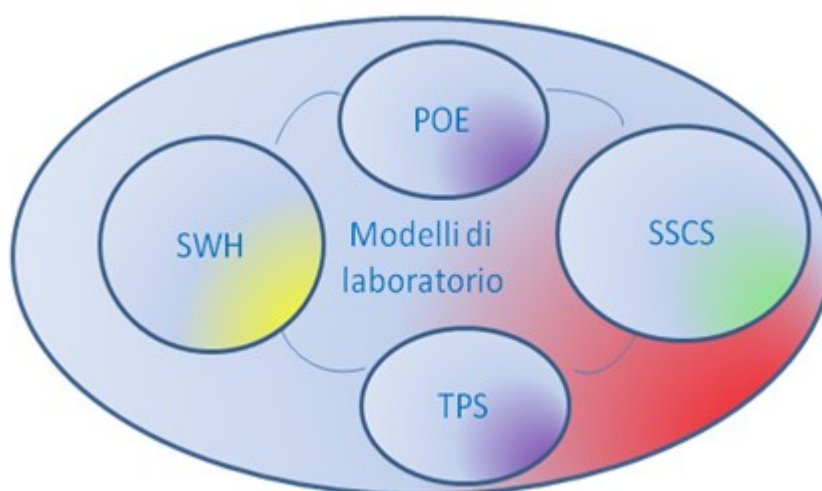


Fig. 15. Modelli e strategie per le attività di laboratorio

Le ricerche condotte dal 2003 al 2005 da Haigh e Forret e dagli altri autori menzionati all'inizio del paragrafo, mettono in evidenza la problematica relativa al fatto che nelle attività di laboratorio scientifico, l'intervento non è centrato sulla natura dell'indagine scientifica. Dove per "natura dell'indagine scientifica", come di sopra specificato, gli autori intendono: l'elaborazione di questioni scientifiche, la formulazione di ipotesi, l'elaborazione di dispositivi e di protocolli sperimentali, la scelta di dati da raccogliere, il trattamento dei dati con un approccio più scientifico di esplorazione delle relazioni tra variabili, l'organizzazione e la comunicazione dei risultati.

**Nel modello di intervento adottato in questa ricerca** si sono mantenuti fermi i presupposti messi in luce da questi ricercatori e si è preso spunto dai loro modelli, ma si è puntato l'attenzione su due punti focali considerati ancora problematici dalla ricerca attuale sull'insegnamento delle scienze: **la ristrutturazione di concetti scientifici** e il **cambiamento ontologico**.

Considerando la natura dei concetti scientifici e la strutturazione di questi in reti funzionali e rispondenti a determinate epistemologie, si possono verificare nel processo di insegnamento due questioni alternative:

- la necessità di ristrutturare la **rete concettuale** mantenendo integra l'epistemologia poiché consonante con quella scientifica;
- la necessità di ristrutturare il paradigma e quindi di accettare una nuova epistemologia mettendo in atto un vero e proprio cambiamento di ontologia, poiché questa si manifesta dissonante con il paradigma della scienza accreditata.

Per spiegare meglio quanto sopra espresso e la distinzione che è stata effettuata ci si può riferire all'esempio a seguire (altri esempi a riguardo sono, comunque, stati riportati nella trattazione). Considerando la



concezione di materia e riferendosi ai liquidi, se si confondono, per questi, **proprietà fisiche** come la **viscosità** e la **densità**, occorre solo lavorare ponendo Problem Solving (PS) che avviano gli studenti all'indagine su queste proprietà orientando ad una ristrutturazione attraverso la distinzione delle due proprietà e il riconoscimento che la prima è caratteristica per lo stato liquido della materia mentre la seconda è caratteristica di ogni stato della materia (assicurando solo il rapporto tra la quantità di materia contenuta in un dato volume unitario). Questa questione, pur essendo una questione scientifica molto importante, non comporta un cambiamento ontologico e lo sforzo riguarda solo l' accettazione di questa distinzione che non intacca principi cognitivi percettivi . Viceversa, **assumere che i gas siano materia** come le altre forme di materia percettibili, e che essi in quanto materia, si conservino come ogni altra forma di materia, **comporta un cambio ontologico** poiché sono i principi usati per la cognizione del mondo e quindi per la concettualizzazione che devono modificarsi.

Su queste basi, pur prendendo spunto dai modelli SSCS e SWH e dalle strategie POE e la TPS, si sono adottati due modelli di intervento per le attività di laboratorio in funzione di due obiettivi:

1. Un modello di laboratorio scientifico per la **ristrutturazione** della rete di **concetti (LpRC)** da usare soprattutto nel **laboratorio sperimentale**.
2. Un modello di laboratorio per favorire il mutamento epistemologico o cambiamento concettuale (**LpCC**), questo assume strategie centrali quali il conflitto/consapevolezza o la discussione/modellizzazione tra i membri della comunità, a seconda dell'attività scientifica che si prevede, e cioè relativa sia al **laboratorio classe** sia al **laboratorio sperimentale**:

Il primo (LpRC) caratterizzato da interventi che possono essere sintetizzati nei termini conosciuti dai ricercatori dei modelli SSCS e SWH e

anche dalle strategie come la POE e TPS, con tipologie di **azioni** principali che sono state così delineate:

**LpRC**- Ricerca, Confronto, Progettazione, Ristrutturazione (RCPR);

il secondo(**LpCC**) distinto da:

a)Previsione, Confronto, Modellizzazione, Metacognizione, Cambiamento (PCMMC)

b)Osservazione<sup>79</sup>, Spiegazione, Confronto, Metacognizione, Cambiamento (OSCMM).

Nella Fig.16 si riporta la rappresentazione grafica delle Tipologie di laboratorio scientifico; nella fig.17. le stesse tipologie di laboratorio scientifico con i dettagli riguardo ai criteri delle distinzioni sulla base dell’enfasi didattica data nel tipo particolare di laboratorio e le azioni didattiche privilegiate.

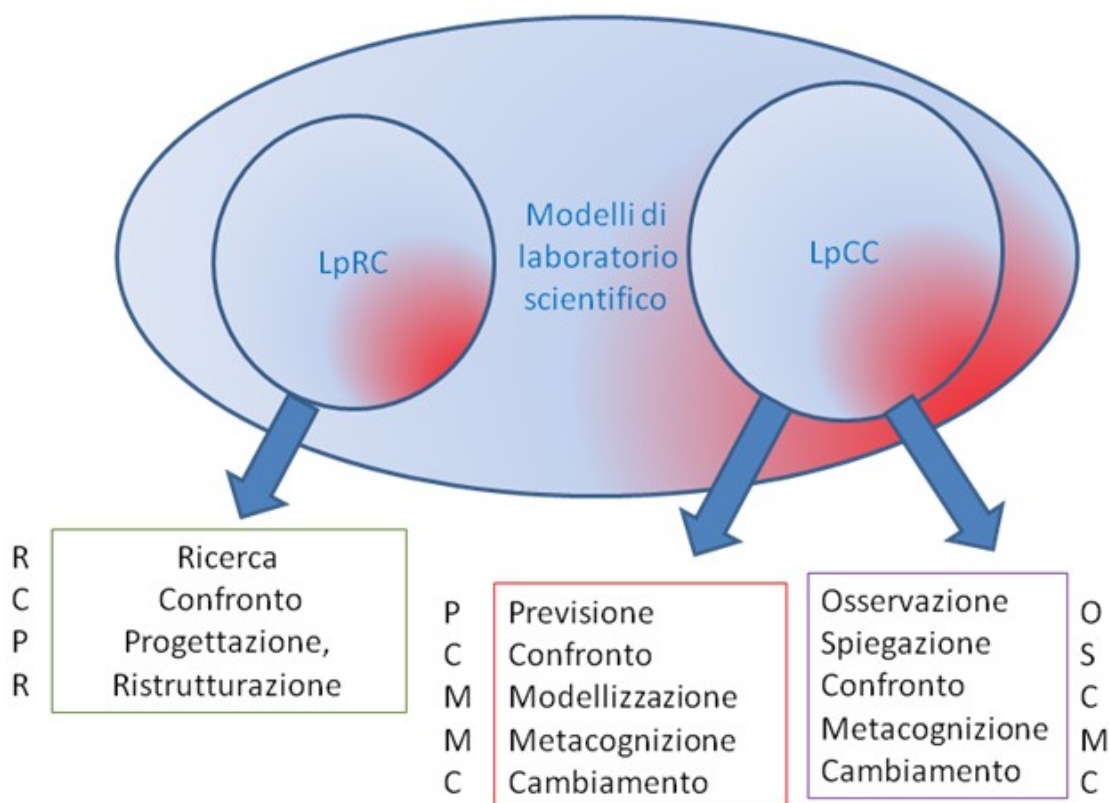


Fig 16. rappresentazione grafica delle Tipologie di laboratorio scientifico proposto e delle Azioni Didattiche conseguenti.

<sup>79</sup> Quando si parla di osservazione si intende “osservazione sotto ipotesi”

Fig.17. tipologie di laboratorio scientifico: LpRC e LpCC, criteri di distinzione sulla base dell' enfasi didattica.

TIPO		Criterio: enfasi didattica		Azioni	
<b>LpRC</b>		Enfasi Condivisa	Particolare enfasi	Enfasi Condivisa	Particolare enfasi
		Problem solving	Procedure di controllo Sperimentale per la ristrutturazione	confronto	Ricerca Progettazione Ristrutturazione
<b>LpCC</b>	PCMCC	//	Mediatori iconici e controllo Per il cambio concettuale	Confronto Metacognizione Cambiamento	Previsione Modellizzazione
	OSCCC	//	Procedure di controllo sperimentale Per il cambio concettuale	Confronto Metacognizione Cambiamento	Osservazione sotto Ipotesi Spiegazione

È evidente il fatto che nel LpCC sono comuni le attività di "confronto", "metacognizione", "cambiamento", che indicano la radice comune dell'obiettivo che ci si prefigge, mentre cambiano quelle di "osservazione sotto ipotesi"/spiegazione a specificare che si è nel laboratorio sperimentale e di previsione/modellizzazione che specifica una attività che si svolge nel laboratorio classe. Ciò significa che con l'attività ci si distanzia maggiormente dalla realtà pur essendo ancorati ad essa, entrando in intersezione con altri sistemi di mediatori, quelli iconici. Sulla sperimentazione di questi modelli sono stati raccolti dati che confermano, sulla base del loro utilizzo, un incremento dell'apprendimento più vicino possibile ai concetti e alle concezioni della scienza accreditata.

## **8. Il disegno di ricerca**

Il disegno della ricerca si è incentrato su un punto fondamentale: condurre la sperimentazione in una comunità che fosse spinta dal bisogno di innovare l'insegnamento delle scienze e di volerlo fare attraverso il laboratorio scientifico. Secondo M. Knowles (2002) e Brusciagioni (2005) il bisogno di rinnovamento e la percezione di un problema da risolvere sono il motore per il cambiamento. Il modello di laboratorio con le diverse tipologie e le azioni didattiche pensate proponeva da un lato una riflessione sulla concezione di conoscenza scientifica e sui modi in cui essa si costruisce, dall'altro lato la riflessione sul processo di insegnamento/apprendimento in generale, sul soggetto in apprendimento e sui ruoli degli attori del processo stesso; per ultimo portava la riflessione sul ruolo che il contesto riveste nel processo stesso.

Così come è stato concepito, il modello prospetta una radicale trasformazione della realtà sociale in cui si sperimenta e il cambiamento dei comportamenti di chi vi fa parte. L'interesse della ricerca si è focalizzato sia verso la sperimentazione del modello di laboratorio elaborato sia verso l'elaborazione di procedure di intervento che nella comunità tendessero a stimolare una maggiore consapevolezza dei partecipanti rispetto alle loro risorse personali e collettive e alle possibilità di mobilitarle. In tal senso la sperimentazione del modello di insegnamento/apprendimento delle scienze attraverso il laboratorio doveva essere sperimentato necessariamente con una ricerca partecipata.

## 8.1 Articolazione della ricerca : il contesto e i docenti

La ricerca ha avuto luogo all'interno di un contesto scolastico con un gruppo di 15 docenti appartenenti a due diverse scuole secondarie di primo grado della provincia di Trento in cui era in atto un progetto IPRASE<sup>80</sup> di didattica laboratoriale delle Scienze, eccetto due insegnanti della primaria, tutti i docenti erano insegnanti della secondaria di primo grado della provincia di Trento. La motivazione dello svolgimento della sperimentazione in questo contesto di ricerca risiede principalmente nel fatto che si volesse ricercare una comunità che avvertisse l'esigenza di un cambiamento nelle pratiche di insegnamento in modo specifico delle scienze perché l'intento della ricerca era quello di formulare un modello di insegnamento delle scienze attraverso il laboratorio scientifico come fulcro dell'azione didattica nella teoria mediatica dell'insegnamento e che rivestisse un ruolo centrale all'interno del curriculum insegnato, diventasse cioè non attività pratica sporadica condotta marginalmente accanto alla teoria ma mediatore in cui questa separazione tradizionale acquisti carattere di inconsistenza.

A tale scopo i miei contatti con il gruppo di docenti in questione sono stati dettati da un loro bisogno: innovare le metodologie di insegnamento delle scienze cominciando a fare scienze in "maniera operativa" (riporto le parole dei docenti), questo alla luce dei risultati delle indagini PISA<sup>81</sup> che seppure avevano messo in evidenza risultati

---

<sup>80</sup> L'IPRASE (Istituto Provinciale Per la Ricerca e La Sperimentazione Educativa) della Provincia Autonoma di Trento, ha il compito di promuovere e realizzare la ricerca, la sperimentazione, la documentazione, lo studio e l'approfondimento delle tematiche educative e formative, ivi compreso quello relativo alla condizione giovanile, a sostegno dell'attività del sistema educativo provinciale, anche per promuovere l'innovazione e l'autonomia scolastica. L'IPRASE fornisce supporto alle istituzioni scolastiche e formative, al comitato provinciale di valutazione del sistema scolastico e formativo nonché alla Provincia; collabora con il Dipartimento provinciale competente in materia di istruzione e formazione per realizzare le attività di formazione degli operatori della scuola, anche in riferimento al personale insegnante delle istituzioni scolastiche e formative con sedi nei comuni ladini, mocheni e cimbri. Nello svolgimento dei propri compiti l'IPRASE collabora con l'Università statale degli studi di Trento, con altre università, con istituti di ricerca e di documentazione facenti capo al Ministero della pubblica istruzione e con istituti di ricerca educativa operanti in Italia e all'estero (comma 1, articolo 42, legge provinciale 7 agosto 2006, n.5).

<sup>81</sup> PISA (*Programme for International Student Assessment*) è una indagine internazionale con periodicità triennale, promossa dall'OECD (Organization for Economic Co-operation). L'obiettivo dell'indagine PISA è di verificare in che misura i giovani che escono dalla scuola dell'obbligo abbiano acquisito alcune competenze essenziali per rivestire un ruolo consapevole ed attivo nella società e continuare ad apprendere per tutta la vita.

positivi per la provincia di Trento, destavano qualche preoccupazione per la % bassa di studenti italiani inclusi nei livelli di eccellenza e nella classe 0 confrontati con i paesi europei posizionati ai primi posti. Le due comunità scolastiche avevano ricevuto pressioni dai genitori che da molto tempo lamentavano il fatto che in quella scuola non si faceva laboratorio di scienze.

Si è gestito come primo problema quello dell'**accessibilità al contesto** per lo svolgimento della ricerca. Zucchermaglio (1995) mette in evidenza l'importanza da parte del ricercatore di prestare attenzione all'accessibilità ad un contesto; i suoi riferimenti riguardano, infatti, contesti lavorativi reali e anche se non specificatamente viene trattato quello scolastico, ho ritenuto opportuno considerare questa sottolineatura in quanto la scuola è contesto lavorativo complesso sia nella struttura sia nella organizzazione e quindi ho trattato l'accessibilità al contesto scolastico come nodo problematico da risolvere soprattutto per gli strumenti di ricerca da adottare.

Strumenti quali le videoregistrazioni, le audioregistrazioni, le osservazioni partecipate, i focus group, i colloqui clinici, infatti, non sono normalmente utilizzati in questi contesti e possono essere considerati "disturbanti" delle pratiche d'insegnamento. A tale proposito

---

Lo scopo dell'indagine è quello di discutere e mettere a punto indicatori, delle prestazioni degli studenti 15enni, comparabili a livello internazionale, ottenendo indicazioni sull'insieme dei fattori che concorrono a sviluppare conoscenze e abilità e a fornire informazioni sui risultati del sistema dell'istruzione in

modo regolare e prevedibile; inoltre tende a definire gli obiettivi educativi in una prospettiva internazionale e transculturale e valutare le competenze funzionali nella lettura, nella matematica e nelle scienze. L'indagine citata si riferisce a quella condotta sulla literacy scientifica e al rapporto reso noto dall'OCSE nel giugno 2006. Per valutare le competenze PISA utilizza una scala con un punteggio medio di 500 e una deviazione standard di 100. Secondo questa scala circa 2/3 degli studenti si posizionano tra i 400 e i 600.

La scala misura la capacità di usare conoscenze scientifiche (comprensione di concetti scientifici), riconoscere questioni scientifiche e identificare ciò che è coinvolto in ricerche scientifiche (comprensione della natura delle ricerche scientifiche), mettere in relazione dati scientifici con affermazioni e conclusioni (usare evidenze scientifiche) e comunicare questi aspetti delle scienze.

Le performance degli studenti sono analizzate in riferimento a scale di competenza in cui per ognuna è stato individuato un certo numero di livelli di difficoltà dei quesiti che corrispondono a crescenti livelli di capacità degli studenti; questa struttura delle scale in livelli di difficoltà/abilità crescenti consente di conoscere sia quello che sanno gli studenti che si situano a ciascun livello e sia quanti studenti si posizionano in ciascun livello. E' stata inserita una classe "0" che precede la classificazione dei sei livelli di performances degli studenti e in essa prendono posto quegli studenti che non raggiungono alcun livello di competenza. Il 13,2% degli studenti italiani hanno avuto risultati tali da essere inseriti nella classe "0"

Gli studenti italiani collocati invece nella classe 6 che connota le eccellenze sono solo 1,5%.

ritengo che due fatti abbiano reso tale contesto di più facile accessibilità rispetto a organizzazioni non conosciute: la mia conoscenza dell'organizzazione scolastica essendo io stessa un docente, fatto che creava una sorta di alleanza di riconoscimento di vissuti e il precedente contatto avuto con quattro insegnanti di tecnologia (due di una scuola e due di un'altra del contesto scelto), con il vicepresidente di una delle due scuole secondarie, nonché con una docente di scienze distaccata in IPRASE tutti frequentanti il percorso di formazione sulle Nuove Tecnologie per l'insegnamento<sup>82</sup> di cui sono stata uno dei docenti. I contatti con la comunità sono quindi cominciati nel maggio 2007, quando la dirigente ha chiesto supporto all'IPRASE per sviluppare il progetto "la didattica laboratoriale delle scienze" nella sua scuola, progetto che si presentava integrabile con il progetto IPRASE sulla "didattica laboratoriale della matematica" già operante. E' Stato organizzato un incontro con il dirigente scolastico che non è stato condotto con una intervista, l'incontro ha messo in luce la situazione dell'insegnamento apprendimento delle scienze nella sua scuola e le necessità:

- per il 99% dal libro di testo e in modo descrittivo"
- docenti, a suo parere erano molto bravi, impegnati e responsabili ma "tradizionali nell'insegnamento
- necessario un rinnovamento metodologico" e sostegno dei docenti nella realizzazione di un percorso di "esperimenti da mettere in atto in laboratorio".

Partendo da queste premesse, si è proposto un percorso di riflessione insieme ai docenti sugli approcci ritenuti oggi più significativi ed efficaci nell'insegnamento/apprendimento delle scienze partendo dai temi inseriti nella programmazione annuale, con tempi flessibili e dipendenti dalla motivazione/esigenza dei docenti a confrontarsi,

---

<sup>82</sup> Il corso Nuove tecnologie per l'insegnamento è stato messo in atto dalla provincia di Trento e da UNIVIRTUAL dell'Università di Venezia negli anni 2007-2008.

condividere e progettare. La dirigente si è fatta portavoce della proposta con il gruppo di docenti con i quali è avvenuto un incontro la settimana successiva. Con i docenti si sono condivise le reciproche aspettative del percorso da fare insieme (vedi allegato 6a).

Ci siamo lasciati con l'accordo generale di iniziare il percorso e di partire, nel prossimo incontro, dall'esplorazione e condivisione del significato di "laboratorio scientifico".

Con il gruppo di 15 docenti delle due scuole, con questi intenti, si sono organizzati laboratori pomeridiani di discussione e di progettazione dell'attività, che ho chiamato "laboratori fuori d'aula". Affiancando tre docenti di questo gruppo si sono intrapresi i laboratori con gli studenti e sperimentati i modelli di laboratorio LS e LC con le rispettive funzioni (LpRC e LpCC) e tipologie di azione didattica (RCPR, PCMM, OSCM).



## **8.2. L'organizzazione metodologica della ricerca**

L'intento di questa ricerca è stato quello di studiare per modificare "in immersione" la modalità con cui la comunità di pratica scolastica impartisce l'insegnamento delle scienze, poiché sulla base della documentazione di ricerca raccolta le pratiche d'insegnamento/apprendimento, come ho già detto, si mostravano epistemologicamente lontane dai processi di pensiero e azione della scienza accreditata, e nella realizzazione la pratica di insegnamento privilegiava la centratura sulla memorizzazione delle informazioni e dei dati prodotti dalle conoscenze scientifiche piuttosto che l'attenzione ai processi di produzione della conoscenza. Inoltre il laboratorio scientifico come luogo di esercizio di questi processi veniva escluso dalla pratica di insegnamento/apprendimento delle scienze. Sulla base dei dati della documentazione di ricerca esaminati, sono entrata nella comunità scolastica di cui ho fatto cenno per studiarne le pratiche e produrre eventuali mutamenti coinvolgendo gli attori in prima persona nel farsi promotori del cambiamento stesso.

Con tale intento si è quindi riflettuto su quale tipologia di ricerca fare ricorso per analizzare e innescare l'adozione di atteggiamenti di ricerca didattica nelle scienze e una riflessione sulle pratiche messe in atto e sull'efficacia che queste avevano nel processo di apprendimento. Basandosi sulla letteratura di ricerca vagliata, le linee di progetto di quella che si stava per intraprendere doveva senza dubbio puntare su un processo di insegnamento/apprendimento delle scienze che si realizza attraverso il laboratorio scientifico e poiché i dati mettevano anche in evidenza un insegnamento delle scienze scorretto dal punto di vista epistemologico e senza tener conto delle teorie naive di cui i soggetti sono portatori riguardo ai fenomeni del mondo della natura, la sperimentazione doveva realizzare le condizioni per favorire un processo di insegnamento/apprendimento che si realizza per azione del docente come mediatore tra disciplina e studenti, questa azione è triplice su:

1. **Modello di insegnamento:** attraverso il laboratorio ricercando un modello di azioni didattiche efficaci per l'apprendimento
2. **Disciplina:** ricercandone l'insegnabilità e quindi ponendo attenzione alla struttura della disciplina, quindi alla sua epistemologia (in tal senso occorre esercitare eventualmente azioni di cambiamento da epistemologie naif a epistemologie scientifiche), e ai suoi contenuti scelti e discriminati dal docente in senso formativo per lo studente, nonché la produzione di linguaggio.
3. **Processi di apprendimento:** per lo sviluppo di competenze progettuali, investigative dei fenomeni naturali negli studenti, ma anche quelle che comprendono la natura del NOS degli studenti (consapevolezza di credenze e modelli mentali, consapevolezza che le conoscenze in possesso direzionano l'osservazione sotto ipotesi in modo che si modelli il pensiero di scienza come "tentatività" non come conoscenza assoluta o certa) e lo sviluppo di competenze culturali, sociali, morali. In Figura 6 si riporta la sintesi di quanto qui detto.

Fig 6: Azioni esercitate dal docente come mediatore tra disciplina e discenti

Azione Docente	Esplicitazione azione	Implicazioni	Competenze
Sul modello di insegnamento	Laboratorio scientifico, LpRC e LpCC apprendimento in interazione tra pari Investigazione dei fenomeni	Scelta delle azioni (es:RCPC, PCMMC, OSCMC) Nel laboratorio sperimentale (LS): RCPR, OSCMC nel LC come: OCMC	Evoluzione professionale del docente di scienze
Azione sulla disciplina	Insegnabilità: contenuti epistemologia (pensiero/linguaggio)	Decisione in funzione formativa per lo studente  Ricerca della Struttura disciplinare es Descrittiva/sperimentale/osservativa Insegnamento del NOS	Conoscenza del NOS: culturale-operando sugli oggetti culturali della disciplina si apprende il valore della scienza come prodotto della cultura; sociali- le conoscenze e competenze scientifiche permettono di prendere decisioni consapevoli riguardo a temi socio-scientifici morali-sviluppare sensibilità della comunità verso norme che incardinino principi etici
Azione sui processi di apprendimento	Azione sulle teorie naive Azioni mirate sullo sviluppo di abilità progettuali per mettere a punto controllo sperimentale E atti distintivi per la ricerca di proprietà significative in modo da poter confrontare eventualmente un prima, un durante, un dopo	Indagine qualitativa e quantitativa dei fenomeni che comporta uso di pensiero per la spiegazione scientifica	Competenze scientifiche Competenze relazionali

La ricerca ha avuto l'intento di raccogliere dati per comprenderli nella complessità situazionale e relazionale. In questo senso si inquadra nel

panorama della ricerca qualitativa per i metodi con cui è stata condotta e nell'ottica esplicitata da Dovigo<sup>83</sup> e precisamente quello della ricerca qualitativa applicata che ha un duplice intento, il primo è di conoscenza e di comprensione di ciò che è tacito, per esempio pratiche e processi di insegnamento delle scienze nella comunità in cui la ricerca è stata svolta; il secondo intento è quello di indurre negli attori cambiamenti<sup>84</sup> nelle pratiche adottate. A tale proposito la ricerca condotta è di tipo etnografico<sup>85</sup> che ha mirato a **coinvolgere gli attori della comunità** interamente sia nella pianificazione delle azioni formative da mettere in atto in ambito scientifico, sia nella condivisione di queste, sia nella coevoluzione della ricerca di senso e di efficacia nel processo di insegnamento/apprendimento delle scienze. La ricerca può essere inquadrata sia come dice Duranti<sup>86</sup> che ha parlato di "osservazione partecipante" definendolo come "paradosso". La definizione infatti compare come nesso tra due termini che contrastano nel significato, il primo rimanda al distacco e il secondo evoca il coinvolgimento emotivo. Sia secondo la visione di Clifford<sup>87</sup> che interpreta questo modo di fare etnografia come "dialettica di esperienza e interpretazione" intendendo

---

<sup>83</sup> Fabio Dovigo(a cura di), *La qualità plurale. Sguardi transdisciplinari sulla ricerca qualitativa*, Milano, Angeli, 2005.

<sup>84</sup> Nella ricerca qualitativa applicata tecniche attive sono utilizzate con lo scopo di far prendere coscienza della situazione agli attori sociali con la finalità di modificarla. Un esempio è dato dall'approccio sperimentale e psico-sociale della ricerca-azione (*action research*) di Kurt Lewin e collaboratori Leon Festinger e Harold H. Kelly che ha avuto grande influenza sulla nascita di diversi approcci come quello della *ricerca partecipativa* di William Foote Whyte, o l'*action science* di Chris Argyris che si colloca nella consulenza di processo, o l'*empowerment* di Julian Rappaport che si occupa del potenziamento delle capacità individuali degli attori, la *ricerca intervento* (*intervention sociologique* di Alain Touraine. La tendenza odierna, in armonia con questi approcci vede la continua invenzione di tecniche e procedure ad hoc, che nascono in funzione dei bisogni di coloro che richiedono la consulenza e dei nuovi problemi posti dai soggetti o dagli argomenti studiati.

<sup>85</sup> Etnografia: metodo di ricerca messo in atto dall'antropologia, adottare questo metodo significa recarsi sul campo per un certo tempo e raccogliere dati utilizzando diverse tecniche come osservazione o interviste che a loro volta verranno interpretate per comprendere la cultura della comunità che si vuole studiare (valori, credenze, comportamenti) L'etnografia moderna come metodo alternativo sistematizzato a metodi quantitativi ritenuti come unici metodi per una ricerca nasce con Boas e Malinowski, ha subito una evoluzione sia riguardo al concetto di "osservazione partecipante" che doveva essere oggettiva secondo la scuola di Chicago(anni cinquanta con Blumer) sia nel tipo di partecipazione, di recente impiego, infatti, è l'*etnografia focalizzata* (Knoblauch, 2001) tecnica che presume una breve permanenza sul campo in quanto lo studio si rivolge a problemi specifici. Lo *shadowing* è, infine, una tecnica etnografica che richiede al ricercatore di affiancare "come un'ombra" un soggetto nelle sua quotidianità (Wolcott 1973, Bruni, Gherardi e Poggio 2002)

<sup>86</sup> . Duranti A., *Etnografia del parlare quotidiano*, La Nuova Italia Scientifica, Roma, p. 20, 1992.

<sup>87</sup> Clifford J., *I frutti puri impazziscono. Etnografia, letteratura e arte nel XX secolo*, Bollati Boringhieri, Torino, p. 50, 1993 .

riferirsi a un passaggio continuo che avviene tra "l'interno" e "l'esterno", cioè tra la raccolta e interpretazione dei fatti e comportamenti specifici fatta dalla "soggettività" del ricercatore, e ciò che si riferisce ad un ambiente e un contesto più ampio (la comunità di ricerca). Un approccio di questo tipo comporta il fatto che l'esperienza di ricerca oltre a risultare un momento di conoscenza, diventa occasione per creare una dimensione di condivisione di significati tra il ricercatore e gli attori della comunità d'indagine che possono mettere in atto dalla riflessione azioni di cambiamento attivando un percorso di ricerca come esito in divenire. I dati sono quindi stati raccolti sul campo con l'intento, secondo la filosofia della ricerca etnografica, di contribuire alla conoscenza che un'organizzazione ha delle pratiche situate che la caratterizzano e che assume particolare rilevanza nelle ricerche sulle organizzazioni come comunità di pratiche e come sistemi di attività. Come sottolinea Zucchermaglio (1995), infatti, il criterio di valutazione esterna della "bontà" di tali ricerche è quello di produrre risultati che possano essere utilizzati per sostenere le comunità di pratiche esistenti e per costruire contesti che facilitino il riconoscimento delle competenze già presenti e lo sviluppo evolutivo di queste nell'organizzazione. Proprio in funzione di questo ho realizzato non solo la conoscenza distaccata ma la conoscenza per procedere insieme nello sviluppo dell'organizzazione. In riferimento alla metafora proposta da Clifford e Marcus (1997)<sup>88</sup> nell'accostarmi ai processi che intendevo studiare con gli attori ho deciso di far uso di una pluralità di metodi di indagine ed ho scelto di volta in volta "*dalla cassetta degli attrezzi*" la modalità di raccolta dei dati che ritenevo più idonea alle varie situazioni e circostanze. Consapevole che in etnografia non esistono strumenti giusti o sbagliati, come evidenzia Bruni (2003), nel compiere le mie scelte ho tenuto conto degli obiettivi della ricerca e delle caratteristiche del contesto di raccolta dei dati.

---

<sup>88</sup> Essi mutuano la metafora della cassetta degli attrezzi da Bruner il quale in "Actual Minds, possible Words" (1986) definisce la cultura come un sistema di artefatti che media le funzioni psicologiche.

Dal **punto di vista metodologico** il **disegno di ricerca** ha previsto:

- I focus group fuori d'aula con i docenti
- Incontri di presentazione e condivisione per la sperimentazione dell'attività dei laboratori con gli studenti
- Il lavoro a livello adulto con gli insegnanti
- Le attività didattiche con docenti e studenti

Gli **strumenti** di raccolta dei dati sono stati le audioregistrazioni dalle cui sbobinature sono stati ricavati i testi per l'analisi e documentati nella ricerca, i testi sono stati trascritti mantenendo stretta aderenza al testo verbale; le videoregistrazioni il cui uso come strumento è stato finalizzato alla riflessione sulla modalità di condurre la lezione di scienze nell'intento di "ri-vedersi" per cogliere aspetti immediati, visti come problematici, della pratica messa in atto dal docente; in questo modo si è tralasciato il contenuto specifico disciplinare. Poiché "*non esiste un metodo di osservazione valido in assoluto, ma esistono obiettivi di ricerca diversi, cui corrispondono, di volta in volta, metodi più o meno appropriati*"<sup>89</sup> ho deciso di usare la videoregistrazione, quindi, con un "vedere intenzionale", indirizzato, attivo e selettivo, ritenuto da me più rilevante e significativo in relazione alle ragioni che avevano motivato la rilevazione dei dati. Il mio interesse era, infatti, focalizzare l'attenzione "ri-vedendosi" sulla concezione di apprendimento che la pratica messa in atto dal docente veicolava per connotarla come pratica di apprendimento in "autonomia cognitiva" dei singoli soggetti nel gruppo classe o pratica di apprendimento centrata sulla consapevolezza della "dipendenza ecologica" dei soggetti umani<sup>90</sup> e la considerazione degli "*interscambi tra organismi e ambiente*"<sup>91</sup>.

Gli strumenti impiegati: i focus group con i docenti, le interviste brevi con i docenti, , le narrazioni dei docenti, le conversazioni cliniche<sup>92</sup> fatte con gli studenti, le pagine di diario del ricercatore, le narrazioni degli

---

<sup>89</sup> L. Camaioni , C. Bascetta , T. Aureli, *L'osservazione del bambino nel contesto educativo*, Il Mulino - 2001

<sup>90</sup> Bateson 1984-86; Nelson,1986

<sup>91</sup> Cavallini, 1995, pag 186

<sup>92</sup> E. Damiano, Guida alla didattica per concetti, Juvenilia, 1995.

studenti, i questionari con gli studenti, i documenti, essenzialmente materiali didattici come le schede di laboratorio preparati prima dell'intervento dalla comunità scolastica in cui si è svolta la ricerca.

Le **ragioni della scelta dei focus group** con i docenti risiedono nella tipologia stessa di questo metodo poiché permette un coinvolgimento collettivo dei partecipanti facendo leva sulle dinamiche di gruppo che spingono alla stimolazione reciproca. Ho condotto i focus group da sola per la particolare situazione esistente nella comunità in cui ero entrata, da un lato i continui contatti informali intrapresi con i docenti molto prima di iniziare il percorso di ricerca hanno favorito l'infrangersi della barriera di diffidenza che avrebbe potuto ergersi tra ricercatore e partecipanti i quali mi percepivano non come intruso indagatore, dall'altro proprio i contatti continui mi avevano permesso di rilevare che tra i docenti delle due comunità scolastiche si era instaurato un clima collaborativo basato sul reciproco ascolto e considerazione dato che mi ha permesso di rendere, procedendo nei focus group, via via più breve la fase di riscaldamento permettendomi di avere più tempo per la fase di consolidamento, la centratura sul contenuto fa emergere le concezioni e le problematiche. Con i focus group, in conclusione, ho fatto in modo che i docenti esprimessero punti di vista, fatti o approcci, allo scopo di far emergere concezioni o comportamenti facendo leva sulle dinamiche di gruppo che spingono alla stimolazione reciproca.

Sono stati condotti 10 focus group, alcuni dei quali sono stati decisi dopo aver raccolto alcuni risultati con lo stesso metodo (vedi per esempio quelli condotti su come i docenti insegnavano le scienze e sull'abitudine a fare laboratorio). I focus group sono stati condotti con un numero di docenti variabili di volta in volta in relazione alle disponibilità di questi a partecipare essendo liberi da riunioni della funzione docente, comunque non sono mai stati meno di 8 e più di 15. Alla fine dei focus group, come variante, non ho abbandonato il gruppo, ma secondo quanto dichiarato prima riguardo al tipo di ricerca etnografica condotta, sono rimasta con i docenti mentre compilavano le mappe delle idee emerse.

Le **ragioni delle attività didattiche con gli studenti** insieme ai docenti nelle classi, sono state dettate dal fatto che la documentazione di ricerca esaminata metteva in evidenza che proprio "l'ambiente", il laboratorio scientifico, in cui si sarebbe dovuto realizzare il modo tipico del procedere epistemologico della scienza era escluso dalla pratica di insegnamento/apprendimento messa in atto non solo dalla comunità scolastica in cui mi accingeva ad entrare ma dalla grande maggioranza delle comunità scolastiche. Le ricerche già citate precedentemente mettevano in evidenza che non solo l'assenza del laboratorio ma il modo di condurlo pure si mostrava problematico, impostato più sulla dimostrazione o esecuzione manuale dell'esperienza che sulla sperimentazione dato un problema di conoscenza. Emergeva inoltre che i laboratori, anche quelli sperimentali, non erano specificatamente finalizzati a rilevare le concezioni degli studenti e a controllarne l'allineamento con quelle della scienza accreditata per attivare un percorso di conoscenza nel laboratorio scientifico che favorisse il mutamento in senso scientifico delle concezioni stesse. Come mettevano in evidenza le ricerche citate prima sul cambio concettuale, la **permanenza** delle **teorie naif** molto spesso concorre all'insuccesso scolastico in ambito scientifico.

La ragione di condurre il laboratorio scientifico in affiancamento con il docente è stata dettata dal fatto che i docenti di scienze considerano il laboratorio come il luogo di esecuzione delle attività pratiche dove la teoria viene dimostrata o viceversa la pratica dell'esperimento porta alla teoria che, secondo l'immaginario collettivo, è di gran lunga più importante (ideologia messa in evidenza dalla documentazione di ricerca esaminata ed evidenziata anche nel gruppo di docenti con cui ho operato, infatti emerge dal focus group sul laboratorio di scienze). Questa "teoria naif" non si sostituisce con una nuova concezione di laboratorio fornendo all'insegnante una serie di esperimenti e mostrando come farli ma, coinvolgendolo mentre si opera in modo diverso "nell'osservazione partecipata" così che possa raccogliere dati sulle sue modalità di fare scienze e sulle nuove modalità diverse messe in atto e possa fare un bilancio in termini di:



- coinvolgimento emotivo degli allievi,
- sviluppo di processi di motivazione e di efficacia nell'apprendimento

e che questo bilancio costituisca la molla per una integrazione evolutiva delle pratiche d'insegnamento. Le attività di laboratorio con gli studenti sono state sperimentate quindi da me e dal docente previa condivisione dei contenuti e dell'azione con i docenti che hanno osservato e partecipato decentrandosi rispetto agli studenti ma **non del tutto** rispetto al ricercatore che ha sempre favorito il coinvolgimento nella conduzione dei gruppi di studenti con l'accordo di scambio dei gruppi stessi nella conduzione.

### **8.3. Ampliamento della documentazione di ricerca: interviste etnografiche e narrazioni**

Le interviste etnografiche e le narrazioni hanno arricchito la documentazione della ricerca.

Le **ragioni delle brevi interviste etnografiche** con i docenti, risiedono nel fatto che queste si differenziano per diversi aspetti dalle interviste discorsive quali quelle in profondità (Gobo, 2001). Nelle prime intervistatore ed intervistato si conoscono già ed hanno avuto modo di conversare in precedenza e in gruppo; in secondo luogo le interviste etnografiche non sono necessariamente programmate per tempo, ma possono svolgersi all'improvviso, tale carattere hanno avuto, infatti, quelle che ho realizzato nel corso della ricerca. Inoltre esse possono risultare molto più brevi e focalizzate su argomenti più circoscritti rispetto alle tipiche interviste discorsive, in quanto l'intervistatore può ad esempio porre poche e brevi domande in seguito ad una scenario osservato al fine di comprendere i motivi di una certa reazione o i significati di un determinato atto o gesto. L'intervistatore è infine meno assillato dal pensiero di dover concludere il suo lavoro conoscitivo con una sola intervista, confortato dal fatto che incertezze interpretative possono essere risolte con interviste successive di brevi colloqui nel procedere della ricerca. Questo tipo di interviste sono state fatte per comprendere meglio e raccogliere i dati inerenti ai vissuti del docente durante le attività che si svolgevano dinanzi ad episodi che avvenivano in classe e a cui assistivo. Mediante tali conversazioni ho deciso di raccogliere, man mano, le riflessioni dei docenti riguardo il percorso che stavano intraprendendo scegliendo di svolgere la funzione di *'specchio'* finalizzata a rinforzarne le riflessioni o a rendere consapevole i dubbi o i problemi da risolvere. Purtroppo quasi mai ho potuto audioregistrare le conversazioni con il singolo docente, ho però preso appunti durante lo svolgimento dei colloqui stessi o, se questi erano sufficientemente brevi, ho trascritto il tutto a conversazione ultimata. Più agevole è stata invece l'audioregistrazione dei colloqui di gruppo, in particolare dei focus group.

Le **ragioni delle narrazioni** risiedono, invece, nel fatto che essi sono strumenti dell'approccio autobiografico improntate più a stimolare la condivisione dell'esperienza, infatti sono state prodotte sia dai gruppi di discenti impegnati nelle attività di apprendimento, in cui la narrazione ha assunto la veste del "raccontarsi" del gruppo in apprendimento come unità, sia dai docenti che volontariamente hanno raccontato alcuni momenti vissuti durante l'attività o approcci scelti nel normale svolgimento del curriculum ma comunicate al resto del gruppo mediante lettura durante gli incontri fuori d'aula; pagine di diari che riportano alcuni momenti dell'attività scritti dal ricercatore subito dopo l'uscita dall'aula o dai focus group. Le pagine di diario sono state scritte nell'intento di realizzare una struttura narrativa cronologica. Lo scopo è stato quello di memorizzare gli eventi e ricordarli. Dalle pagine scritte sulla narrazione di un evento ne vedeva emergere un altro, documentato nelle pagine successive o nelle azioni o eventi che succedevano o si decidevano.

L'intenzione iniziale alla base del presente lavoro è stata quella di riportare integralmente, nella loro consequenzialità temporale, tutti gli avvenimenti cui ho assistito dal 2007 fino ad oggi, ma questo non è stato fatto perché alcuni avvenimenti si mostravano ripetitivi e poco ricchi di nota. Pertanto si è deciso di tenere a memoria particolari situazioni soprattutto nel momento delle attività congiunte con studenti e docenti in classe poiché altri strumenti "raccontavano" bene le dinamiche fuori classe con i docenti. Si è preso appunti di getto cercando di raccontare i fatti<sup>93</sup>, consapevoli del fatto che comunque si racconta una soggettività.

Le narrazioni prodotte dai docenti sono state libere e il punto di vista è stato scelto dal docente che le produceva o dal gruppo di studenti previa condivisione con i componenti del gruppo. La scelta metodologica di far produrre narrazioni ai gruppi di studenti e di prestare attenzione al

---

<sup>93</sup> Fabietti U., (1999), *Antropologia culturale. L'esperienza e l'interpretazione*, Laterza, Bari, p. 42

pensiero narrativo si situa all'interno dell'approccio interattivo-costruttivista che ha guidato l'intero percorso di ricerca e che fa riferimento in primis al lavoro di Bruner e Vygotskij. La visione socio-cognitiva della teoria del conflitto e dell'approccio ecologico considera le interazioni tra gli individui e tra questi e il contesto, il luogo in cui si origina e si incrementa il pensiero ed è proprio su queste basi che si radicano l'uso di metodologie proprie dell'antropologia, e della ricerca storica come è appunto la narrazione.

Mi sembra importante, infine, sulla base di ciò che si è prima affermato a proposito di "raccontare comunque una soggettività", introdurre una riflessione e un riferimento sull'interpretazione dei dati. Lévi-Strauss (1966) ha sottolineato che l'interpretazione costituisce un momento cruciale di ogni etnografia in cui si deve ricomporre in un quadro sensato i pezzi di significato della realtà che si è radunato. Pezzi che costituiscono un bricolage (Bruni, 2003) che non sempre è collegato in modo indubbio e coerente. Il ricercatore ricompone la realtà e il testo che ne deriva è dunque una ricostruzione della realtà stessa. Come lo stesso Geertz (1987) aveva scritto, ogni etnografia è "essenzialmente contestabile" ed "intrinsecamente incompleta". Come autore di questa ricerca sono consapevole di raccontare una delle possibili storie (Clifford, Marcus, 1997) partecipando attivamente con la mia soggettività alla produzione dei significati, al pari dei soggetti coinvolti nella ricerca perchè sono consapevole che "scrivere è un atto politico di costruzione di senso" (Tota, 1998 e 2001).

Il totale dei dati raccolti durante il progetto di ricerca sono riassunti nella

**figura 6:** *Quadro generale del corpus di dati*

FONTI DATI									
	Incontri con docenti fuori d'aula	Incontri Riflessione/ricostruzione	Focus group con i docenti	Incontri con i docenti disposti a sperimentare il modello di laboratorio scientifico	Conversazioni cliniche con gli studenti	Brevi Interviste con i docenti	Narrazioni prodotte dai docenti	Narrazioni prodotte dagli studenti	Risultati dei lavori di gruppo degli studenti
obiettivi/attività	Identificare i bisogni e condivisione del percorso Esplicitazione delle reciproche attese Presentare la documentazione sperimentale prodotta Raccontare problematiche e identificare collegialmente proposte di intervento	Riflettere sulle concezioni emerse Ristrutturare le concezioni dal confronto cognitivo innescato da attività proposte dal ricercatore	Coinvolgimento collettivo dei partecipanti facendo leva sulle dinamiche di gruppo che spingono alla stimolazione reciproca allo scopo di far emergere opinioni, punti di vista, concezioni, comportamenti	Presentazione azione didattica di LS ed LC, condivisione e modellamento dell'attività secondo proposte e valutazione del docente, analisi risultati ed eventuale riprogettazione	Rilevare i saperi d'ingresso degli studenti riguardo ai temi proposti per l'apprendimento	Raccogliere, man mano, le riflessioni dei docenti riguardo il percorso che stavano intraprendendo o scegliendo di svolgere la funzione di 'specchio'	Stimolare riflessione sulla condivisione dell'esperienza	Stimolare la riflessione sulla condivisione dell'esperienza riguardo alle strategie impiegate a ciò che si comprendeva facendo insieme	Documentazione dell'attività per la condivisione nel gruppo classe del lavoro prodotto dai singoli gruppi e la riflessione sull'apprendimento
Numero e/o frequenza tempi	1 incontro al mese a partire da settembre a maggio: 8 incontri 3 di 2 ore 6 di 3 ore e trenta minuti	4 incontri 3 settembre -1 in ottobre	10 focus group di cui 4 a settembre- 4 in ottobre-2 in novembre nell'anno scolastico 2008-2009 tre ore per ognuno compreso il tempo della formulazione delle mappe	7 incontri per LS da settembre a gennaio 8 incontri per LC da febbraio a maggio  1 ora per ogni incontro	10 di cui 5 con gli studenti delle classi seconde, 4 con gli studenti delle classi prime e 1 con gli studenti della classe terza	4	2, prodotte spontaneamente	1 per ogni attività intrapresa dai gruppi	Per tutte le attività di sperimentazione e delle tipologie di laboratorio previste dal modello e interamente documentate negli allegati

**FONTI DATI**

	<b>Videoregistrazioni</b>	<b>Audioregistrazioni e sbobinate</b>	<b>Mappe prodotte dagli studenti e dai docenti</b>	<b>Questionari agli studenti</b>	<b>Pagine di diario del ricercatore</b>
<b>obiettivi/ attività</b>	riflessione sulla modalità di condurre la lezione di scienze nell'intento di "ri-vedersi" nell'intento di connotare la tipologia di pratica messa in atto	Memoria di quanto emergeva dai focus group e dalle conversazioni cliniche con gli studenti	Rappresentare la conoscenza	Rilevamento delle conoscenze	Narrazione di eventi significativi
<b>Numero e/o frequenza tempi</b>	3 , a gennaio nella classe terza	22: di ogni focus group, di ogni conversazione clinica, dell'intergruppo con gli allievi per il linguaggio della genetica	6 dai docenti, 6 dagli studenti	3 (materia e sue trasformazioni, i viventi, la combustione	4
<b>Luogo -momenti della giornata</b>	Scuola, in aula al mattino durante la lezione	Scuola Pomeriggio –mattina nelle aule	Scuola mattino(studenti)-pomeriggio (docenti)	Scuola, mattino	A scuola subito dopo il verificarsi di episodi, a casa sulla base di appunti presi a scuola.

#### **8.4. la conclusione delle ricerca: negoziazione dell'uscita dalla comunità scolastica**

Ho preso in considerazione anche la "gestione dell'uscita" della mia ricerca in modo da lasciare una "**eredità ecologica**" sul campo che, secondo Gobo (2001), dovrebbe non "bruciare" il contesto per ricerche future, ma anche, secondo il mio parere, di ampliarlo e di attivare ancora sia la riflessione sia la sensazione di aver costruito qualche cosa che trovi largo consenso in comunità analoghe che vivono gli stessi problemi. A tale scopo ho operato in due modi:

1. richiedere una discussione collegiale finale in presenza di altri colleghi della scuola e del dirigente in modo da portare a conoscenza di tutti i risultati e il racconto dell'esperienza vissuta, questo è stato fatto dai docenti di scienze che hanno messo in evidenza i pro e i contro, ma soprattutto e a mia insaputa hanno stilato proposte future riguardo alla continuazione di questa esperienza nell'anno 2009-2010.
2. Ho inserito i docenti coinvolti nella sperimentazione in un momento di discussione collettiva fatta in una rete di scuole in cui si svolgeva il Progetto IPRASE sulla didattica laboratoriale della matematica e delle scienze per la primaria, ampliandola, in accordo con la collega responsabile del progetto, anche per le scienze nella secondaria di primo grado. I docenti del gruppo in sperimentazione hanno portato nel gruppo di incontro della rete di scuole la loro esperienza e concretamente alcuni risultati ottenuti, ricevendo un ampio feedback positivo a riguardo.

L'eredità ecologica è stata attivata, infatti la scuola si è proposta come campo di ricerca futura, ma anche come promotrice di apertura presso altre scuole secondarie di primo grado e di due bienni di scuole superiori che si sono dichiarati disponibili ad aprire un percorso di riflessione sulle modalità di fare scienze.

## **9. I risultati della ricerca condotta: focus group e laboratorio scientifico**

### **9.1. I risultati del focus group riguardo le concezioni dei docenti sulla scienza**

Dal punto di vista metodologico, come ho detto, con il gruppo di docenti ho strutturato focus group generici ed altri più specifici riguardanti temi disciplinari. I focus group generici sono stati 6, di cui 4 sono stati focalizzati sulla scienza, di questi gli spunti per le domande sono stati ricavati da L. Mason<sup>94</sup> (2001).

- cos'è la scienza e quali sono le sue finalità
- cos'è una ipotesi come vengono formulate
- che cos'è un esperimento, come mai vengono compiuti,
- cos'è un modello?
- qual è lo scopo di un modello?
- possono cambiare i modelli scientifici?

Due focus group invece sono stati condotti riguardo "l'insegnamento delle scienze" con la focalizzazione:

cos'è l'insegnamento?

Che cosa differenzia l'insegnamento della scienza da altri insegnamenti?

I risultati dei focus group sulla scienza sono di seguito riassunti:

Riguardo a "**Cos'è la scienza?** ", si può notare che i docenti posseggono visioni epistemologiche estreme sulla scienza, infatti tutti danno le seguenti tipologie di risposte:

- a) scoperta di fatti e produzione di invenzioni
- b) scienza come costruzione di spiegazioni in merito a fenomeni naturali

---

<sup>94</sup> L.Mason, Verità e Certezze, Natura e sviluppo delle epistemologie ingenuae, Carocci editore, 2001.



- c) scienza come scoperte che portano al progresso
- d) scienza come esperimenti che portano a fatti indiscutibili e a risultati certi
- e) Scienza come conoscenza giusta, esatta, oggettiva

I docenti infatti dicono durante i focus group:

*La scienza è un percorso di conoscenza dei fenomeni naturali fatta con un metodo, il metodo scientifico, non tutti possono fare studi scientifici, ci sono persone che sono più portate perché hanno maggiori capacità, infatti gli scienziati sono di solito persone intelligenti, e quelli veramente di fama sono menti eccelse, mente colme di logica scientifica, una mente che è in grado di osservare i fenomeni, di isolare variabili e misurarle, di verificare le ipotesi e di argomentare con fatti inconfutabili per costruire teorie, con cui vengono poi fatte leggi ....*

*Quando si fa uno studio scientifico ci vuole un metodo scientifico, gli scienziati applicano questo metodo per raccogliere dati circa un fenomeno. I dati devono essere rilevabili da tutti se ci si rimette in quelle condizioni, altrimenti la conoscenza non può essere accettata per vera. Sulla base di questo metodo si possono formulare le teorie, per cui problema, ipotesi, raccolta dati e verifica sono i presupposti della scienza e del suo metodo condiviso universalmente...*

*Quando tu come scienziato raccogli i dati, quando sei meticoloso e verifichi tutte le tappe ti poni domande sugli errori e ripeti le cose con precisione, alla fine arrivi alla indiscutibilità dei dati scientifici perché ogni studio che porta a una scoperta deve essere ripetibile, questo è il carattere fondamentale della scienza: arrivare a risultati sicuri, indubbi...o almeno saranno di questo tipo fino a quando non si fanno nuove scoperte che portano a sostituire teorie o leggi...*

*Infatti, le leggi possono essere sostituite, le leggi della fisica aristotelica*

*sono state sostituite da quella newtoniana, non perché Newton era più intelligente ma perché ha usato i fatti alla descrizione e i fatti sono concorsi nelle spiegazioni delle cause.... Quando usi però la fisica newtoniana, dal momento che è stata approvata i fenomeni e le spiegazioni sono vere e certe fino a che non arriva qualcuno che dimostra l'invalidità della teoria.*

*I risultati della scienza sono sempre oggettivi e innegabili, almeno alla scienza possiamo accordare un po' di certezza e di esattezza dei risultati...*

*Ma credo che nulla è certo, nemmeno i dati della scienza, perché gli scienziati sono uomini e condizionati dalla cultura a cui appartengono, l'oggettività c'è, ma credo sia un'oggettività di metodo...in questo senso credo che il metodo della scienza, cioè il metodo scientifico, osservazione, ipotesi, raccolta dati e conclusione porti a dati veri.*

Questi brevi testi estratti dagli interventi durante i focus group rivelano oltre alla concezione di scienza anche quella del metodo scientifico che diventa sinonimo di metodo sperimentale; si può inoltre notare come sia presente nell'immaginario degli insegnanti la concezione che le leggi scientifiche abbiano stato più alto delle teorie scientifiche, il dato è infatti segnalato anche nella letteratura di ricerca da Norman G. Lederman<sup>95</sup> ed è concordante con quanto è stato rilevato in questa ricerca. Infine, emerge la concezione di scienziato come persona dotata di mente eccelsa. Gli insegnanti infatti dicono:

*il metodo scientifico... osservare i fenomeni, isolare variabili e misurarle, di verificare le ipotesi*

*Quando si fa uno studio scientifico ci vuole un metodo scientifico, gli*

---

<sup>95</sup> Nature of Science: Past, Present, and Future Handbook of Research on Science Education Edited by S.K. Abell and N.G. Lederman, cap 28 pag 833, 2007

*scienziati applicano questo metodo per raccogliere dati circa un fenomeno*

*...argomentare con fatti inconfutabili per costruire teorie, con cui vengono poi fatte leggi ....*

*Scienziati...persone intelligenti, e quelli veramente di fama sono menti eccelse, mente colme di logica scientifica...*

## 9.2 I risultati del focus group su "cos'è un'ipotesi" e "cos'è un esperimento"

Riguardo a "cos'è una ipotesi?" i docenti danno le seguenti interpretazioni:

- a) un'idea intelligente che viene in seguito a un problema
- b) un'idea che fa fare previsioni
- c) un'idea che poi sottoponi a verifica sperimentale

I docenti infatti dicono durante i focus group:

*È la formulazione di una domanda che ti poni e che poi verifichi con sperimentazioni in laboratorio, se l'ipotesi è verificata puoi fare previsioni su fenomeni simili e quindi puoi generalizzare...*

*L'ipotesi non può essere vera se non può essere verificata per mezzo di processi sperimentali, a volte gli esperimenti non sono stati mai eseguiti e spesso si devono inventare, questo succede quando le ipotesi sono ardite*

*Credo che l'ipotesi venga conosciuta in seguito ad un problema che devi risolvere, in tal caso credo che sia una risposta che ti dai, su cui poi costruisci un percorso di verifica che deve per forza portare a raccolta di dati inconfutabili*

*Io credo che l'ipotesi sia più una idea ingegnosa, devono essere originali le ipotesi, oserei dire geniali, illuminanti, non sono cose di tutti i giorni per arrivare a conoscenze scientifiche*

Riguardo a "cos'è un esperimento?":

- a) è un percorso sperimentale che provi in laboratorio
- b) si fanno su fenomeni isolati in laboratorio da cui si vogliono raccogliere dati certi che

provengono dall'osservazione del fenomeno

infatti i docenti dicono:

*Si allestiscono nei laboratori dopo aver pensato l'ipotesi, spesso servono strumentazioni e macchine costose per farli, ma quando li fai devi raccogliere misure, un esperimento è sempre quantitativo, per esempio raccogli i dati sul numero delle oscillazioni del pendolo variando la lunghezza del filo per studiare il moto e vedere che è proprio armonico, oppure vai a misurare di quanto si allunga la molla per trovare una legge ecc...*

*Penso che si possa fare solo se hai chiaro l'ipotesi che vuoi verificare, allora metti in atto il procedimento sperimentale*

*Si, su questo non è che ci sia da dire molto, se non che alcuni sono originali, per esempio mi viene in mente la creatività degli scienziati come Avery che hanno usato per la prima volta i virus fagi per verificare che la sostanza che trasmetteva i caratteri ereditari era il DNA...*

*Prima di allestire un esperimento bisogna osservare un sistema, dopo che ti sei fatto un'idea di come può essere allora metti su un esperimento, senza una osservazione oggettiva non si mette su niente, è perché vuoi quantizzare l'osservazione che fai l'esperimento, così tutto quello che poi rilevi diventa "oggettivo"...*

*Un esperimento è un procedimento sperimentale che si fa sulla base della scelta dei materiali e sull'individuazione di un metodo di procedimento e poi una volta che hai raccolto dati li devi interpretare, cioè devi leggere, perché i dati parlano...*

### 9.3 I risultati del focus group su "cos'è un modello, qual è la sua finalità"

Riguardo a "cos'è un modello?" i docenti si esprimono nel seguente modo:

- a) un modello è una rappresentazione di fenomeni, oggetti o eventi reali

*Un modello è una strategia che rappresenta un fenomeno o una certa cosa che è stata oggetto di studio, esclusivamente servono per rappresentare, noi quando usiamo ad esempio la rappresentazione del DNA, rappresentiamo la composizione, la struttura, ma non la sua funzione, quindi i componenti e la sua struttura, rappresentata questa e fatto il modello poi vediamo se così com'è stato rappresentato risponde a tutti i parametri che si trovano sperimentalmente. Dentro c'è però tutto, come è fatto, come sono legate le molecole che formano la macromolecola, a che distanza sono...*

*Però si possono rappresentare anche fenomeni senza dati quantitativi, per esempio, il ciclo delle rocce, l'interno della Terra, il ciclo dell'acqua sono modelli, oserei dire anche il ciclo delle stagioni*

*I modelli scientifici sono rappresentazioni di ciò che avviene in natura, per esempio la rappresentazione del ciclo di Krebs, della fotosintesi sono processi che avvengono in natura che vengono rappresentati...*

- b) una rappresentazione di funzionamento di processi complessi; infatti i docenti dicono:

*I processi complessi o "oggetti" con una certa complessità per essere compresi possono essere rappresentati con modelli...*

- c) una rappresentazione che contiene il procedimento utilizzato; infatti dicono:

*Nel modello c'è anche il metodo con cui è stato costruito...nel senso del*

*procedimento utilizzato così gli altri lo possono rifare...*

d) una rappresentazione dei dati raccolti del reale

infatti:

*Sono convinto che i modelli servono per rappresentare i dati che abbiamo raccolto e quindi senza dati non si possono fare i modelli, per esempio Pauling mentre ha fatto un modello della struttura delle proteine aveva i dati della grandezza delle molecole e dei legami se no non lo avrebbe mai fatto...*

*I modelli si fanno per il microscopico, infatti il modello delle cellule ecc sono rappresentazioni del reale...*

Riguardo a **“qual è la finalità dei modelli scientifici?”**:

a) servono per schematizzare processi e fenomeni,

dicono infatti:

*Servono a rappresentare processi o fenomeni complessi dopo che si è sperimentato e si sono raccolti i dati, i dati servono quindi per costruire modelli*

b) servono per rappresentare sulla base di dati processi, fenomeni, strutture, come i

modelli molecolari

i docenti, infatti, esprimono quanto segue:

*Per esempio i modelli molecolari sono costruiti dopo che si sono raccolti dati sulla qualità e quantità degli atomi costituenti, ma anche sulla*

*distanza dei legami, sull'energia di legame ecc*

Riguardo a “ **quali caratteristiche devono avere i modelli per essere scientifici?**”:

a) devono essere sostenuti da dati sperimentali

*“non esiste modello scientifico senza dati a sostegno raccolti sperimentalmente”*

*“possono essere costruiti solo dopo che molti esperimenti sono stati condotti a riguardo”*

*“confermano ciò che si osserva nella realtà che meticolosamente è stato oggetto di misure quantitative”*

b) devono avere potere previsionale

i docenti su questo punto affermano:

*“devono servire per prevedere il comportamento di altri fenomeni affini”*

Riguardo a “**può cambiare un modello scientifico?**” tutti i docenti concordano sul fatto che un modello cambia, quando nuovi dati impongono la sua sostituzione. Infatti affermano:

*i modelli non sono fissi, cambiano nel tempo con il crescere della conoscenza*

*vengono sostituiti sulla base di dati che li confutano, la scienza è democratica per cui ciò che non è condiviso viene abbandonato*

*non sono d'accordo, non è una questione di condivisione e basta, è una questione di confutazione, un modello viene formulato sulla base di prove, tante prove, ma deve essere abbandonato se una sola prova lo confuta*

*credo che un modello viene abbandonato nel corso delle prove previsionali, in cui vedendo se funziona per fenomeni affini saltano fuori*



*anomalie ed ecco che comincia l'indagine in quella direzione, sono convinto, almeno ho capito che le anomalie mettono in crisi un modello*

Dal punto di vista qualitativo i risultati dei focus group condotti con i docenti concordano con i dati rilevati su molti dei temi da L. Mason<sup>96</sup>.

Riguardo a “ **quali caratteristiche devono avere i modelli per essere scientifici?**”:

- c) devono essere sostenuti da dati sperimentali
  - d) devono avere potere previsionale
- i docenti su questo punto affermano:

*non esiste modello scientifico senza dati a sostegno raccolti sperimentalmente*

*possono essere costruiti solo dopo che molti esperimenti sono stati condotti a riguardo*

*confermano ciò che si osserva nella realtà che meticolosamente è stato oggetto di misure quantitative*

*devono servire per prevedere il comportamento di altri fenomeni affini*

Riguardo a “ **può cambiare un modello scientifico?**” tutti i docenti concordano sul fatto che un modello cambia, quando nuovi dati impongono la sua sostituzione. Infatti affermano:

*i modelli non sono fissi, cambiano nel tempo con il crescere della conoscenza*

*vengono sostituiti sulla base di dati che li confutano, la scienza è democratica per cui ciò che non è condiviso viene abbandonato*

*non sono d'accordo, non è una questione di condivisione e basta, è una questione di confutazione, un modello viene formulato sulla base di*

---

<sup>96</sup> L.Mason, *Verità e Certezze, Natura e sviluppo delle epistemologie ingenue*, Carocci, 2002

*prove, tante prove, ma deve essere abbandonato se una sola prova lo confuta*

*credo che un modello viene abbandonato nel corso delle prove previsionali, in cui vedendo se funziona per fenomeni affini saltano fuori anomalie ed ecco che comincia l'indagine in quella direzione, sono convinto, almeno ho capito che le anomalie mettono in crisi un modello*

Dal punto di vista qualitativo i risultati dei focus group condotti con i docenti concordano con i dati rilevati su molti dei temi da L. Mason.

#### **9.4 I risultati del focus group su "cos'è l'insegnamento", "che cosa differenzia l'insegnamento delle scienze dalle altre discipline"**

Emerge una visione dell'insegnamento come processo trasmissivo, si trasmettono per lo più informazioni, dati e contenuti. Oppure di addestramento ad un metodo o alla risoluzione meccanica di problemi. Altro punto importante è relativo al fatto che viene avvertito come una professione difficile per le problematiche in cui vive la società. I risultati ottenuti in questo focus group sono:

- a) insegnamento come trasmissione di dati, informazioni o di conoscenze disciplinari, di materia o di contenuti
- b) come addestramento a fare operazioni
- c) addestramento a risolvere problemi
- d) addestramento a un metodo di studio
- e) è impartito da professori che sono laureati
- f) è impartito da maestri
- g) maestri e professori impartiscono lezioni
- h) maestri e professori sono esperti dei contenuti, della materia, della disciplina
- i) deve essere fatto con rigore e passione
- j) è imprescindibile da conoscenze pedagogiche e disciplinari
- k) è una professione poco prestigiosa e difficile per le problematiche sociali che insorgono da mancanza di educazione e sfascio famiglie.

I risultati ottenuti dal focus group sulla differenza tra l'insegnamento scientifico e gli altri insegnamenti.

- a) La differenza risiede nella inoppugnabilità dei risultati che sono quindi certi e precisi, ciò che accade dipende dalla necessità della natura ed è dovuto al caso

- b) Nel fatto che i linguaggi sono tecnici e quindi occorre apprenderli in modo specifico
- c) non si può legare alla contemporaneità perché la struttura della disciplina è tale da richiedere una cronologia nel trattare i fatti (prima alcuni temi e poi altri).

Di seguito si riportano alcuni brevi testi delle registrazioni del focus group con i docenti, il gli altri testi sono riportati in allegato 1a:

*...c'è una logica della natura che va scoperta e tradotta in legge o in teoria, questa logica si scopre con il metodo scientifico oggettivo che nessuna altra disciplina ha, solo quelle scientifiche...*

*La differenza è che le scienze devono essere universali e la comunicazione comprensibile a tutti, che fa scienze è il rigore del metodo e la precisione nel linguaggio, un linguaggio che ha tecnicismo ma che è importante perché altrimenti non si può sapere le scienze...*

Sulla base di quanto emerso da questo focus group, ho deciso di affrontarne un altro riguardo a **come i docenti insegnavano le scienze e sull'abitudine e la modalità di fare laboratorio di scienze**. I risultati ottenuti in questo focus group sono di seguito riassunti:

- si fa più matematica che scienze;
- il 100% degli insegnanti fa scienze soprattutto sul libro di testo, gli argomenti e i temi proposti riguardano quelli del libro di testo che l'insegnante spiega
- solo alcune volte, per progetti particolari, per esempio "il parco", si esce sul territorio per fare osservazioni senza però aver sistematizzato a monte come, cosa e perché osservare;
- nel laboratorio di scienze si va solo per qualche ora di osservazione delle cellule al microscopio, o qualche ora impiegata

per uno o due esperimenti di fisica in modo dimostrativo, gli allievi non li eseguono;

- gli esperimenti vengono descritti dagli studenti e sono quelli illustrati nel libro di testo che vengono letti e discussi in classe insieme al docente;
- i docenti imputano lo scarso uso del laboratorio alla necessità di completare il programma e lamentano la riduzione delle ore curricolari per svolgere alcuni progetti quali ad esempio accoglienza, educazione alla salute, educazione ambientale, educazione sessuale, tutti considerati importanti ma avvertiti come ore di "perdita di tempo";
- per questi progetti ciò che viene programmato è soltanto l'organizzazione oraria con entrata dell'esperto in classe che interagisce con gli alunni, senza grande coinvolgimento dell'insegnante a parte un accordo sul tema da svolgere, ma soprattutto non si mette in atto una verifica delle attività fatte. La progettazione avviene per lo più con scambi tra colleghi e non a seguito di incontri articolati;
- la lezione di scienze dà spesso spazio alla discussione in cui l'insegnante pone domande agli studenti, ma la lezione viene essenzialmente poi spiegata dall'insegnante;
- l'insegnante pone domande agli studenti, ma poi se la risposta non è esatta o non arriva il docente corregge o fornisce la risposta.

I risultati di questo focus group non hanno bisogno di commenti, poiché da soli espongono la situazione dell'insegnamento delle scienze e della sua pianificazione da parte dei docenti.

## **9.5 L'ampliamento della documentazione di ricerca: la restituzione come occasione di discussione ulteriore**

Ho deciso di raccontare nell'incontro successivo che ho richiesto dopo aver analizzato i dati riguardo al focus group su "cos'è l'insegnamento e in che cosa si differenzia l'insegnamento delle scienze dall'insegnamento di altre discipline", le mie conclusioni agli attori della comunità scolastica in cui ero inserita allo scopo di raccogliere nuovi dati riguardo l'insegnamento delle scienze. La decisione è scaturita dalla rilevazione che i singoli docenti erano persone che avevano dichiarato fin dall'inizio un bisogno condiviso di fare scienze in maniera diversa e ciascuno di loro molto impegnato nella frequenza di corsi di aggiornamento o di attività didattiche pomeridiane organizzate da varie agenzie formative come Università, Museo, scuole superiori della rete, quindi la domanda che mi ponevo era:

"che cosa aveva impedito a queste persone, che pure mi dichiaravano di aver frequentato corsi di cooperative learning o corsi di attività di laboratorio delle scienze, di cogliere la natura della scienza e aveva contribuito a mantenere vivo un rituale di insegnamento secondo la tradizione trasmissiva"?

Decisa a capire meglio la questione ho presentato loro le mie inferenze ricavate dall'analisi dei documenti raccolti nell'attività precedente.

È emerso dall'incontro l'esistenza di una frattura tra la comunità scolastica in cui la ricerca si è svolta e gli enti sul territorio che non avevano saputo cogliere e interpretare i bisogni degli attori della scuola che dovevano insegnare le scienze, tanto che essi non erano riusciti a risolvere, nonostante tutti gli sforzi sia i problemi metodologici sia i problemi della conoscenza del NOS (natura della scienza) e cioè delle discipline che dovevano insegnare. Ritenevano le proposte "irrealizzabili" "non in grado di calarsi nelle cose che si fanno normalmente a scuola". Emergeva l'interesse verso proposte fattibili e concrete e verso la possibilità di fare le cose diversamente, ma il rifiuto di contenuti differenti da quelli che la scuola ha programmato di insegnare. I docenti

hanno manifestato l'importanza di poter confrontare le loro concezioni e rivedere le cose che si fanno normalmente proposte con un approccio differente. Sono emerse molte difficoltà in cui gli insegnanti si trovano ad operare, ad esempio casi difficili di comportamento o casi di scarse competenze di base che rendono difficoltosa la conduzione dell'attività in classe con metodi differenti dalla normale lezione come ad esempio il lavoro in gruppi cooperativi. In allegato 1b i risultati.

## **9.6 I risultati del focus group su "cos'è il laboratorio di scienze, a cosa serve, perché è importante fare laboratorio di scienze"**

il "laboratorio di scienze" è stato definito dai docenti, come "occasione per... ", manca nel quadro concettuale il riferimento a: "luogo fisico", "classe", "territorio". È presente invece la rappresentazione di laboratorio come "occasione per porsi domande su argomenti, preconoscenze" e la visione di laboratorio come "occasione per manipolare materiale, confrontarsi su risultati di esperienze, imparare un metodo di lavoro" . Quest'ultimo interpretato come "modo personale di fare le cose", metodo di lavoro come "organizzazione logica". Il laboratorio di scienze non viene inteso come "luogo, classe, territorio" in cui si :

- indagano fenomeni naturali
- costruiscono reti concettuali riguardo ai fenomeni indagati
- esercitano e sviluppano processi scientifici come ragionamenti e procedure (metodi) codificate e modellizzate (es. misura)

Il laboratorio è inteso come luogo in cui si esercitano "abilità manuali" non il luogo dove si esercita lo sviluppo dei processi di apprendimento. L'importanza di esercizio della coerenza logica nella spiegazione di un fenomeno non viene preso in considerazione come pure il metodo sperimentale per l'indagine dei fenomeni naturali non viene associato al significato di laboratorio scientifico.

Il fatto che il laboratorio veniva inteso dai docenti come luogo di esercizio di abilità manuali, trova conferma nella modalità con cui quel poco di laboratorio concretizzato nelle classi, è stato descritto dai docenti nel focus group su **"quanto usiamo il laboratorio di scienze, come lo realizziamo, cosa fanno gli studenti e cosa faccio io docente nel laboratorio di scienze?"**.

La maggior parte degli insegnanti dichiara di usare poco l'attività di laboratorio di scienze nella prassi dell'insegnamento delle scienze, la frequenza di utilizzo del laboratorio si aggira intorno a due o tre volte



all'anno. Dichiarano di andare in laboratorio "sporadicamente" e "per effettuare alcuni esperimenti" non vi è un vero e proprio percorso di insegnamento delle scienze attraverso il laboratorio, le attività si svolgono per lo più in questi campi: Fisica con esperienze sulla capillarità e il galleggiamento, oppure "sulla percezione di caldo o freddo" per dimostrare la "necessità di usare scale di misura convenzionali e per la necessità di quantizzare"; Pochissimi docenti quando trattano le trasformazioni fisiche fanno esperienze di ebollizione dell'acqua o di fusione del ghiaccio, nessuno di loro effettua l'esperimento di raffreddamento e quindi non trattano fenomeni come solidificazione e condensazione in laboratorio, concordano tutti sull'idea che è automatico pensare che il raffreddamento e il conseguente passaggio di stato avvenga alla stessa temperatura, sostenendo che questo sapere è un "sapere intuitivo"; nessun docente ha mai eseguito in laboratorio esperienze relative all'influenza della pressione sulle temperature di passaggio di stato delle sostanze. Nessun docente tratta in laboratorio soluzioni e miscele e quindi nessun dato sperimentale viene sottoposto all'attenzione degli studenti riguardo a separazione di miscugli, temperatura di passaggio di stato di soluzioni, o per la costruzione del concetto di solubilità e concentrazione. Lo stesso vale per proprietà caratteristiche delle sostanze come densità e solubilità. Nel campo della biologia il 100% dei docenti fa effettuare osservazioni microscopiche sostenendo che "non servono" perché gli allievi vedono più le bolle d'aria che si formano tra il vetrino porta-oggetto e il vetrino copri-oggetto, oppure le "particelle di sporco invece delle cellule", esplicitamente concordano sul fatto che "*forse è troppo presto*", quasi tutti i docenti riferiscono di far leggere in classe gli esperimenti che ci sono sul libro o di portare schede di esperimenti da altri libri che vengono spiegati e discussi in classe. Relativamente alla **modalità** di conduzione dell'attività di laboratorio di scienze emerge la predilezione verso due tipi di modalità: quella "**dimostrativa**" e quella "**esecutiva**", e tra le due viene dato più spazio alla prima. La motivazione della

predilezione per la maggior parte dei docenti è che gli "studenti quando lavorano in gruppo fanno caos", "non sanno regolarsi e perdono tempo chiacchierando". Altri docenti a questa motivazione aggiungono anche l'insufficienza dei materiali di laboratorio, anche se affermano e riconoscono la disponibilità della scuola a distaccare fondi per i laboratori di scienze.

In allegato 1c si riportano i testi completi trascritti durante il focus group con i docenti, di seguito vengono riportati solo alcuni che dimostrano quanto i docenti dicono riguardo alle attrezzature, alle risorse e alla frequenza e modalità del laboratorio:

*Il nostro istituto stanZIA 1000 euro all'anno per i materiali di laboratorio nel capitolo "spese di consumo", poi vi è un altro capitolo per i materiali, se chiediamo non ci viene negato, ma nella realtà ci andiamo poco.*

*Sono d'accordo, non è che non ci sono i soldi, è che noi non lo usiamo molto e poi bisogna fare trafile burocratiche per fare spese di materiali che ti fanno perdere la voglia, ci vorrebbe un tecnico che si occupa di questo ma noi non lo abbiamo.*

*In un anno vado in laboratorio 4 o 5 volte e dipende dalla classe, in prima si va un po' più spesso, nelle seconde e nelle terze quasi per niente.*

*Magari possiamo farti vedere le schede sui gas e sui solidi (allegati 3a e 3b)*

*Per esempio sottoponiamo agli studenti la scheda sugli stati della materia per farli riflettere sul fenomeno di cui hanno, in genere, esperienza.*

*La scheda viene distribuita ad ogni studente e poi lasciamo loro qualche minuto di riflessione e poi discutiamo insieme. Quasi tutti facciamo così se usiamo schede.*

*Si, d'altra parte, sarebbe ben difficile trovare un pistone con cilindro a tenuta per far fare agli studenti l'esperienza sul gas, quella sulla forma dei solidi si potrebbe fare magari in gruppo, però è talmente immediata che a volte è banale, ma la eseguo teoricamente perché gli studenti dalle elementari arrivano sempre peggio.*

*però la capillarità e il galleggiamento sono attività sperimentali, infatti io li eseguo in due modi, a seconda delle caratteristiche della classe, se la classe è rumorosa li faccio in modo dimostrativo, se la classe è tranquilla faccio eseguire l'esperimento. Praticamente spiego prima il fenomeno in classe che normalmente c'è sul libro ed io seguo il libro, non c'è libro che non porta trattando dell'acqua o dei liquidi il fenomeno della capillarità o del galleggiamento, poi porto i ragazzi in laboratorio e faccio io l'attività facendomi aiutare da alcuni studenti, 1 o 2 al massimo, mentre eseguo l'attività verificiamo ciò che ho spiegato e che c'è sul libro, loro prendono appunti sul quaderno di scienze, oppure possono riempire una scheda preconfezionata che gli preparo. Normalmente le attività si trovano sul libro o su altri libri. Ad esempio quest'anno ho fatto così per la capillarità e il galleggiamento, ho fatto la scheda aiutandomi da materiali che ho trovato in internet.*

*Io invece quando faccio il laboratorio, poco a dir il vero, faccio lavorare i ragazzi in gruppo di 4 o 5. Ho preparato una serie di esperimenti che faccio durante l'anno, ecco per esempio la scheda dell'esperimento del passaggio di stato dello iodio, è bello e i ragazzi si divertono. (allegato 4)*

*Io faccio anche un po' di laboratorio di biologia per esempio quando faccio l'alimentazione faccio i saggi, uso le schede e anch'io ce l'ho qui. (Allegati 5a,5b,5c)*

In conclusione i brevi testi dimostrano che l'approccio del lavoro di laboratorio si rivela dimostrativo ed induttivo.

### **Ulteriore riflessione**

Alcuni docenti mi hanno fornito gentilmente alcune schede di esperimenti che fanno eseguire agli studenti in laboratorio, le schede sono riportate negli allegati 4 e 5a,5b,5c Da una delle schede, quella relativa alla sublimazione dello iodio è stata estratta la parte indicata nella scheda costruita dalla docente come "analisi dei dati"(vedi allegato 4) che a lato riporta due domande guida che dovrebbero aiutare gli studenti nell'analisi (domande scritte in nero) e una risposta attesa che dovrebbero fornire gli studenti (frase scritta in rosso). Riguardo al trattamento dei dati scientifici della scheda fornita vi sono due notazioni che si possono fare, una riguardo alle richieste fatte dalla docente agli studenti. Tali richieste non sono adeguate a ciò che nell'esperimento viene presentato. Infatti:

<p>ANALISI</p>	<p>Rispondere alle seguenti domande:</p> <p>In che modo la sublimazione potrebbe essere usata per separare i componenti di un miscuglio?.....</p> <p><i>Potrebbe essere usata se i componenti di un miscuglio hanno un diverso punto di passaggio di stato</i></p>
----------------	--

nell'analisi proposta dalla docente agli studenti, nella risposta attesa si legge: "potrebbe essere usata se i componenti di un miscuglio hanno un diverso punto di passaggio di stato" che non è corretta come richiesta perché nella scheda non viene esplicitato in nessun punto che i componenti sono 2 e che entrambi sublimano, se uno dei due non sublimasse, infatti, potrebbe formarsi un miscuglio difficilmente separabile con questo processo; la richiesta è quindi inconsistente. La seconda relativa all'uso del linguaggio, infatti sempre nell'analisi si legge "potrebbe essere usata se i componenti di un miscuglio hanno un diverso punto di passaggio di stato" il termine *punto di passaggio di*

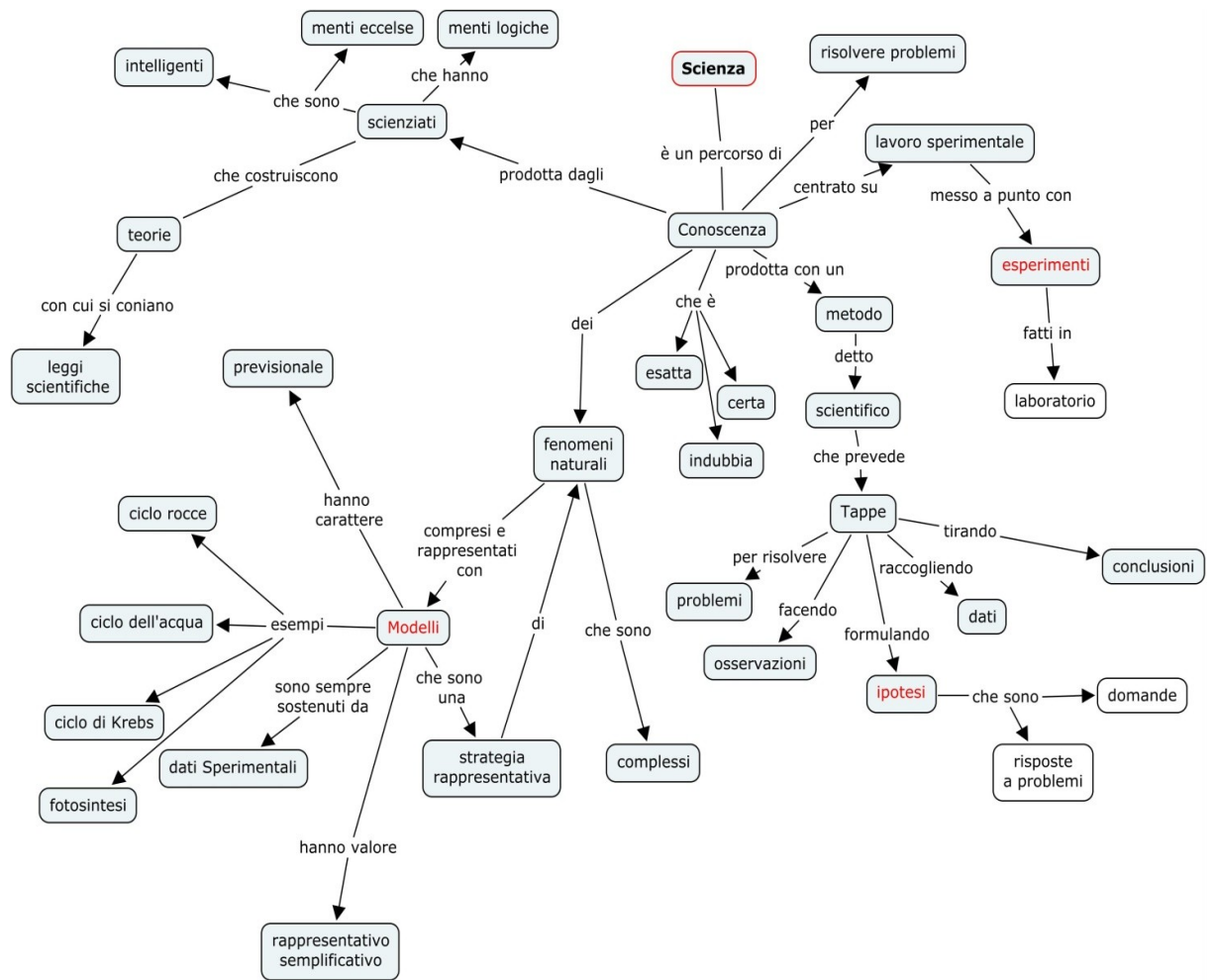
stato non esiste, ma esiste "temperatura di fusione, sublimazione, condensazione ecc, oppure punto di fusione, ebollizione e così via". Infine, non si capisce, nel modo in cui è proposta l'esperienza, come i ragazzi possano concettualizzare che la sublimazione essendo un passaggio di stato è un processo che avviene ad una temperatura specifica e caratteristica di ogni sostanza alla pressione standard se non vi è traccia della misura della temperatura. Quindi in questo caso specifico l'attività di laboratorio presenta problemi sia di contenuti scientifici sia anche di approccio riguardo alla confusione tra indagine qualitativa/quantitativa. L'esperimento proposto essendo qualitativo non conduce i ragazzi verso l'idea che un processo del genere possa avvenire a temperatura costante che dipende dal tipo sostanza.

## **9.7 Le mappe come rappresentazione di concezioni di cui si vuole aver traccia**

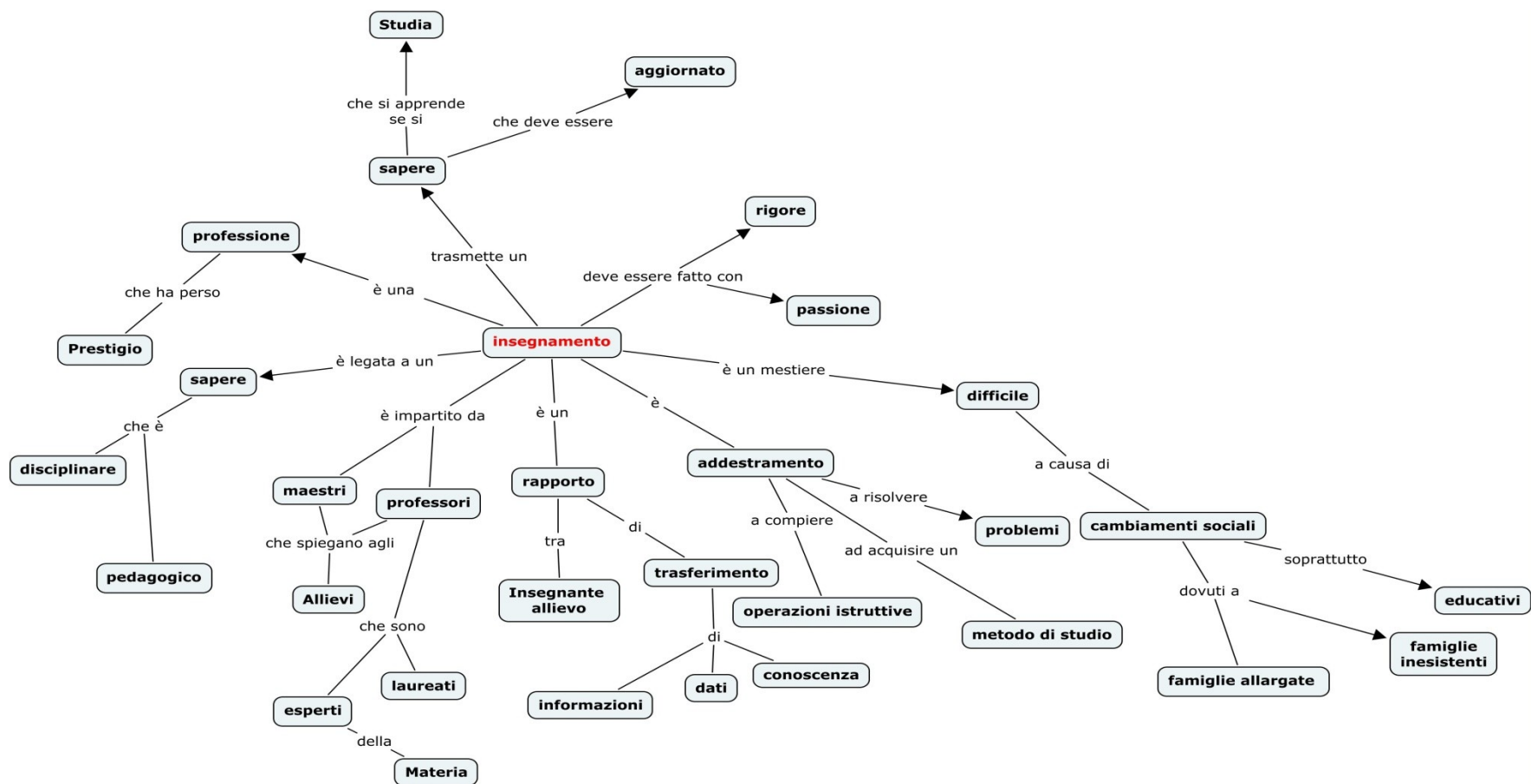
I focus group hanno costituito dal punto di vista metodologico la fase di raccolta delle idee emerse dalla comunità scolastica che si confrontava, ho proposto alla fine dell'attività il riascolto di ciò che emergeva, questo momento di riascolto si prefigurava come la fase di allontanamento tipica di questa metodologia che avveniva alla fine dell'attività. In questa circostanza è emersa nel gruppo l'esigenza di realizzare una memoria storica delle idee emerse mediante la costruzione di una loro rappresentazione visiva la proposta si è focalizzata sull'utilizzo di un programma, cmap che ha trovato la condivisione completa di tutti i docenti, sono così state realizzate delle mappe come esito positivo di una condivisione della conoscenza in possesso del gruppo per "*averne traccia e confrontarne l'eventuale mutamento*" (espressione di uno dei componenti del gruppo). Per questo motivo i focus group si sono svolti in aula di informatica dotata di LIM.

A focus group terminato, quindi, come ho anticipato i docenti hanno sempre costruite mappe collettive che rappresentano le cognizioni condivise dal gruppo o dai sottogruppi di docenti che le hanno prodotte, che costituiscono dati aggiuntivi ai testi sbobinati. Si sono così avuti a disposizione brevi testi e mappe rappresentanti concezioni sia generali, come quelle sulla scienza, sui modelli scientifici, sul laboratorio, sull'esperimento, sia specifiche disciplinari come quelle sui viventi, sul colore delle cellule o degli oggetti o sulla materia e sue trasformazioni.

Mappa costruita dai docenti dopo il focus group "cos'è la scienza?"



Mappa costruita dai docenti dopo il focus group Cos'è l'insegnamento







## 9.8 Il lavoro con gli insegnanti

La ricerca si è focalizzata su due livelli, quello degli adulti e quello degli adolescenti. Con i docenti si sono fatti incontri fuori d'aula (focus group) non solo per far emergere le loro concezioni ma anche per ricostruire assieme i loro saperi specifici, si sono quindi attivati quello che insieme abbiamo chiamato "gruppi di riflessione/ricostruzione", termine "inventato" dal gruppo stesso che ne ha compreso la funzione e lo ha concettualizzato attraverso il linguaggio.

Gli incontri riflessione/ricostruzione sono stati 4 nel percorso di ricerca, il primo sulla concezione di laboratorio partendo da ciò che era emerso nel focus group specifico su questo tema. Il secondo sulle caratteristiche dei viventi, il terzo sulla scala delle dimensioni dei viventi, l'ultimo sulla materia e le trasformazioni.

Dal punto di vista metodologico i gruppi riflessione/ricostruzione sono nati dalla "restituzione" che il ricercatore faceva ai docenti dopo i focus group delle concezioni che emergevano, di cui ho già accennato, e dopo aver comunicato ai docenti, ogni volta, che io in qualità di docente di scienze avevo dovuto superare gli stessi problemi e che qualcuno mi aveva aiutato a farlo, lanciavo la proposta di fare un'attività insieme che consisteva nella:

- visione di un filmato inerente alla problematica su cui si doveva riflettere
- esecuzione/visione di esperienze su cui poi si rifletteva

Nel progettare questa attività ho tenuto conto che il lavoro con gli adulti<sup>97</sup> si differenzia da quello con gli adolescenti, per cui ho messo in atto il decentramento del mio ruolo e dei materiali che avevo deciso di utilizzare favorendo l'assunzione del gruppo e della sua esperienza a ruolo primario, essendo esperienza adulta legata ai singoli componenti è

---

<sup>97</sup> M. Knowles, *Quando l'adulto impara, Pedagogia e andragogia*, Franco Angeli, Milano, 2002.

molto più eterogenea e questa eterogeneità costituisce una risorsa per il gruppo.

Sono partita, inoltre, da un assunto fondamentale, l'ambiente di apprendimento<sup>98</sup> sarà tanto più efficace quanto più sarà rivolto a sviluppare consapevolezza della propria esperienza e competenze atte a valutarla, perciò la materia di studio principale sono stati gli ostacoli che il gruppo doveva affrontare per potersi auto affermare come competente in materia scientifica, ostacoli che sono stati da me presentati come oggetti del mio vissuto come insegnante ed ostacoli che avevo dovuto superare per impartire un corretto insegnamento delle scienze. Per la riflessione/ricostruzione della concezione di laboratorio scientifico le fasi sono state queste:

1. restituzione della concezione emersa dal focus group sul laboratorio scientifico
2. visione di un filmato: la reazione tra aceto e bicarbonato
3. lancio della discussione
4. costruzione della mappa delle idee emerse
5. confronto con la mappa precedente fatta sullo stesso tema,
6. commenti del gruppo e riflessione

A tale riguardo riporto di seguito il risultato sulle conclusioni del processo di riflessione/ricostruzione, l'attività complessiva è documentata nell'allegato 6 e allegato 7.

Il mio intervento per la conclusione:

*a questo punto sulla base di quanto abbiamo detto possiamo tirare le conclusioni, rileggendo ciò che abbiamo scritto possiamo dire la prima cosa:*

---

98 Si può in generale definire un ambiente di apprendimento come un luogo dove i soggetti in apprendimento lavorano in modo collaborativi e/o cooperativo, utilizzando una varietà di risorse e di strumenti di informazione, e di attività simulate o di problem solving. Un ambiente di apprendimento può essere concepito secondo differenti teorie dell'apprendimento. Per rispondere al modello costruttivista deve presentare particolari caratteristiche, quali: favorire la produzione a scapito della riproduzione; fornire rappresentazioni multiple della realtà; centrare l'attenzione sulle diverse tipologie di interazione dei soggetti in apprendimento riproducendo situazioni complesse così come si presentano nella realtà.

*a) il laboratorio è il luogo (risulta dal 4° intervento) dove si pongono problemi su cui si formulano ipotesi*

*e la seconda?*

I docenti hanno espresso quanto segue:

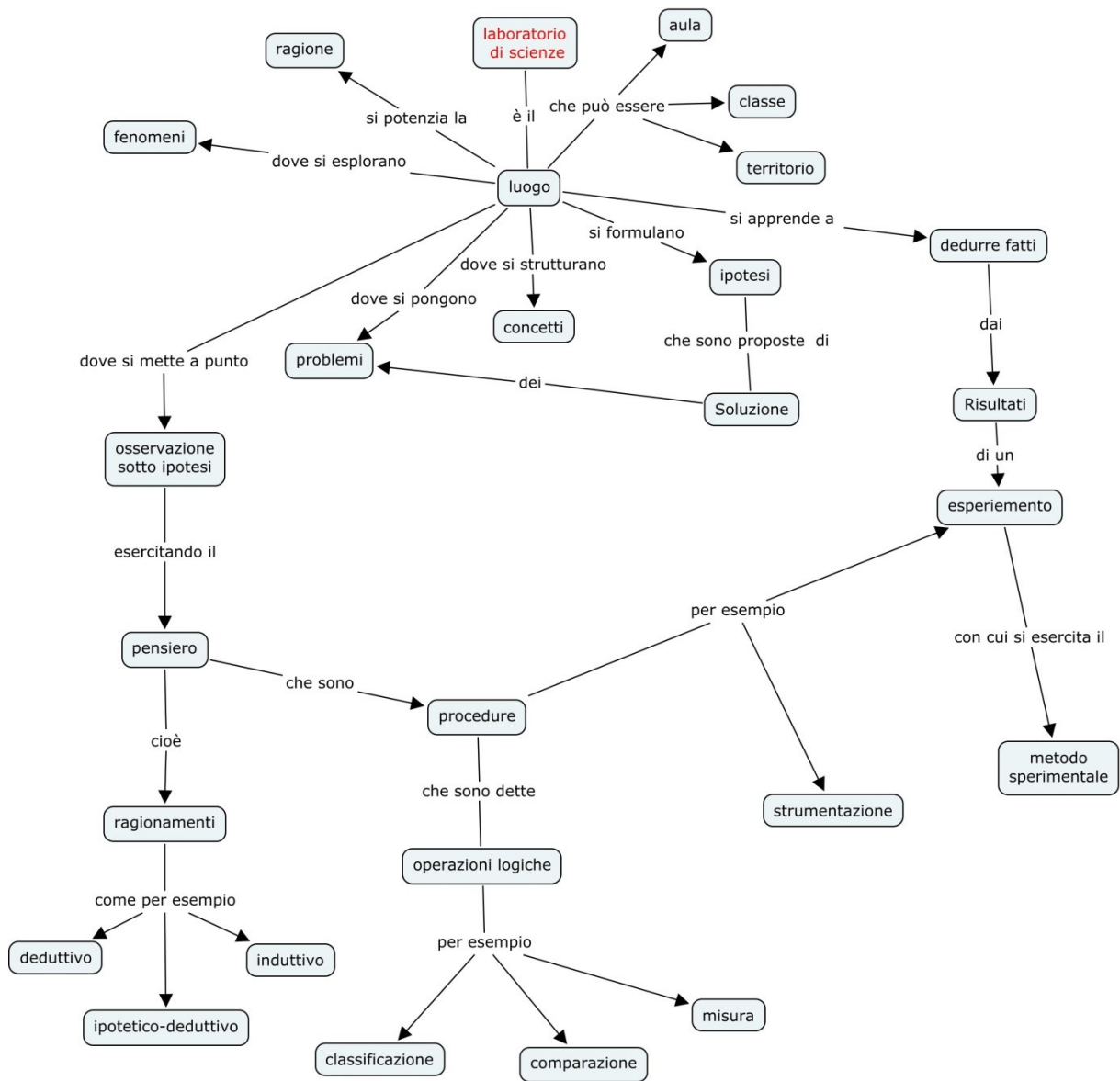
- *è il luogo dove si attua il controllo delle ipotesi*
- *dove si possono verificare le ipotesi*
- *bisogna dire però che questo luogo può essere sia uno spazio, un posto, un aula attrezzata per fare esperimenti, però anche in aula si possono fare esperienze*
- *ma allora anche sul territorio si può fare laboratorio, per esempio quello ecologico*
- *insomma, penso che per laboratorio si debba intendere qualsiasi luogo dove si apprendono concetti*
- *dove si può pensare su un procedimento, le azioni da fare insomma, oppure...*
- *oppure si può riflettere sugli errori dopo aver fatto l'esperimento*
- *eh, però prima si analizzano i dati, e più che riflettere sugli errori penso che si valuta la "bontà della ipotesi" che si è controllata*
- *io credo che sarebbe bello ragionare sulle cose che non hai previsto, su come mai sono accadute e così da una parte possiamo dire che è il luogo dove tu puoi fare le previsioni, ma è anche un luogo in cui puoi cogliere gli imprevisti e non lasciarteli sfuggire o scartarli perché non ti piace quello che vedi*
- *sono d'accordo credo che il laboratorio è un luogo dove puoi formarti una disciplina mentale che ti insegna a non essere cieco mentalmente, non di occhi.*

Di seguito riporto la mappa costruita dai docenti nello stesso incontro dopo aver discusso anche sul significato di "controllo scientifico"( vedi allegato 7).

I risultati complessivi mettono in evidenza come sia possibile ricorrere ai propri saperi e ampliarli nel confronto cognitivo tra adulti. Certamente alcuni aspetti andavano approfonditi meglio, ma mia intenzione non era propinare materiali cartacei o multimediali ma far nascere il desiderio di ricerca autonoma di rivolgersi a fonti più autorevoli dei libri di testo che girano nelle scuole medie di secondo grado. Situazione che si è realizzata nel momento in cui vi è stato l'incontro per la riflessione/ricostruzione della concezione di materia, e quella della scala delle dimensioni.

In occasione della riflessione/ricostruzione della concezione di materia infatti è stato proposto da un docente di trovare dei materiali e tutti lo abbiamo condiviso. Il materiale portato dai docenti era quello dei normali libri di testo della secondaria, questo materiale è stato letto dai singoli e poi discusso nel gruppo per comprendere l'origine delle concezioni naif. Questa attività è stata utile poiché ha consentito ai docenti di considerare la possibilità di modificare la prassi normale didattica operando la ricognizione dei saperi d'ingresso degli studenti, ma anche il controllo dei propri.

Mappa del laboratorio riformulata dai docenti dopo l'attività di riflessione/ricostruzione



## 9.9. I risultati del focus group specifici: le concezioni sui "viventi e le caratteristiche peculiari"

I risultati ottenuti nel focus group **"viventi e proprietà caratteristiche"** il cui focus è stato: "come è possibile distinguere un vivente da un non vivente? Quali sono le caratteristiche peculiari dei viventi?"

I risultati hanno mostrato come i docenti abbiano completamente eluso la richiesta: *quali sono le caratteristiche peculiari dei viventi, cioè specifiche, che sono esclusive, distintive dei viventi* nonostante più volte avessi stimolato questo "pensiero" nella discussione e si sono focalizzati piuttosto sugli insegnamenti da impartire agli studenti.

Questo focus group è risultato interessante poiché i docenti hanno focalizzato soltanto caratteristiche funzionali come: reagire agli stimoli, riprodursi, crescere, respirare, muoversi, nascere ed i docenti hanno sostenuto che le caratteristiche peculiari dei viventi da insegnare agli studenti fossero proprio ed esclusivamente quelle. Di seguito si riportano alcuni brevi testi della registrazione audio:

*le caratteristiche dei viventi sono il muoversi per esempio, ma più importante ancora è il nutrirsi e il crescere*

*peculiari ci dici, cioè che hanno solo loro?...per esempio "riprodursi", sono solo i viventi che riescono a farlo, i sassi non lo fanno...*

*è peculiare anche respirare e nascere allora...*

*se io dovessi spiegarlo ai miei studenti di prima però gliel metterei tutti insieme, non le separerei e poi aggiungerei una cosa che secondo me è fondamentale, la reazione agli stimoli, questa caratteristica è peculiare dei viventi...*

*io sono d'accordo quelle caratteristiche non si possono separare ma sono tutte insieme proprie dei viventi, i ragazzi devono capire proprio questo...*

*anche la respirazione è peculiare dei viventi, infatti le montagne mica respirano, dobbiamo aggiungere anche questa e credo sia fondamentale che i ragazzi la considerino..*

Emergeva dalla discussione il fatto che anche se i docenti pensavano a ciò che avrebbero spiegato ai loro studenti, comunque le loro concezioni consideravano un unico criterio per identificare le peculiarità di un vivente: quello funzionale e mentre si discuteva non riflettevano sulla peculiarità dei criteri medesimi. Infatti "crescere" non è peculiare solo dei viventi, anche i cristalli "crescono". Il movimento non è distintivo dei viventi, le nuvole, il fumo, il fiume si muovono e inoltre, molti viventi non si muovono ma sono fissi ad un substrato. Molti viventi non operano la respirazione come processo metabolico, ma la fermentazione.

Riguardo a "reagisce agli stimoli esterni" anche la fiamma di una candela è in grado di reagire a stimoli esterni, non per questo diciamo che il fuoco o la fiamma sono viventi.

Nessun insegnante, durante la discussione collettiva, ha usato tutti i criteri funzionali, strutturali e di composizione per distinguere un vivente da un non vivente, infatti nessuno di loro ha usato unità come le cellule, il DNA, le biomolecole. Nessun insegnante ha usato il concetto di sistemi complessi e di "diversità " per etichettare i viventi, così come nessuno ha usato la definizione di "esseri storici" nonostante tutti conoscessero la teoria dell'evoluzione. Nessun insegnante ha parlato di conservazione dei ruoli funzionali nel cammino evolutivo, cioè nella storia dei cambiamenti dei viventi, come pure nessuno ha usato il concetto di "autopoiesi". Mentre discutevano i docenti sfogliavano il testo in adozione e nel testo trovavano conferma di quanto asserivano, infatti un docente dice:



*...colleghi, guardate come è inquadrato bene questo argomento sul nostro libro di testo, è scritto molto facile e comprensibile a tutti, gli esseri viventi vengono definiti come esseri che compiono tutte le funzioni che noi abbiamo detto, per cui direi che abbiamo detto tutto...noi lo abbiamo cambiato lo scorso anno, il libro è di nuova adozione e abbiamo dovuto farlo perché quello che avevamo era davvero difficile e ogni cosa molto lunga...questo dice l'essenziale che è ciò che i ragazzi si ricordano sui viventi: si muovono, crescono, si nutrono, si riproducono, reagiscono agli stimoli e tutto ciò che abbiamo detto...*

### **9.10. I risultati del focus group specifici: le concezioni su "materia e sue trasformazioni"**

I risultati ottenuti nel focus group "materia e trasformazioni" il cui focus è stato: "che cos'è la materia, quali sono i suoi stati?", "quali sono le trasformazioni della materia? Come avvengono?" e "come viene svolto il tema in classe?", sono riportati di seguito sia nei brevi testi risultato delle audio registrazioni, sia nelle due mappe costruite con i docenti che spontaneamente si sono suddivisi in due sottogruppi.

I docenti dicono della materia e degli stati:

*quando parliamo di materia, parliamo di tante cose, di alberi, di acqua, di ferro, di oro, parliamo di uomini, di case, di legno, possiamo dire che la materia è caratterizzata da una diversità di composizione, penso che sia la cosa principale...*

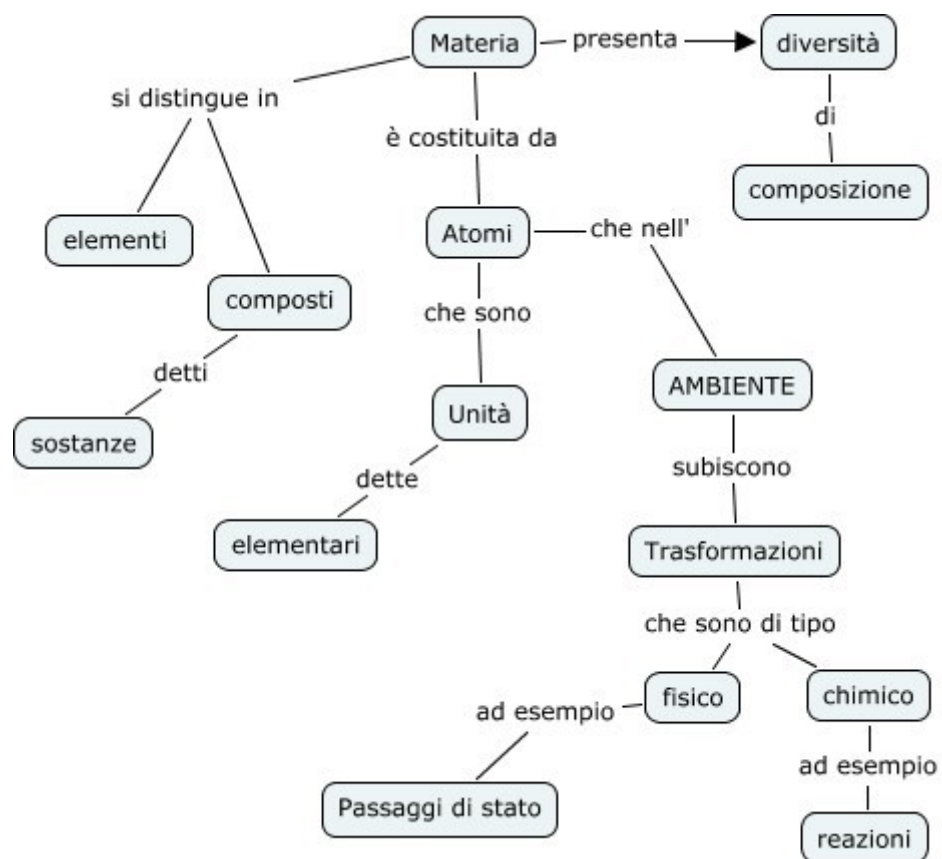
*diversità di composizione ma unità di costituzione, infatti la materia è fatta di atomi, che nell'ambiente, insieme, subiscono trasformazioni di tipo fisico e chimico, i passaggi di stato e le reazioni...*

*ogni tipo di materia ha massa e peso, ha energia, ed ha proprietà che dipendono dalle particelle che sono legate a formare gli stati...*

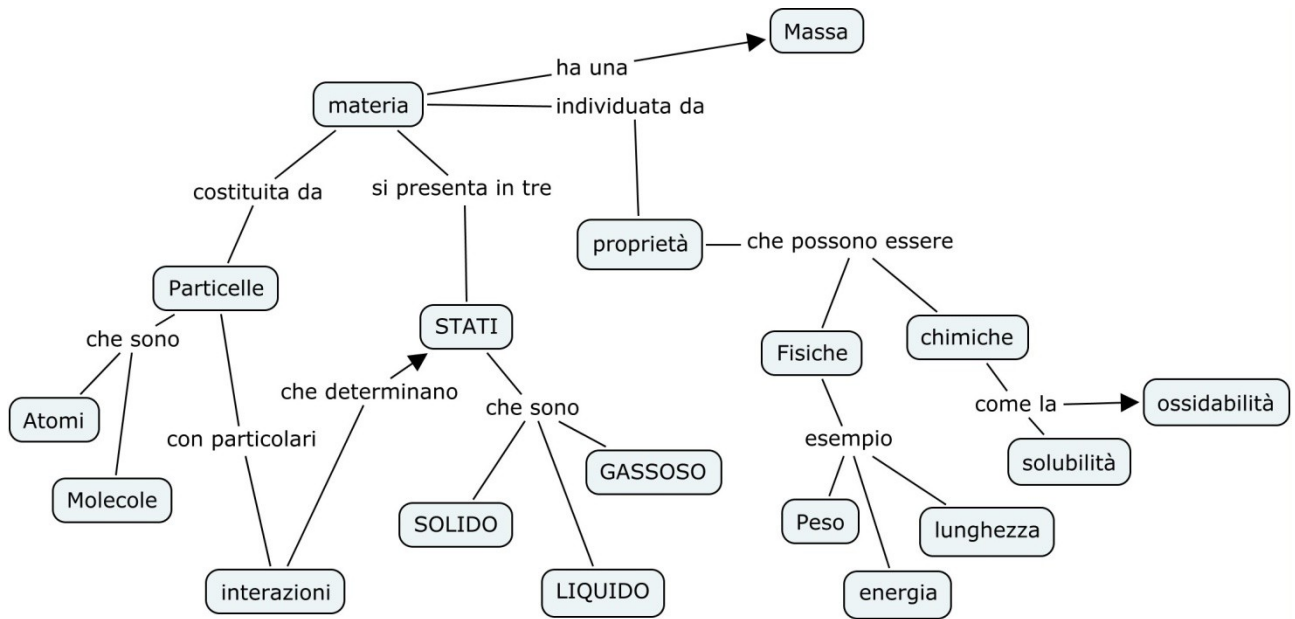
*gli stati infatti sono caratterizzati da particolari interazioni e così lo stato solido, liquido e gassoso si distinguono per i diversi tipi di interazioni che nei gas per esempio non ci sono.*

Le mappe dei sottogruppi sono:

## Sottogruppo 1. Mappa sulla Materia



## Sottogruppo 2. Mappa Materia



Sia dalle mappe costruite sia dai testi si può trarre dalla concezione di materia che i docenti esprimono, in tale concezione:

- manca completamente la distinzione dei due livelli, macroscopico e microscopico, basilare per una corretta costruzione del concetto stesso per due motivi, uno più legato ai concetti scientifici, l'altro legato, invece, ai processi di conoscenza. Riguardo al primo mantenere separati i due livelli è importante perché le proprietà fisiche macroscopiche, quali ad esempio colore, trasparenza o stato, di un "oggetto" non possono essere trasposte a livello microscopico della singola particella<sup>99</sup> visto che le proprietà macroscopiche di una porzione di materia che costituisce un oggetto sono di per sé proprietà di interazione (legami chimici) tra le singole particelle che costituiscono l'oggetto; il passaggio tra i due livelli, cioè dal macro al micro, rende però ragione di

<sup>99</sup> In realtà, colore, trasparenza sono già problematiche di per sé anche a livello macroscopico per la corrente conoscenza del senso comune che le considera non proprietà effetto dell'interazione tra luce e oggetto, ma proprietà intrinseche dell'oggetto, questo perché la luce viene concepita come una condizione del vedere e non come una entità a sé. È propria delle teorie naive la tendenza a rappresentarsi qualunque fenomeno e qualunque caratteristica degli oggetti come assoluti e isolati, cioè legati all'oggetto soltanto. Studenti elementari, ma anche di livelli superiori fino all'Università hanno mostrato queste problematiche e ciò che è preoccupante è che queste concezioni accompagnano anche una buona fetta dei docenti (Cavallini; 1995, Jung, 1986; Guesne, 1985, Mayer, 1990)

determinati **fenomeni osservabili** per i quali si deve ricercare una spiegazione scientifica basata su argomentazione coerente che passa attraverso una fase astrattiva ed esplicativa: quella dei modelli; il secondo motivo si incentra proprio su questo aspetto che costituisce il fondamento del pensiero scientifico e quindi del processo di conoscenza scientifica: mentre il senso comune **descrive** i fenomeni naturali e se li rappresenta sulla base di questo processo, il conoscere scientifico delle scienze sperimentali spiega i fenomeni naturali rappresentandoli sulla base del processo di spiegazione scientifica che ha il fondamento proprio nella indagine sulle relazioni tra macro e micro.

- manca il riconoscimento di due proprietà caratteristiche fondamentali su tutte le altre, estensione o dimensione e massa che sono caratteristiche indipendenti sia dal tipo di materia sia dallo stato fisico considerato;
- il concetto di materia contempla unità come l'atomo, dimostrando ancora un concezione democritea, Avogadro, Gay Lussac, Arrhenius non vengono presi in considerazione per storicizzare in senso evolutivo la concezione stessa. I docenti dimostrano di non aver riflettuto che l'atomo come unità della materia è presente in natura solo per pochi elementi della tabella periodica, la maggior parte infatti si trova allo stato molecolare.

A completamento del focus group con i docenti sulla materia e sue trasformazioni, ho chiesto loro di narrarmi come trattavano in classe il tema della materia e delle trasformazioni, poiché il tempo dell'incontro si era protratto la seduta si è sciolta, ma alcuni docenti si sono offerti di farmi avere in forma scritta queste informazioni, in allegato 8 si riportano integralmente i sei testi ricevuti che nell'incontro successivo sono stati condivisi dal resto dei docenti che si sono riconosciuti nel contenuto. Sulla base dei testi si può notare che:

1. nessun insegnante esplora le cognizioni in possesso degli studenti, nonostante anche recenti ricerche ( Wiser e Smith, 2008)

- sottolineino che le concezioni con cui essi giungono a scuola inficiano il processo di apprendimento della concezione di materia.
2. Il lavoro in classe viene svolto con lezioni dagli insegnanti che definiscono la materia e pongono domande agli studenti sulla sua composizione.
  3. Vengono richieste le differenze tra solidi liquidi e gas e si chiedono ai ragazzi esempi dei vari stati mentre l'insegnante sottolinea le proprietà dei singoli stati e si schematizzano alla lavagna i passaggi di stato.
  4. Viene enunciata la teoria particellare.
  5. Si spiegano le trasformazioni chimiche e il fatto che avvengono a temperature caratteristiche.
  6. Altri insegnanti riferiscono di leggere in classe il libro e di commentarne e sottolineare in classe i concetti principali, altri, infine, riferiscono di enunciare la definizione di materia dettandola e facendola scrivere sul quaderno agli studenti.
  7. L'attività di laboratorio riguardo al tema è ridotta alla semplice misura di masse spiegando la differenza tra massa e peso ed a misure di volume per i liquidi

Quindi l'insegnamento/apprendimento messo in atto risultava descrittivo/mnemonico, mentre il laboratorio sperimentale e l'investigazione scientifica sperimentale erano poco praticate.

## **10. I risultati dell'indagine sulle cognizioni degli studenti e della sperimentazione del modello di laboratorio scientifico**

### **10.1 I risultati del questionario sui viventi e della conversazione clinica nelle classi**

La fascia di età degli studenti con cui si è svolta la sperimentazione è 11-14 anni. Il lavoro è stato perciò svolto con studenti delle classi prime, seconde e terze.

Poiché tutti i docenti, come prassi didattica, non indagavano le cognizioni in possesso degli studenti e sulla base della nuova consapevolezza dell'utilizzo del solo criterio funzionale emerso nel focus group dei docenti per distinguere i viventi dai non viventi, si è deciso di proporre nelle classi prime e seconde un'indagine iniziale tramite un questionario a cui si è affiancata una conversazione clinica<sup>100</sup> per approfondire alcuni degli aspetti emersi nel questionario stesso. Nelle classi prime, per esplorare le conoscenze sui viventi in uscita dalla primaria, nelle classi seconde per esplorare i concetti in possesso sulla materia e le trasformazioni fisiche che i docenti avevano svolto l'anno precedente con i loro studenti. Nelle classi prime, inoltre, poiché ho solamente affiancato in un lavoro fuori d'aula i docenti delle quattro classi nella progettazione delle attività di laboratorio sui viventi riporto solo i risultati del questionario, della conversazione clinica, e delle mappe delle conoscenze di ingresso degli studenti che sono stati documentati da due docenti (vedi allegati 9, 10, 11,12,13). Per le classi seconde e per la classe terza, invece, dove si è sperimentato il modello

---

<sup>100</sup> La conversazione clinica (CC) è una tecnica che consente di esplorare le conoscenze in possesso degli studenti riguardo un tema, un concetto, un fenomeno. Consta nel porre agli studenti due tipologie di domande: domande stimolo e domande di specificazione, le prime servono a stimolare gli studenti a tirar fuori ciò che sanno, le seconde servono per richiedere loro di specificare meglio riguardo a ciò che dicono, ovviamente l'insegnante porrà domande concernenti la mappa concettuale del sapere "esperto" che dovrà formulare. La tecnica è esposta da Damino in *Insegnare con i concetti (Un modello didattico tra scienza e insegnamento)*, SEI, Torino, 1994. La funzione della CC: conoscere gli schemi d'assimilazione in possesso del soggetto in apprendimento, cioè costruire la sua matrice cognitiva perché è da quelli che si potranno generare, per accomodamento e sviluppo, gli schemi attesi dall'insegnante.

di laboratorio sono riportati i dati ottenuti nell'intero percorso di questa sperimentazione.

Si è somministrato agli studenti delle prime un questionario dove si chiedeva, sulla base di un elenco di termini accompagnati ad immagini fornite di viventi e non viventi, di operare una distinzione esplicitando i criteri che gli studenti utilizzavano per assegnare il singolo "oggetto" alla classe dei viventi o dei non viventi. Tra le immagini e l'elenco fornito figuravano "oggetti" come: abete, automobile, cavallo, fiume, formica, fungo, fuoco, microbo, muffa, nuvola, rana, sole, lombrico, vulcano.

I risultati hanno messo in evidenza che il 100% degli studenti che ha eseguito una corretta distinzione tra viventi e non viventi elencati ha usato solo criteri funzionali per operare questa distinzione, esattamente come i loro docenti. Le categorie utilizzate dagli studenti sono riportati in figura 8:

Fig. 8. Categorie di distinzione viventi/non viventi utilizzati dagli studenti

Categorie	Esempi
<b>Falsa spiegazione</b>	È vivente perché è vivo E' vivente perché è vegetale È vivente perché è un animale
<b>Origine naturale o artificiale</b>	E' vivente perché non è costruito dall'uomo, non è vivente perché è fatto dall'uomo
<b>Attività</b>	E' vivente perché compie azioni, funzioni Non è vivente perché non compie azioni
<b>Movimento autonomo</b>	È vivente perché è dotato di movimento autonomo Non è vivente perché è trascinato dal vento
<b>Funzioni biologiche (quasi tutti)</b>	È vivente perché si riproduce, si nutre, respira, cresce, nasce

Spicca il fatto che su un totale di 94 studenti intervistati, ben 61 (64%) non ha operato una corretta distinzione catalogando il sole, il fuoco, il vulcano, il fiume tra i viventi e indicando come motivazione la



categoria del movimento anche per il sole, mentre per il fuoco viene utilizzata insieme alla categoria del movimento, la categoria "*respira*" motivata da: "*infatti consuma ossigeno*". Il vulcano viene catalogato come *vivente* perché "*erutta lava che si muove*". Uno studente mette l'abete e i funghi tra i "non viventi" secondo la seguente categoria: "non compie azioni". 31 studenti (circa il 33%) pur catalogando correttamente i viventi e i non viventi usano appunto solo le categorie riportate in tabella.

La conversazione clinica svolta nelle classi ha sostanzialmente confermato i risultati (vedi allegati 10 e 11) del questionario.

## **10.2 i risultati del questionario sulla materia e sue trasformazioni e della conversazione clinica nelle classi**

Le cognizioni degli studenti delle classi seconde sono state indagate con un questionario sulla concezione della materia e sulle sue trasformazioni fisiche; l'indagine tramite questionario, , era stata scelta dal gruppo di docenti che riteneva più oggettivi i risultati raccolti con questo strumento piuttosto che tramite colloquio collettivo, inoltre metteva tutti nelle condizioni di esprimersi e poteva essere svolto con l'impiego di meno tempo. Il tema era stato svolto nelle classi l'anno precedente. Per la costruzione del questionario si è preso spunto da quello pubblicato da P.L. Riani nella rivista "*La chimica nella Scuola*" (n°3,1995) mentre per indagare sulle cognizioni relative alle trasformazioni chimiche si è partiti dai risultati del questionario sugli stati della materia e le trasformazioni fisiche e si è intrapreso nelle classi una *conversazione clinica* (Damiano, 1995)<sup>101</sup> specificatamente sul tema delle reazioni chimiche. La conversazione clinica è stata condotta nelle classi con la finalità di rilevare, attraverso gli interventi degli studenti alle domande poste, i saperi di ingresso. I loro interventi hanno confermato i risultati del questionario soprattutto sulle conoscenze dei passaggi di stato. Il questionario somministrato è riportato in allegato 14, si tratta di un questionario semistrutturato a domande aperte. I risultati complessivi mettono in evidenza che il 100% degli studenti effettua una corretta separazione usando la categoria dello stato fisico tra gli oggetti raffigurati ed elencati, catalogandoli correttamente negli stati appropriati, solo che non esplicitano categorie corrette quando motivano le scelte operate. L'85% usa false categorie nella distinzione degli oggetti nei vari stati, come per esempio "lo metto nello stato solido perché è solido", "lo metto nello stato liquido perché è liquido", il 15% usa sia per i solidi sia per i liquidi la categoria della forma "propria"

---

<sup>101</sup> a cura di E. Damiano, *Guida alla didattica per concetti*, ed. Juvenilia, 1995

riferendosi ai solidi, o "non propria" riferendosi ai liquidi, nessuno studente usa la categoria dell'invarianza del volume per oggetti solidi o liquidi.

Nella domanda in cui si richiedeva di rappresentare la disposizione delle particelle nei differenti stati, la maggior parte degli studenti (93%) non fornisce una risposta mediante rappresentazione grafica, ma scrive che le particelle sono "più vicine" nei solidi o "più lontane nei liquidi" mentre non menziona i gas. Il 7% degli studenti fornisce una rappresentazione confusa come per esempio: palline vicine-solidi, lontane e sparse per liquidi e gas, altri descrivono l'esempio riportato nel loro libro di testo per spiegare questa disposizione (vedi allegato 15). Nella domanda in cui si richiedeva agli studenti di associare alle frasi riportate, il nome del fenomeno fisico cui esse fanno riferimento, i risultati mettono in luce che: solo il 52% degli studenti individua correttamente come evaporazione l'asciugarsi delle strade dopo la pioggia quando spunta il sole, 32% non risponde, 4% parla di svaporamento; 4% desertificazione; 4% riscaldamento; 4% asciugamento. Solo il 36% degli studenti individua nel lago ghiacciato il fenomeno della solidificazione, parla di congelamento l'8% o glaciazione il 12%, non rispondono il 44%. Il 4% individua la condensazione nella frase "dopo la doccia i vetri della finestra erano appannati" mentre il 64% non risponde, il 24% parla di evaporazione; il 4% di sbrinamento; il 4% di appannamento. Soltanto l'8% individua la sublimazione nella frase "la naftalina spande il suo odore nell'aria" il 52% non risponde, il 12% parla di espansione, l'8% di spandimento, il 4% di fusione, il 4% di evaporazione, l'8% impuzzonimento, il 4% parla di brinazione). 0% individua la dissoluzione dello zucchero mentre il 40% non ha fornito risposte, 36% parla di dolcificazione, 8% di scioglimento, 16% di dispersione. Per la frase "fai attenzione il tuo gelato si sta sciogliendo" il 12% parla di fusione il 30% di scioglimento, 27% liquefazione, 23% di fondimento e l'1% di evaporazione, il 7% non sa riferire.

Alcune riflessioni sono indispensabili sui risultati di questa indagine riguardo alle caratteristiche degli studenti con cui si stava per intraprendere la sperimentazione. Gli allievi mostravano la mancanza dell'esperire personale riguardo a "oggetti" e fenomeni del mondo naturale, la mancanza di attività di osservazione sistematica e statica di un "oggetto", o di un fenomeno. Dai risultati è possibile inferire che gli allievi non hanno potuto mai esperire che soltanto l'osservazione statica di un oggetto e il confronto con altri oggetti permette di conoscere l'oggetto isolandone le proprietà che più lo caratterizzano e che lo assegnano ad una classe specifica accanto ad altri oggetti che hanno le stesse proprietà generali, come per esempio per i solidi una forma e un volume invariante rispetto ad un recipiente che li contiene, ed esperire la varianza della forma in funzione del recipiente e l'invarianza del volume che accomuna, invece ogni liquido. Sulle proprietà che gli allievi possono trovare e rilevare possono essere condotte osservazioni quantitative e qualitative che permettono di conoscere con maggior precisione l'oggetto.

Sono le proprietà che costituiscono criteri che permettono di classificare insiemi differenti di "oggetti" e fenomeni. L'operazione di classificazione è sempre una operazione qualitativa.

Questi studenti nel corso della loro carriera scolastica non sono mai stati messi in condizione di esercizio delle facoltà intellettive e delle abilità manipolative in modo da identificare quelle proprietà che si manifestano con regolarità e che sono significative per tutti gli oggetti che vengono inseriti nella classe dei solidi o dei liquidi o dei gas. Sono pertanto le proprietà che si presentano con regolarità e non le proprietà specifiche del singolo oggetto della classe che permettono di etichettare la classe. Bracciale d'oro, pezzo di legno, filo di rame, lamina di ferro, hanno una sola regolarità in comune rilevabile macroscopicamente: invarianza della forma e invarianza del volume. Soltanto queste due regolarità permetteranno di classificare anche oggetti mai visti nell'insieme dei solidi.

Lo stesso vale per i liquidi che hanno tutti una regolarità: varianza della forma e invarianza del volume, mentre i gas avranno tutti tre regolarità: varianza della forma, del volume tale da occupare tutto il volume a disposizione, sono comprimibili.

Questa mancanza negli allievi sottoposti all'indagine si inferisce dalla risposta nella domanda del questionario di rappresentare la disposizione delle particelle nei solidi, nei liquidi, nei gas. Nella rappresentazione mentale, infatti, devono ritrovarsi le regolarità che hanno permesso la costruzione di quella categoria concettuale.

I dati mettono in evidenza, inoltre, che i fenomeni studiati non sono messi in relazione con fenomeni rilevabili nella realtà quotidiana.

I termini del linguaggio specifico della scienza non sono semplicemente nomi ma concetti e cioè termini che sono "designanti di oggetti" o "designanti di gruppo", i primi in particolare, identificano pacchetti di proprietà caratteristiche che nel caso dei fenomeni di trasformazioni fisiche, danno luogo a cambiamenti ben precisi nelle proprietà degli stati di aggregazione. Ad esempio la costruzione della categoria concettuale identificata con il termine "fusione" deve contenere che si sta considerando un fenomeno fisico che comporta un cambiamento di stato relativo ad una porzione di materia che perderà la propria forma, assumerà quella del recipiente che la contiene, cambierà il suo volume, conserverà la massa e la natura chimica e subirà quel processo solo se le condizioni ambientali di temperatura o pressione o entrambe cambieranno fino al raggiungimento di valori caratteristici di ogni sostanza.

Quindi il termine *fusione* per un chimico o un fisico è una categoria concettuale ben precisa di un fenomeno che contiene due altre sottocategorie concettuali: proprietà che cambiano e proprietà che si mantengono costanti.

Pertanto un percorso didattico efficace deve tener conto della necessità di costruzione delle categorie concettuali mediante azioni efficaci che

non possono essere solo la spiegazione del fenomeno attraverso il libro di testo.

I risultati dell'indagine sono stati utili ai docenti perché hanno fatto emergere la consapevolezza del fatto che una scienza senza una azione didattica pensata sui soggetti e senza il ricorso a mediatori dell'azione, non è efficace ed acquista lo spiccato carattere di "scienza non appresa e senza senso". I docenti, infatti, hanno toccato con mano, con i risultati dei due differenti strumenti (questionario e a seguire la conversazione clinica), da un lato che temi già svolti non erano stati assimilati dalla maggior parte dei soggetti che avrebbero dovuto apprenderli, dall'altro che gli studenti arrivano a scuola con cognizioni naif sia a livello di concetti non scientifici sia di teorie non scientifiche, sulle quali occorre un intervento didattico efficace e sistematico.

### **10.3 La sperimentazione del modello di laboratorio scientifico: i risultati ottenuti**

Dopo i primi incontri con i docenti (focus group) abbiamo preso accordi relativamente all'attività da fare nelle classi, gli accordi sono stati presi sulla base delle rispettive aspettative esplicitate (vedi allegati 6a e 6b). Per la sperimentazione ho pensato un modello di laboratorio che nei dettagli ho deciso di condividere solo dopo aver messo in atto le prime attività con i docenti, ritenendo importante in primo luogo presentare la filosofia di fondo (sintetizzata nelle aspettative condivise col gruppo di docenti, vedi allegati 6a e 6b) dell'intervento che avevo concepito e su cui ho ricercato la condivisione, ottenendola; in secondo luogo ritenevo fondamentale attivarli nella progettazione delle attività sperimentali così che il laboratorio fosse impostato in modo sperimentale e non dimostrativo.

Il modello di laboratorio sperimentato, come ho detto, si è ispirato alla teoria dell'azione didattica di Damiano, e cioè, al modello di azione che si concretizza attraverso il sistema di mediatori dell'azione dell'insegnante. In relazione ai mediatori, il laboratorio scientifico è stato caratterizzato, nel modello sperimentato, come un **mediatore attivo**. Questo mediatore, pur essendo il mediatore didattico, in generale, più vicino alla realtà è stato concepito come gradualmente distanziato dalla realtà stessa in funzione delle tipologie messe in atto: **laboratorio sul territorio** (LT), **laboratorio sperimentale** (LS) e **laboratorio classe** (LC). Ad ognuna delle tipologie di laboratorio conferiscono due funzioni particolari, la **funzione LpRC**, cioè il laboratorio avente la funzione di ristrutturare la rete dei concetti che fa uso delle **azioni RCPR** (Ricerca, Confronto, Progettazione, Ristrutturazione); la **funzione LpCC**, cioè il laboratorio avente la funzione di attivare il mutamento ontologico o concettuale, con le **azioni: PCMMC** (Previsione, Confronto, Modellizzazione, Metacognizione, Cambiamento) e **OSCMC** (Osservazione, Spiegazione, Confronto, Metacognizione, Cambiamento).

Il modello sperimentato si è ispirato, inoltre, ai modelli di laboratorio formulati dalla letteratura di ricerca e in particolare ai modelli di SSCS e SWH sviluppati rispettivamente da Pizzini ed altri e da Keys e altri. Ci si è inoltre ispirati a strategie di insegnamento come la POE e la TPS di White e Gunstone che prevedono un coinvolgimento attivo degli studenti a pensare insieme sui fenomeni visti in laboratorio. La prima **tipologia** di laboratorio scientifico sperimentata è stata quella **LS** (laboratorio sperimentale) con le **funzioni** LpRC e LpCC le cui **attività** sono state rispettivamente: **RCPR** (Ricerca, Confronto, Progettazione, Ristrutturazione e **OSCMC** (Osservazione, Spiegazione, Confronto, Metacognizione, Cambiamento).

Si è messo in atto la tipologia **LS**, sul tema "**trasformazioni chimiche**". La seconda tipologia è stata quella del laboratorio classe (**LC**) in cui è stata sperimentata la funzione PCMMC (Previsione, Confronto, Modellizzazione, Metacognizione, Cambiamento) sul tema della **genetica mendeliana** e della **riproduzione cellulare**.

La sperimentazione nelle classi seconde è iniziata subito dopo la discussione dei dati del questionario sulla "materia e le trasformazioni fisiche", quando con i docenti si è deciso di intraprendere in ogni classe una conversazione clinica sulle trasformazioni chimiche, le cui domande e la mappa delle cognizioni degli studenti di tutte le classi seconde sono riportate negli allegati 16,17,18,19,20,21,22,23. Le risposte sono state riportate con la simbologia "R", e sono di studenti differenti nella classe, quando ad una stessa domanda ci sono state più risposte queste sono state numerate come:  $R_1, R_2, R_3, \dots$ , ecc.

I risultati della conversazione clinica eseguita hanno messo in evidenza due ordini di problemi esistenti negli studenti, entrambi relativi alla costruzione di concetti come quelli di trasformazione chimica e trasformazione fisica. Tale costruzione concettuale riguardava la distinzione tra trasformazione fisica e chimica e l'accettazione del fatto che le due trasformazioni differiscono perché nella prima si conserva la natura delle sostanze, nella seconda la natura non si conserva e quindi



cambia. Emergeva anche la problematica della conservazione o meno della massa e quindi occorreva ristrutturare anche questo concetto. Queste problematiche potevano essere affrontate con azioni didattiche che rientravano nella tipologia di laboratorio LpRC, individuato dalle azioni RCPR (Ricerca, Confronto, Progettazione, Ristrutturazione). Questa tipologia poteva essere svolta con tutti gli studenti, perché un buon gruppo nelle classi aveva mostrato di possedere il concetto di materialità dell'aria. Con un piccolo gruppo, invece, occorreva affrontare la tipologia LpCC individuata dalle azioni OSCMC (Osservazione, Spiegazione, Confronto, Metacognizione, Cambiamento), in cui occorreva attivare un cambiamento ontologico che riguardava il cambiamento di criteri cognitivi impiegati per la conoscenza dei fenomeni naturali. La conversazione svolta in classe, infatti metteva in evidenza che per alcuni alunni i gas non esistevano, perché non si toccano e non si vedono secondo i principi cognitivi "esiste ciò che si vede", "esiste ciò che si tocca". Risposte come quelle riportate di seguito confermano questa ipotesi. Si riportano le domande e le risposte date dagli studenti durante la conversazione clinica posta in classe.

*D. Siete tutti d'accordo con il fatto che il ferro arrugginisce da solo?*

*R:*

*Si,*

*Si, infatti bisogna proteggerlo con l'antiruggine*

*Ma non è che c'entra l'aria?*

*Ma no, reagisce da solo, solo soletto!*

*Un po' c'entra l'aria, ma non per la reazione*

*D. E per che cosa c'entra l'aria?*

*R. Perché noi la respiriamo*

*D. Come mai non serve continuare a tenere il fiammifero acceso a contatto con lo stoppino spento?*

R.

*Perché la candela poi brucia da sola*

*Si, non ci devi fare più niente*

Nella conversazione, a proposito degli stati della materia si possono rilevare affermazioni come:

*"Ma i gas non sono stato"*

E alla domanda:

*D. "è interessante, i gas non sono stato..."*

Alcune risposte sono state:

R.

*Non sono stato perché "evaniscono", non si toccano, non pesano, uno stato pesa, per esempio l'acqua, pesa.*

*Dipende, non pesa mica sempre, pesa se è una quantità, ma una goccia se la metti in mano non pesa niente.*

Le affermazioni precedenti mettono in evidenza con chiarezza i criteri cognitivi utilizzati da alcuni studenti, basati solo su principi percettivi. L'uso degli stessi principi è confermato dal dialogo seguente tra un gruppo di alunni della classe e il ricercatore:

*Quindi mi dici che l'acqua se la metti in mano non pesa niente...*

*Ma la mano non è mica una bilancia, è solo la bilancia che pesa il peso e ci può dire se una cosa pesa o no!*

*Quindi è solo la bilancia?*

*Per forza, se una cosa ha peso lo dice solo la bilancia*

*Ma le cose hanno o no peso? E la materia, ha o no peso?*

*dipende, alcune materie si altre no!*

*Tutte le cose pesano!*

*No, non tutte.*

*Quali no?*

*I gas non pesano!*

*Le piume non pesano!*

*Anche i soffioni, quando li soffi, non pesano niente, infatti volano.*

## **10.4 L' intervento nel laboratorio: i vincoli della progettazione**

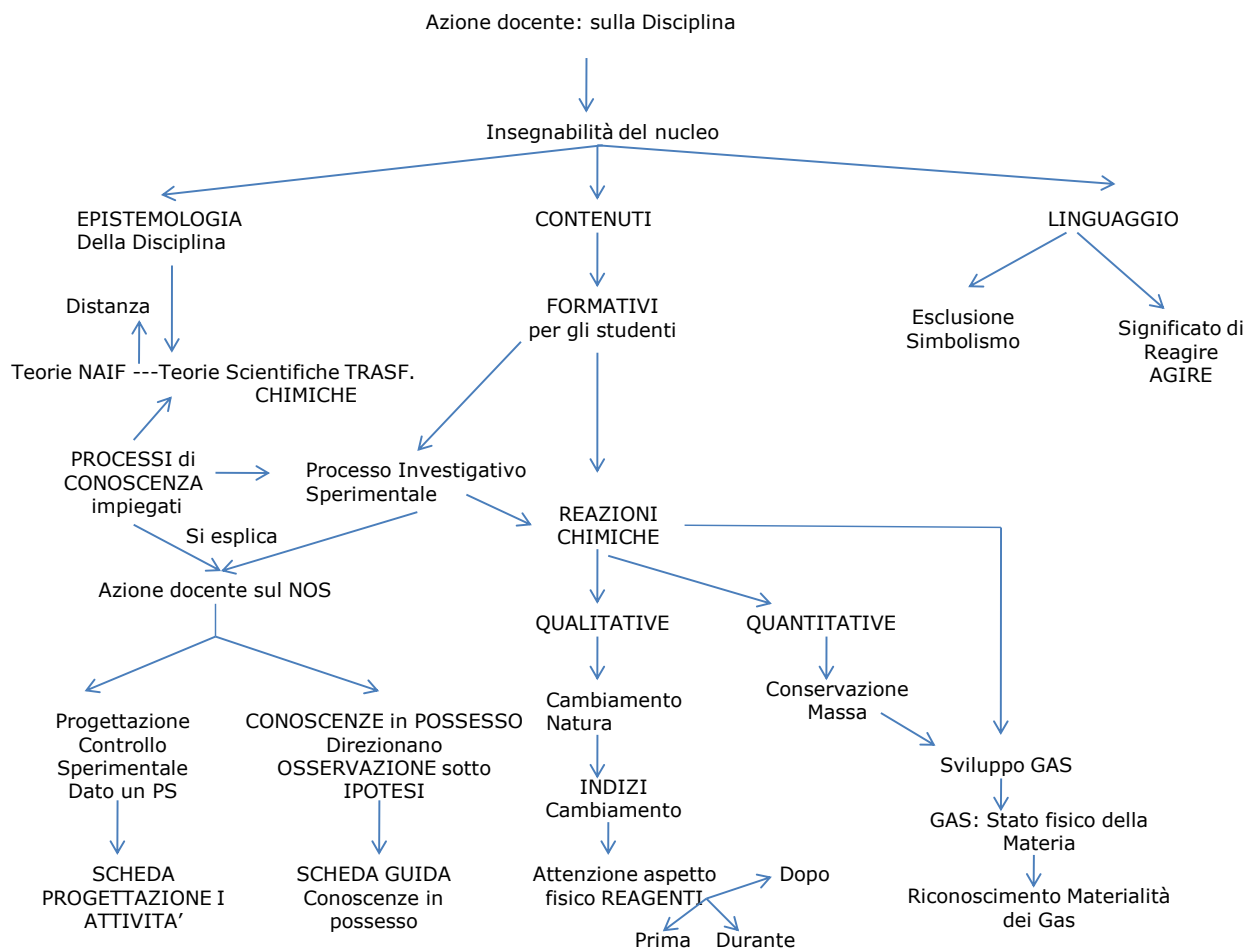
L'attività è stata organizzata tenendo conto di due vincoli, il primo è che i docenti volevano concentrarsi sulle trasformazioni chimiche poiché dovevano affrontare il tema dell'alimentazione con l'esperto USSL. A tale proposito i docenti ritenevano che, avendo già trattato lo scorso anno le trasformazioni fisiche, gli studenti avrebbero potuto ripetersele. E' chiaro che, sulla base dei risultati delle conversazioni cliniche, l'attività di conoscenza delle trasformazioni fisiche non poteva essere liquidata in questo modo, ma si è tenuto conto che, un gruppo di docenti orientato ad un insegnamento delle scienze impostato con l'uso di mediatori simbolici e con lo strumento del libro di testo, ha bisogno di tempo per attivare un percorso di cambiamento. I vincoli posti dai docenti erano prevedibili ed era comprensibile la resistenza opposta. Ho pertanto adottato la strategia dell'attivazione di un percorso che facilitasse un cambiamento graduale e riflessivo, partendo da una proposta avvertita dagli insegnanti come fattibile e percorribile, non troppo distante da ciò che si fa, per poi distaccarsene sulla base di concreti successi nel processo di insegnamento/apprendimento offerti dalla nuova strada.

Il secondo vincolo è stato dettato dal fatto che gli studenti erano abituati a un insegnamento verbale delle scienze con l'uso del libro di testo, per questo motivo si è scelto di guidare la prima attività. Gli studenti, organizzati in piccoli gruppi, sono stati indirizzati, mediante uno strumento, *"la scheda guida alla progettazione"*, alla ricerca sia delle domande per avviare l'investigazione e il controllo delle ipotesi, sia a riconoscere le conoscenze possedute, sia a riflettere sulle conoscenze in possesso, in modo che proprio da queste potessero partire le idee (allegato 26).

Il concetto "Ricerca" nel modello LpCR, quindi, è stato inteso in modo diverso da quello esplicitato nel modello di Pizzini: gli studenti, non solo sono stati coinvolti direttamente nell'identificare, data una situazione

problematica, le domande significative per trovare risposte come il modello SSCS raccomanda, ma anche, sono stati impegnati a identificare, tra i propri saperi, quelli che possono aiutarli a trovare idee orientanti alla ricerca di risposte. (Vedi allegato 25). Tenendo conto dei vincoli e dell'azione didattica del docente nel processo di insegnamento/apprendimento del nucleo trasformazioni chimiche della materia si riporta nello schema seguente la progettazione del disegno del percorso ed in particolare l'azione del docente sulla disciplina, focus di riflessione molto importante per il gruppo di docenti con cui si è condotta la ricerca.

Fig.9. Disegno del percorso e azione del docente sulla disciplina



## **10.5 Le tipologie di azione nel laboratorio sperimentale: differenziazione e risultati**

La proposta del modello di **laboratorio sperimentale** è di distinguere questo laboratorio in LpRC-RCPR (laboratorio per la ristrutturazione dei concetti- con le azioni: Ricerca, Confronta, Progettazione, Ristrutturazione) e laboratorio LpCC- PCMCC (Laboratorio per il Cambiamento Concettuale con le azioni-Previsione, Confronto, Modellizzazione, Metacognizione, Cambiamento) e LpCC-OSCCC (Laboratorio per attivare il Cambiamento Concettuale con le azioni: Osservazione, Spiegazione, Confronto, Metacognizione, Cambiamento). I laboratori cominciano sempre con un problema che apre a una indagine che viene formulato dagli insegnanti agli allievi (vedi allegato 24)

Questa distinzione permette all'insegnante di costruire un disegno con fasi differenti di operazioni per realizzare una azione nell'abito della sfera cognitiva degli studenti, sia relazionale-affettiva sia rivolta alle aree disciplinari scientifiche. Nella prima (cognitivo-relazionale/affettiva), che è trasversale all'insegnamento generale, si opera un'azione sul gruppo per la responsabilizzazione collettiva e individuale dell'apprendimento. Nella seconda (cognitivo-disciplinare), che è specifica, si opera un'azione sul gruppo per lo sviluppo di abilità intellettive su questioni scientifiche che possono essere indagate dagli studenti su temi che fanno parte del curriculum scientifico e che hanno avuto precedentemente un'indagine basata sulla conversazione ( vedi conversazione clinica: allegati 16,17,20,22) e una rappresentazione della rete di concetti posseduti (vedi mappe: allegati 18,19,21,23).

La scienza (come insieme di molti statuti disciplinari), è costituita di concetti e concezioni che hanno alla base dei principi di conoscenza costruiti con dei ragionamenti che si definiscono "scientifici". Concezioni e ragionamenti scientifici, propri degli studenti possono essere, come si è già detto, poco o assai diversi da quelli della scienza accreditata. Il perno del modello è basato sulla convinzione che "nell'operare" degli studenti in laboratorio è possibile investigare su piccoli gruppi per

scoprire meglio proprio le concezioni dei singoli con cui è possibile instaurare momenti "one to one" che attivino la riflessione cognitiva individuale e collettiva. Le concezioni emergono non solo da ciò che gli studenti dicono, ma anche e soprattutto da ciò che fanno.

Quando, infatti, l'intero gruppo classe nella progettazione, dovendo progettare il controllo dell'ipotesi di conservazione/non conservazione della massa e avendo esperienza comune del fatto che (vedi allegato 24) il bicarbonato libera con l'acqua un gas, **non progetti, spontaneamente, un sistema chiuso per il controllo** ma debba essere stimolato a farlo, vuol dire che anche quei ragazzi che nel questionario e nella conversazione avevano dato l'idea di possedere delle concezioni scientifiche vicine a quelle della scienza accreditata, in realtà non avevano ancora cambiato paradigma e sostituito quello che caratterizza l'epistemologia naif che nega la materialità dei gas. Anche questi studenti avevano necessità di riflettere ancora sulle loro concezioni rendendosi consapevoli che nello studio dei fenomeni scientifici a scuola dovevano adottare non il paradigma cognitivo percettivo, ma quello scientifico, distinguendo bene, quindi, l'ambito di utilizzo.

Obiettivo dell'uso di questo mediatore è arrivare a rendere consapevoli gli studenti che, in ambito di studio dei fenomeni scientifici a scuola, quando si ha a che fare con i gas che per stato fisico hanno la proprietà della diffusione, essi devono essere raccolti per controllare scientificamente qualsiasi fenomeno che li coinvolge.

In conclusione il LpRC è un laboratorio che è stato messo in pratica soprattutto per la messa a nudo delle concezioni degli studenti ed è funzionale alla preparazione dell'azione per la promozione del mutamento concettuale (vedi allegati 45, 48, 53). È anche il laboratorio per la ristrutturazione dei concetti, come per esempio per la ristrutturazione del concetto di trasformazione chimica. Per questo livello di età e per le problematiche rilevate, relative alla concezione di materia, di conservazione e alla teoria molecolare, si è potuto fermare,



in questa fase di sperimentazione e in questo ambito, al concetto di "trasformazioni chimiche come cambiamenti" che avvengono nelle sostanze a contatto e che possono essere rilevate tramite indizi. Gli indizi sono: colore, sviluppo di gas, sviluppo di calore, sottrazione di calore, sviluppo di odore, oppure indizi associati(vedi allegato....reazione tra polvere di ferro e acido cloridrico).

LpCR e LpCC non sono stati concepiti come indipendenti ma fortemente intersecati, nel laboratorio sperimentale si sono costituite attività che avevano una prevalenza della tipologia LcRC o una prevalenza della tipologia LpCC, e il primo rimandava al secondo.(vedi allegati....).

Queste tipologie e le azioni previste sono state realizzate all'interno di uno schema laboratoriale che ha visto vari momenti:

1. apertura di una indagine attraverso un problema (vedi allegato 24) fornendo una scheda guida per la riflessione sulle conoscenze in possesso (allegato 25) e scheda guida alla progettazione sperimentale per il controllo delle ipotesi (allegato 27) fornite dopo la formulazione delle ipotesi stesse che l'indagine proposta aveva permesso agli studenti di enunciare
2. Compito di apprendimento relativo al controllo sperimentale dopo la formulazione delle ipotesi (allegato 29).
3. Definizione operativa del progetto di controllo delle ipotesi (allegato 30) riguardo a materiali, procedure, modalità di raccolta dei dati e lettura dei dati; conclusione riguardo ai risultati ottenuti (allegati 30, 32).
4. Narrazione dell'esperienza fatta dal gruppo (allegati 31 e 33)
5. Confronto in intergruppo

### 10.5.1 il laboratorio per la ristrutturazione dei concetti: risultati ottenuti

I risultati ottenuti che si possono leggere dalle elaborazioni degli studenti (allegati 24-33) hanno evidenziato che il modello elaborato permette all'insegnante, operando con il mediatore laboratorio sperimentale LpRC, di realizzare una azione didattica sugli studenti sia nell'ambito della sfera cognitiva relazionale e della responsabilità individuale e collettiva di apprendere, sia rivolta alle aree disciplinari. Il mediatore, cioè, consente:

- un'azione sul gruppo per lo sviluppo di abilità intellettive come quelle progettuali, di indagine su questioni scientifiche riguardo ai temi del curriculum con le ristrutturazioni dei concetti (vedi mappa allegati 34a e 34b),
- l'attivazione degli studenti facendo leva sul riconoscimento dei propri saperi e su come utilizzarli per risolvere i problemi,
- la centratura sui processi ideativi di un progetto sperimentale favorendo la ricostruzione dei concetti scientifici e la riflessione sulla sistemazione dei concetti medesimi,
- la riflessione sui propri atteggiamenti riguardo alle relazioni e alle responsabilità di apprendimento individuali e collettive,
- di investigare su piccoli gruppi di studenti per scoprire meglio le concezioni. Le concezioni, infatti, emergono da ciò che gli studenti **fanno**. Il processo di insegnamento delle conoscenze scientifiche viene favorito in quanto nell'agire degli studenti, vengono evidenziate quelle concezioni che potrebbero sfavorire l'apprendimento dei concetti della scienza accreditata. All'insegnante in azione osservativa durante il decentramento, questo mediatore rende evidente su quali concezioni vale la pena di centrare l'azione didattica attivando crisi e sfiducia nei modelli in possesso e, dal confronto, favorendo apertura ed accoglienza di nuovi modelli sui fenomeni del mondo naturale, più consonanti con quelli della scienza accreditata.

## **1) Azione didattica sulla sfera cognitiva relazionale e di responsabilità individuale e collettiva**

I risultati ottenuti sono documentati per intero negli allegati 31 e 33, ma qui si riportano brevi testi dalle narrazioni degli studenti che attestano che il LpRC-RCPR per il fatto che prevede l'interazione dei gruppi basandosi su azioni quali:

- attivare domande, discussioni e riflessioni,
- favorire progettazione di sperimentazioni eseguite in autonomia in funzione dell'investigazione di fenomeni scientifici,

risulta funzionale allo scopo. Questa tipologia di laboratorio prevede inoltre l'intervento del docente solo per assistere, stimolare, non per spiegare o far eseguire, dimostrare.

L'azione didattica sulla sfera cognitiva e relazionale e sull'assunzione di responsabilità individuale e collettiva è documentata dai brevi estratti delle narrazioni riportate di seguito:

### Azione sulla sfera relazionale

*...La terza cosa che abbiamo capito è che dobbiamo non litigare ma ascoltare i compagni, perché se loro non fossero stati cocciuti, non avremmo mai visto una cosa così bella. È fortissimo il palloncino che si gonfia...*

*... abbiamo quasi litigato perché secondo noi avevamo finito, ma poi siccome i nostri due compagni sono stati cocciuti, li abbiamo accontentati e soprattutto D. è stato bravo, perché si è incuriosito e mi ha convinto di stare a sentire un po'che forse potevamo capire, e come aveva ragione...*

*...Il lavoro del gruppo è incompleto perché nella seconda lezione, quando*

dovevamo eseguire la sperimentazione nessuno di noi è stato organizzato, e non abbiamo preparato un foglio per scrivere cosa stavamo facendo e l'aspetto e non abbiamo appuntato le pesate...abbiamo capito e discusso il significato di "organizzazione". Il gruppo ha pensato sull'operato e mentre prima abbiamo quasi litigato e ognuno si difendeva dicendo che non è stata colpa sua e incolpava l'altro, abbiamo poi pensato che questo che stava succedendo: accuse e discolpe, non ci aiutava a risolvere il problema e a fare in modo di non farlo più succedere facendosi più furbi

#### Responsabilizzazione rispetto al compito

...allora ci siamo accordati che a turno uno di noi non eseguiva l'esperimento ma prendeva il compito di registratore, tanto gli esperimenti erano tanti e ognuno di noi poteva farli, alla fine l'occhio che guarda attento non può fare senza del braccio. Il braccio ci vuole...

Per l'esperimento dell'aceto e del bicarbonato abbiamo deciso di prendere di riferimento due gruppi e guardare per capire... vedere come i compagni facevano la tabella e leggevano i dati per le conclusioni. Abbiamo comunque imparato a spese nostre che pensare e fare vanno insieme e organizzarti ti permette di non disperderti.

Noi non abbiamo più trovato le schede che avevamo progettato, cioè abbiamo perso la tabella ...dati della reazione. Il prof si è arrabbiato molto, ma poteva fare che i materiali li raccoglieva lui, così non si perdevano... In realtà non si poteva dare la colpa al prof... lui non si fida e i materiali li ritira sempre, ma questa volta non ha ritirato le cose di nessuno segno che le regole sono cambiate...Quindi non era la colpa del prof, ma nostra, era evidente.

Dobbiamo stare più attenti, però era bello vedere cosa succedeva, e non è che non siamo stati attenti, eravamo più incuriositi da guardare, e non

*avevamo pensato allora che poi non potevamo tirare le conclusioni senza scrivere niente. Siccome però non è morto nessuno, decidiamo che staremo più attenti.*

## **2) Emergenza delle concezioni degli studenti. La necessità di passare a LpCC**

Il modello LpCR prevede **l'intervento** dell'insegnante **a monte** (vedi la preparazione ed elaborazione della mappa esperta, del questionario, della conversazione clinica, vedi schede guida per preparare la fase "R" e "C"; vedi lettura dei risultati dei questionari e conversazione) **e durante** le attività sperimentali degli studenti, in cui l'insegnante investiga sulle concezioni che emergono mentre gli studenti investigano a loro volta su questioni scientifiche.

Questo laboratorio, quindi, essendo concepito come spazio progettato dal docente per assicurare agli studenti la possibilità di investigare autonomamente e di operare in prima persona, sperimentando e manipolando idee sui fenomeni naturali, fornisce all'insegnante una varietà di modi per raccogliere informazioni sui principi cognitivi che gli allievi utilizzano.

Per conoscere i fenomeni naturali, infatti, essi potrebbero utilizzare principi cognitivi distanti da quelli che la scienza utilizza per conoscere il mondo naturale. Facendo uso di questa tipologia di mediatore didattico, l'insegnante può usufruire non solo di strumenti come le narrazioni degli studenti, le loro diverse produzioni scritte, ma può assistere, decentrandosi, alle discussioni collettive e di gruppo e può osservare i modi operazionali messi in atto dagli studenti per risolvere problemi sperimentali. Così facendo è possibile la ricostruzione delle concezioni degli allievi che, in un primo momento, durante l'osservazione del modo in cui essi progettano la sperimentazione, possono venir ipotizzate dal

docente e, in un secondo momento, confermate dai documenti che i gruppi producono.

Si può ottenere una lettura, quindi, non solo attraverso ciò che lo studente dice, ma anche attraverso ciò che lo studente fa in situazione sperimentale ricavando proprio da quest'ultima la conferma dei principi cognitivi utilizzati dagli studenti.

Riferendoci all'attività delle reazioni chimiche e in particolare alla reazione tra aceto e bicarbonato per l'ideazione del procedimento relativo al controllo delle masse, nessuno studente delle classi, durante l'investigazione proposta, aveva pensato di realizzare un sistema chiuso, anche se molti avevano formulato l'ipotesi dello sviluppo di gas, perché essi non attribuiscono **materialità** ai gas, secondo il principio "esiste solo ciò che si vede", quindi secondo i modelli in possesso degli studenti: i gas non si vedono e pertanto non sono materia, se non sono materia, allora di conseguenza essi non pesano.

In questa tipologia di laboratorio, il tema della materia, delle sue trasformazioni si manifestava, perciò, non solo come un tema in cui si rendeva necessario la ristrutturazione del concetto di **trasformazione chimica** centrato su:

- "indizi" che permettono di rilevare che si è in presenza di questo fenomeno (allegato 34b),
- come avvengono: necessità di venire a contatto, azione reciproca delle sostanze nella trasformazione
- cambiamento della natura delle sostanze (allegato 34a: mappa)

ma, metteva a fuoco la presenza di concezioni naive sulla materia: la materialità dei gas, appunto, non veniva scientificamente riconosciuta da parecchi studenti e la quasi totalità pur supponendo lo sviluppo di un gas dalla trasformazione chimica proposta, non mostrava, nell'operare, consapevolezza della sua esistenza in quanto materia, integrando materialità e proprietà caratteristiche di quella data porzione di materia, integrazione necessaria visto l'ambito in cui devono essere studiati i fenomeni naturali di trasformazione chimica.

In conclusione il modello sperimentato, LpRC si delinea come modello per l'insegnamento scientifico attraverso il laboratorio che prepara il terreno **anche** al LpCC e cioè al laboratorio sperimentale che ha l'obiettivo di favorire il cambiamento concettuale o di assicurare l'insorgenza della consapevole distinzione dell'ambito di validità (fenomeni naturali nel quotidiano o fenomeni naturali nell'ambito dello studio scientifico) dei principi cognitivi utilizzati per la conoscenza del mondo naturale.

Si riportano di seguito alcuni brevi testi tratti dagli elaborati degli studenti (allegati 31 e 33) che mettono in luce i loro schemi mentali da cui si rileva la necessità di fare in modo che le loro concezioni siano messe in crisi e gli studenti comincino ad assumere entità non osservabili. Queste entità, infatti, non facevano ancora parte delle loro concezioni e quindi non venivano usati per i processi di analisi dei fenomeni e nei ragionamenti scientifici, l'assunzione è favorita da questo mediatore come si può rilevare dalle narrazioni e dalle schede dei lavori degli studenti sulla trasformazione tra aceto e bicarbonato e tra acido cloridrico e polvere di ferro. A proposito del controllo delle masse durante la trasformazione, gli studenti scrivono:

*...Quando stavamo per decidere che la massa cambia, e stavamo scrivendo questo che diminuiva, due compagni del nostro gruppo, E e S, ci hanno detto che la schiuma, l'effervescenza ( ci faceva ricordare l'aspirina effervescente), **era un gas che scappava via dal contenitore, e che dovevamo in qualche modo raccoglierlo...***

*...Noi abbiamo detto che il motivo per cui non trovavamo la massa diversa con il contenitore aperto era che avevamo pesato troppo presto e non era cominciata la reazione. Altri hanno detto che era perché si formava un gas che sfuggiva, ma non ci siamo convinti di questo, **perché i gas non pesano niente e scompaiono.***

*...Sapevamo che dalla reazione si formava un gas che si vedeva sotto*

*forma di schiuma... non sapevamo che gas era...*

*Sapevamo che i gas si liberano e vanno dappertutto*

*Avevamo pesato prima i contenitori con aceto e bicarbonato separato*

*Sapevamo che abbiamo aggiunto sulla bilancia l'aceto lasciando lì **il contenitore vuoto** e abbiamo pesato subito.*

*...I nostri compagni trovavano che la massa diminuiva se non si tappa il recipiente della reazione mentre se si chiude il recipiente la massa totale dopo la reazione resta uguale. Alcuni di noi hanno detto che questo era perché si formava un gas, ma altri compagni del gruppo hanno detto che non poteva essere e che si sbagliavano **perché i gas sono invisibili e intoccabili, impercettibili e questo è vero, come fanno a far cambiare un concreto come il peso?***

*...Il compagno ha nominato sistema aperto e sistema chiuso, così noi abbiamo pensato che il sistema aperto fosse la reazione nel contenitore di vetro aperto, mentre sistema chiuso era la reazione fatta chiudendo con un tappo o un palloncino il contenitore di vetro. Abbiamo così pensato che il gas doveva essere intrappolato, perché altrimenti usciva, **ma in due ci siamo chiesti perché intrappolarlo non fa cambiare il peso?***

Considerando la fase di **progettazione** ideata dagli studenti, si può notare il fatto che in nessuna fase gli allievi hanno previsto di fare uso di un sistema per raccogliere un gas, questo aspetto **cela la convinzione che il gas non pesa niente perché non è materia in quanto "invisibile" e "impercettibile"**. Si riportano di seguito alcuni brevi testi che mettono in evidenza questo aspetto e che sono stati presi dagli elaborati degli studenti i cui testi integrali sono riportati negli allegati 28a,b,c,e,f



Dalla scheda di progettazione, a proposito della domanda della scheda guida: "come facciamo a capire cosa può succedere unendo le due sostanze?", due gruppi, per esempio, scrivono:

*... Se si forma una schiuma vuol dire che si è formato un gas che prima non c'era e quindi si è avuta una reazione*

*...possiamo capirlo con degli indizi si può avere per esempio fuoriuscita di gas...*

A conferma del fatto che gli allievi avevano **supposto lo sviluppo di gas**, ma non avevano collegato le proprietà caratteristiche dei gas (come la capacità di diffusione e la materialità) al controllo delle masse nella reazione **guidati dalla concezione che i gas non sono una forma di materia.**

Nella domanda della scheda guida per la progettazione: "che cosa conviene tenere sotto controllo per poter capire cosa può succedere unendo due sostanze diverse?" Alcuni gruppi di studenti rispondono:

*..Le masse*

*...noi dobbiamo controllare la massa...*

*...Per esempio il gas che esce, ma potrebbe cambiare l'odore anche.*

Come si può notare **viene esplicitamente riferito di tener sotto controllo la massa o il gas** che esce ma l'idea di massa non è collegata all'idea di gas come materia che ha la proprietà della diffusione per cui occorrerebbe raccoglierlo, i concetti non vengono messi in

relazione perché i gas nella epistemologia della maggior parte degli allievi non hanno massa in quanto non si vedono.

Nella domanda della scheda guida per la progettazione: “quali operazioni dobbiamo compiere per rispondere a ciò che il problema ci richiede?” si trova una conferma di questo fatto, gli studenti, infatti, rispondono:

*...Usare una bilancia per controllare le masse pesandole prima e quando la reazione è finita, abbiamo pensato di pesare i 2 contenitori con dentro i 2 materiali in ognuno e tutto sulla bilancia prima, dopo l'aggiunta si aspetta un po' e poi si ripesa, mettendo sulla bilancia anche il **contenitore vuoto**...*

*...Scegliere i materiali, controllare le tare dei recipienti e pesare anche il **recipiente vuoto** quando si ripesa tutto la reazione...*

Come è evidente dai testi, si trova più volte scritto “il recipiente è vuoto” secondo il principio cognitivo percettivo del senso comune. L'aria è un gas e riempie tutti i bicchieri della Terra, ma poiché non si vede, secondo i principi percettivi della conoscenza del senso comune, l'aria non esiste. Questo rendeva evidente la necessità del passaggio al laboratorio per il cambio concettuale, cioè a quella tipologia di azione laboratoriale centrata all'attivazione del mutamento ontologico.

### 10.5.2 Le azioni del LpRC rilevabili dai risultati

Ricerca, Confronta, Progetta, Ristruttura si possono rilevare dai risultati che si sono ottenuti e documentati dai testi integrali degli studenti (allegati 26a,b,c,d,e,f), qui si riportano solo alcuni brevi stralci.

**Ricerca**: inteso con un significato in più rispetto a quello evidenziato da Pizzini. Il modello di Pizzini è basato sul coinvolgimento degli studenti a identificare, data una situazione problematica, le domande significative per trovare risposte come il modello SSCS raccomanda. Il "ricerca" del modello LpRC sottolinea anche il significato di trovare quelle domande che permettono di identificare, facendo perno sui propri saperi o quelli della comunità (così gli scienziati attingono nuove idee) di appartenenza, quei saperi che possono aiutare a trovare idee orientanti alla ricerca di risposte al problema posto o a quelli che, via via sorgono. Nella **fase R** che caratterizza l'LpRC, inoltre si sottolinea anche la ricerca autonoma di operazioni mentali e manuali e la ricerca dei materiali e strumenti da utilizzare per progettare la risoluzione del problema. Il concetto di strumento è qui inteso in modo ampio, non solo strumenti per misurare, ma anche strumenti per organizzare il pensiero o i dati, ad esempio le tabelle per confrontare una situazione iniziale, intermedia, o finale.

Questa fase, è documentata in modo integrale negli allegati 26 e 30 (schede guida per la progettazione). Poiché gli allievi con cui è stata condotta la sperimentazione non avevano mai lavorato in autonomia e avevano condotto attività laboratoriali in modo esecutivo o dimostrativo, ho scelto di preparare delle schede guida alla progettazione e attivanti la riflessione sulle conoscenze in possesso convinta che avrebbero aiutato gli studenti a risolvere il problema posto. Riporto di seguito alcuni dati ricavati dagli elaborati degli studenti selezionati dalle schede guida che caratterizzano la **fase R** e che mettono in evidenza come esse hanno raggiunto lo scopo della fase **R** (trovare quelle domande che permettono di identificare, **facendo perno sui propri saperi** o quelli della

comunità di appartenenza, quei saperi che possono aiutare a trovare idee orientanti alla ricerca di risposte al problema posto o a quelli che, via via sorgono).

Le domande delle schede guida riguardano la comprensione delle richieste del problema, e la riflessione collettiva sulle conoscenze in possesso e come poterle utilizzare per la risoluzione del problema.

**Riguardo alla decisione di utilizzare o no le schede guida i gruppi scrivono:**

*il gruppo ha deciso di servirsi delle schede perché ci aiutano ed abbiamo prima utilizzato la scheda delle nostre conoscenze perché abbiamo pensato che se ci veniva in mente qualche cosa che sapevamo potevamo pensare meglio a cosa succedeva dopo aver unito i materiali.*

*..Le abbiamo utilizzate perché sapendo che il bicarbonato si scioglie in acqua abbiamo ipotizzato che si potesse sciogliere anche nell'aceto, però poiché un compagno ci ha riferito che quando si mette il bicarbonato in acqua, fa la schiuma e lascia uscire bollicine che beccano, abbiamo ipotizzato che succede una reazione chimica che forma un gas. Quindi le ipotesi del gruppo sono:*

*Ip 1 Quando si unisce aceto al bicarbonato di sodio, si ha una reazione chimica: si forma una schiuma bianca formata da ossigeno, anidride carbonica. Si forma un gas*

*Ip masse: le masse cambiano;*

**Per risolvere il problema: si parte da domande che possono attivare idee dalle conoscenze in possesso....**

Il modello di azione didattica attraverso il laboratorio proposto agli studenti, è centrato sulla risoluzione di un problema che può essere risolto partendo da conoscenze in possesso si rileva dal fatto che alla domanda posta agli studenti:

**“come possiamo utilizzare le conoscenze in possesso per risolvere il problema?”**

i gruppi rispondono:

*... dobbiamo pensare a come vedere se l'aceto ha agito sul bicarbonato o no, a uno di noi è venuto in mente che potrebbe essere la schiuma un fatto che c'è reazione se si forma e il fatto che potrebbe cambiare il colore, nell'acqua il bicarbonato non fa cambiare il colore perché dopo un po' questa torna come prima, solo il sapore cambia, come con lo zucchero nella limonata o nell'acqua.*

*...Pensando a cosa conosciamo possiamo fare delle ipotesi e poi vedere se sono vere o false. Infatti per le ipotesi: se il bicarbonato si mescola con l'acqua formando la schiuma bianca e l'acqua si mescola con l'aceto senza formarla ma prende il colore dell'aceto e il sapore dell'aceto, allora deve cambiare qualche cosa di questi per dire che è una reazione chimica, si deve formare schiuma, deve cambiare il colore, deve cambiare il sapore o l'odore( per esempio il burro quando irrancidisce, il vino che va ad aceto).*

*... sapendo che il bicarbonato si scioglie in acqua abbiamo ipotizzato che si potesse sciogliere anche nell'aceto...*

*...Sia per esprimere le ipotesi che per la progettazione dei materiali, per esempio siccome so che il bicarbonato è una polvere devo usare un cucchiaino, mentre per l'aceto che è liquido mi serve un imbuto. Usiamo cioè quello che sappiamo anche per i materiali che servono.*

*...Per fare delle ipotesi partendo da ciò che si sa e poi controllando e scegliendo cosa teniamo d'occhio possiamo vedere se qualcosa si modifica o meno così da confermare o no le ipotesi e arrivare a una conclusione di come funziona l'unione tra aceto e bicarbonato.*

Sempre nella scheda delle conoscenze in possesso relative al bicarbonato si afferma:

*...che reagisce con acqua formando una schiuma frizzante che fa rumore, frigge, come le bibite di coca cola quando si aprono.*

Mentre nella domanda della scheda: "come possiamo utilizzare le conoscenze afferma:

*...Forse ci può venire in mente qualche cosa dei due che ci dice che insieme possono reagire, infatti se quando si uniscono si forma la schiuma frizzante, allora reagiscono e poi anche se cambia l'odore, per esempio il latte diventa acido.*

*...Per analogia con altre cose che abbiamo visto e confrontando, anche se un po' diverse, possiamo arrivare a capire che succede e fare delle ipotesi di come potrebbe essere, poi nella parte di sperimentazione possiamo vedere se ciò che avevamo pensato funziona.*

**Ricerca: le domande che guidano alla progettazione del controllo sperimentale e fanno sorgere altre domande.**

Infatti nella guida alla domanda:

[Che cosa ci chiede il problema?](#)

I gruppi affermano:

*...Il problema ci chiede di pensare a che cosa succede se aggiungiamo aceto al bicarbonato, ma noi ci siamo chiesti anche se è la stessa cosa se facciamo il contrario e tutti siamo stati d'accordo sul "sì".*

*...Il problema ci chiede anche che cosa succede ai loro pesi e noi abbiamo ipotizzato che le masse cambiano, come abbiamo scritto nella seconda ipotesi.*

*...Il problema ci chiede di fare una ipotesi su cosa succede alle masse di aceto e bicarbonato di sodio quando uniamo i due, e ci chiede di farne un'altra su cosa succede a loro, cioè se l'aceto agirà o no sul bicarbonato. Ma cosa vuol dire "agire"?*

L'utilizzo della scheda guida alla progettazione aiuta i gruppi di allievi nel progettare l'attività sperimentale del controllo delle ipotesi formulate, alla domanda:

**Come facciamo a capire cosa può succedere unendo le due sostanze?**

Posta perché gli studenti stabilissero quali criteri permettono di identificare una trasformazione chimica, gli allievi rispondono:

*Se si forma una schiuma vuol dire che si è formato un gas che prima non c'era e quindi si è avuta una reazione. Se cambia il colore o l'odore o il sapore si ha una reazione*

*Possiamo capirlo con degli indizi, si può avere per esempio la fuoriuscita di gas*

*Perché sappiamo che quando il bicarbonato si mette in acqua crea schiuma e così lo potrebbe fare con l'aceto.*

*Secondo noi lo capiamo se cambia qualcosa e se si forma schiuma bianca, o di altro colore*

Le risposte mettono in evidenza che gli allievi pensano al "cambiamento dei componenti messi a contatto", infatti nei testi elaborati si parla di cambiamento di "aspetto" tra prima e dopo la reazione. Infatti alla domanda:

[Che cosa conviene tenere sotto controllo per poterlo capire?](#)

gli allievi rispondono:

*L'aspetto se cambia, come era prima e dopo*

*Per esempio il gas che esce, ma potrebbe cambiare l'odore anche.*

*Appunto se cambia qualcosa nei due messi a contatto, potrebbe essere che cambia il sapore, l'odore, il colore o che si alzi schiuma. Quindi teniamo a controllo l'aspetto dei due materiali, come appaiono prima e dopo.*

*Se frizza*

*Se cambia colore*

*Beh noi dobbiamo controllare la massa, ma per vedere se ha agito teniamo d'occhio se si sviluppa schiuma bianca e il colore anche dell'aceto che potrebbe cambiare, magari diventa torbido.*



*La fisionomia dei materiali che uniamo, il colore, lo stato ecc.*

La scheda guida aiuta gli studenti ad identificare e razionalizzare il procedimento per il controllo sperimentale delle ipotesi formulate, infatti alla domanda:

**Nella progettazione, quali operazioni dobbiamo compiere per rispondere a ciò che il problema ci richiede?**

I gruppi rispondono

*Dobbiamo prendere i materiali e i contenitori, poi la bilancia e dobbiamo pesare i contenitori con dentro l'aceto e il bicarbonato, cioè li mettiamo nei contenitori e poi li pesiamo insieme, scriviamo il peso e poi li uniamo e alla fine ripesiamo. Però la cosa importante è riuscire a scrivere bene ciò che succede al colore e alla schiuma, tutti saremo attenti.*

*Pesare e descrivere le cose che succedono. Ma anche confrontare rispetto a prima, quindi descrivere anche prima è importante.*

*Usare una bilancia per controllare le masse pesandole prima e quando la reazione è finita, abbiamo pensato di pesare i 2 contenitori con dentro i 2 materiali in ognuno e tutto sulla bilancia prima, dopo l'aggiunta si aspetta un po' e poi si ripesa, mettendo sulla bilancia anche il contenitore vuoto.*

*Dobbiamo pesare e scegliere i materiali da usare, il peso lo dobbiamo prendere prima e anche dopo se no non riusciamo a vedere cosa succede alle loro masse.*

Aiuta anche nell'identificare come registrare i dati e uno strumento efficace per la registrazione, infatti dicono, alla domande:

Come facciamo per registrare i dati?

Quale strumento potrebbe essere utile per la registrazione dei dati?

*Li scriviamo sul quaderno in ordine elencandoli e poi li confrontiamo rispetto a prima e dopo, si può fare un tabulato.*

*Possiamo usare un foglio con uno schema su ciò che vogliamo tenere sotto controllo, per esempio potrebbe cambiare anche il colore allora teniamo a conto il colore, lo stato se cambia e l'odore(per esempio le robe che vanno a male cambiano colore)*

*Li possiamo appuntare sul quaderno, per esempio mettiamo così:*

*Peso dei 2 contenitori+ aceto e bicarbonato dentro ognuno=*

*Colore del bicarbonato e come appare prima di essere raggiunto dall'aceto=*

*Colore dell'aceto prima di essere aggiunto al bicarbonato=*

*Un foglio di quaderno e poi uno schema*

*La macchina fotografica, potremmo fotografare i materiali prima di unirli, durante l'unione e dopo averli uniti così potremmo sapere cosa succede e potremmo descrivere l'aspetto esterno.*

**Confronta:** questa fase è intesa come fase del confronto sia nei piccoli gruppi sia nel gruppo classe ed è documentata negli allegati 31 e 32. L'importanza di questa fase è stata discussa precedentemente, qui si sottolinea l'obiettivo della fase: confronto come negoziazione delle cognizioni e rimodellamento dei propri schemi concettuali. Si mettono in evidenza alcuni risultati che si possono trarre dalle narrazioni degli studenti presentate integralmente negli allegati 31 e 33, i brevi passi fanno comprendere come questa fase prevista dal modello LpRC ha raggiunto i suoi scopi facilitando l'apprendimento:

*...si sentiva come friggere. Uno di noi ha detto che sfuggiva anche un gas, e un altro che non aveva mai pensato che il "sentire friggere" era un gas che si liberava, cioè lo sapeva, ma non ci aveva mai pensato.*

*...Su questa base alcuni di noi hanno detto che il contatto poteva far esplodere il tutto perché gli acidi corrodono, ed abbiamo imparato dai compagni che gli acidi corrodono. Ma altri di noi hanno appunto detto che corrodere è diverso da esplodere e tutti gli abbiamo poi dato ragione.*

*stato strano però scoprire nella discussione con la classe che un compagno che aveva controllato, diceva che questa si comportava in modo diverso, **se si tappava il contenitore la massa non variava e se non si tappava la massa cambiava**. Il compagno ha nominato sistema aperto e sistema chiuso, così noi abbiamo pensato che il sistema aperto fosse la reazione nel contenitore di vetro aperto, mentre sistema chiuso era la reazione fatta chiudendo con un tappo o un palloncino il contenitore di vetro...*

*...noi siamo un gruppo che il prof giudica "casinisti e poco ordinato". Abbiamo avuto uno scatto avanti perché abbiamo affidato a F. il compito di fare il dirigente della discussione e F è stato bravo perché ha proposto dei punti dove centrarci, per esempio: tornare col pensiero per ripensare alle azioni che avevamo fatto nella sperimentazione, pensare bene e dire ciò che sapevamo o avevamo visto della reazione. E noi abbiamo detto queste cose...*

**Progettazione:** su questa fase ci si limita a richiamare la scheda guida relativa alla progettazione e i materiali dell'attività prodotti dagli studenti (Allegati 27 e 28) che fa comprendere la filosofia alla base del modello LpRC, dove progettare è una operazione che fa parte di un processo investigativo scientifico, si progettano quindi il controllo di una idea ma questa comporta la scelta dei materiali, la scelta dei parametri da controllare, degli strumenti per registrare i dati, ma anche la possibilità di accorgersi che ciò che si è pensato non funziona e che bisogna pensare ad altro. Non si tratta quindi di una esecuzione di una ricetta ma di una pianificazione razionale che parte comunque dalle conoscenze che si hanno e che può condurre verso una ideazione, che può o non può funzionare ma il giudizio a riguardo sarà un giudizio esperito direttamente.

Riporto in questa sede solo un breve testo tratto dalla narrazione di un gruppo sull'attività in questione, altri esempi integrali sono riportati in Allegato 31.

*...Ma abbiamo scoperto che facendo così non poteva funzionare perché era vero che non usciva, ma neanche riusciva ad entrare nulla, ci voleva troppo tempo per far scorrere l'aceto e poi succedeva che la pellicola un po' si staccava, appena un po' di aceto ci arrivava e se chiudevamo bene, poi soffiando non cadeva...l'esperienza che avevamo pensato aveva un*

*"buco" letterale: il tubicino era aperto sopra e un gas può passare(come aveva detto l'unico della classe) per cui se si infila, un po' esce e non lo blocchiamo, ma anche dal tubo l'aceto non scende facilmente. Abbiamo dato tutti ragione al nostro compagno e a quel punto noi non sapevamo ancora se l'ipotesi era corretta*

**Ristrutturazione:** questa fase del modello LpRC è la fase in cui si modella, nella discussione collettiva la ristrutturazione dei concetti per questo livello di età, nel nostro caso si trattava del concetto di reazione chimica. La ristrutturazione dei concetti è documentata negli Allegati 31 e 33 che riportano sia la narrazione sulla discussione collettiva, sia la mappa dopo il laboratorio (allegato 34).

Durante il lavoro in gruppo e nelle fasi di discussione collettiva documentate nelle narrazioni prodotte, si possono rintracciare evidenze della ristrutturazione. Si rintracciano anche nuove domande che dall'attività di discussione e sperimentale si sono generate. Si inseriscono in questa sede alcuni brevi testi che attestano questo fatto:

*...il palloncino si è gonfiato mentre c'era la schiuma, quindi abbiamo avuto la sicurezza che il gas si formava dal contatto tra aceto e bicarbonato e gonfiava il pallone, vederlo gonfiare è stato bello, quando si è fermato di gonfiare, abbiamo ripesato e abbiamo potuto vedere che il peso non cambiava, era sempre 164g, esattamente come prima.*

*...Quindi la massa nella reazione non cambia, cambiano i componenti e diventano un'altra cosa, infatti si sviluppa un gas che prima non c'era e si forma solo dopo il contatto, questo ci fa dire che è una reazione. Il gas è l'indizio visibile.*

*...Io però tra tutti ho avvertito subito una puzza di uova marce, e così abbiamo anche concluso che non solo lo sviluppo di gas ma anche di odore è un indizio di trasformazione. Il gas prima non c'era e poi si è formato, l'odore prima non si sentiva e poi si è generato ed abbiamo*

concluso che, poiché tutte le cose hanno una loro **natura** (si parla infatti di "natura umana, animale, ecc" quindi anche la limatura di ferro e l'acido cloridrico hanno una natura), quando limatura di ferro e acido cloridrico vengono a contatto reagiscono cambiando proprio la loro natura e trasformandosi in qualcosa di altro. Questa è reazione chimica.

...Quindi l'aceto agiva sul bicarbonato facendogli liberare un gas e facendolo cambiare. Allora abbiamo capito molte cose:

1. La massa varia se dalla reazione si forma un gas perché questo scappa via se non è impedito
2. Se viene impedito al gas di scappare e lo si lascia correre nel palloncino, si viene a fare un sistema chiuso con la massa che si controlla, che non cambia...

**ristrutturare i concetti** partendo dalle informazioni contenute nei dati:

Quello che ci dicono i dati sono che tra il liquido e il solido mescolato è avvenuta una reazione chimica perché ci sono indizi che ci fanno pensare a questo e cioè i cambiamenti di odore che prima non c'era e il fatto che si formano bollicine e cambia il colore. Allora dei cambiamenti nei componenti possono farci pensare che ci sono modificazioni nella natura di quelli che abbiamo uniti che diventano altre cose.

**Per concludere, il laboratorio sperimentale per la ristrutturazione concettuale (LpRC) è possibile inoltre:**

**facilitare il collegamento con le conoscenze quotidiane**

...e quando un compagno del gruppo ha messo la mano sulla schiuma senza toccarla ha sentito quasi piccole puntine, come fredde e si sentiva un rumorino come della bibita quando si apre la bottiglia, si sentiva come friggere. Uno di noi ha detto che sfuggiva anche un gas, e un altro che non aveva mai pensato che il "sentire friggere" era un gas, cioè lo sapeva, ma non ci aveva mai pensato.

## Facilitare l'ideazione per risolvere problemi

*durante la reazione per controllare le masse, dovevamo acchiappare il gas che si formava... perché quando si creano i gas poi sfuggono dappertutto e scompaiono. Quindi ci siamo messi all'opera e abbiamo pensato di prendere una beuta, metterci dentro il bicarbonato, chiudere la beuta con un tappo di gomma col buco, infilare nel buco un tubicino tappato da una parte con un po' di paraffilm, dall'altra metterci un imbutino per infilare l'aceto. Così, secondo noi dal tubicino sottile non poteva uscire nulla.*

## Fare nuove scoperte

*Un compagno, intanto, aveva preso il palloncino e si è messo a giocare gonfiandolo. Altri compagni gli dicevano di fermarsi, ma una compagna ci ha dato il "fermi tutti!" che potevamo tappare la beuta con quello. Così Alice e Eleonora hanno detto a tutti ciò che si poteva fare, cioè riempire il palloncino con l'aceto (come facciamo con l'acqua al mare per spruzzarla per giocare) e potevamo infilarlo sulla beuta, la parte da cui si gonfia era abbastanza grande per cui poteva essere allargata, senza rompersi, e messa sulla beuta, poi potevamo pesare tutto, alzare il palloncino, così l'aceto cadeva nella beuta sul bicarbonato; il sistema a tappo era fatto.*

## Attivare l'insorgenza di diatribe

*Sulla reazione chimica il nostro gruppo si è impegnato a discutere due cose:*

- 1. se i gas pesano o no, secondo uno di noi sì, perché con reazione tra aceto e bicarbonato se si faceva a contenitore aperto diminuiva se no, non diminuiva, allora ci siamo posti la domanda: i gas pesano sempre o a volte? Secondo uno di noi sempre hanno peso, secondo gli altri non sempre.*

2. La seconda cosa è stata la domanda: il ghiaccio che forma acqua e viceversa, cambia o no la natura? Ma neanche qui ci siamo accordati, secondo alcuni sì, perché sono diversi, il ghiaccio è ghiaccio e l'acqua è acqua; secondo altri sono uguali perché quando il ghiaccio passa ad acqua e viceversa, non si sente odore, né si sviluppa gas o cambia il colore, ma c'è solo che da solido diventa liquido o viceversa, quindi cambia lo stato, non la natura e dicono anche che se un pezzo di ghiaccio si mette in un contenitore con acqua allora non cambia nulla, esso si scioglie ma il sistema è uguale. Altri, su questo, hanno detto se un pezzo di alcol puro ghiacciato è messo dentro non cambia nulla e il sistema è uguale quando si scioglie. E quelli rispondono che no, che cambia l'odore perciò l'alcol si sente. Insomma non siamo venuti a capo di questa matassa.

**Questa tipologia di laboratorio stimola il pensare come si vede dal fatto che gli studenti si pongono domande:**

...Il nostro gruppo si è poi chiesto: ma in tutte le reazioni chimiche avviene che la massa si conserva? Questo lo abbiamo detto nella presentazione e abbiamo avuto molta soddisfazione perché domani faremo altre reazioni per capire questa cosa.

...Abbiamo così pensato che il gas doveva essere intrappolato, perché altrimenti usciva, ma in due ci siamo chiesti perché intrappolarlo non fa cambiare il peso? Noi l'avevamo aperto eppure non cambiava.

...Quindi avevamo letto il peso e non riuscivamo a capire cosa non andava, cioè dato che restava uguale, prima e dopo perché non andava bene? abbiamo pensato che forse lo avevamo letto troppo presto e avevamo messo una punta di bicarbonato con poco aceto, ma perché leggerlo troppo presto ci faceva sbagliare? I nostri compagni trovavano che la massa diminuiva se non si tappa il recipiente della reazione,



mentre se si chiude il recipiente la massa totale dopo la reazione resta uguale.

...Il nostro gruppo si è poi chiesto: **ma in tutte le reazioni chimiche avviene che la massa si conserva?.....**

### **Pensare anche per cominciare a concepire l'invisibile e porsi domande a riguardo**

...Noi abbiamo cominciato a dire: ma come fanno a trasformarsi le sostanze? Da dove si forma e come si forma un gas che prima non c'era l'ombra? Cioè ci siamo chiesti come si genera? Un compagno dice che la materia è formata da cose piccole legate, gli atomi, ma se le cose piccole, invedibili, sono legate, perché i gas sfuggono? Essi sono invedibili ma si può capire che ci sono con una pensata, il palloncino che si può gonfiare. Ma il gonfiore del palloncino dice che essi si allargano, ma allora, se tutto è formato da materia piccola, invisibile legata, perché i gas si allargano? Sono o no materia? Questo dobbiamo risolverlo.

### **Facilitare l'interrogarsi sui significati**

...La cosa più interessante del nostro gruppo è stata la discussione che abbiamo fatto sul carattere dell'acido e la domanda che ci siamo posti: *corroderà la polvere di ferro?* Alice ha proprio chiesto cosa ci aspettavamo e Leonardo ha detto di "veder mangiare" la limatura, mentre Eleonora si immaginava di vedere l'acido che come una schiuma consumava il ferro e per lei era corrodere questo.

...quindi i nostri componenti erano cambiati: il gruppo ha detto che "Cambiati" vuol dire che non hanno le stesse caratteristiche di prima e che i componenti sono diversi da prima e che alcuni componenti quando entrano in contatto cambiano la loro natura...Il gruppo poi si è messo a discutere sulla parola "**reagire**" ed abbiamo pensato che esso significa provocare un cambiamento... il gas prima non c'era e durante la "reazione" si sviluppa, è possibile che si sia formato qualche

componente nuovo che prima non c'era e quindi che i componenti siano **cambiati** che non sono gli stessi e che hanno modificato il loro essere e la composizione, cioè hanno cambiato la loro natura. Quindi abbiamo concluso che **reagire significa**: cambiare la natura e quindi una reazione chimica è un processo in cui si uniscono 2 o più componenti avendo una conseguenza: il cambiamento della natura.

..."agire" significava prima di tutto che c'era un contatto diretto, l'aceto non agisce sul bicarbonato se non è a contatto, non succede nulla se non c'è contatto; poi che l'azione che lui fa è di far cambiare qualche cosa nel bicarbonato, infatti si forma un gas. Ma..."agire" è reciproco perché se si mette l'aceto in un pallone e si fa il contrario, si versa il bicarbonato, si può dire che esso agisce sull'aceto quando c'è il contatto con l'aceto. Quindi nella reazione chimica "agire" vuol dire contatto e azione corrisposta di uno sull'altro.

### **Facilitare l'esigenza a lavorare con precisione**

...Eravamo molto curiosi di vedere cosa succedeva, ma siamo stati pignoli a fare le cose per bene e senza fretta, abbiamo pesato due volte le masse e abbiamo ottenuto sempre lo stesso risultato, poi con calma abbiamo preparato la tabella e dopo che tutto era a posto abbiamo versato l'acido.

### **Favorire la comprensione dell'importanza della previsione**

...Quello che è successo non ce lo aspettavamo, delle piccole bolle si sono formate e meno male che non friggeva come nella reazione tra aceto e bicarbonato, così subito due nostri compagni si sono precipitati a prendere il parafilm per coprire e metterci in sistema chiuso. Abbiamo capito in quel momento che dovevamo pensare allo sviluppo di gas che poteva uscire e che poteva rovinarci il controllo della massa prima e dopo. Sempre, quando facciamo una reazione dovremmo chiederci: si

*può formare un gas? E quindi poiché non lo sappiamo prima dobbiamo anticipare il pensiero del sistema chiuso.*

*...Abbiamo visto subito che c'erano dei cambiamenti nel colore e nell'odore dei nostri componenti, per cui abbiamo subito intuito che dovevamo pensare meglio a progettare perché non abbiamo previsto che dall'unione poteva formarsi un gas che poteva perdersi intorno, quindi abbiamo capito che la massa cambiava perché il sistema era aperto, ma che avevamo mancato nel prevedere.*

*...non abbiamo organizzato le cose pensando di tappare il sistema per crearlo chiuso per controllare le masse durante la reazione, quindi abbiamo capito che abbiamo trovato la massa cambiata perché c'era un gas che spariva. La prossima reazione dobbiamo prevedere che potrebbe formarsi un gas e prevedere che il controllo delle masse è da fare a sistema chiuso perché quando un gas si forma e il sistema è aperto la quantità di esso sfugge nella stanza e quindi fa diminuire la massa, però la massa non può sparire da quella materia si forma una materia diversa ma le quantità totali devono rimanere intatte.*

### **Per finire la narrazione dell'insegnante**

L'originale è in allegato 54, l'elaborato può dare l'idea di come la sperimentazione di questo modello di laboratorio abbia attivato cambiamenti non solo negli studenti ma anche nel docente della classe che è stato aperto e disponibile a intraprendere questa sperimentazione, in termini di riflessività sulla propria azione. La narrazione è stata redatta dal docente con cui avevamo stabilito di inserire in una cartella tutto quel che, secondo la sua idea, fosse importante segnalare e lasciare come memoria. Questo documento è stato redatto dopo l'attività sulla seconda reazione, tra ferro e acido cloridrico.

In questa attività, d'accordo con il docente, non abbiamo fornito ai gruppi le schede guida che erano state fornite nell'attività tra aceto e bicarbonato, ma solo la scheda relativa al Problem solving da risolvere.

Alla fine dell'attività l'insegnante ha commentato l'esperienza documentandola come da accordi presi nel gruppo di ricerca. Le impressioni riportate sono manifestate dal docente mentre si spostava tra i gruppi per osservare atteggiamenti e modi di fare degli studenti. L'insegnante dichiara di aver intrapreso l'attività curioso di vedere se funzionava , ma con qualche riserva ma poi è contento di aver intrapreso la sperimentazione. Infatti dice:

*Nonostante le riserve, mi sono lasciato convincere e corrompere, ora dico: meno male che l'ho fatto.*

*Le cose che ho potuto osservare mentre mi spostavo sono state importanti e mi hanno dimostrato che a volte usiamo un preconetto e un immagine di fare scuola stereotipata, forse perché non sappiamo fare, o abbiamo timore di fare diversamente, lasciare il noto per l'ignoto non è facile. Io, perlomeno, non mi sento sicuro e temo che la situazione possa sfuggirmi di mano.*

Richiama lo sforzo su se stesso per adottare un nuovo modello di approccio ma si dice contento di averlo fatto, dice infatti:

*Mentre gli allievi erano in gruppo e mi spostavo tra loro, mi domandavano se quella che gli avevamo consegnato era l'unica scheda, evidentemente si aspettavano le altre due. Alla mia risposta affermativa, alcuni gruppi hanno cominciato a chiedere cosa dovevano fare.*

*Il ricercatore mi aveva istruito bene a riguardo, mi sono attenuto al suo consiglio, o meglio l'ho condiviso perché ero veramente curioso di capire se poteva funzionare, mi sentivo tranquillo perché assistito e a seconda dei casi ho risposto agli studenti in due modi: "sono certo che voi sapete fare" oppure "voi cosa dite?", mi sono sforzato di adottare questo sistema ed alla fine ero contento di esserci riuscito.*

L'incredibilità del docente di fronte alla constatazione di autonomia organizzativa degli allievi:

*Un allievo di un gruppo, su cui non avrei mai scommesso, ha richiamato addirittura l'attenzione dei compagni dicendo loro "aspettate, è meglio se ci mettiamo d'accordo su quali dati vogliamo prendere, secondo me, il colore del ferro se cambia, cosa dite?". Non credevo alle mie orecchie, aveva parlato di "dati".*

La constatazione che il decentramento dà i suoi frutti

*Ero di fronte al fatto che cominciavo a realizzare l'importanza del decentramento, che ti permette di capire meglio come ragionano e si organizzano gli studenti, cosa dicono e fanno veramente.*

La documentazione dell'attacco di accentratrice e la riflessione sulle pratiche: l'innescò del cambiamento:

*...sono stato preso da un attacco di "accentratrice" rinunciando, come dice spesso il ricercatore, al "decentramento" e sono intervenuto su una discussione del gruppo riguardo al procedimento... ma quando stavo per aggiungere il motivo, uno studente mi ha detto queste testuali parole: "prof, ci lasci fare, se sbagliamo, almeno capiamo, se parla lei dobbiamo dire che abbiamo capito".*

*Avrei voluto ribattere, chiedere spiegazioni per quell'affermazione, ma ero stato preso talmente di sorpresa che subito non sono riuscito a reagire, dopo qualche istante ho capito che il mio allievo aveva ragione....Tutta la nostra scuola è impregnata di troppa autoreferenzialità, di centratura sul docente, quel che avevo appena sentito mi ha fatto riflettere sul decentramento, sul continuo controllo di ciò che si dice, e mi ha fatto capire quanto è importante e cominciavo per la prima volta a sentire la sensazione di non sentirmi sminuito, si*

*trattava di un modo diverso di tenere comunque il timone e di compiacersi di quello che inaspettatamente i ragazzi riuscivano a combinare in autonomia.*

Alla fine dell'attività vi è stato il confronto nel gruppo classe dove è stata riproposta agli studenti la mappa iniziale e richiesto loro di riformularla in intergruppo. I risultati nell'allegato 34. Come si vede il concetto di reazione chimica e di invarianza della massa durante la trasformazione **è stato ristrutturato**. Ma la sensazione era che alcuni studenti avevano bisogno ancora di azioni di insegnamento e di apprendimento. Avevo appuntato durante la discussione di intergruppo ancora frasi come:

*l'effervescenza non ha peso*

*Il gas è sparito*

### 10.5.3 laboratorio per il cambio concettuale: condizioni di attuazione

Come ho detto in precedenza sostengo la necessità nell'insegnamento delle scienze di mettere in atto un modello di laboratorio per favorire il cambiamento epistemologico o cambiamento concettuale (**LpCC**), si è concepito anche questo laboratorio come luogo dell'azione didattica in cui si assumono strategie centrali quali il conflitto/consapevolezza o la discussione/modellizzazione tra i membri della comunità, a seconda dell'attività scientifica che si prevede, e cioè relativa sia al **laboratorio classe** sia al **laboratorio sperimentale**. Il **LpCC** non è stato concepito come indipendente da LpRC ma fortemente intersecato e nel laboratorio sperimentale si sono costituite attività che avevano una prevalenza della tipologia **LpRC** o una prevalenza della tipologia **LpCC**, e il primo rimandava al secondo. Le azioni didattiche messe in atto nel LpCC sono:

**a)** Previsione, Confronto, Modellizzazione, Metacognizione, Cambiamento (PCMMC) messa in atto nel laboratorio classe

**b)** Osservazione<sup>102</sup>, Spiegazione, Confronto, Metacognizione, Cambiamento (OSCMC) messa in atto nel laboratorio sperimentale e svolta in concomitanza con quello LpRC sulle trasformazioni.

Le condizioni di attuazione sono state le seguenti: le classi, in cui è stata effettuata la sperimentazione, erano impegnate a svolgere le attività progettate sulle reazioni chimiche (le attività:  $\text{Fe} + \text{HCl}$ , succo di cavolo + acidi e ammoniaca,  $\text{CuSO}_4 + \text{CaCO}_3$ ; generalizzazione sulle reazioni e mappa concettuale riformulata), nelle stesse classi si doveva affrontare l'attività sulla combustione che è stata lasciata per ultima proprio per dar modo di passare al LpCC.

Nelle attività eseguite nella tipologia di laboratorio precedente era emerso ancora qualche problema relativo alla materialità dei gas evidenziatosi riguardo alla conservazione della massa, in un gruppo piccolo di studenti, era quindi evidente il legame tra questa e la

---

<sup>102</sup> Quando si parla di osservazione si intende "osservazione sotto ipotesi"

comprensione della **materialità dei gas**. Riemergeva cioè, la problematica segnalata da molte ricerche come tipico nodo su cui occorreva attivare un mutamento concettuale (C.L.Smith,2007). Proprio nella combustione la conversazione clinica aveva messo in luce che da alcuni studenti non veniva riconosciuta la presenza dell'aria come agente attivante la reazione e quindi non erano note le proprietà dell'ossigeno come comburente, dell'anidride carbonica come inibente. Per questa ragione gli studenti sono stati sottoposti ad un breve test che chiedeva loro se avevano o meno affrontato il tema della combustione negli anni precedenti e come lo avevano affrontato. Il breve questionario è riportato nell'allegato 35.

Il risultato del test ha messo in evidenza che nella maggior parte delle classi la combustione era stata affrontata alle elementari in % differenti di studenti che andavano dal 71% al 75%, i racconti degli studenti hanno evidenziato che avevano affrontato l'attività nel seguente modo:

- 48% avevano svolto la combustione in classe e l'insegnante l'aveva spiegata con tanti esempi e avevano letto dal libro.
- 16.5% aveva svolto il tema nel laboratorio di scienze in gruppo facendo l'esperienza della candela accesa all'aria e poi del bicchiere rovesciato sulla candela accesa e dopo un po' la candela si spegne. Riportando come conclusione che si spegne perché manca l'aria.
- 10,5% invece hanno dichiarato di averlo fatto nel laboratorio ma non in gruppo, lo hanno eseguito alcuni compagni mentre l'insegnante spiegava quello che stava avvenendo.
- Il 25% ha dichiarato di non aver svolto il tema

In una classe di 24 studenti, in cui vi è stata la disponibilità del docente a sperimentare, si sono trovati 18 studenti (75%) che hanno dichiarato di aver svolto il tema mentre 6 (25%) hanno dichiarato di non averlo svolto.



Si sono così separati due gruppi di studenti: quelli che avevano fatto l'attività alle elementari e quelli che non l'avevano affrontata e si è deciso che questi ultimi avrebbero lavorato nel laboratorio sperimentale con me impegnati nelle attività OSCCC del laboratorio LpCC mentre gli altri avrebbero lavorato con il docente sulle stesse attività con il LpRC(RCPR). In allegato 36 i dettagli organizzativi e i risultati dell'attività dei 18 studenti.

Prima della fase sperimentale è stata condotta la conversazione clinica solo con il piccolo gruppo di studenti, mentre come introduzione all'attività con il gruppo grande è stata riproposta dal docente la mappa concettuale della classe con la rilettura delle risposte che erano state date durante la conversazione clinica. In allegato i risultati integrali con il piccolo gruppo. Per le concezioni del gruppo grande vedi allegati 18, 19,21,23.

I risultati della **conversazione clinica**<sup>103</sup> (allegato 37) del gruppo piccolo di studenti mettono in evidenza che gli studenti usano propri criteri per operare sistematizzazioni di fenomeni, per esempio: le cose bruciabili/non bruciabili e secondo questi organizzano e classificano i fenomeni di cui hanno esperienza. Viene confermato il fatto che, secondo l'uso del criterio cognitivo: "esiste solo ciò che si vede", la combustione della candela per avvenire secondo il gruppo di studenti ha bisogno di:

*...fuoco.*

*...cose bruciabili*

Cioè le cose devono avere, secondo il piccolo gruppo di studenti il:

---

<sup>103</sup> Ricordo che la conversazione clinica è una tecnica con cui l'insegnante può condurre un piano di intervista semistrutturata con domande stimolo e domande di specificazione, mirate ad esplorare, in ordine al concetto prescelto le conoscenze spontanee della scolaresca. E. Damano, *Guida alla didattica per concetti*, pag 267, 1995, ed. Juvenilia.

*...carattere di bruciare*

Inteso come:

*... natura è quella di bruciare, per esempio il sale è salato, lo zucchero è dolce, le cose bruciano.*

Mentre il fuoco si spegne e quindi la combustione viene inibita da:

*...L'acqua!*

*...la schiuma! Che è l'acqua messa dentro la bombola è spinta, come sottovuoto, quindi forzata dentro, che poi quando viene sbattuta, come le onde del mare, si forma la schiuma che spegne prima il fuoco perché scivola meno.*

*La candela si spegne anche se soffiando,*

infatti:

*... il fuoco si è spento perché sopra la carta la nonna ha messo tanta legna grossa e sopra la legna tanta carbonella. Il peso quindi spegne il fuoco.*

*...ma anche la polvere della carbonella lo spegne, perché funziona da soffio!*

*...Anche la terra che si butta sopra lo può spegnere, perché pesa e fa polvere e perciò funziona da soffio.*

In nessun momento si assiste al riferimento all'aria, all'ossigeno o all'anidride carbonica, perché l'aria, l'ossigeno e l'anidride carbonica, per il gruppo di studenti in questione, semplicemente non esistono. La mappa rappresentazione della conoscenza del piccolo gruppo di studenti è riportata nell'allegato 38.

#### 10.5.4 Il laboratorio sperimentale: la tipologia LpCC e i risultati ottenuti

Le fasi del laboratorio LpCC sono le seguenti:

**Osservazione:** questa fase è intesa come osservazione sotto ipotesi, con nessun riferimento all'osservazione oggettiva sgombra da ogni teoria, è una osservazione progettata dagli studenti all'interno di una situazione problematica in cui si sono formulate alcune vie di soluzione e in cui le risposte durante e dopo le osservazioni sono molto condizionate dalle proprie concezioni.

In questa fase i continui stimoli inviati agli studenti nei gruppi possono consentire di raggiungere l'accuratezza della descrizione di ciò che sta avvenendo facendo in modo che registrano tutte le osservazioni su cui possono ritornare e riflettere nel momento in cui le anomalie si affacciano alla mente.

Alcuni brevi brani presi dagli elaborati degli studenti durante l'esecuzione della fase sperimentale, possono rendere evidente come l'osservazione sia intrisa di teoria, della teoria degli studenti che non "vedono" l'aria. Integralmente l'attività è riportata negli allegati 39 e 40).

Il **gruppo1** descrive cosa succede quando la candela è accesa:

*...la candela è accesa e brucia, ma mentre brucia non presenta più il cumulo a forma di cono, presenta un buco con al centro lo stoppino ripieno di liquido, lo stoppino è diventato nero, esce un fumo dalla fiamma...*

*...Dopo 45 minuti la candela è accesa, ora è + corta di quando l'abbiamo accesa e si vede bene perché abbiamo preso una candela nuova come quella che abbiamo accesa e l'abbiamo avvicinata a quella accesa, abbiamo visto che questa è più corta.*

*Lo stoppino è nero ed è al centro di una parte liquida. Dalla fiamma esce un fumo. Passato ancora qualche minuto, soffiamo e la candela si*

*spegne, il fumo per un po' continua a uscire dalla candela spenta e si sente odore di cera bruciata.*

E conclude:

*...Abbiamo visto anche che il soffio spegne la candela e finché lo stoppino è caldo dalla cera si forma il fumo, dopo un po' non fa più fumo. Quindi per bruciare alla candela serve il fuoco.*

Nei risultati, il **gruppo 2** dice che lo strofinio è responsabile dell'accensione del fiammifero, mentre l'aria non è considerata nel processo, e ribadisce che la candela per bruciare ha bisogno di fuoco, infatti:

*...Il fiammifero si è acceso dopo aver strofinato la testa sulla parte ruvida della scatola in cui era contenuto, quindi lo strofinio lo accende e lo fa bruciare,*

*Combustione = trasformazione di sostanze(cera, legno) in fumo. La candela per bruciare ha bisogno di fuoco*

Dopo l'osservazione della combustione di una candela su cui si rovescia un vaso i gruppi manifestano ancora la concezione che l'aria "non esiste, i brevi testi confermano che gli studenti in questione usano principi cognitivi percettivi che **escludono entità invisibili** come l'aria, che è appunto un gas. Infatti:

*...Il fatto che il vaso è stato rovesciato sulla fiamma ha creato una camera più calda che ha fatto apparire vapor d'acqua che ha spento la fiamma invece di mantenerla accesa.*

*...dalla candela continua a svilupparsi un po' di fumo che però sparisce presto*

*...L'ipotesi che abbiamo scritto, cioè che la candela continua a bruciare per un po' ma poi finisce per spegnersi è corretta. Infatti appena dopo che abbiamo rovesciato il vaso la fiamma si è spenta formando un po' di fumo che si attacca al vetro vaporizzando*

**Confronto e spiegazione:** questa fase è intesa sia con il significato specificato di confronto nella fase omonima del modello LpRC, cioè confronto come negoziazione delle cognizioni e rimodellamento dei propri schemi concettuali sia come fase dove si innesca la rottura dei propri schemi per il fatto che ci si scontra con visioni alternative.

In questa fase dopo la presentazione ad opera degli studenti della risoluzione della fase osservativa, si attiva il confronto delle concezioni con una regola specifica (allegati 41 e 45) e alla fine si assegna un compito (allegato 41) che possa portare alla **spiegazione** delle teorie che gli studenti espongono. Si sottolinea l'obiettivo della fase che è quindi di **confronto per facilitare la rottura delle concezioni**. Siccome i processi di conoscenza sono processi lenti, in questa fase si è usato in maniera moderata il conflitto cognitivo al contrario di ciò che invece raccomandava l'approccio classico, preferendo un programma di istruzione a lungo termine combinato con strategie costruttiviste. A tale proposito si sottolinea che il confronto in questa fase è stato messo in atto prima nel gruppo di studenti che manifestano maggiori resistenze a rinunciare alle proprie concezioni, poi si è intrapreso con la classe intera, dove erano presenti un maggior numero di studenti con meno resistenze ad assumere la nuova credenza.

Si riportano alcuni risultati che si possono trarre dai lavori degli studenti presentati integralmente negli allegati 40a e 40b, 41 e 42 i brevi passi di spiegazione forniti dagli studenti confermano come le teorie della mente

orientino la lettura dei dati e condizionano le interpretazioni, come le conversioni necessarie per cambiare visione del mondo siano molto difficili. In più occasioni, infatti, dalla conversazione clinica in avanti nell'attività, il gruppo piccolo di studenti aveva sentito e visto scritto (la mappa era in possesso di ogni singolo studente) collegamenti tra combustione-aria e combustione-ossigeno, ciò nonostante le loro credenze non sono state intaccate.

I risultati mettono in evidenza, che con le attività proposte, e di fronte alla diatriba che si era generata, la credenza **"il peso soffoca il fuoco"** funzionava da pre-teoria che guidava le concezioni del mondo dei componenti del gruppo 2. Mentre **l'assenza di materialità dell'aria**, quindi la mancanza di un nesso, e la negazione della credenza della sua esistenza condizionava le concezioni del gruppo 1. Alcuni brevi testi tratti dagli elaborati degli studenti, inseriti di seguito dimostrano quanto qui si afferma, che conferma la necessità di organizzare, nell'apprendimento delle scienze, non solo un laboratorio per l'esplorazione dei concetti scientifici ma specificatamente un laboratorio sul cambio concettuale, in modo da facilitare almeno la distinzione dell'ambito di utilizzo dei criteri cognitivi per l'analisi dei fenomeni del mondo naturale: il quotidiano, dove si può continuare a utilizzare il criterio "esiste solo ciò che si vede, si tocca, si percepisce"; l'ambito scientifico dello studio dei fenomeni che annovera invece, in modo contro intuitivo, entità invisibili, con massa e volume.

*...Non siamo d'accordo con le conclusioni del gruppo 2 che fanno la seguente teoria: la fiamma si è spenta perché il bicchiere pesando sulla candela spegne la fiamma. Quindi il peso soffoca la fiamma.*

*Non siamo d'accordo con le conclusioni del gruppo 1 che fanno la seguente teoria: la fiamma si è spenta perché il vaso che è stato rovesciato sulla fiamma ha creato una camera più calda che ha fatto*

*apparire vapor d'acqua che ha spento la fiamma invece di mantenerla accesa.*

Le **motivazioni** addotte:

motivazioni del **gruppo 1** a sfavore della teoria del gruppo 2

*...La candela non può smettere di bruciare perché il bicchiere pesa sulla candela poiché per pesare un oggetto su un altro, ci deve essere un contatto. Le cose per fare un peso devono essere sopra, appiccicate, e il bicchiere non è appiccicato alla fiamma, per cui la teoria non sta in piedi. Invece che il caldo porti vapore e umidità si sa, infatti durante il capovolgimento del bicchiere sulla candela accesa si è creato una camera più piccola intorno alla candela che ha scaldato la camera più piccola, **in questo modo è comparso vapore** con il caldo della fiamma e il vapore è acqua che ha spento, soffocato la fiamma nella camera più piccola.*

Motivazione del **gruppo 2** a sfavore del gruppo 1

*...La candela non si spegne perché il bicchiere ha creato una camera più calda che ha fatto comparire il vapor d'acqua, perché il bicchiere che è stato rovesciato sulla candela era vuoto e non conteneva nemmeno una goccia d'acqua e dal fuoco non si forma acqua. E' invece più probabile che il peso del bicchiere sulla candela faccia spegnere la fiamma, su questo ci sono i fatti che se si mette troppa legna o carbonella, il fuoco si spegne e fa fumo che spegne ancora di più. Quindi il peso spegne la fiamma. Una candela accesa senza pesi sopra si spegne solo quando la candela si consuma completamente, per bruciare una fiamma deve essere libera da pesi.*

**Cambio Concettuale:** il cambio concettuale ha le basi nella teoria di Piaget, ma da questa si distingue, come già detto, perché a differenza dell'approccio piagetiano che considera le operazioni logiche come strutture della mente che si sviluppano per azione individuale del soggetto su enti fisici, la teoria del cambio concettuale parte, invece, dal punto di vista che le strutture della cognizione siano un insieme correlato di concetti e credenze. Le basi poggiano, quindi, *"sui contenuti del pensiero anziché sulla sua forma"*<sup>104</sup>

Si sono adottati i suggerimenti di Posner e Strike(1985) per mettere in atto questa fase:

- suscitare insoddisfazione nelle concezioni che si vogliono orientare al cambiamento,
- rendere facilmente percorribile la nuova concezione, usando il laboratorio sperimentale LcRC o quello classe,
- la nuova concezione risulti utile a comprendere meglio la realtà.

Sottolineo, in aggiunta ai suggerimenti di Posner e Strike, che gioca a favore del cambiamento una forte attivazione degli studenti che aderiscono ai modelli della scienza, i quali in questo laboratorio sono stati messi in azione per la ricerca e per la progettazione. Questo gruppo è stato attivato cioè, a ricercare e mettere in atto proposte sperimentali di attività finalizzate a convincere i partecipanti alla diatriba ( i 6 studenti con teorie naif sulla combustione) ad abbandonare i loro modelli per aderire alle credenze della scienza accreditata.

L'attivazione in tal senso è stata finalizzata a potenziare e fortificare le loro interconnessioni concettuali e la consapevolezza delle difficoltà da superare in modo che questo costituisse la base di partenza per l'ideazione di un percorso di attivazione di cambiamento concettuale nel gruppo dei pari. Si sottolinea inoltre che la necessità di attuare il LpCC nasce dal fatto che in più occasioni nel laboratorio LpRC erano ricorrenti

---

<sup>104</sup> A.E.Berti, Cambiamento concettuale e insegnamento



frasi che mettevano in evidenza, in quattro gruppi di studenti su sei, che non era ancora avvenuto il cambio concettuale e perciò criteri cognitivi naif quali: "esiste solo ciò che si vede" ed ha "peso solo la materia percepibile ai sensi" e i "gas non sono materia e quindi non pesano", persistevano nonostante si fossero esplorati concetti scientifici assicurando l'attivazione dei soggetti e le loro interazioni in discussioni collettive. (vedi allegato 33) I seguenti brani dei testi delle narrazioni concordate nei gruppi mettono in evidenza questo aspetto:

*...Il gruppo poi si è chiesto: ma l'odore che prima non c'era e adesso si sentiva che cosa era?alcuni hanno pensato che fosse materia volatile, cioè gas che arrivava al nostro naso mentre si disperdeva nel laboratorio, ma altri pensano di no, che l'odore non può essere materia perché è **invedibile**, ma come un fluido telepatico che avverti con i sensi e che ti fa capire che le cose sono diverse.*

*Unendo questi due agenti, si ha la reazione che dà un nuovo componente che prima non c'era chiamato GAS. Gli indizi che ci dicono che si genera una reazione sono: lo sviluppo di odore, di bolle e il fatto che la massa cambia. Non avevamo previsto che si formava un gas e quindi non abbiamo formato un sistema chiuso per cui il gas è sparito.*

*Poiché combinando le due sostanze si sono formate bollicine e c'è stato un forte odore, allora è avvenuta una reazione chimica. La massa della reazione che abbiamo visto è rimasta uguale a dimostrare che essa non cambia durante la trasformazione perché le bollicine piccole che si formano che sono gas spariscono, sono evanescenti e non pesano, quindi la nostra ipotesi che diminuiva era errata.*

*Molti di noi hanno poi capito mentre si era fatta la reazione l'errore e quindi avendo trovato il peso diminuito è perché si formava un gas che sfuggiva e spariva, due compagni del gruppo però non capiscono perché la massa diminuisce e secondo loro resta uguale, quindi dicono che c'è*

*errore di pesata, infatti dicono che i gas non pesano niente e il gruppo è un po' incerto e quasi diamo ragione, ma non è d'accordo Tommaso, mentre è certa Eleonora.*

Si riportano per confronto i brani dei testi delle narrazioni dei due gruppi che chiaramente dimostrano di aver effettuato il cambiamento concettuale, sebbene nel secondo brano si possa rilevare ancora l'uso del termine "spariva" riferito al gas, il restante scritto convince in quanto i gruppi parlano di "quantità" che diminuisce poiché si è in presenza di un gas che sfugge nella stanza e di quantità totali che si trasformano in cose diverse ma che rimangono costanti:

*...Abbiamo visto subito che c'erano dei cambiamenti nel colore e nell'odore dei nostri componenti, per cui abbiamo subito intuito che dovevamo pensare meglio a progettare perché non abbiamo previsto che dall'unione poteva formarsi un gas che poteva **perdersi intorno**, quindi abbiamo capito che la massa cambiava perché il sistema era aperto, ma che avevamo mancato nel prevedere.*

*...Quindi abbiamo capito che c'erano indizi su cambiamento paragonato a quelli che avevamo visto con aceto e bicarbonato, infatti non abbiamo organizzato le cose pensando di tappare il sistema per crearlo chiuso per controllare le masse durante la reazione, quindi abbiamo capito che abbiamo trovato la massa cambiata perché c'era un **gas che spariva**. La prossima reazione dobbiamo prevedere che potrebbe formarsi un gas e prevedere che il controllo delle masse è da fare a sistema chiuso perché **quando un gas si forma e il sistema è aperto la quantità di esso sfugge nella stanza e quindi fa diminuire la massa**, però la massa non può sparire da quella materia si forma una materia diversa ma **le quantità totali devono rimanere intatte**.*

Nel LpCC i docenti sono posti di fronte ad una grande opportunità didattica, mostrare come:

1. ogni conoscenza scientifica sia impregnata di teoria,
2. la costruzione di conoscenze scientifiche siano spesso "controversie" da superare e la loro superabilità legata anche al forte consenso che una nuova teoria riceve,
3. la ristrutturazione dei quadri concettuali possa avvenire attraverso la consapevolezza dell'assenza di coerenza logica nelle argomentazioni e possa essere realmente favorita dalla discussione e confronto con il gruppo; ovvero se una impresa intellettuale intersoggettiva possa favorire quella soggettiva.

Le attività del LpCC sono state organizzate puntando su questi capisaldi ed estendendo la diatriba (vedi allegati 41) dei due gruppi piccoli nel grande gruppo (allegato 45) secondo le seguenti attività:

- presentazione dei risultati dei lavori dei gruppi nel gruppo classe e discussione collettiva,
- delineazione delle teorie alternative, disegno del controllo sperimentale e formulazione delle argomentazioni a sostegno delle teorie,
- risoluzione del conflitto e formulazione della nuova teoria

I risultati dei lavori di questo laboratorio sono riportati integralmente negli allegati 43 e 44. I lavori prodotti dagli studenti del gruppo classe mettevano in evidenza che la maggior parte di loro aveva compreso il processo di combustione secondo le aspettative del docente della classe e si è convenuto di attivare un laboratorio LpCC in cui contrapporre

questa maggioranza di studenti ai due gruppi 1 e 2 che avevano innescato una diatriba.

Nella fase di presentazione dei risultati dei lavori dei due gruppi ( 6 e 18 studenti), si è fatto prima esporre i lavori ai 6 studenti che non avevano mai affrontato il tema della combustione.

Durante la fase di intergruppo gli studenti del gruppo grande comprendendo il problema dei compagni (il fatto che per loro l'aria non esisteva, vedi allegato 45) hanno proposto una fase sperimentale per convincere i loro compagni ad aderire alla teoria scientifica della combustione (vedi allegati 47, 48, 49, 50, 51, 52).

La fase sperimentale ideata dai 18 studenti che concepiscono la combustione secondo la teoria scientifica accreditata ha messo in crisi la teoria dei loro compagni facendo in modo che questi abbandonassero il modello in possesso per aderire ad un nuovo modello. La narrazione (riportata di seguito) preparata da un gruppo dei diciotto studenti e condivisa con il resto dei compagni mette in evidenza la loro organizzazione per risolvere la diatriba.

### **Narrazione degli studenti: Organizzazione per risolvere la diatriba**

*Dopo che la prof ha fatto la ricapitolazione nella classe si sono organizzate tre fazioni di studenti: due che propendevano per la teoria 2 ( ed erano i due gruppi di compagni che non avevano lavorato mai alle elementari sulla combustione) mentre il resto della classe si è schierato per la teoria 1, e abbiamo deciso di cercare esperimenti per dimostrare che l'aria c'è in quanto abbiamo aderito a ciò che un compagno aveva detto alla prof e cioè: "L'aria prof. L'aria, perché se loro non la sanno, cioè cosa la compone e cos'è, non so forse lo sanno, però non ci pensano, non collegano", allora dovevamo cercare delle esperienze tra quelle che avevamo fatto alle elementari per far fare ai compagni dopo quella del vapore e della candela accesa che*

*Francesco e Daniel avevano pensato e fatto. La prof Carrozza ci ha aiutato perché ci ha dato un sito dove guardare e cercare, il sito era di un suo amico molto bravo e ci ha detto che forse ci poteva servire.*

*<http://www.wcsi.unian.it/educa/laboratorio/prespe.html>*

*4 di noi hanno guardato il sito e non è che le cose erano così facili, ma abbiamo però capito dalla lettura che potevano servirci e la prof ci ha aiutato con domande a capire come dovevamo fare e dove dovevamo arrivare, cioè lo scopo che dovevamo fissare, infatti è importante chiarire lo scopo e tutti e 4 abbiamo capito l'importanza.*

*Noi ci siamo appuntati le domande che la prof ha scritto su un foglio mentre l'abbiamo chiamata per aiutarci e leggere il lungo scritto del sito e abbiamo scritto sotto le domande le nostre risposte.*

*Quando poi abbiamo capito lo scritto e letto le esperienze abbiamo deciso di provarle prima e poi di farle perché ci servivano proprio per convincere i nostri amici. E così abbiamo fatto*

In allegato 46 sono invece riportati la scheda delle "domande aiuto" per aiutare gli studenti per la comprensione dei materiali ricercati per delineare il progetto sperimentale. Mentre negli allegati 47,48,49,50,51,52 sono riportate le esperienze progettate e svolte per convincere i compagni ad aderire al nuovo modello sulla combustione. Nell'allegato 53 si riporta, invece, la narrazione del piccolo gruppo dopo aver eseguito le esperienze assistito da due dei compagni del gruppo dei 18.

Dall'esecuzione dell'attività proposta al piccolo gruppo di studenti si possono trarre alcune riflessioni su come le teorie della mente veicolano la lettura dei dati e condizionano le interpretazioni. Questo era evidente sia durante le attività sia durante la fase di intergruppo, dove la diatriba che si era venuta a creare tra i due gruppi ricordava la diatriba in chimica durante la rivoluzione epistemologica innescata da Lavoisier.

E' proprio su questa riflessione che sono state organizzate le attività del laboratorio sul cambio concettuale (LpCC), ricordando ciò che la storia della scienza ci ha tramandato.

Lavoisier, quando studiò il fenomeno per cui la sostanza combustibile si combina con, l'ossigeno che è contenuto nell'aria, aveva in testa una ipotesi. Questa nuova ipotesi e la ricerca di conferme che mise in atto ha portato ad una rivoluzione che ha condotto a confutare l'epistemologia del flogisto, che nel 700 era una grande teoria scientifica.

Questa teoria che oggi definiamo sbagliata aveva comunque condotto a determinare la similitudine tra calcinazione e combustione anche se i due fenomeni apparivano come diversi. In ambedue vi era liberazione di flogisto anziché combinazione di ossigeno. Molti valenti chimici di allora non accettarono mai la nuova teoria, Priesley fu uno di questi.

Spesso le conversioni necessarie per cambiare visione del mondo sono molto difficili ed è la storia della scienza che lo insegna. Di fronte alla diatriba cui si stava assistendo in classe le attività proposte mettevano in evidenza che le teorie presenti nei soggetti guidano la lettura e l'interpretazione dei fenomeni naturali; la credenza "il peso soffoca il fuoco" funzionava da "pre-teoria" , da "occhiale" che guidava le concezioni del mondo dei componenti del gruppo 2. Mentre l'assenza di materialità dell'aria, quindi la mancanza di un nesso tra fenomeno osservato e l'esistenza dell'aria condizionava le concezioni del gruppo 1. Queste teorie alternative si mostravano resistenti, infatti non erano state modificate durante il percorso sulle trasformazioni chimiche affrontato nel laboratorio LpRC. Il modello LpCC con le azioni che lo caratterizzano facilita l'attivazione del cambio concettuale come si vede dalla narrazione elaborata dal gruppo dei 6 studenti e riportata integralmente nell'allegato 53. Cruciale per il gruppo piccolo di studenti è stata l'esecuzione dell'esperienza di far passare attraverso un imbuto inserito in barattolo con un coperchio e forato con fori, in uno dei quali

era stato introdotto un tubicino a squadra. Sul passaggio del liquido era stato richiesto agli studenti di fare ipotesi di previsioni.

Dalla narrazione del gruppo dei 6 studenti sono stati tratti brevi testi che si riportano di seguito, questi dimostrano come il LpCC faciliti l'adozione di nuove concezioni e la sostituzione di teorie naif:

### **Il momento iniziale: incertezza e scoperta chiave**

*...Noi ci siamo messi tutti e 6 nello stesso gruppo per eseguire le esperienze e con noi c'era anche un compagno che aveva organizzato le esperienze...ma non riuscivamo a capire perché le facevamo fino a quando non abbiamo visto quella delle due siringhe e il tubicino, non avevamo nessuno di noi pensato che l'aria potesse essere spinta e poi tornare indietro se si teneva tappato un pistone. Come è stato strano capire che essa aveva, occupava lo spazio come un sasso o una persona.*

### **I pari attivano l'adesione alle nuove concezioni**

*...avevamo fatto l'ipotesi che il barattolo si riempiva di liquido e che questo sarebbe passato senza fatica dal tubicino e dall'imbuto, lento perché l'imbuto e il tubicino erano stretti, perché nella nostra mente il barattolo era sempre vuoto. Ma se non ci fosse stato il nostro amico con noi non avremmo pensato bene a questo, era lui che ci diceva "attenti, cosa c'è ora nel vaso?" e noi rispondevamo "è vuoto" e lui ci diceva che secondo lui non lo era, allora alcuni di noi hanno cominciato a pensare che aveva ragione e pensavano come lui. Allora guardavano meglio le cose e hanno cominciato a spiegare che la fiamma si piegava perché dal tubicino a squadra usciva aria.*

### **La scoperta che convince ad abbandonare la vecchia teoria**

*...due amici... hanno detto "vediamo cosa succede se tappiamo il tubo a squadra e buttiamo il liquido nel barattolo?" Ecco questa cosa è stata geniale, perché se si tappava il buco, il liquido non entrava, allora abbiamo ricollegato tutto, è vero che l'aria non si vede, ma abbiamo*

*capito perché abbiamo fatto l'esperienza delle siringhe nell'acqua e fuori e che la fiamma della candela si piegava e spegneva per colpa dell'aria. Così proprio io che avevo detto che la fiamma si spegneva perché il peso del barattolo la faceva spegnere, del primo esperimento, ho capito che quel barattolo, come quello con l'imbuto non era vuoto ma conteneva aria...*

**La conferma che il mutamento concettuale si è attivato: l'insinuarsi del dubbio e la comprensione della nuova teoria**

*... cominciava a venirci un dubbio: quello che avevamo detto sulla combustione non era vero, dovevamo trovare qualche cosa di meno dubbio, visto che ora eravamo convinti che l'aria era dappertutto e quindi anche nei barattoli che appaiono vuoti e certo anche nelle nostre tasche che quando diciamo sono "vuote" per intendere che non abbiamo soldi, in realtà non lo sono mai, solo che contengono aria invece che soldi. Potrebbe viverci allora un insetto, una lucertola che potrebbero respirare (ammesso che l'aria basti), ma non potremmo comprarci un gelato perché sono vuote di soldi.*

**La conferma della consapevolezza della differenza tra conoscenza del senso comune e conoscenze scientifiche: la distinzione tra i due ambiti di utilizzo delle due differenti teorie, quelle naive e quelle scientifiche**

*...Ci sembrava strano pensare che noi quando diciamo le cose nel normale le possiamo dire sbagliate perché ci basiamo sugli occhi, in realtà se capovolgo le tasche vedo che non c'è nulla, ma "nulla" è vero per l'impressione comune, ma non è vero per il pensiero della scienza, per questo invece è proprio falso, ma falso completo!*



### 10.5.5 Il laboratorio classe LC e il laboratorio LpCC: condizioni di attuazione

Il laboratorio classe LC, è stato concepito come il mediatore attivo avente una tipologia di mediazione più distante dalla realtà ed è il tipo di laboratorio scientifico che riserva particolare enfasi ai mediatori iconici e si congiunge con l'azione didattica che, secondo Damiano, avviene appunto attraverso i mediatori iconici. Il laboratorio LC è stato definito come lo spazio classe in cui l'azione didattica direziona l'investigazione scientifica su fenomeni, che non possono essere investigati nel laboratorio sperimentale, e che vengono investigati per mezzo di materiali didattici iconici utilizzati per porre questioni scientifiche. L'obiettivo di questo mediatore e di questa tipologia di laboratorio è quello di intraprendere e risolvere **problemi concettuali**, di permettere la **modellizzazione** rendendo consapevole il significato di "**modelli scientifici**", di facilitare la consapevolezza delle proprie concezioni per **promuovere l'attivazione del mutamento concettuale**.

Con l'uso del mediatore LC si è concepito un LpCC che differisce per due azioni dal laboratorio LpCC visto in precedenza e sono, l'**azione P** o Previsione e l'azione **M** o **Modellizzazione**, mentre sono condivise azioni come: Confronto (C), Metacognizione(M), Cambiamento (C).

Con le attività di previsione e modellizzazione ci si distanzia maggiormente dalla realtà pur rimanendoci legati per i problemi posti, incardinandosi sull'idea di Damiano si viene a creare continuità con altri sistemi di mediazione, quelli iconici. Questa tipologia di mediatore attivo (LC), è stata sperimentata in una classe terza della secondaria inferiore sul tema della genetica mendeliana e i meccanismi di trasmissione ereditaria dei caratteri.

Il tema mi era stato comunicato dall'insegnante della classe che non voleva apportare alcuna modifica alla sua programmazione annuale in quanto gli studenti in uscita dalla scuola media, secondo la sua idea, *non potevano ignorare la genetica e le leggi di Mendel*. In primo luogo ho

intervistato la docente per sapere le modalità di intervento didattico che metteva normalmente in atto, in particolare gli argomenti specifici e la metodologia di lavoro. Quindi, ero interessata a sapere come affrontava abitualmente in classe la progressione cronologica degli argomenti e cosa faceva concretamente con gli alunni. La docente è stata disponibile a fornirmi un testo scritto preso dalla sua programmazione ( allegato 55). Il testo è stato letto ed analizzato insieme al docente durante l'incontro al mattino a scuola fuori dall'orario della lezione, in quella sede l'insegnante si è prestata ad una breve intervista che non avevo programmato. L'esito della conversazione con il docente è riportato nell'allegato 56.

Dalla lettura della programmazione e dalla breve intervista ho potuto rilevare che l'insegnante pone le basi del suo insegnamento di genetica partendo da **premesse** e cioè evidenze. *Poiché gli individui di una stessa famiglia presentano somiglianze e differenze tra genitori e fratelli è evidente che esistono dei caratteri ereditari che si trovano nel nucleo delle cellule e precisamente sui cromosomi, questi caratteri sono "entità fisiche" che si trasmettono dai genitori ai figli.* Per gli allievi l'evidenza è rappresentata solo dal fatto che all'interno della famiglia ci possono essere somiglianze ma la premessa relativa al fatto che i caratteri siano "unità fisiche" ereditabili da una generazione alla successiva non è una evidenza.

Difatti, nella conversazione clinica condotta successivamente nella classe con gli allievi, molti studenti hanno espresso l'idea che sia i caratteri sia il DNA non sono materia. Inoltre non è una evidenza, il fatto che alcuni caratteri possono essere trasmessi dai genitori e mantenersi come "unità silenti", cioè non manifestarsi alla I generazione mentre ricompaiono alla generazione seguente, infatti la mappa dei saperi in possesso degli studenti (allegato 56) ricavata dalla conversazione clinica (allegato 57) rivela che in molti credono alla **teoria del mescolamento dei caratteri**. Teoria storica, esistente ai tempi di Mendel sull'ereditarietà.

L'insegnante dichiara di condurre gli studenti, per mezzo della tecnica del dialogo, alla definizione di genetica ed è convinta che la credenza relativa al meccanismo dell'ereditarietà per mescolamento sostituita dallo stesso Mendel, potesse essere adottata dagli studenti senza sapere quale concezione possedessero riguardo l'ereditarietà dei caratteri.

In conclusione, l'insegnante usa con gli studenti un ragionamento deduttivo che parte da premesse evidenti, che perviene a conclusioni necessarie, modalità che non corrisponde affatto al modo di procedere nella conoscenza di questa scienza che è tipicamente sperimentale. Volendo omettere la parte sperimentale che, nell'idea del docente, è molto lunga e improponibile nella scuola, nel percorso d'insegnamento potrebbe essere introdotta l'analisi dei dati sperimentali per far trarre conclusioni dalla lettura, fatto che come potevo vedere dall'estratto della programmazione non viene preso in considerazione. L'insegnante nel percorso di insegnamento di questo tema privilegia, quindi, illustrare i risultati perché la conclusione si trova interamente nella premessa così come è stata posta nel problema.

Una simile presentazione delle cose non offre agli allievi la possibilità di acquisire una metodologia personale, perché è l'insegnante che compie tutti gli interventi. Ecco cosa dice:

*Il problema è: come fanno i caratteri contenuti nei cromosomi ad essere trasmessi sempre e solo quelli? Come fanno a non raddoppiare? Il ragionamento è che se partiamo da un dato numero di cromosomi tipico della specie e questo si mantiene costante allora è logico che nell'ovulo e nello spermatozoo il numero dei cromosomi deve dimezzare, infatti queste cellule sono APLOIDI; così quando si incontrano con la fecondazione il numero di cromosomi torna tipico della specie.*

La conclusione quindi, appare logica nel momento in cui si sa che il numero dei cromosomi è costante e che le unità genetiche costituiscono in effetti i cromosomi, e infine che questo numero è invariato per ogni

specie, la meiosi e la mitosi che l'insegnante spiega non insegna questo. Per concludere non si può parlare di insegnare l'approccio scientifico là dove il problema è presentato in termini tali che la soluzione è conosciuta.

### **10.5.6 I risultati della videoregistrazione: dal rivedersi la negoziazione dell'intervento e la sperimentazione dell'LC.**

Nella classe prima di affrontare il tema della genetica mendeliana, ho effettuato tre videoregistrazioni con l'obiettivo di negoziare con l'insegnante, dopo averle riviste insieme, non tanto il contenuto ma la modalità di azione didattica che avrebbe permesso agli studenti di costruire conoscenze riguardo ai temi proposti dal docente. Ho negoziato con l'insegnante l'opportunità di impiegare la videoregistrazione come strumento del metodo osservativo poiché ero interessata a esplorare, e far emergere la concezione di apprendimento/insegnamento del docente e la consapevolezza della tipologia di intervento delle pratiche didattiche abituali e come queste si presentavano. Se avevano carattere statico o dinamico, se cioè veniva favorita una variazione delle pratiche stesse, se miravano al coinvolgimento di tutti gli allievi o solo alcuni, i materiali privilegiati. Ho tralasciato, quindi, intenzionalmente il contenuto specifico disciplinare ed altre considerazioni che potrebbero essere fatte vedendo il filmato. Il filmato metteva in evidenza che:

- l'insegnante privilegiava una gestione centralizzata della classe
- la lezione si svolgeva per lo più dalla cattedra e i ragazzi seguivano la spiegazione
- la lezione cominciava regolarmente con il richiamo delle informazioni che erano state date nella lezione precedente in cui gli allievi venivano interpellati a rispondere
- il più delle volte l'insegnante iniziava la frase e interpellava individualmente gli studenti perché la terminassero,
- il coinvolgimento degli allievi appariva preferenziale, non tutti venivano interpellati e maggiormente le ragazze rispetto ai ragazzi
- i materiali abituali erano costituiti da testo o da fotocopie fornite dal docente
- la classe era assistita da un insegnante di sostegno che non partecipava attivamente, a volte eseguiva ordini che il docente impartiva e di tanto in tanto si rivolgeva all'allieva diversamente

abile della classe per darle delle indicazioni riguardo a ciò che, per esempio, doveva fare dei fogli o dei quaderni.

La negoziazione si è svolta partendo, come dicevo dalla visione del filmato (inseriti come allegati), su cui c'è stata una riflessione riguardo agli obiettivi che mi ero posta e che ho in quel momento condiviso con l'insegnante che era inizialmente più orientata a cogliere il contenuto specifico disciplinare. Alla mia richiesta generica subito dopo la visione: "che ti pare?" l'insegnante, infatti dice:

*...mi pare di non aver detto troppe cavolate sulla cellula nervosa e nemmeno sul cervello, ho trovato quel bel materiale...*

Dopo aver negoziato con lei l'obiettivo del "rivedersi" , l'insegnante dice:

*riconosco che non tutti gli studenti parlano, forse avrei dovuto far intervenire di più alcuni, ma non parlano mai...mi rivolgo alle ragazze perché sono un po' più studiose...*

*avrei dovuto accorgermi che il mio alunno è quasi sempre nascosto dietro la compagna, ora che ci penso...ogni tanto sparisce alla mia vista...*

ho proposto di prendere il tempo in cui l'insegnante parlava e confrontarlo con il tempo in cui ai ragazzi veniva concesso di parlare di seguito si riporta il commento della docente da cui emerge anche l'esplicitazione di un modello implicito di condurre la lezione, la consapevolezza della necessità di fare diversamente ma di non sapere come fare e la dichiarazione esplicita della disponibilità a provare ma in affiancamento per timore di perdersi, infatti:

*è vero, ho parlato tanto...non mi sono mai resa conto, ho gestito la lezione io, d'altra parte sono l'insegnante, sono io che devo spiegare e i ragazzi devono ascoltare, ma queste sono regole, come dicevamo nel*

*gruppo quella volta dell'incontro insieme agli altri? ce le siamo date noi? Sono scritte? Nessuno ce lo dice, ma si fa così, si dovrebbe fare diversamente ma io, almeno non lo so fare, dovrei vedere, capire, ma mi piacerebbe provare, com'è che proponi? Ma tu vieni in classe vero? Io non provo da sola, ho timore di perdermi...*

*...non mi ero mai resa conto che il mio collega è sempre lì come un salame, ma che ci fa così? Guarda che roba, che energie e risorse sprecate, si potrebbe pensare qualche cosa, devo dire che è un brutto vedere questa cosa qui, che impressione ...*

### 10.5.7 L'esito del negoziato: il patto sul percorso e i risultati della conversazione clinica

Alla fine del breve colloquio intercorso con la docente della classe terza, abbiamo preso accordi riguardo al da farsi, ideando un percorso da svolgere assieme nella classe che prevedeva il nostro decentramento e l'attivazione degli studenti. Per realizzare questo scenario occorreva effettuare in classe l'esplorazione delle conoscenze in possesso degli studenti sull'ereditarietà dei caratteri; l'insegnante ha accettato di buon grado perché testimone di risultati di momenti svolti con altre classi sulle trasformazioni chimiche e sui viventi dove *ne erano venute fuori delle belle* (cito le sue parole), così è stata preparata la conversazione clinica (allegato allegato 57) di cui si riportano domande del ricercatore e risposte degli allievi. Su questa attività le pagine del diario (allegato 59) redatte durante la sperimentazione documentano alcuni momenti in classe e alcuni vissuti del docente. Anche il docente infatti, affiancato in classe dal ricercatore ha percorso un cammino di cambiamento e revisione dei modelli di insegnamento.

Si riporta, inoltre, nell'allegato 58 la mappa delle conoscenze d'ingresso in possesso degli studenti formulata subito dopo la conversazione clinica.

I risultati della conversazione mettono in evidenza i seguenti punti:

- le concezioni degli studenti mettono in evidenza il concetto corretto di eredità biologica come "somiglianza" e non come "uguaglianza" e come legame biologico tra genitori e figli;
- il comportamento, la bravura, il talento secondo alcuni è ereditario;
- Secondo altri i caratteri fisici sono ereditari;
- La concezione largamente diffusa è stata l'esistenza di un legame tra il DNA e i caratteri e tra questi due e i cromosomi, ma la convinzione che non avesse consistenza materiale perché **non si può toccare**



- Largamente diffusa è la convinzione che l'ereditarietà è un fenomeno di **mescolamento**.

Sulla base di questi risultati insieme al docente è stato progettato il lavoro nella classe; le attività sono state documentate nelle pagine di diario (59-organizzazione gruppi e materiali; durante e dopo la conversazione clinica; 67-diario discussione intergruppo; 69-diario dopo attività incrocio crociato; 74-diario attività incrocio monoibrido; 75-diario lezione aggiuntiva; 76-diario discussione collettiva).

Il laboratorio classe si è sviluppato nel seguente modo:

- Conversazione clinica con la classe e formulazione della mappa delle conoscenze d'ingresso (allegato 57 e 58)
- Attività di scoperta degli organi sessuali delle piante, con due compiti di apprendimento, i risultati e i nuovi problemi emersi e risolti dagli studenti (allegato 61, 62-risultati lavori, 63- problemi emersi, e 64- narrazioni dei gruppi)
- Previsione incrocio crociato (allegato 65 e 66-risultati e narrazione)
- Discussione di intergruppo (allegato 67)
- Presentazione delle modalità messe a punto da Mendel (allegato 68)
- Attività incrocio monoibrido: presentazione incroci mendeliani (allegato 70) e compito di apprendimento (allegato 71), problem solving di previsione (allegato 72), risultati lavori di gruppo (allegato 73)
- Lezione aggiuntiva dopo gli incroci monoibridi e discussione collettiva (allegato 75 e 76- diario ricercatore)
- Conversazione clinica sui modelli scientifici (allegato 77)
- Compito di apprendimento sui risultati dei dati degli incroci mendeliani (allegato 78)
- Discussione collettiva per costruire un modello di Ereditarietà dei caratteri mendeliani (allegato 79)

- Conferma del modello: compito di apprendimento dell'attività di trasmissione dei caratteri ereditari da una cellula madre a una cellula figlia (attività di mitosi, allegato 80) e risultati (allegato 81)
- Compito di apprendimento sul linguaggio (allegato 83) e risultati nell'allegato 84.
- Costruzione collettiva di significati dei concetti (allegato 85)
- Attività sulla specificità del linguaggio della genetica (allegato 86)
- Attività sul carattere monosemico e polisemico dei linguaggi (allegato 87, Testo audio registrazione)
- Momento di sintesi collettiva e costruzione mappa del linguaggio della genetica (allegati 88 e 89)

i materiali e i problem solving sono stati forniti uguali a tutti i gruppi che sono stati seguiti in modo diverso, due gruppi da me e tre dal docente. Questa suddivisione era stata fatta perché il docente aveva dichiarato apertamente che alcuni alunni non sarebbero stati capaci di procedere, in quanto non avevano delle buone capacità di base, venivano identificati come "studenti così, così". Allora si è convenuto che i due gruppi di studenti "così, così" sarebbero stati seguiti da me, mentre gli altri tre dal docente (vedi pagine del diario, allegato 59).

Le attività sono state svolte in classe e nell'aula di informatica provvista di lavagna multimediale che è stata molto utile durante le fasi di presentazione del lavoro di gruppo e di discussione collettiva. Gli studenti erano molto abili nell'utilizzo del computer e nel produrre disegni con le forme di word, abilità che è stata convenientemente sfruttata durante la modellizzazione.

Le prime attività sono state condotte con un duplice scopo:

- richiamare alcuni concetti svolti gli anni precedenti necessari alla comprensione dell'ereditarietà mendeliana,
- facilitare l'adozione della modalità di lavorare in gruppo, gli studenti infatti erano poco abituati a lavorare in questo modo

(vedi allegato 60: foto tratte dalla videoregistrazione effettuata in classe).

Sempre dalle videoregistrazioni emergeva il fatto che l'insegnante accentrava fortemente l'attività tanto da rivolgersi agli studenti esponendo l'informazione e richiedendo il completamento delle sue frasi. Il dialogo con gli studenti della classe era, quindi, preferenziale, cioè rivolto a quegli studenti che intuivano la modalità di completamento che l'insegnante preferiva. Su questa base si rendeva necessaria una iniziale attività in cui gli studenti potessero essere impegnati a lavorare in modo autonomo nel gruppo iniziando con l'azione "Consapevolezza" dei saperi. Ciò è stato realizzato con le attività: "alla scoperta degli organi sessuali delle piante" ( allegato 61) e il compito di apprendimento di cui si riportano i risultati (vedi allegato 62) per la conoscenza degli organi riproduttivi delle piante. Da queste attività sono emerse domande e problemi posti in autonomia dagli studenti che essi sono stati invitati a risolvere (allegato 63) e a narrare (allegato 64).

### 10.5.8 Il laboratorio Classe: la tipologia LpCC e le azioni PCMMC

Poiché le azioni Confronto (C), e Cambiamento (C), sono condivise nel LpCC a tipologia PCMMC e OSCMC, ci si sofferma maggiormente sulle azioni P (Previsione), M (Modellizzazione) e M (Metacognizione), che caratterizzano questa tipologia di laboratorio classe e in particolare della tipologia LpCC. I dati raccolti durante la sperimentazione con l'utilizzo di questo mediatore e delle azioni P, M e M che esso prevede in aggiunta alle azioni Confronto e Cambiamento, ha fatto registrare un incremento complessivo sia della comprensione di alcuni concetti scientifici come quello di modello, sia un incremento nell'apprendimento delle conoscenze scientifiche partendo proprio dalla consapevolezza delle concezioni e concetti in possesso e del modo in cui durante il percorso di apprendimento si modificano o cambiavano.

**Metacognizione:** nel laboratorio scientifico è intesa principalmente come consapevolezza dei propri saperi scientifici e dei propri pensieri riguardo alle concezioni del mondo naturale. L'azione "Metacognizione" viene esercitata, durante tutto il percorso con il mediatore LC e la tipologia LpCC, congiuntamente sia all'azione di previsione sia di Modellizzazione, ma anche separata da queste due azioni. Dopo aver risolto il compito dell'impollinazione crociata, dalle narrazioni dei gruppi degli studenti (Allegato 64) si sono tratti brevi testi che dimostrano proprio come l'azione "Metacognizione" in questo laboratorio si esercita isolatamente e porta al rafforzamento e collegamento di alcuni concetti, alla intuizione che il concetto di "unità" riferito ai viventi debba essere inquadrato con un significato particolare, a riconoscere l'appartenenza alla categoria "viventi" di "oggetti" che comunemente ne vengono esclusi.

**Previsione:** inizia nel laboratorio classe (LC) con l'attività di PS (problem solving) concettuale che viene fornito agli studenti con materiale iconico.

Nell'ambito del laboratorio LC e la tipologia LpCC si struttura un momento investigativo in cui le azioni che vengono messe in atto, servendosi di materiali iconici, attivano i saperi in possesso degli studenti che facendo leva proprio su questi, ricercano soluzioni per portare a termine un problema da risolvere e **prevedere** il risultato di un metodo messo a punto per controllare un processo e , inoltre, comprendere operativamente il significato di "sperimentare scientificamente" su un fenomeno. Si pone l'accento sull'importanza della necessità di favorire in ogni tipologia di laboratorio la **coniugazione tra le conoscenze quotidiane e quelle scolastiche** (Ajello, 2000; Ajello e Belardi 2007)., ma soprattutto con questa particolare tipologia e l'argomento scientifico affrontato si rileva maggiormente come questa coniugazione sia possibile e indispensabile per la risoluzione del problema posto.

L'esperimento da mettere in atto per comprendere come funziona un fenomeno o un processo, va pensato e la sua attuazione poggia le basi su ciò che si conosce anche non inerente all'ambito studiato, ricollegato e usato per lo scopo: risolvere un incrocio crociato. Per poter pensare, prevedere, immaginare, gli studenti devono, inoltre, essere lasciati liberi di esplorare e di confrontarsi. L'azione di confronto, infatti, è svolta congiuntamente a quella di previsione e l'insegnante, deve decentrarsi per esercitare meglio le azioni didattiche.

I risultati dell'attività sull'incrocio crociato, sottoposta agli studenti, mettono in evidenza proprio questo aspetto e cioè che la costruzione di previsioni consapevoli si mette in atto nel gruppo di studenti che vengono lasciati liberi di confrontarsi, di esplorare i loro saperi costruiti in ambiti anche differenti, per esempio quelli informali, e di **attivarli** per risolvere il problema posto. Negli allegati 65, 66, 67, 69 vengono riportati sia le pagine del diario del ricercatore che documentano

l'attività, sia integralmente gli elaborati degli studenti, qui si riportano brevi testi dalle narrazioni dei gruppi a sostegno della validità del modello elaborato, in particolare di come l'azione prevista da questo modello permetta l'attivazione dei saperi costruiti in ambiti differenti da quello oggetto di studio per la **previsione dell'efficacia di un metodo che funzioni per un controllo sperimentale** in un incrocio crociato:

*...Noi ....abbiamo cominciato ad avere idee quando... ha detto, "mio nonno, per fare il miele di un tipo di fiori, li porta nella serra e lascia che le api possano usare solo quei fiori"; ... dice subito, di aver capito e aggiunge che "forse per impollinare con ciò che si vuole, dobbiamo , separare le specie, ha usato la parola: isolare". E così ci è tornato in mente il lavoro prima e abbiamo detto, "ma sì, il vento e gli animali possono portare il polline da una parte o dall'altra e se voglio quello devo proprio isolare".*

*...dice che secondo lui isolare i fiori non basta perché quelle piante, come c'era nel disegno, contenevano sia "spermatozoi che uova" e che comunque gli spermatozoi dello stesso fiore potevano entrare nell'ovaio dello stesso fiore e quindi che crociata era quella fecondazione? "Possiamo però ricoprire gli stami con la carta d'alluminio, il domopac" .....in questo modo il polline non può cadere nell'ovario del fiore".*

*...ho due fiori e tutti e due ermafroditi, ma da uno posso prendere il polline, posso fare cioè da "ape" e lo posso portare nell'ovaio del fiore a cui ho tappato gli stami, per cui l'altro mi serve solo perché prendo il polline, se un po' di questo cade nell'ovario suo che ci importa?, io credo che dobbiamo fare come l'ape".*

*..."Sì, da ape...e come faccio?". .... "trovato! Con uno spillo, con un tubicino! Posso prendere la polverina gialla, in molti fiori è gialla, io l'ho toccata, mi sono sporcato il dito, se ci metto lo spillo o un tubicino*

*sottile, sporco lo spillo e poi posso sporcare di polline il "fiaschetto"no? ...  
"Pistillo, si chiama pistillo!" ...*

*...Eravamo d'accordo che "il modo" che avevamo "inventato" potesse  
funzionare e come dice la prof di italiano il nostro "tema" era "pertinente  
e coerente con la traccia".*

*...ora avevamo capito che potevamo inventare e ci piaceva; e noi  
abbiamo pensato di fare uno schema delle azioni. Mentre facevamo lo  
schema, ... ha detto: "ma li lasciamo fuori quei fiori? E il vento? E le api  
vere?". ... ha detto: "vero, dobbiamo mettere tutto in serra, la serra ci  
vuole, una serra con le zanzariere"*

*...Così avevamo capito che il problema voleva che risolvessimo il caso di  
come fare per far avvenire la fecondazione crociata ed essere sicuri che  
solo le piante del colore rosso e bianco si scambiassero le cellule  
fecondatrici...*

*...abbiamo notato che gli stami hanno uno stelo e una specie di testa. "E  
se strappassimo lo stelo come si fa con un petalo? In un fiore  
rimarrebbe solo l'ovario che potremmo impollinare con il polline dell'altro  
fiore" . Ma ... "e come lo vediamo? Uno stame è piccolo!"; ..."però  
possiamo usare una lente di ingrandimento, e possiamo usare le  
pinzette per togliere i peli delle sopraciglia, se prende i peli e li strappa,  
secondo me strappa anche gli stami". Siamo stati tutti d'accordo che  
così poteva funzionare, e siamo stati soddisfatti di aver trovato lo  
stratagemma.*

*...Infatti ora avevamo un fiore solo con l'ovario e senza stami, come  
portare il polline dell'altro fiore? La cosa non era finita! ... "ci servirebbe  
un cucchiaino"; ..." ma no, è grande un cucchiaino, le api si posano e si  
sporcano le zampe che sono sottilissime, come si fa con un cucchiaino?";  
... ci vuole qualcosa di piccolo, un ago, uno stuzzicadenti! Si può fare con  
uno stuzzicadenti!; ..."E se provassimo con un pennellino da trucco? Io*

*quando mi trucco, prendo la polvere del colore con il pennellino mignon e poi soffio per non metterne tanto, la polvere vola, e il polline è polvere! potremmo fare così: prelevare con il pennello il polline del fiore, supponiamo del fiore bianco, portarlo poi vicino all'ovario del fiore rosso e soffiare per farvi cadere il polline, cosa dite?". Abbiamo detto tutti di sì...*

Le pagine di diario (allegato 69) documentano due episodi accaduti su due fronti, quello docente:

1. l'incredulità dell'insegnante dinanzi ai risultati degli studenti che lei considerava "così così"
2. l'instillarsi di dubbi riguardo alle proprie pratiche

quello degli studenti che mi comunicavano di aver vissuto un momento di scienza che "sembrava normale" che "capivano" e che avevano gradito.

L'attività si è chiusa in classe con la presentazione della modalità messa a punto da Mendel (allegato 68).

Inoltre l'allegato 66 mostra come questa tipologia di laboratorio possa favorire negli studenti l'autonomia, l'organizzazione e la scelta di forme di comunicazione per mostrare a sé stessi e ad altri i risultati dell'apprendimento collettivo.

L'azione di previsione si è esercitata, inoltre, con l'attività degli incroci mendeliani, in cui è stato proposto agli studenti, utilizzando materiali iconici, un PS (vedi allegato 70) per fare **previsioni** riguardo al risultato del carattere "colore del fiore" della prima generazione figliare derivante da un incrocio tra piante di linea pura a fiore bianco e a fiore rosso. Questa attività era fattibile perché dalla conversazione clinica era emerso che gli studenti avevano il concetto di linea pura, infatti avevano parlato di razze pure; a tale proposito si è convenuto di lasciare il linguaggio per loro più idoneo riprendendo solo alla fine la questione



lessicale. Inoltre nella conversazione era emerso anche chiaro il concetto di generazione filiale e parentale (vedi allegato 57).

I risultati hanno messo in evidenza che tutti i gruppi hanno fatto previsioni sugli esiti degli incroci, e due di loro, in modo originale, ipotizzando un test cross per la verifica della previsione (allegato 73 lavoro gr 3). Questo anche se non sapevano che si chiamasse così un test genetico secondo il quale, dato un fenotipo per un carattere, è possibile scoprire il genotipo tramite l'incrocio detto appunto test cross, eseguito tra organismi a genotipo ignoto e organismi a genotipo noto: omozigote recessivo per quel dato carattere. Si riportano in allegato 73 i lavori dei gruppi su questa attività. Due elementi salienti sono da rilevare durante questa attività e sono riportati in allegato nel diario compilato durante e dopo l'attività. L'utilizzo di questo laboratorio permette di sottolineare che:

1. l'insegnante stava percorrendo un cammino di cambiamento in cui si può evidenziare un momento di "preludio al cambiamento" in cui l'insegnante manifesta l'incredulità di fronte ai risultati manifestati dagli studenti con risultati mediocri (allegato 69)
2. L'insegnante diventa consapevole del proprio modello di insegnamento e di come si potrebbe fare in modo diverso, diventa consapevole anche il suo disagio (allegato 74) di fronte ad alcune situazioni didattiche, ai bisogni cognitivi degli studenti spesso in antagonismo al programma da svolgere e alla concezione che le persone comuni hanno dell'apprendimento.

*"forse mi sono imposta, mentre avrei dovuto lasciarli fare, ma avevo paura che non finissero e che si disperdessero perdendo tempo"*

*...i genitori ci pressano perché poi alle superiori non sanno, i genitori sono esigenti e si basano sulle pagine del libro che vengono svolte ti*

*faccio un esempio, lo scorso anno ho fatto delle attività di laboratorio, e quando ho visto i genitori a colloquio alcuni mi hanno chiesto come mai tutto quel tempo per 4 pagine del libro. Questi erano genitori istruiti e docenti a loro volta, sono rimasta molto male e depressa di fronte a questo appunto, dimmi tu cosa devo pensare”*

*...“Ora comincio a pensare che fare in modo che facciano è meglio per il rendimento, ma è difficile perché sono abituata a dire io e fare, vedi che è difficile, qui mi devo trasformare per fare così ma se penso ai risultati che ho visto, forse ne vale la pena...vedremo andando avanti, ora sospendo il giudizio”*

3. gli studenti cominciavano a rendersi conto che attivarsi per l'apprendimento portava sia ad una forte motivazione allo studio, grazie alle attività cognitive in cui erano impegnati, sia a comprendere che le ore di scienze non erano ore in cui venivano offerti elenchi aridi di informazioni da mandare a memoria ma ore in cui si esercita il pensiero. Alla fine dell'attività sugli incroci (allegato 69), infatti, gli studenti dicono:

*“ forte, prof, a me è piaciuta perché ho potuto pensare a ciò che so, non c'erano cose che non capivo, e sembrava normale, si la scienza sembrava normale”.*

*...“ si insomma ho capito cosa ha fatto Mendel perché ci ho pensato, alle cose che si fanno di solito usando la testa”.*

*“prof, non avrei mai pensato che il mio pennellino per il trucco mi avrebbe fatto risolvere un problema di impollinazione crociata, grazie, prof, oggi scienze mi è piaciuta, faremo ancora così, vero?” ...“che lei sta zitta e che parliamo noi, io mi annoio meno e mi diverto di più”*

Il materiale iconico sugli incroci monoibridi, fornito agli studenti durante il LC per il LpCC nell'azione di Previsione è riportato negli allegati 70, 71, 72. I risultati dei lavori di gruppo mettono in evidenza che il successo

dell'azione di Previsione è favorito se si impegnano gli studenti in attività di:

1. comprensione di ciò che il problema chiede e individuazione di ciò che richiede di prevedere
2. schematizzazione delle conoscenze in possesso
3. riflessione sulle conoscenze in possesso impostando, a partire da queste, il ragionamento che conduce alla previsione

Riguardo la **riflessione sulle conoscenze in possesso** impostando a partire da queste, il ragionamento che conduce alla previsione, i gruppi esprimono molte conoscenze da cui partono per costruire i loro ragionamenti (vedi allegato 73) sulla base dei saperi che dichiarano di possedere che motivano la previsione formulata. Un gruppo, come si può vedere dalla frase:

***dobbiamo incrociare il figlio della prima generazione con una pianta pura bianca,***

prevede un incrocio che in genetica è chiamato **test cross**, pur non sapendo che è un test genetico usato per determinare il genotipo di un carattere di un individuo con un fenotipo dominante per quel carattere. Questo comprova il fatto che l'azione "previsione" messa in atto da questo laboratorio per mezzo della riflessione collettiva attiva il pensiero.

**Modellizzazione:** l'azione di modellizzazione nel laboratorio classe (LC) con tipologia LpCC è intesa come azione che, per mezzo di compiti o stimoli verbali/grafici, favorisce la manipolazione di idee e la loro rappresentazione iconica. L'azione didattica attiva momenti in cui si privilegia il "pensare" sui fenomeni avviando processi di astrazione che

portano alla modellizzazione. Nella sperimentazione la costruzione di modelli si è intrapresa all'interno di conoscenze che per loro natura possono essere comprese solo mediante modelli, infatti i geni o "fattori ereditari" in quanto "unità microscopiche" possono essere pensate e manipolate quasi esclusivamente in questo modo e questi possono permettere di mettere in relazione il microscopico con la manifestazione del loro comportamento svelando ciò che è nascosto alla percezione e permettendo di spiegare ciò che appare eventualmente come una anomalia. Nella genetica mendeliana, la costruzione di modelli è stata fatta per rappresentare l'ereditarietà del carattere colore del fiore e per la conoscenza del processo di mitosi, partendo dalle conoscenze in possesso degli studenti: in ogni organismo esistono due versioni di ogni carattere, uno di origine paterna e uno di origine materna. Gli studenti nella costruzione di modelli devono abituarsi a pensare che per uno stesso fenomeno è possibile costruire più modelli e che i modelli sono strumenti per pensare piuttosto che strumenti per semplificare o rappresentare la realtà, come l'indagine preliminare svolta nella classe proprio su questo aspetto, dimostra.

### **Indagine sulla concezione di modello svolta nella classe**

Lo spunto per l'indagine è stato tratto da Mason, 2001<sup>105</sup>, è stata organizzata una conversazione clinica in classe durante la lezione successiva alla conversazione sull'ereditarietà, le domande rivolte agli studenti hanno seguito la traccia di seguito riportata:

*a cosa pensi quando senti la parola "modello"*

*cos'è un modello scientifico?*

*Quali caratteristiche devono avere i modelli per essere scientifici?*

*Qual è la finalità dei modelli scientifici?*

*Può cambiare un modello scientifico?*

---

<sup>105</sup> L. Mason, Verità e Certezze, Natura e sviluppo delle epistemologie ingenue, pag 267, Carocci, 2001

### *Per uno stesso fenomeno scientifico possono esserci più modelli?*

I risultati integrali della conversazione clinica sono riportati nell'allegato 77 sostanzialmente gli allievi hanno mostrato le concezioni riportate nella mappa 77 e sintetizzate di seguito:

Una concezione analogica dei modelli: cioè un modello è qualcosa che si costruisce in piccolo e conforme alla realtà, cioè a qualcosa di reale, come per esempio auto, oggetti, mobili. A tale proposito riportano l'esperienza fatta in Educazione Tecnica, una disciplina del loro curriculum di studi, per costruirli servono disegni e misure.

Idea di modello quale prototipo quindi di qualche cosa, riportando ancora l'idea di auto, centrale nucleare, parlando di prototipi di processi. I modelli scientifici servono per schematizzare e vengono fatti per verificare il funzionamento di qualche cosa, sono un esempio di modelli scientifici il ciclo dell'acqua che serve per vedere come l'acqua è sempre quella sulla Terra da evaporazione-pioggia.

Un modello è formulato dagli scienziati per questo è scientifico, essi lo comunicano agli insegnanti che li insegnano agli studenti.

I modelli scientifici sono unici, sono tanti se si riferiscono a macchine, televisori, cellulari, ma la linea di costruzione di base non cambia. Resta quindi invariato un modello generale da cui si possono derivare varianti.

I modelli possono cambiare solo se gli scienziati vedono che in un altro modo le cose funzionano meglio.

### **La sperimentazione dell'azione di modellizzazione**

La sperimentazione è iniziata con un compito di apprendimento in cui sono stati presentati ai gruppi i dati dei molti esperimenti sulle piante di piselli condotti da Mendel che voleva capire come funzionava il meccanismo dell'ereditarietà dei caratteri, è stato sottolineato a voce che l'idea vigente ai tempi di Mendel era che l'ereditarietà funzionasse con un meccanismo di "mescolamento" analogo all'idea che loro

avevano espresso durante la conversazione clinica iniziale (vedi allegato 57). Il compito è riportato nell'allegato 80 mentre nell'allegato 81 sono riportati i risultati.

Nella lettura dei risultati sui dati degli incroci mendeliani presentati con una tabella allegato (78), i gruppi hanno mostrato di aver saputo rivelare le informazioni nascoste contenute nei dati, e di aver saputo individuare le alternative dei caratteri studiati da Mendel. Tutti i gruppi dichiarano che i dati non sono compatibili con un meccanismo di ereditarietà per mescolamento e motivano facendo ricorso ai dati le loro affermazioni.

Riguardo alla domanda *se sulla base dei risultati riportati in tabella potrebbero concludere che un carattere ereditario si modifica nella trasmissione da una generazione alla successiva*, i gruppi hanno risposto che potrebbero invece concludere che essi **non si modificano** poiché si vede dai dati che le alternative ricompaiono così come erano nei genitori, sia il carattere "rosso" senza modifica, sia il "bianco" senza modifica ma in un numero minore di individui rispetto al carattere che gli studenti definiscono "più forte", "che domina", "che sovrasta".

Nella sperimentazione a partire dai dati della tabella, si è spinto gli studenti a riconoscere la regola secondo cui i caratteri segregano che è stata individuata correttamente da tutti i gruppi, gli studenti infatti riportano che la regola è un rapporto: 3:1 tra caratteri dominanti e recessivi e che le piante della F1 derivanti da incroci parentali di linee pure, sono "imbastardite" indicando che non sono pure.

L'aspetto più interessante è stato quello di chiedere agli studenti di "etichettare" e quindi "inventare" un nome e di formulare l'enunciato per una teoria dell'ereditarietà sulla base dei dati che loro avevano letto; i gruppi si sono riferiti a "pezzetti di materia", "corpiccioli", cominciando a rappresentarsi nella mente il concetto di caratteri come lo concepisce la scienza accreditata e cioè "unità di materia" che si trasmettono dai genitori ai figli, infatti ad esempio, gli studenti hanno così etichettato ed enunciato la teoria:

*...teoria "pezzettina" dell'ereditarietà e la enuncerei: i pezzetti di materia ereditaria passano senza modificarsi dai parentali ai figli. Nella prima generazione si vede il carattere più forte.*

*...Fa pensare a un passaggio di "particole di materiale DNA" come dei corpiccioli microscopici che passano, quindi possiamo chiamarla "teoria dei corpiccioli ereditari"*

*...La teoria dei geni dell'ereditarietà*

*"la teoria della trasmissione del carattere dominante nella F1, ma poiché si trasmette insieme anche il recessivo perché altrimenti non sarebbe ricomparso è come se fossero piccoli pezzetti che passano dai genitori ai figli e che restano interi, questi non si mescolano, sono corpiccioli unitari che si trasmettono senza fare una mescola, sono i "geni".*

Riguardo alla relazione esistente tra "gameti" e "trasmissione ereditaria", l'azione didattica intrapresa con i gruppi e con questa tipologia di laboratorio (vedi allegato 78)

dimostra di favorire un cambiamento di ottica, infatti la concezione di ereditarietà per mescolamento viene sostituita da quella "corpuscolare" dell'ereditarietà e la concezione di "è materia solo ciò che si vede" viene sostituita dal principio cognitivo scientifico "anche ciò che non si vede può essere materia".

Questa attività, è stata la premessa a quella di costruzione dei modelli che è stata affrontata con le seguenti modalità:

- a) Presentazione fatta dal docente dei risultati dei lavori di lettura della tabella sui dati degli incroci realizzati da Mendel
- b) discussione in classe con interventi dei vari gruppi e uso della LIM a cui era collegato il computer per condividere con tutti idee, argomentazioni ed eventuali rappresentazioni di idee.

Il ricercatore in questa attività ha facilitato la discussione e incoraggiato la rappresentazione grafica. Questo lavoro è stato svolto in tre ore consecutive di lezione, che non sono state usate integralmente. In allegato 79 la documentazione integrale.

I momenti principali da segnalare sono stati:

- la presentazione dei lavori degli studenti eseguita dal ricercatore e le domande che sui lavori venivano poste,
- momenti di riflessione di gruppo e momenti collettivi di condivisione anche dell'idea del singolo sulle questioni poste
- l'intervento di singoli studenti che attingendo ai loro lavori di gruppo per le risposte contemporaneamente si confrontavano con tutti i compagni. La domanda attivante è stata:

*...l'altra alternativa del carattere, c'è ancora o scompare e se c'è dove pensate che sia?*

L'intervento di uno studente che ha sbloccato, con il suo intervento la situazione, da un lato facendo appello ai suoi saperi, dall'altro attivando l'immaginazione, lo studente facendo appello ai suoi saperi e cioè che "i gameti hanno i cromosomi che sono fatti di DNA che è materia ereditaria, che ai figli i cromosomi vengono forniti dai genitori" suppone: " e se fosse che li forniscono uno ciascuno? Infatti abbiamo due alternative per i caratteri dei piselli!".

Questa supposizione ha permesso l'attivazione dei gruppi che si sono confrontati e proposto di usare la LIM per rappresentare le idee elaborate, ed arrivando così alla modellizzazione e alla valutazione della validità del modello ( allegato 79).



Il cambiamento della concezione di modello effettuato dagli studenti è documentata nell'allegato 79 e si può notare la differenza tra la concezione "naif" e la concezione che si è strutturata inseguito a quanto avevano sperimentato con l'attività di riflessione e discussione proposta nel laboratorio LpCC, dopo questa attività riguardo al modello gli allievi dicono:

*ma allora un modello non è sempre una copia in piccolo di una cosa, un attrezzo, un mobile, una macchina*

*un modello può essere una pensata che fai e poi ti convinci che la pensata potrebbe funzionare quando sperimenti o raccogli i dati. Ma allora vai a raccogliere i dati perché hai avuto una pensata, che poi però devi lasciare con tristezza se non trovi nulla che te li conforti...non è un bell'affare, ci lavori per anni magari e poi...*

*Si, ma può essere però anche quello, cioè una realizzazione di qualcosa che esiste nella realtà, ma non solo quello, può esistere nella testa e tu lo porti a conoscenza di tutti quando hai capito che puoi aver ragione che il tuo pensiero su quella cosa trova riscontri nelle cose che misuri.*

*Insomma un modello è una cosa complessa*

*Si però se pensi non è difficile da fare, e certo non è per semplicizzare, ma è per vedere "il complesso"*

Gli studenti cominciavano ad abbandonare l'idea del modello come analogia con qualcosa di reale tipo la ri-costruzione di un modello di mobile o macchina, avevano concretamente manipolato idee e avevano dato loro forma costruendo un modello di eredità. Si può prendere visione dell'attività integrale nell'allegato 79 ma questa sezione non può non concludersi con i testi degli interventi di alcuni gruppi di studenti che commentano ciò che hanno inteso dei processi della conoscenza scientifica:

*..È vero, è proprio vero, ha ragione, ma guarda ecco che si svelano i segreti dei scientifici..*

*Degli scienziati vorrai dire, non degli scientifici.*

*Si, degli scienziati, i cervelloni! Hai capito, ha ragione il mio compagno loro trovano i sotterfugi per capire come funziona, pensano una cosa, se la vedono nella testa e poi la provano e vedono se funziona...*

*Eh, si, qui l'esperimento lo puoi fare dopo che hai pensato, come dice lui, mica sempre prima!*

*Ma allora prof, possiamo immaginare i caratteri come pallini del filo del DNA, ma allora i caratteri sono materia concreta che c'è nelle cellule, sono materia organica perché noi siamo viventi, si ora so concretamente cos'è, è materia invisibile, che i genitori ci passano con le cellule gametiche. Quindi non era vero come dicevamo la prima volta che il DNA non ha consistenza fisica e che non è materia! Ora abbiamo avuto ragione a chiamare i caratteri corpiccioli!? Ma prof. questo Mendel come l'ha chiamato il suo modello di ereditarietà?*

## **Modellizzazione della Mitosi e linguaggio scientifico**

Si è insistito ancora sulla modellizzazione attraverso l'attività sulla mitosi nell'intento di far emergere la concezione che un modello per la rappresentazione di un fenomeno non è unico ma possono esserci più modelli. Infine si è fatto un lavoro sul linguaggio nell'intento di far apprendere per questo livello di età le funzioni di una lingua specialistica piuttosto che pretendere l'apprendimento di tecnicismi.

Si è proposto un compito di apprendimento richiedendo agli studenti esplicitamente di "pensare e rappresentare" partendo dai loro saperi il fenomeno di trasmissione di un carattere immaginario. L'attività è stata svolta in gruppo e in intergruppo. Il compito proposto e quanto realizzato dagli studenti è riportato in allegato 83 e 84.

I lavori svolti dagli studenti mettono in evidenza come gli allievi abbiano prodotto per uno stesso fenomeno più rappresentazioni e quindi diversi modelli che hanno quasi tutti una loro coerenza logica, ci siamo spinti anche a far comprendere chi decide e come si decide quale modello è quello corretto. I due momenti significativi si sono verificati subito dopo la presentazione delle loro rappresentazioni durante l'intergruppo. Il primo è stato il momento della discussione su cosa pensavano gli studenti delle diverse rappresentazioni prodotte, il secondo è stato il momento in cui si è affrontata la discussione nei gruppi per elaborare un giudizio di coerenza/incoerenza motivato di tutti i modelli proposti. L'idea di modello quale "strumento per manipolare idee" (gli studenti parlano di "pensieri su come funziona un fenomeno") durante queste attività di laboratorio per il cambio concettuale si rafforza maggiormente; inoltre, poiché lo stavano sperimentando in prima persona, propendono per l'idea che un modello (o una teoria) ha necessità di "convincere" e di cercare "adesioni".

Del primo momento si riportano a conferma di quanto detto alcuni brevi testi degli studenti:

*prima di tutto abbiamo disegnato i nostri pensieri su come funziona il fenomeno del passaggio dei caratteri da una cellula madre alle sue due figlie, perciò la rappresentazione e il modello sono la stessa cosa quando rappresento i pensieri che ho di quella cosa.*

*Allora la rappresentazione non è unica, perché i pensieri non sono unici e nemmeno i modelli sono unici*

*Quindi gli scienziati devono decidere su quello giusto!*

*Ma quello giusto qual è?*

*Secondo me quello che ha più dati*

*Secondo me è quello che convince di più, quindi lo scienziato che ha più presa per convincere, vince*

*chi conta di più secondo me, per esempio se un nuovo modello lo porta Einstein gli altri scienziati gli credono meglio che se lo porta un fisico di Povo per esempio, perché lui è Einstein*

*Si ma Einstein se è uno scienziato deve comunque portare cose che convincono, non è che gli scienziati perché lo dice Einstein credono sulla parola.*

*Si però si mette meno in discussione...una cosa nuova se la dice Einstein che è la fama, tutti si incuriosiscono e la ritengono importante e tanti aderiscono.*

*Si io aderisco a quanto dice, sono d'accordo.*

*Anch'io sono d'accordo serve che convinca e che vi aderiscano.*

Le motivazioni di coerenza/incoerenza dei modelli elaborati dai gruppi sono riportati nell'allegato 81.

Gli studenti hanno elaborato nel corso dell'attività modelli simili (Mod. 2 e il Mod.3) ma proponendo versioni leggermente diverse, nel senso che uno proponeva il raddoppio dei cromosomi prima della divisione e l'altro il raddoppio dopo, si è perciò posto il problema della decisione: "come si faceva a decidere tra i due?"

I ragazzi hanno proposto di cercare informazioni e di provare dopo a discutere di nuovo sulla base di queste informazioni. Praticamente hanno proposto di ricercare e proporre nuove argomentazioni per cercare di convincersi e di convincere.

Ovviamente nella ricerca di informazioni si sono imbattuti nelle due divisioni delle cellule, la meiosi e la mitosi che hanno studiato da alcune fonti, come libro di testo e materiali trovati in rete, ma la cosa più interessante è stata la proposta di una studentessa che ha portato il filmato di Youtube sulla meiosi e sulla mitosi, così in classe abbiamo visionato il filmato e si è deciso di adottare ciò che in letteratura scientifica era accettato, cioè che il raddoppio avviene prima della divisione della cellula in due cellule figlie (mitosi) in due e poi quattro

cellule figlie (meiosi). I ragazzi hanno poi proposto di provare con un gioco: GEOMAG che loro avevano o con il PONGO a modellizzare la meiosi, le foto in allegato 82.

### **La modellizzazione del linguaggio scientifico: il linguaggio della genetica**

Nell'azione didattica "modellizzazione" del laboratorio classe LpCC, non poteva mancare la costruzione di un modello di linguaggio scientifico partendo da quello che gli studenti avevano sperimentato e cioè quello della genetica. I docenti di materie scientifiche evidenziano nei loro discorsi la difficoltà dell'apprendimento del linguaggio scientifico da parte degli studenti ed anche i docenti con cui si è intrapresa la sperimentazione avevano in più occasioni segnalato tutto questo. Il problema del linguaggio è segnalato come una delle difficoltà di apprendimento delle materie scientifiche dagli insegnanti nel focus group specifico (allegato 1c) ma nella concezione degli insegnanti si è strutturato un modello mentale di linguaggio scientifico come "contenitore" di termini univoci, la cui funzione è quella di *comunicare i risultati senza equivoci*. Questi modi di concepire il linguaggio specialistico solo come terminologia e di considerarlo un "*sistema linguistico radicalmente contrapposto a quello della lingua comune*"<sup>106</sup> non inquadrano il modello stesso del linguaggio specialistico. Che il linguaggio sia uno strumento di comunicazione è indiscutibile però le concezioni espresse sono prive del fatto che il linguaggio è strumento di concettualizzazione e la strutturazione dei concetti ha un forte legame con le definizioni verbali e una buona capacità di categorizzare e di organizzazione gerarchica. La lingua e i linguaggi specialistici, come si è detto in precedenza, sono sistemi ordinati di significati, di categorie, di principi e metodi per produrre i significati stessi. Questo concetto è

---

<sup>106</sup> Tullio De Mauro, *Studi Sul Trattamento Linguistico Dell'informazione Scientifica*, Bulzoni Editore[1994, pag 48],

assente dalle concezioni dei docenti in cui si è svolta la sperimentazione, come pure manca la concezione, già ricordata, che la lingua collega e dà forma al corso dei pensieri che comunica e la forma vincola la costruzione dei pensieri in quel preciso modo (U. Margiotta, 2002)<sup>107</sup>.

Su queste premesse nella classe terza, si è organizzata l'azione sulla modellizzazione del linguaggio scientifico della genetica.

L'azione ha avuto inizio con un compito (vedi allegato 83) che riportava i termini utilizzati durante l'apprendimento della trasmissione ereditaria dei caratteri con la richiesta di specificare i significati che il gruppo di apprendimento aveva dato. Ogni gruppo ha svolto il compito (i risultati nell'allegato 84) e alla fine si è intrapresa una discussione collettiva che aveva lo scopo di raccogliere per ogni termine i significati attribuiti da ogni gruppo e di riformulare collegialmente un significato condiviso (vedi allegato 85), alla fine sono stati presentati i concetti genetici specifici accanto ai significati condivisi formulati.

Le successive azioni si sono incentrate sulla discussione collettiva sia per riflettere sui significati dei concetti genetici che cominciavano ad assumere una connotazione appropriata, e cioè: etichette per categorie concettuali; sia per far comprendere che una lingua specialistica si struttura dal linguaggio comune con delle precise regole, come per esempio i significati monosemici, e con una funzione ben precisa.

Con questi intenti, infatti, in un primo momento si è richiamato l'attenzione degli alunni su alcuni concetti genetici posti accanto ai significati che erano stati condivisi (per esempio: omozigote, eterozigote, incrocio, allele) e si è chiesto loro se avevano mai sentito questi termini in ambiti diversi e con quale significato. Scopo principale di questa azione era far riflettere appunto sul significato polisemico o monosemico dei linguaggi comune e scientifico (vedi discussione nell'allegato 87). In un secondo momento si è insistito sulla funzione dei linguaggi specialistici, cioè sul perché la scienza abbia la necessità di un

---

<sup>107</sup>U. Margiotta, In Pedagogia on-line/SIS, 2002, Terza lezione. Il linguaggio come strumento della mente. In che senso l'apprendimento precede lo sviluppo.

linguaggio specialistico. Gli studenti, nella discussione, hanno determinato che un linguaggio specialistico ha la funzione di:

- indicare, cioè designare le qualità o caratteristiche degli "oggetti culturali" della scienza che lo conia;
- descrivere le qualità o caratteristiche degli "oggetti culturali" della disciplina scientifica di riferimento,
- Spiegare le qualità o caratteristiche degli "oggetti culturali" della scienza con cui coevolve.

La sintesi realizzata collettivamente dopo la discussione è riportata in allegato 88, in allegato 89 la mappa costruita dagli studenti riguardo alle caratteristiche del linguaggio della genetica, nella mappa 92 invece è riportata la mappa sulle funzioni del linguaggio scientifico. Nell'allegato 90 si riporta il testo dell'audioregistrazione dell'attività dove emerge la funzione del linguaggio scientifico indicata dal gruppo di studenti. Come si vede dagli allegati, gli studenti individuano la funzionalità del linguaggio e usano esempi pertinenti che fanno comprendere la riflessione che stanno conducendo e il grado di approfondimento cui questa può portare, infatti gli allievi dicono riferendosi al linguaggio:

*... volevo dire che non solo descrive, ma anche spiega.... perché se io penso a Eterozigote non penso solo al fatto che ci sono due caratteri diversi, ma penso anche a come si comportano, per esempio il rosso del fiore di pisello sarà sempre dominante, mentre il bianco nel fiore di pisello è sempre recessivo.*

*È vero, il termine eterozigote ci può dire quali geni ci sono e allora ce li descrive così: il carattere per il colore rosso e quello per il colore bianco; poi ci dice anche le caratteristiche che hanno, ma spiega anche come loro si comportano e quindi le caratteristiche che succederanno se uno li riceve per trasmissione ereditaria e cioè: "tu ricevi un gene recessivo o un gene dominante"*

Per finire un breve commento sul vissuto dell'insegnante. L'insegnante documenta molte cose ma le due più importanti riguardano:

1. il rilevamento della maturazione del **gruppo** come soggetto in apprendimento e si esprime dicendo:

*...Credo che proprio la tipologia della proposta in continuità con le loro esperienze, la problematicità di cui era impregnata, il confronto e il continuo rimando di un messaggio positivo di convinzione nelle loro possibilità di riuscita, ha fatto scattare la molla della motivazione e dell'interesse.*

*Ho potuto percepire che con il ricercatore gli allievi non avevano paura di essere giudicati e parlavano volentieri, quello che ho colto nelle proposte è stato il tempo e lo spazio veramente ridotto riservato al docente e lo spazio veramente ampio lasciato ai gruppi, non ai singoli, ai gruppi... Ho sentito dire spesso, mentre girovagavo nei gruppi, l'espressione: lo abbiamo fatto noi, lo abbiamo detto noi che si sostituiva via via all'espressione più familiare: l'ho detto io, l'ho fatto io.*

2. l'importanza del decentramento come azione didattica che non toglie importanza al docente ma favorisce da un lato l'attivazione degli strumenti e dall'altra il processo di "osservare i processi" di apprendimento con uno sguardo relativistico. L'insegnante infatti dice:

*In questo processo ho assunto il ruolo di guida senza fornire nozioni preconfezionate, questo fatto è risultato estremamente positivo anche per quei ragazzi che normalmente apparivano deboli, direi che sono stati loro a stupirmi maggiormente. Riflettendo sull'attività, mi sono resa conto di un fatto, assumere la funzione di guida non è l'aspetto più importante di questo modo di operare, ma lo è invece "fare da osservatore" di ciò che accade, infatti svincolata dalla "trasmissività di informazioni" ti concentri sull'aspetto delle dinamiche e cominci a cogliere che ragazzi "catalogati come deboli" in modo inatteso determinano svolte nell'affrontare i problemi, Angela non sa risolvere*



*problemi di matematica ma l'ho vista in opera sui problemi di genetica e risultare la migliore, se qualcuno oggi mi chiedesse se Angela sa risolvere i problemi, direi sicuramente di sì, o dipende dai problemi, sarei comunque tentata di capire perché non sa risolvere quelli di matematica, quindi sono capace ora di non generalizzare.*

Alla fine dell'attività l'insegnante ha proposto agli studenti organizzati in gruppo la risoluzione di un compito di apprendimento il cui testo è riportato nell'allegato 94. I risultati di apprendimento sono stati eccellenti, dopo l'attività sul linguaggio gli studenti sono stati in grado di individuare correttamente il fenotipo e il genotipo dei parentali e degli individui della F1 secondo le regole dell'ereditarietà mendeliana.

## **11. Considerazioni finali: Risultati e prospettive**

### **11.1. Valutazione complessiva della ricerca e esiti più importanti**

Gli esiti più importanti che questa ricerca ha fornito sono individuabili nella pratica dell'azione didattica e della conoscenza della pratica stessa. L'insegnamento delle scienze è stato concepito all'interno della teoria dell'insegnamento come teoria dell'azione didattica che si concretizza per mezzo del mediatore dell'azione più tipico nell'insegnamento delle discipline scientifiche: il laboratorio.

Il laboratorio scientifico quale mediatore attivo dell'azione didattica nelle scienze, come risulta dai dati raccolti sia con la ricerca che ho condotto sia da altre indagini<sup>108</sup>, è puntualmente escluso nei percorsi di formazione di base degli adolescenti in ambito scientifico. Il problema dell'esclusione è stato già precedentemente sottolineato ma non è l'unico, infatti esso è accompagnato dalla problematica che lì dove viene considerato, la modalità con cui è praticato è con azioni didattiche esecutive o dimostrative che ben si allontanano dalla modalità di impiego nell'azione di conoscenza scientifica. Il laboratorio scientifico è stato sperimentato in un modello che disegnava le azioni in funzione dell'accoppiamento tra lo sviluppo e l'apprendimento dei processi scientifici e quei processi che all'interno del laboratorio possono attivare mutamenti di credenze in un percorso centrato all'apprendimento di conoscenze formali non slegato dalle conoscenze informali. I risultati ottenuti fanno rilevare esiti positivi a riguardo. Infatti questa ricerca ha realizzato un collegamento tra pratica di insegnamento attraverso il laboratorio scientifico, il processo di apprendimento secondo le scoperte scientifiche più importanti del nostro secolo riguardo l'apprendimento stesso e cioè la "dipendenza ecologica" dei soggetti umani e la realtà

---

<sup>108</sup> Un esempio è costituito dal documento del maggio 2007 di diffusione dei risultati dell'indagine messa in atto dal gruppo di lavoro per lo sviluppo della cultura scientifica presieduto da L. Berlinguer

dell'esistenza delle teorie della mente sui fenomeni naturali di cui ogni individuo è portatore. La ricerca condotta ha avuto come esito il fatto che questa integrazione messa in atto è risultata fondamentale nel processo di insegnamento/apprendimento delle conoscenze scientifiche rappresentando un dato basilare per la costruzione di conoscenze scientifiche sul mondo naturale secondo le teorie della scienza accreditata.

Un contributo significativo è stato dato anche nel campo della metodologia della ricerca etnografica in ambito d'insegnamento scientifico. Ritengo che questa ricerca abbia fornito un contributo pertinente non soltanto nel confermare che uno studio di questo tipo, che concepisce il ricercatore immerso nel sistema di indagine facendo uso di vari metodi, possa ricostruire una realtà con una soggettività che partecipa attivamente alla produzione dei significati insieme agli attori della comunità coinvolti nella ricerca, ma anche perché nell'affrontare lo studio dei problemi inerenti all'insegnamento, proprio il ricorso ai metodi etnografici ha consentito di evidenziare l'importanza dell'affiancamento ai docenti di scienze che a differenza di altri docenti devono organizzare i laboratori scientifici oltre a quelli cognitivo-relazionali che competono anche ad altre discipline. L'organizzazione del laboratorio di pratiche scientifiche è l'aspetto in cui i docenti di scienze si sentono poco sicuri perché questo aspetto è poco preso in considerazione dalla formazione universitaria.

In ultima analisi ritengo che la ricerca che ho condotto abbia dato un contributo anche all'attivazione di una comunità scolastica di ricerca azione, dando prova che sia fattibile il percorso delineato, la comunità scolastica con cui ho ricercato continua anche quest'anno sia la sperimentazione del modello di laboratorio sia la sperimentazione del laboratorio di riflessione/ricostruzione di cui sono ancora una dei componenti, inoltre il gruppo è in interscambio per il progetto di sperimentazione con una scuola presente all'incontro da me organizzato per la negoziazione dell'uscita dalla comunità.

## 11.2 Considerazioni sulla metodologia della ricerca

La caratteristica fondamentale delle ricerche etnografiche è quella di svolgersi nel tempo lungo un cammino a spirale e ricorsivo (Ricolfi 1997: 64), la documentazione sperimentale prodotta in un dato momento e la conseguente analisi in itinere determina l'emergere di aggiuntive domande di ricerca che conducono la successiva fase di osservazione e raccolta dati sul campo. Ciò è successo durante lo svolgersi della mia ricerca nel momento in cui ho iniziato i focus group con i docenti, sia generali, come per esempio quelli sull'insegnamento, sia specifici per esempio quello sui viventi o sul colore delle cose che è stato indotto dal colore cellule, o quelli relativi alla modalità di fare la lezione di scienze o il laboratorio.

Ho ritenuto opportuno far ricorso al pensiero di Linehan e McCarthy (2000) che anche se prende in riferimento contesti diversi da quello scolastico mi suggeriva una analogia e cioè l'interesse non verso il singolo soggetto ma verso i soggetti in interazione e in negoziazione da cui poteva invece sorgere il desiderio di cambiamento delle convenzioni poiché nel confronto interattivo sarebbero stati più disposti a comunicare agli altri alcune contraddizioni rendendole consapevoli. Per questo motivo nel percorso di ricerca ho fatto molto uso dei focus group invece che rivolgermi ai singoli membri della comunità scolastica, interessata al fatto che ogni singolo soggetto spesso si inserisce in modo acritico accettandone le regole convenzionali senza metterle in discussione, per esempio le disposizioni dei banchi nelle aule e della cattedra, l'accettazione acritica di un modello di insegnamento delle scienze che partiva dal libro di testo, la conduzione del laboratorio con modalità esecutive o dimostrative.

Alcune delle contraddizioni sono venute fuori nel gruppo durante le discussioni di temi generali quali l'insegnamento delle scienze e il modo di condurre l'insegnamento delle scienze. Al di là della concezione di

scienze mostrata dai docenti partecipanti alla ricerca e documentata nella tesi, emerge il fatto che nell'interazione attiva tra i membri della comunità, se ci si interessa non al soggetto singolo ma al gruppo, comincia la costruzione di una identità collettiva che è la molla che fa scattare la messa in discussione delle regole, delle pratiche e un disegno di modifica.

La ricerca etnografica lascia molta libertà di scelta e di azione al ricercatore, per questo ho preferito aderire a quelle etnografie che non vogliono soltanto la descrizione fredda e distaccata della realtà che osservano, perché la realtà scolastica è una realtà molto particolare ed accetta poco l'azione riflessiva di un "estraneo" preferendo, i dati della ricerca me lo confermano, un coinvolgimento nella riflessione e nell'osservazione. Il ricercatore quindi coinvolgendosi nella comunità ci vive assieme condividendone le interazioni, ma ne riemerge ponendo attenzione a tutte le riflessioni fatte dai singoli in interazione nel gruppo che possono evidenziare delle particolari problematiche o difficoltà. Sono queste difficoltà o nodi problematici evidenziati a diventare, quindi, il nuovo problema da risolvere con strategie o esperienze da far percorrere e percorrere insieme.

Ritengo questa libertà offerta dalla ricerca etnografica fondamentale e particolarmente vincente per la conduzione delle ricerche in ambiente scolastico e l'esito della mia fa registrare un punto a favore di questa convinzione. A proposito della libertà offerta dall'etnografia, ad esempio una delle scelte che ho intrapreso è stata quella di raccontare agli attori le mie interpretazioni sui dati raccolti, in questo modo ricevevo feedback che permettevano una ricostruzione più puntuale (Gobo, 2001:173) perché raccoglievo nuovo materiale.

Su questo punto una precisazione è importante da fare, la scelta di raccontare agli attori la mia interpretazione non si è fondata sulla necessità di convalidare la mia spiegazione interpretativa, perché i significati di riferimento del ricercatore sono diversi da quelli dei soggetti osservati, fatto che intralcia la considerazione dei feedback come

elementi di conferma o confutazione delle conclusioni tratte dai dati raccolti dal ricercatore. La modalità utilizzata si inquadra piuttosto nel pensiero di Gherardi (1990, 287) che la incornicia come fonte aggiuntiva di materiale utile all'arricchimento della documentazione empirica.

Infine una breve riflessione sull'interpretazione dei dati, operazione che costituisce un momento cruciale della ricerca etnografia. Come ho già specificato Lévi-Strauss (1966) dice che l'etnografo deve ricomporre in un quadro sensato i frammenti di significato della realtà che ha accumulato, quindi il suo compito è quello di ricucire la realtà stessa manipolandola, al fine di persuadere riguardo alla scientificità delle proprie affermazioni.

Geertz (1987) afferma, infatti, a proposito dell'etnografia, che ognuna è "essenzialmente contestabile" ed "intrinsecamente incompleta". L'etnografia oggi è essenzialmente riflessiva e consapevole del fatto che i suoi racconti sono una delle possibili storie raccontate con la propria "soggettività partecipante" alla generazione dei significati insieme ai soggetti che partecipano a loro volta nella ricerca con la consapevolezza che, come dice Tota (1998 e 2001 ), "scrivere è un atto politico di costruzione di senso".

### **11.3 Risultati riguardo alle competenze degli studenti**

La sperimentazione del modello di laboratorio scientifico ha consentito di valutare il funzionamento della direzionalità dell'azione didattica nello sviluppo di competenze scientifiche degli studenti e nell'attivazione del mutamento concettuale per mezzo delle due tipologie di laboratorio oggetto della sperimentazione, il LpRC e il LpCC.

Nella prima tipologia di laboratorio la direzionalità dell'azione didattica si è incentrata sullo sviluppo delle competenze specifiche caratterizzanti le azioni processuali delle scienze sperimentali, per esempio lo sviluppo di competenze investigative sperimentali condotte su fenomeni scientifici che si presentano come complessi che hanno bisogno di essere "osservati sotto ipotesi" in condizioni controllate.

Gli studenti nell'azione d'insegnamento sono stati messi in condizione di controllare i fenomeni in termini qualitativi e quantitativi (si veda il controllo della massa nelle reazioni chimiche), progettare il controllo sotto ipotesi nel risolvere problem solving sulle trasformazioni chimiche, rilevare regolarità e generalizzare, modellizzare un processo di trasformazione chimica. Questi risultati specifici sono stati accompagnati da competenze che si sono sviluppate in ambito motivazionale nel rinforzo dell'affezione alla conoscenza, gli studenti hanno infatti agito sugli oggetti culturali manipolando idee, strumenti e materiali.

Infine la teoria dell'azione didattica è stata interrelata con la teoria "*ecologica dello sviluppo della mente*" e l'ambiente d'apprendimento progettato è stato un ambiente di interazione sociale, per cui competenze di negoziazione dei significati e di relazione nell'accettazione dei modelli mentali degli altri sono state attivate con buoni risultati dimostrati dai lavori e soprattutto dalle narrazioni che gli studenti hanno prodotto alla fine dell'attività. Nella tipologia del laboratorio LpCC l'azione didattica è stata direzionata sullo sviluppo di due competenze fondamentali: il problem solving e l'ideazione di modelli che hanno avuto lo scopo di attivare il mutamento della concezione di modello che gli

studenti avevano e più in generale di attivare il mutamento verso l'adozione di principi cognitivi scientifici contro intuitivi e quindi assolutamente inconcepibili per il senso comune. Il mutamento è stato dimostrato dal fatto che gli studenti che avevano connotato come immateriale il DNA semplicemente perché è invisibile, hanno sostituito il principio cognitivo "esiste solo ciò che si vede" con il principio "occorre cercare evidenze perché la materia può essere invisibile" (vedi gas, vedi i caratteri) e riconosciuto questo criterio cognitivo hanno potuto attivare il mutamento dalla teoria del "mescolamento dei caratteri" alla teoria "dell'unità" dei caratteri che è adeguata a questo livello di età.



## 11.4 Considerazioni sull'insegnamento delle scienze

Il 72%<sup>109</sup> degli studenti italiani considera la scienza come "noiosa e difficile", un dato che fa porre molti interrogativi sia riguardo alla struttura della conoscenza scientifica e ai suoi linguaggi, sia riguardo alla modalità di condurre l'insegnamento. Altri studi citati nella tesi<sup>110</sup> hanno messo in evidenza la necessità di elaborare nuovi approcci di insegnamento/apprendimento delle scienze e la necessità di occuparsi dell'esplorazione delle concezioni degli insegnanti e degli studenti.

L'insegnamento delle scienze così come è praticato nelle comunità dove la ricerca è stata condotta è svolto in maniera analoga a qualsiasi altro tipo di insegnamento disciplinare, attraverso il libro di testo. Questo **risultato è generalizzabile** e comune non solo alla comunità scolastica in cui si è svolta la ricerca, come pure **generalizzabile** è che **questo insegnamento appare problematico** per alcuni motivi:

1. di ordine **epistemologico**
2. di ordine **metodologico**

Nella Conferenza Stampa sui Laboratori scientifici per la Presentazione dati e statistiche della prima ricerca censuaria e campionaria realizzata in Italia, Luigi Berlinguer, presidente del Gruppo di Lavoro Interministeriale per lo Sviluppo della Cultura Scientifica e Tecnologica, dichiara (23 Aprile 2008) dichiara che solo il 42% delle scuole è in grado di utilizzare i laboratori esistenti. Le mancanze maggiori restano di tipo quantitativo in tema di attrezzature, e riguardano difficoltà sia logistico-organizzative, sia di preparazione dei docenti per la didattica sperimentale. I dati fanno registrare variazioni da scuola a scuola, e la situazione è peggiore al sud rispetto al nord. La situazione d'insegnamento delle scienze messa in atto, è poco allettante per gli studenti: gli esperimenti sono mostrati alla cattedra, raramente sono

---

<sup>109</sup> Indagine Bucchi Neresini già citata nell'introduzione di questa tesi

<sup>110</sup> Rapporto Euridice 2006, o studi più specifici svolti recentemente da autori che indagano la conoscenza dei concetti scientifici, largamente citati in questa tesi di cui si menzionano a questo punto, per esempio: Greenbowe e Meltzer, 2003; Hammer 2003, Treagust Boz e boz 2007, Chandrasegaran 2008

inseriti in una pregnante metodologia di indagine e solo in pochi casi le attività sperimentali sono collegate al curriculum. Inoltre aggiunge che una minoranza di docenti conduce gli studenti in laboratorio, per far *"vivere la scienza"*, come *"dovrebbe essere"*. E così la scienza invece di farsi esperienza intrisa di teoria o teoria intrisa di esperienza resta solo studio per immagazzinare dati e informazioni riguardo a processi e fenomeni. I dati dell'indagine Berlinguer indicano la via da imboccare: è necessario procedere ad un cambiamento nella didattica scientifica e i docenti sono il perno di questa rivoluzione culturale. Ed è parimenti necessario provvedere a dotare le scuole di moderne e funzionanti attrezzature (oggi sono tali in un terzo dei laboratori nelle scuole secondarie e in un quarto nel primo ciclo) per mettere i docenti nelle condizioni di operare. Dunque insegnanti e attrezzature soltanto sono il problema? Nella scuola di base, stando ai dati della ricerca che ho condotto, ritengo che si possa fare *"buona scienza"* con poche attrezzature se si adotta un' *"ottica differente di apprendimento/insegnamento"* di queste discipline.

Effettuare un cambio di concezione dell'insegnamento delle scienze riporta al primo ordine di problemi, quello epistemologico; questo emerge dai dati della documentazione di ricerca e da quelli raccolti con la ricerca condotta e si presenta duplice coinvolgendo sia la natura della scienza (NOS) e la sua epistemologia, sia la natura generale del processo di insegnamento/apprendimento.

Riguardo alla natura della scienza, questa non è conosciuta sia dagli studenti sia dai docenti. Il dato riportato emerge soprattutto nei focus group condotti sulla *"scienza"* e sui *"modelli scientifici"* e conferma ciò che in letteratura è noto: leggi e teorie vengono usati come sinonimi (Leederman, 2007) senza la caratteristica distintiva tra i due concetti e cioè, leggi come descrizioni tra variabili di fenomeni osservabili e teorie come spiegazioni di fenomeni osservabili. I modelli scientifici sono concepiti come rappresentazione fedele della realtà e non come inferenze della scienza.

Altro punto importante emergente dai dati raccolti durante lo svolgimento della ricerca che ho effettuato è la fede, per dirlo con le parole di Jay Lemke (1990) nell'ideologia della verità oggettiva della scienza; riguardo alla conoscenza della natura della scienza questa fede ideologica fa perdere di vista il fatto che la conoscenza scientifica coinvolge immaginazione e creatività. Quindi, contrariamente a quanto si crede,

ciò che definiamo come "razionalità della scienza" è impregnato di "invenzione di spiegazioni" e di creatività da parte degli scienziati; caratteristica che, assieme a quella della natura inferenziale, mostra che i concetti scientifici sono modelli teoretici funzionali piuttosto che copie della realtà (Leederman, 2007). Il carattere soggettivo e il fatto che gli scienziati siano intrisi di credenze, di conoscenze precedenti, di aspettative, di esperienze che influenzano le vie di conduzione delle ricerche sui fenomeni non è conosciuto dai docenti e dai loro studenti. Essi cioè non credono che la forma e la struttura mentale di uno scienziato possa influenzare il modo di condurre le osservazioni o le interpretazioni. I dati raccolti con la ricerca che ho svolto mettono in evidenza una concezione di conoscenza scientifica assoluta o completamente certa e inoppugnabile, confermano le ricerche condotte da Anderson (1977-1978) e recentemente da Kang, Scharmann e Noh (2004) e da Sutherland e Dennich (2002). L'importanza della conoscenza della natura della scienza viene messa in evidenza da numerosi autori già citati<sup>111</sup> e risiede nel senso da dare alla scienza come conoscenza che coinvolge l'intera esistenza umana, nella necessità di informazione per la presa di decisione relativa ad argomenti di tipo socio-scientifici, nel fatto che permette di apprezzare il valore della scienza come prodotto e parte della cultura contemporanea, infine per il fatto fondamentale che la conoscenza della natura della scienza facilita l'apprendimento stesso di temi scientifici che si debbono conoscere.

---

111 Driver, Leach, Miller e Scott (1996)

Anche se da tutte le ricerche condotte non è stata evidenziata una relazione diretta tra la mancanza di conoscenza della natura della scienza negli insegnanti e di conseguenza negli studenti, è opinione generale che la possibilità di insegnare con successo le caratteristiche della natura della scienza, sia legata alla conoscenza che di questa ne hanno i docenti, poiché non si può insegnare ciò che non si sa (Schulman 1987)<sup>112</sup>.

Secondo Lederman (1986-2004) una buona comprensione del NOS da parte dei docenti comporta buone possibilità di una sua adeguata pianificazione per l'apprendimento, ma comporta anche la capacità da parte del docente di saper dare al NOS un peso adeguato nella pratica di insegnamento. La visione di Lederman è certamente condivisibile, se i docenti non conoscono la natura della scienza non possono porre attenzione all'insegnamento dei processi con cui vengono prodotte le conoscenze sul mondo della natura e si focalizzano quindi più verso la conoscenza dei risultati della scienza. Questo aspetto è emerso anche dalla ricerca che ho condotto sia nelle fasi di lezione in classe effettuata dai docenti sia dalle modalità di conduzione del laboratorio. La domanda è ora: dove i docenti di scienze debbono imparare a conoscere il NOS? Nei corsi di studi Universitari dove vengono impartite conoscenze specialistiche sulle discipline oppure nei corsi di formazione per imparare la professione di docente? Credo che la risposta possa essere fornita da una nuova prospettiva di ricerca per conoscere quale conoscenza del NOS viene impartita nei corsi specialistici ai laureati nelle materie scientifiche e come impartirla secondo le concezioni della scienza accreditata. Riguardo la natura dell'insegnamento delle scienze esso si inquadra in una cornice più generale che concerne il processo di insegnamento/apprendimento e la concezione che di questo hanno i docenti.

---

<sup>112</sup> L. S. Shulman. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. Harvard Educational Review, n°57, gennaio1987, pag 1-22.

Il sistema formativo della comunità scolastica in cui è stata svolta la ricerca, ma sulla base della documentazione di ricerca questo **risultato** è **generalizzabile, non tiene conto** di una delle scoperte scientifiche più importanti del nostro secolo riguardo l'apprendimento e cioè **la "dipendenza ecologica"** dei **soggetti umani**<sup>113</sup> e non considera l'importanza degli *"interscambi tra organismi e ambiente"*<sup>114</sup>. Questo interscambio nella comunità scolastica veniva concepito come interazione "uno a uno" tra docente e soggetto in apprendimento e ad essere precisi aveva l'aspetto non di un vero "interscambio" ma più di una trasmissione di conoscenze da un soggetto detentore di conoscenza a un soggetto ricevente. L'ambiente che invece si è concepito con la sperimentazione messo in atto è un ambiente di relazioni intraspecifiche tra pari e non, in cui si è modellato l'interscambio di cultura che è stata intesa come comunicazione partecipata di apprendimenti, significati, modelli mentali, credenze, regole, dove il processo psicologico di sviluppo cognitivo individuale non è considerato disgiunto dalle relazioni sociali e dalla cultura che ne deriva. Lo sviluppo cognitivo è stato pertanto pensato come processo che si realizza in attività partecipata e interattiva e dipendente dalle conoscenze in possesso, dalle esperienze vissute e dalla comunicazione intersoggettiva. Per dirla con il pensiero di Maturana e Varela (1985), nel sistema formativo della comunità scolastica in cui ho operato con la mia ricerca, si è messo in atto un processo di *accoppiamento strutturale* per l'importanza data alle strutture interindividuali e di *deriva naturale* per l'accento posto sulle interazioni e sulle combinazioni imprevedibili che si producono e su quanto esse siano elementi fondamentali nello sviluppo. La formulazione del modello di eredità da parte degli studenti costituisce un esempio di sviluppo intellettuale imprevedibile e interindividuale e rende evidente come le strutture e i processi mentali si generano da strutture e processi culturali e come tale generazione dipende in modo completo

---

<sup>113</sup> Bateson 1984-86; Nelson, 1986

<sup>114</sup> Cavallini, 1995, pag 186

dall'interazione degli individui che nell'ambiente sociale così realizzato producono e modellano la loro cultura.

Questo, ovviamente, acquista valore epistemologico nell'insegnamento in generale ed è perciò altrettanto imprescindibile nell'insegnamento delle scienze.

Il secondo problema che ho segnalato è quello di ordine metodologico relativo all'insegnamento della scienza. Questo deve prevedere sia il fatto che la conoscenza come processo è modellata dall'interscambio culturale tra soggetti in ambiente sociale, sia il fatto che le discipline scientifiche che si trattano a scuola sono per lo più a statuto investigativo e molte a statuto sperimentale, per cui l'azione didattica non può escludere questo mediatore attivo, il laboratorio di scienze, se vuole focalizzarsi sull'insegnamento dei processi della conoscenza scientifica, insegnamento peraltro raccomandato dal rapporto sullo stato della conoscenza scientifica (Euridice 2006) le cui carenze sono state messe in evidenza da varie indagini come per esempio le indagini PISA. L'importanza del laboratorio come mediatore dell'azione didattica per apprendere e insegnare le scienze era stato segnalato da vari ricercatori già citati in questa tesi<sup>115</sup>. Adottando la tesi di Hodson (1993), Lazarowitz e Tamir (1994) nella sperimentazione effettuata il laboratorio come mediatore dell'azione didattica è stato modellato sia in riferimento al dominio affettivo, sia cognitivo con speciale attenzione al cambio concettuale. Gli autori citati con le loro ricerche sottolineano che il laboratorio di scienze è il solo posto nella scuola dove certi tipi di abilità e competenze possono essere sviluppate. Per quanto riguarda le procedure sperimentali i dati della mia ricerca confermano le ricerche di Leach e Paulsen (1999) sulle forme stereotipate con cui queste attività vengono condotte.

Nell'istruzione secondaria (Johsua e Dupin, 1993; Windschitl, 2002) gli esperimenti sono usati principalmente per illustrare concetti, verificare leggi, attivare un procedimento induttivista: esperimento, osservazioni,

---

<sup>115</sup> Bates(1978) Blosser(1980) Tobin(1990), Hodson (1993), Tamir 1994 e Hofstein e Lunetta(2004)

misurazioni e conclusioni. In questo modo l'alunno, sulla base di conclusioni già note in anticipo, svolge esperimenti, fa osservazioni e misurazioni in risonanza con le conclusioni note. I dati della mia ricerca evidenziano, in accordo con questi assunti, due modalità di impostazione del laboratorio di scienze, una dimostrativa e una esecutiva. La prima in cui il docente esegue l'esperienza mostrandola agli studenti mettendo in evidenza i passaggi chiave; questa modalità è centrata, quindi, sul fenomeno e l'analisi del fenomeno ed è condotta dal docente. Con questa modalità gli allievi assistono come gruppo classe all'esperienza e quindi si richiede al discente l'osservazione e la comprensione mediante l'analisi guidata dall'insegnante, perciò lo studente per "ripetizione" "deve comprendere" il fenomeno.

In conclusione l'alunno osserva ed esegue le seguenti operazioni:

- pone domande durante l'esecuzione dell'esperimento
- prende appunti o compila una scheda preconfezionata dell'esperienza,
- quando è resa esplicita annota l'ipotesi che viene comunicata dal docente,
- annota i dati dettati dal docente o da uno o due allievi che aiutano l'insegnante,
- rappresenta graficamente i dati con l'aiuto del docente
- scrive le conclusioni formulate durante la discussione condotta dal docente.

Nella modalità esecutiva l'alunno esegue l'esperimento in laboratorio sulla base di istruzioni date dall'insegnante per mezzo di un protocollo sperimentale; questa modalità presuppone l'uso di una scheda guida con le istruzioni da eseguire.

Con questa modalità gli allievi:

- operano generalmente in gruppo e sviluppano o potenziano le abilità manuali;
- comprendono il fenomeno e le relazioni che esso presenta con altri fenomeni correlati in quanto sono parzialmente attivi;

- elaborano la formulazione delle conclusioni
- Sviluppano il ragionamento deduttivo e induttivo
- sviluppano l'osservazione e l'analisi
- concettualizzano il fenomeno
- potenziano il linguaggio mediante la descrizione e la spiegazione del fenomeno osservato
- confrontano e negoziano le loro cognizioni

In conclusione nell'insegnamento delle scienze manca totalmente la modalità

sperimentale, cioè quella modalità in cui l'insegnante imposta i temi di studio e l'attività di laboratorio partendo dalle fasi della ricerca scientifica in particolare delle scienze sperimentali. Il motore di questa ricerca è il "problem solving". Questa modalità permette di:

- comprendere il fenomeno e di concettualizzarlo
- sviluppare e consolidare il metodo d'indagine-sperimentale
- favorire il pensiero divergente (creatività, capacità critica)
- affinare capacità manuali e operative
- potenziare il linguaggio attraverso la descrizione e spiegazione del fenomeno osservato e la formulazione delle conclusioni
- confrontare e negoziare le loro cognizioni
- sviluppare il ragionamento ipotetico-deduttivo, induttivo e deduttivo
- osservare sotto ipotesi, far previsioni e ideazione
- giustificare e valutare per l'accettazione dei risultati
- generalizzare e concettualizzare (formulazione di leggi, teorie modelli)

Ma soprattutto sviluppa un atteggiamento aperto/problematico tipico della persona che considera provvisori i risultati raggiunti, un atteggiamento investigativo, cioè di curiosità, di dubbio, di ricerca indagativa e un atteggiamento critico e rigoroso nei confronti della realtà (Bybee, 2000; Tiberghien, 2001 e Sere, 2002).



Per concludere, l'insegnamento delle scienze a scuola deve considerare nella metodologia specifica il fatto che la conoscenza del mondo naturale avviene mediante l'uso di criteri cognitivi percettivi che sono intuitivi e che strutturano vere e proprie teorie della mente che sono molto resistenti al cambiamento. La dissertazione di questo aspetto ha coperto gran parte di questa tesi, qui metterò in evidenza soltanto il fatto che è pressochè assente nella prassi scolastica qualsiasi pratica di colloquio clinico che rilevi con quali teorie gli studenti arrivino a scuola nonostante varie ricerche già citate mettano in evidenza sia la dipendenza di queste dalla cultura di provenienza, sia la resistenza al mutamento, sia la barriera all'apprendimento delle teorie scientifiche accreditate.

Questo stato di cose, rilevato dalle ricerche già citate, mette in evidenza l'esistenza di una grande lacuna relativa alla formazione scientifica di base universitaria in quanto la comprensione della natura della conoscenza scientifica comporta da un lato una migliore comprensione delle scienze come discipline, dall'altro una migliore capacità di decision making su argomenti sociali e personali di tipo scientifico.

## **11.5 La competenza professionale degli insegnanti come obiettivo delle politiche di formazione**

Sulla competenza professionale dei docenti esiste un'ampia letteratura poiché *nessuna politica può prescindere dalla centralità della professione docente nella società della conoscenza*<sup>116</sup>. A tale proposito si può ricordare la data del primo documento internazionale prodotto dall'UNESCO e cioè la raccomandazione risalente al 1966. Il programma di lavoro che stabilisce gli obiettivi a cui devono mirare di raggiungere i sistemi di istruzione e formazione sono stati stilati dal documento 2010 di Lisbona, anno di traguardo ormai prossimo. In questo documento viene data una definizione della funzione che riveste il docente nella società della conoscenza e viene ad esso conferito un ruolo chiave nella determinazione di tattiche, di piani, atti a incidere significativamente sulla promozione dello sviluppo della società a tutto campo, poiché da questa funzione *dipendono, in larga misura, i talenti delle nuove generazioni* (U. Margiotta, pag 5).

Molti studi internazionali<sup>117</sup> sono stati condotti per l'analisi generale della professione volte a caratterizzarne i tratti salienti della sua incessante trasformazione su cui far leva per vincere le sfide a cui è sottoposta. La professione docente poco prestigiosa oggi, percezione riferita con preoccupazione nel rapporto citato in nota, deve essere oggetto di acute riflessioni riguardo alla creazione di qualità necessarie a renderla auspicabile e non sgradevole soprattutto a quegli insegnanti competenti che l'hanno abbandonata per mancanza di gratificazioni, sbocchi o progressioni.

Degno di nota è il documento stilato di recente: *Principi comuni europei per le competenze e le qualifiche degli insegnanti*<sup>118</sup>, questo documento fissa alcuni punti cardine su cui i Paesi Europei dovrebbero legiferare in

---

<sup>116</sup> U. Margiotta in Professione Docente: pratiche interdisciplinari con le quali scrivere il nostro futuro, pag.5, 2006.

<sup>117</sup> Rapporto della Commissione europea teachers Matter: Attracting, Developing and Retaining Teachers, 2004

<sup>118</sup> Common European Principles for Teacher Competences and Qualifications, Bruxelles, 3 febbraio 2005

materia di costruzione della professionalità docente, in particolare la sede della formazione che deve essere di livello superiore, quindi le Università hanno il compito di provvedere ed occuparsi di questo aspetto; il carattere permanente che deve assumere la formazione di questa professionalità. Quest'ultimo aspetto, ovviamente pone il problema del sostegno a tutti i livelli necessario per la sua realizzazione, visto il carattere trasformativo di questa professione che deve rimanere al passo con i mutamenti sociali e i mutamenti nei paradigmi di conoscenza. Il documento, infine, pone l'accento sulla mobilità che deve essere il cardine dei programmi di formazione cui si collega il problema del riconoscimento delle competenze a livello internazionale; i partenariati tra gli istituti di formazione, la realtà industriale territoriale e non, la realtà professionale.

Nel nostro Paese, in particolare nell'ultimo decennio, la formazione della professionalità docente ha occupato il panorama nazionale con interventi istituzionali mirati alla formazione universitaria post laurea delle competenze professionali medesime. Le competenze professionali chiave dell'insegnante devono investire due campi fondamentali che sono inscindibili: un campo di competenze gestionali generali e un campo di competenze di azione specifica. Al primo campo attengono la gestione del sapere integrato di cui gli allievi devono impadronirsi, la gestione delle tecnologie come fonte e strumento principale della formazione di base nella società della comunicazione, la gestione dello sviluppo del protagonismo sociale degli allievi e della promozione dell'interculturalità. Oltre a queste competenze veramente generali che attengono alla promozione dello sviluppo sociale, vi sono quelle per la gestione culturale della conoscenza che attengono sempre ad un campo generale e cioè quello della *formazione della mente* (ibidem, pag 12), come identificare gli stili cognitivi e far leva su questi per promuovere lo sviluppo personale dell'allievo, la capacità di lavorare in team per la scelta delle strategie curriculari opportuno per la formazione degli studenti, la gestione dell'organizzazione degli ambienti di apprendimento

che risultino allineati alla teoria, già citata, "*ecologica dello sviluppo della mente*". Infine, una prassi esistenziale di pratica riflessiva per l'analisi del progetto formativo che via via si è posto in essere. Da quanto detto le competenze professionali fin qui trattate possono essere individuate in cinque punti cardine generali:

- Culturale nello specifico disciplinare
- Psico-pedagogico e didattico
- Riflessività sulle pratiche
- Relazionale
- Organizzativo

Nella riflessione che ha interessato le competenze professionali dell'insegnante di scienze il primo posto spetta alle competenze specifiche e quindi a quelle storico-epistemologiche delle discipline oggetto di insegnamento; in questa competenza è compresa, ovviamente, la capacità di individuare la valenza formativa dei nuclei concettuali per la trasposizione didattica.

In relazione a quest'ultimo aspetto la trasposizione didattica delle conoscenze prodotte dalla ricerca scientifica nell'insegnamento, coinvolge la conoscenza di modelli didattici di riferimento e il mettersi in attività di ricerca riguardo alle azioni didattiche. Si modellano, così, momenti di confronto e condivisione delle concezioni tra docenti della stessa disciplina e non, con la creazione di laboratori di ricerca didattica nella comunità scolastica di appartenenza e interattivi con il territorio. Tutto questo presuppone non solo la conoscenza della struttura delle discipline di insegnamento e quindi la conoscenza del NOS, struttura che racchiude nel suo significato sia la conoscenza dei processi di indagine propri della scienza, sia del modo di produzione dei linguaggi e dei motivi per cui questi si distaccano dal linguaggio comune, sia, infine, degli "oggetti culturali" delle discipline di riferimento. Attraverso l'analisi e la riflessione della definizione del campo di indagine delle discipline scientifiche, sulla modalità della scoperta scientifica, sulla struttura delle teorie, sulla giustificazione (modi con cui vengono controllati i processi

sperimentali e come vengono giustificati e accettati enunciati scientifici relativi alla scoperta e alla formulazione delle teorie; controlli sperimentali, teorici e logici), sullo sviluppo delle teorie scientifiche e quindi delle discipline stesse, si arriva alla consapevolezza sia delle peculiarità delle discipline scientifiche sia dei loro elementi comuni. Questa profondità del sapere è quella che permette di comprendere la struttura concettuale della disciplina al fine di poterla tradurre in disciplina insegnamento.

In riferimento ai dieci anni di esperienza passata nella SSIS del Veneto come Svt (supervisore di tirocinio) nonché come docente in alcuni corsi di laboratorio di didattica, con i colleghi di tutto l'indirizzo si è riflettuto a lungo e infine formulato il Syllabus dell'indirizzo di Scienze Naturali delineando le competenze professionali degli insegnanti di scienze. La riflessione ci ha portato a unificare le competenze richieste nei vari settori disciplinari in alcune tipologie trasversali a tutto il settore scientifico e trasmissibili ad ogni singolo settore disciplinare. Ne sono esempi l'uso dei linguaggi matematici in campo scientifico e l'applicazione di concetti e procedure matematiche in situazioni problematiche, l'utilizzo degli apparati intellettivi (induzione, deduzione, ragionamento ipotetico-deduttivo, ragionamento abduuttivo) ed esplicativi (descrizione scientifica, spiegazione scientifica, previsione) delle differenti discipline per spiegare fenomeni e concetti scientifici. La produzione di pensiero procedurale per l'indagine dei fenomeni naturali secondo modalità osservativo-descrittive (osservare, classificare, dedurre) e sperimentali (individuazione del problema ideazione sperimentale sulla base di ipotesi della raccolta dati e della formulazione di modelli interpretativi e della loro validazione/falsificazione attraverso l'argomentazione scientifica). Utilizzazione di mezzi informatici e di rete, che è una competenza professionale imprescindibile nel contesto dell'attuale società improntata sulla comunicazione.

Per la trasposizione didattica delle conoscenze disciplinari di cui ho accennato prima, è evidente la necessità che le competenze

professionali dell'insegnante in generale debbano prevedere l'utilizzo di modelli didattici, di metodi e strategie che si basano su teorie didattiche e psicopedagogiche consolidate che debbono costituire patrimonio cognitivo e strumentale di base del docente, sono fondamentali quindi la conoscenza dei modelli di apprendimento/insegnamento, degli stili cognitivi, dei modelli didattici, dei metodi e strategie attive, nonché delle dinamiche relazionali nel processo di insegnamento/apprendimento, metodi e tecniche della valutazione, strategie adottabili per la motivazione degli studenti.

## **11.6 Considerazioni sulla formazioni dei docenti di scienze**

Stando a tutto quello che ho detto prima, e considerando l'esperienza di questa ricerca che mi ha portato a vivere quasi un anno e mezzo nella comunità scolastica in cui si è svolta, è possibile affermare che la responsabilità della formazione di questa professionalità è ripartita su due fronti, quello delle istituzioni e quello della responsabilità personale. Prendendo in considerazione il primo aspetto, le sfide per il sistema scolastico italiano sono ardue poiché i risultati scolastici ottenuti dai nostri quindicenni (usciti quindi dalla scuola secondaria inferiore) secondo le indagini PISA (2003-2006) si situano al di sotto della media OCSE e i dati emersi mettono in risalto la presenza di differenze sistematiche in funzione delle differenze socioeconomiche e regionali per la numeracy e per la literacy scientifica. Dati nazionali del 2007 mettono in evidenza che circa la metà degli studenti della scuola superiore non ha ottenuto i requisiti necessari in alcune discipline tra cui matematica, per essere ammesso alla classe successiva e il 16% ha comunque dovuto ripetere l'anno. Secondo l'indagine TALIS<sup>119</sup> È fondamentale migliorare lo sviluppo professionale adeguando costi/benefici e l'offerta alla domanda di sviluppo professionale in termini di programmi di qualificazione e ricerca individuale e di gruppo considerati dagli insegnanti stessi programmi a maggior impatto sul lavoro. L'indagine mette in evidenza che pochi insegnanti partecipano a questi programmi di sviluppo mentre moltifrequentano conferenze e seminari, attività che sono meno efficaci, secondo la loro stessa opinione, per qualificare il loro lavoro. Secondo il 42% dei partecipanti all'indagine TALIS vi è quindi la mancanza di una offerta adeguata e di programmi qualificanti di formazione e sviluppo professionale. Questo è un nodo fondamentale importante per lo sviluppo della professione docente in generale ma che riveste particolare importanza per le scienze, in cui la formazione deve essere condotta tenendo conto delle specificità dei problemi che sono

---

<sup>119</sup> Teaching and Learning International Survey, 2009, l'indagine è stata presentata a Roma il 7 giugno 2009, all'indagine hanno preso parte 23 Paesi tra cui l'Italia.

stati già evidenziati nel corso di questa tesi (teorie naif ed epistemologie disciplinari).

Non si tratta di occuparsi di ampliare l'offerta formativa ma di occuparsi del cambiamento di quella attuale. L'indagine mette in evidenza che gli insegnanti dichiarano un forte bisogno di sviluppo professionale che li aiuti a fronteggiare sia i differenti bisogni di apprendimento degli studenti, sia la difficoltà di utilizzo delle tecnologie multimediali, sia i comportamenti degli studenti. Quanto fino ad ora detto mette in evidenza la direzione in cui si devono spingere gli interventi istituzionali, e cioè verso un miglioramento dell'offerta di formazione professionale escludendo qualsiasi forma di autoreferenzialità e stabilendo l'affidamento a centri e/o istituzioni qualificati che ricevano a loro volta una sistematica valutazione esterna ed interna secondo indicatori comunitari di qualità. Occorre, inoltre, che all'interno di ogni scuola si strutturi una leadership che non si occupi soltanto di questioni burocratiche ed amministrative ma in modo particolare anche di apprendimento. Gli insegnanti nella comunità in cui si è svolta la ricerca hanno mostrato di usare metodi tradizionali per trasmettere conoscenze e di avere una concezione che non prevede l'uso di attività didattiche che richiedano la partecipazione cognitiva degli allievi affinché si costruiscano le conoscenze. Anche se spesso i docenti sono informati su metodi alternativi essi non li adottano convinti che facciano perdere tempo. Non ricorrono, inoltre, ad attività didattiche avanzate che richiedono una compartecipazione cognitiva degli studenti per mancata possibilità di sperimentazione sistematica per tempi più lunghi di quelli della durata di un percorso didattico circoscritto, di queste pratiche. Così non acquistano consapevolezza della maggior efficacia in termini di apprendimento che si raggiunge adottando queste tecniche.

Si tratta di creare le condizioni per far prendere ai docenti consapevolezza sia di quanto fanno e sia di come si potrebbe fare in modo diverso, ma anche per far compiere un cambio di ottica rispetto



all'impostazione corrente, per far questo occorre che loro conoscano approfonditamente queste pratiche e occorre loro dimostrare la loro maggior efficacia con un lavoro di affiancamento sul campo.

Quindi da un lato si prospetta la difficile questione del miglioramento delle pratiche, dall'altra quella della valutazione e della misura dei risultati delle pratiche stesse e della loro efficacia. Per mettere in atto tutto questo è necessario chiarire ed elevare le aspettative della loro professione senza le quali non si motivano al cambiamento. Prospettare un ambiente di lavoro stimolante e con un clima positivo o incentivi economici sono solo alcuni aspetti per la risoluzione del problema, un cambiamento radicale è invece necessario riguardo al peso da attribuire all'insegnamento nella società della conoscenza, peso che deve essere riconosciuto non solo da organismi quali il Directorate for Education dell'OCSE che richiamano l'attenzione dei Paesi membri sull'importanza della centralità della professione docente nella società della conoscenza, ma deve entrare a far parte delle convinzioni delle persone comuni che vivono in questa società. L'indagine TALIS ha messo in evidenza l'importante relazione tra ambiente di lavoro, convinzioni sull'insegnamento, cooperazione tra docenti, soddisfazione e sviluppo professionale e motivazione degli insegnanti ad apportare cambiamenti migliorativi nelle pratiche didattiche. Essi sono più motivati quando lavorano in ambienti in cui condividono obiettivi ed alte aspettative, dove vengono incentivati in funzione della qualità e dove esiste un feedback valutativo.

Nel quadro delle istituzioni che devono realizzare la formazione docente il documento *Principi comuni europei per le competenze e le qualifiche degli insegnanti*, fissa, come dicevo, alcuni punti cardine su cui i Paesi Europei dovrebbero legiferare in materia di costruzione della professionalità docente, stabilendo che la sede della formazione deve essere l'Università con il sostegno delle istituzioni decentrate quali quelle locali, regionali, oltre che nazionali.

Un punto che spesso non si tiene presente nelle proposte formative è che la formazione degli insegnanti si situa in un campo molto specifico, quello della formazione degli adulti. Nelle idee di Lindeman<sup>120</sup>, sono indicate strategie e metodologie efficaci nella formazione degli adulti, e l'affermazione che la formazione degli adulti non può essere perseguita attraverso lo studio delle materie, ma attraverso situazioni. Agli adulti non può essere richiesto l'adattamento ad un curriculum prefissato, anzi, si deve costruire un curriculum centrato sui loro bisogni e sui loro interessi. Pertanto, l'oggetto dell'apprendimento deve essere presentato in situazione, mentre insegnante e strumenti (ad esempio manuali di studio) assumono un ruolo secondario. I contenuti delle diverse discipline devono essere impostati in modo tale da rendere evidente la loro immediata funzionalità nell'esperienza quotidiana, è questo che i docenti con cui è stata svolta la ricerca chiedono. In questa situazione si delinea una nuova figura di docente dei corsi di formazione, che partecipa all'apprendimento ma è guida, si spoglia di autoritarismo e si appresta a fare un percorso di vita vissuta con l'insegnante discente del percorso di formazione. Tra i capisaldi della formazione degli adulti secondo Lindeman mi preme indicare i seguenti, poiché i dati della ricerca individuano questi come carenti nei percorsi formativi intrapresi dai docenti:

- **bisogni** e gli **interessi** sono il **motore** per l'**apprendimento** degli **adulti**
- le **situazioni esperienziali** devono rappresentare i **contenuti di studio** di un percorso di formazione degli adulti
- **bisogni di conoscere** interrelati con l'utilità e il possibile impiego delle competenze che vanno a sviluppare attraverso il processo di apprendimento.

Come dicevo prima sono due i fronti che devono essere considerati durante la costruzione della professionalità docente, resta quindi da fare qualche riflessione sulle responsabilità personali della costruzione della professionalità del docente di scienze. Questo aspetto si lega alla

---

<sup>120</sup> Cit in *M. Knowles*, Quando l'adulto impara – Pedagogia e andragogia, F. Angeli, Milano, 2002.

preoccupazione espressa dalla commissione Europea Teachers Matter del 2004 che mette l'accento sulle condizioni necessarie a migliorare il lavoro degli insegnanti. Il problema è molto complesso e non basta lo spazio di questa tesi per sviscerarlo, tuttavia alcuni punti si possono mettere a fuoco soprattutto perché emergono dalla ricerca che ho condotto. I docenti che hanno sperimentato con me avevano un bisogno di cambiamento ed il più delle volte sono i "bisogni" che spingono gli adulti ad apprendere ma occorre far leva sui "desideri" dei soggetti in formazione, cioè " su ciò che le persone auspicano professionalmente. Far leva sui "desideri" deve essere letto come l' acquisizione da parte delle persone di nuove possibilità; il processo di cambiamento inizia proprio con l'apertura di nuove possibilità, le quali giocate nell'interazione operativa col proprio ambiente possono portare alla continuazione del processo fino al vero e proprio cambiamento" (M. Brusaglioni, 2005, 78). Occorre restituire peso sociale a questa professione che passi attraverso un sistema di verifica/valutazione dei risultati e stabilire, inventare nuove possibilità concrete di avanzamento professionale rendendole istituzionali affinché i docenti di scienze (e di altre discipline) partendo da un bisogno attivo il loro sviluppo professionale. Accennavo prima alla responsabilità personale: i docenti con cui ho operato avevano sentito parlare di misconcezioni nelle scienze, non si sono motivati alla lettura o ricerca di materiale da cui apprendere fino a quando l'affiancamento non ha fatto comprendere loro l'utilità pratica della ricerca di informazioni. L' utilità è dunque uno dei fattori che spinge al self development in una professione dove, così come è strutturata nel nostro paese, non esistono incentivi, è caratterizzata da estrema varietà nelle competenze tra docenti ai quali non è garantita nessuna forma di sostegno e di sviluppo professionale mirato e dove gli unici interventi a dominare lo scenario delle politiche educative sono stati sempre quelli indirizzati a tutto il sistema senza mai essere accompagnati dall'elaborazione di programmi mirati alle specifiche realtà.

## 11.7 Prospettive future di ricerca

La ricerca condotta apre molte prospettive future, in primo luogo la sperimentazione del modello può dirsi terminata quando anche il laboratorio sul territorio (LT) previsto dal modello di laboratorio scientifico verrà sperimentato. Non è stato possibile farlo in questo piano di ricerca perché intenzionalmente si è voluto calare la sperimentazione nella normale attività programmata dai docenti, nella convinzione che il mutamento avviene con più efficacia se non è di rottura e viene percepito come fattibile. Il fatto che i docenti avvertissero il percorso proposto come un modello più funzionale da adottare è stata posso dire "l'ontologia di questa ricerca".

Il modello di laboratorio scientifico è stato sperimentato in ambito specifico disciplinare, ma vista la necessità di gestire l'organizzazione in modo che l'allievo si appropri di un sapere integrato e significativo, la sperimentazione di questo modello potrebbe essere fatta per aree integrate affini del sapere e non e anche la sua estensione ad altri gradi di istruzione.

La ricerca apre alla prospettiva di genere, che è stata volutamente tenuta fuori, come ho detto nella premessa riguardo alla delimitazione del campo di ricerca. Per ultimo, ma non perché meno interessante, è il punto focale per la formazione dell'insegnante di scienze.

L'insegnante di scienze prima di essere un insegnante è soprattutto un laureato in discipline scientifiche e per dirlo con le parole di Schulman (1987)<sup>121</sup> gli insegnanti non possono insegnare quello che non fanno, la ricerca porta verso lo studio della formazione dei laureati in discipline scientifiche che accedono in massa verso l'insegnamento a scuola, con la domanda: quale formazione ricevono questi laureati e come viene messa in atto presso le varie sedi universitarie? È dipendente dal territorio? Quali sono le ontologie di fondo?

---

<sup>121</sup> L. S. Shulman. *Knowledge and teaching: foundations of the new reform*. Harvard Educational Review, n°57, gennaio1987, pag 1-22.

## 12. Allegati

### Allegato 1

#### **Allegato 1a: I risultati dei focus group "che cosa differenzia l'insegnamento delle scienze dalle altre discipline"**

*Molte cose della natura avvengono casualmente, per esempio tutta la vita è impostata sulla casualità, è un caso che sia nato l'uomo avrebbe potuto non esserci, ma è una necessità che per esserci si sia originata la vita aerobia, altrimenti l'uomo non ci sarebbe, ecco che la casualità si intreccia con la necessità di un evento, credo che nessuna disciplina abbia questo alla base...*

*Molte scienze come laboratorio usano il territorio perché osservano invece di raccogliere dati, cioè voglio dire che i dati si raccolgono con le osservazioni anche, quindi non serve proprio il laboratorio, ciò che differenzia l'insegnamento della scienza dalle altre materie è che non possiamo spesso legarci al contemporaneo perché devi aver trattato certe cose se no i ragazzi non capiscono, per esempio come si fa a parlare di OGM se non spieghi la genetica? E come si fa a parlare di atomi se prima non si fa la teoria particellare?...*

*Ma non è che tutto ciò che si scopre viene affermato da un esperimento? Credo che questo sia un aspetto che è proprio della scienza, allora noi dovremmo insegnarla nel laboratorio, ma questo non si può fare perché non riusciremmo a fare tutto, credo che questo sia l'aspetto più importante dell'insegnamento delle scienze occorre un laboratorio per poterlo fare...*

*Si ma il fatto che dobbiamo insegnare tutto chi ce lo dice? Non è una regola che ci siamo inventati? Io me la sento stretta, ed il fatto che a scuola i ragazzi debbano essere imbalsamati, non è una regola, c'è scritta da qualche parte? Mi suggerite? io non la ricordo...*

*Si hai ragione...occorrerebbe buttare nel cestino certe convenzioni, io mi sento incapace di gestire un laboratorio, ma ho imparato tante cose e potrei imparare anche questo*

*Io non credo al fatto che si deve fare una cosa prima di un'altra se no non capiscono, capirebbero se andassimo in laboratorio e potessimo fare anche un po' di casino, devono muoversi uno alla volta, devono sedersi, credo veramente come dice lei che si impara con tutto il corpo oltre che con il cervello, ma a scuola è vietato.*

*È vietato, ma tu cosa faresti scusa, io non posso sopportare il rumore...*

*Credo che imparerebbero a parlare non buttando per terra i banchi se lo fanno sempre il laboratorio, fanno caos perché non glie lo facciamo mai fare, la raccolta dati dovrebbero farla loro, come fanno a capire il rigore, la certezza di un risultato, il fatto che la scienza non è un'opinione dal libro di testo?*

*Lo capiscono anche dal libro, anche noi lo abbiamo capito, chi vuole e studia lo capisce.*

*Ma allora così, qual è la differenza nell'insegnare scienze o storia? Usiamo il libro da una parte come dall'altra.*

*Ma non so, ho una confusione, non capisco più niente, io avevo le mie certezze, ora però penso che bisogna avere il coraggio di fare cose diverse, e forse dovremmo fare le cose che fa la scienza, le cose che fa la fisica, la chimica, l'anatomia, cioè questi producono conoscenze e lo fanno con un modo, uguale e diverso, alcune con l'esperimento, altre no, con l'osservazione, ma sono tutte scienze, producono comunque dati inoppugnabili che poi diventano leggi o teorie.*

**Alegato 1b: Che cosa aveva favorito il permanere di un insegnamento  
trasmissivo nonostante i corsi di laboratorio e sul cooperative  
learning frequentati**

*io di questo progetto "laboratorio" nella nostra scuola avevo sentito parlare in modo vago, ma visto che lo segui tu e non vengono "i soliti pedagogisti" o "i soliti universitari", tu che sei un insegnante e che conosci i problemi nostri per cui sai calarti e spiegare le cose nelle cose che noi facciamo e trasformando quelle per convincerci che funziona meglio con dati di fatto, mi ha tranquillizzata. Sono interessata a sapere come si può fare in modo diverso ma partendo da ciò che c'è già di fatto, con i miei contenuti, non i loro.*

*un mucchio di gente viene qui a proporre cose, come se noi non facessimo niente, cose poi che sono irrealizzabili o sono "per aria" vogliamo cose concrete e fattibili, inserite in ciò che noi facciamo, perché la trasformazione avviene meglio se avviene cauta, sono assillata da molte cose e un po' di esperimenti da fare con la classe, non può crearmi un altro assillo.*

*Certo che per non stare "per aria" devi sapere bene per poterti integrare perfettamente con il nostro percorso e mi piace il fatto che possiamo parlare di ciò che abbiamo nella testa e confrontarci, ma mi piace ancora di più il fatto che io posso rivedere le cose che faccio con un approccio differente. Il nuovo si integra meglio e sei disposto a farlo, a studiarlo, se il vecchio è chiaro e se è utile.*

*sai, spesso gli universitari vengono a proporci cose come per esempio quelle di aereodinamica o giù di lì, dell'ultima volta, vi ricordate?(rivolto agli altri colleghi) che noi non facciamo, perché dovremmo fare quelle cose? noi vogliamo essere aiutati su ciò che abbiamo deciso di fare, mentre è spesso una perdita di tempo,*

*ci vogliamo riconoscere nelle cose che ci vengono proposte, i pedagogisti poi, vengono a dirci che dobbiamo lavorare in gruppo, ma qui ci sono dei casi umani, ti ho fatto vedere quel ragazzo che si arrampica e gira sui tetti, non può stare in classe un minuto da solo con i compagni, poi abbiamo chi non sa ancora leggere in seconda media, siamo stufi di gente che viene a parlarci di Bloom senza aver mai messo piede in una scuola, ci mandano spesso i loro scagnozzi che poverini, sono poco esperti e a volte tanto in difficoltà e impregnati di teoria.*

*la proposta che gli universitari ci fanno è di contenuti e ci fanno approfondimenti che non potremo fare mai a scuola, visto i ragazzi che abbiamo, siamo alle medie, non all'università*

*sarebbe meglio chiarire le cose che dobbiamo fare e aiutarci a una progressione o a farci capire perché anche se ho spiegato cento volte devo ripetere la centounesima, tu insegna, sai come si sta a scuola e quali sono le incombenze, per cui puoi capire. Solo da te ho sentito parlare di concezioni scientifiche e concezioni del senso comune quotidiano, tutti quei luminari che ho visto non mi hanno mai detto nulla, hanno parlato di misconcezioni, io ho capito che sono errori, ma se gli dico così e glie lo spiego perché gli studenti non lo imparano?hai visto cosa è successo con i viventi in seconda: la fiamma è un vivente.*

**Allegato 1c: Risultati del focus group "Quali difficoltà di apprendimento generano negli studenti di 11-14 anni le materie scientifiche?"**

*...le materie scientifiche sono difficili perché i contenuti sono complicati e richiedono la conoscenza di nozioni di chimica, di fisica, di biologia, che i ragazzi non ricordano...per esempio quando gli studenti devono imparare l'anatomia devono ricordare tanti nomi di tessuti, di organi e porzioni, spesso i termini sono difficili, quando noi eravamo a scuola ci aiutava lo studio del latino alle medie per esempio, del greco alle superiori...ma loro devono imparare di sana pianta cose difficili.*

*...il linguaggio della matematica è più facile di quello delle scienze, è fatto di simboli, basta ricordarsi le formule, ma quello invece della biologia è più complicato, perché sono termini nuovi che derivano dal latino o dal greco che non sono usuali. Per esempio "eucariote", "eterozigote" sono complesse, per "eterozigote" per esempio addirittura bisogna ricordarsi sia il significato di "eteros" sia quello di "zigote"...*

*... credo che il linguaggio specialistico delle scienze sia una cosa che complica l'apprendimento per l'univocità dei significati...*

*Io invece credo che non tutti possono capire le materie scientifiche, chi le capisce è davvero intelligente...lo studio, l'impegno può aiutare, come può aiutare il fatto che puoi ricordarti a memoria i termini e i significati, o le formule però le formule sono fatte per essere applicate ma spesso un problema non è solo la formula da applicare, è anche metodo, capacità di collegare le informazioni...insomma studi una pianta come è fatta, ma se non ricollegi la pianta alla fotosintesi, non capirai mai la sua importanza, anche se ricordarsi il termine cloroplasto e clorofilla è importante.*

*Il linguaggio scientifico serve perché si devono comunicare i risultati senza equivoci... ogni scienza ha il suo linguaggio specialistico e la regola generale è che i linguaggi usano termini che sono tutti di significato univoco...*

*Le difficoltà sono però anche dovute al fatto che dobbiamo fare tante cose e non ci possiamo fermare molto, fare laboratorio per esempio aiuta, ma a volte si perde tempo perché gli allievi giocano e fanno caos...una difficoltà è che spesso siamo costretti a farli studiare solo teoria e non pratica...*



**Allegato 1d: Risultati del focus group "cos'è il laboratorio di scienze, a cosa serve, perché è importante fare laboratorio di scienze"**

*...nella scuola abbiamo il laboratorio di scienze, come pure abbiamo quello di informatica, ma non direi proprio che sia attrezzato, abbiamo 4 o 5 microscopi, abbiamo vetreria, abbiamo bilance a bracci uguali, qualche attrezzatura...*

*in realtà poiché ci andiamo poco quello che c'è ci basta, non è che servono poi grandi cose.*

*Il nostro istituto stanZIA 1000 euro all'anno per i materiali di laboratorio nel capitolo "spese di consumo", poi vi è un altro capitolo per i materiali, se chiediamo non ci viene negato, ma nella realtà ci andiamo poco.*

*Sono d'accordo, non è che non ci sono i soldi, è che noi non lo usiamo molto e poi bisogna fare trafale burocratiche per fare spese di materiali che ti fanno perdere la voglia, ci vorrebbe un tecnico che si occupa di questo ma noi non lo abbiamo.*

*In un anno vado in laboratorio 4 o 5 volte e dipende dalla classe, in prima si va un po' più spesso, nelle seconde e nelle terze quasi per niente.*

*Io invece non più di 3 o 4 volte in un anno vado in laboratorio, per cui basta il poco che c'è.*

*Nelle prime facciamo per lo più fisica, con esperienze sul galleggiamento e la capillarità, a volte sulla materia, quelli sulla materia non sono veri e propri esperimenti ma sono attività di riflessione che conduciamo attraverso schede su alcune delle proprietà della materia.*

*Magari possiamo farti vedere le schede sui gas e sui solidi (allegati 3a e 3b)*

*Per esempio sottoponiamo agli studenti la scheda sugli stati della materia per farli riflettere sul fenomeno di cui hanno, in genere, esperienza.*

*La scheda viene distribuita ad ogni studente e poi lasciamo loro qualche minuto di riflessione e poi discutiamo insieme. Quasi tutti facciamo così se usiamo schede.*

*Si, l'attività è individuale, ogni studente riceve la scheda e ha un po' di tempo a disposizione per leggere la scheda e rispondere secondo ciò che pensa, dopo discutiamo insieme e le risposte si socializzano, ovviamente molti studenti o non sanno rispondere o rispondono in modo corretto o in modo sbagliato, ma poi noi insegnanti durante la discussione spieghiamo e correggiamo gli errori.*

*Gli studenti non lavorano in gruppo in questa attività, ma anche in altre e non la eseguono praticamente, ma riempiono la scheda sulla base dei disegni proposti e delle situazioni ideali presentate e poi durante la discussione e se gli allievi hanno sbagliato le risposte queste si correggono.*

*oppure facciamo correggere da un compagno che ha dato la risposta giusta.*

*Si, d'altra parte, sarebbe ben difficile trovare un pistone con cilindro a tenuta per far fare agli studenti l'esperienza sul gas, quella sulla forma dei solidi si potrebbe fare*

*magari in gruppo, però è talmente immediata che a volte è banale, ma la eseguo teoricamente perché gli studenti dalle elementari arrivano sempre peggio.*

*però la capillarità e il galleggiamento sono attività sperimentali, infatti io li eseguo in due modi, a seconda delle caratteristiche della classe, se la classe è rumorosa li faccio in modo dimostrativo, se la classe è tranquilla faccio eseguire l'esperimento. Praticamente spiego prima il fenomeno in classe che normalmente c'è sul libro ed io seguo il libro, non c'è libro che non porta trattando dell'acqua o dei liquidi il fenomeno della capillarità o del galleggiamento, poi porto i ragazzi in laboratorio e faccio io l'attività facendomi aiutare da alcuni studenti, 1 o 2 al massimo, mentre eseguo l'attività verificiamo ciò che ho spiegato e che c'è sul libro, loro prendono appunti sul quaderno di scienze, oppure possono riempire una scheda preconfezionata che gli preparo. Normalmente le attività si trovano sul libro o su altri libri. Ad esempio quest'anno ho fatto così per la capillarità e il galleggiamento, ho fatto la scheda aiutandomi da materiali che ho trovato in internet.*

*Io invece quando faccio il laboratorio, poco a dir il vero, faccio lavorare i ragazzi in gruppo di 4 o 5. Ho preparato una serie di esperimenti che faccio durante l'anno, ecco per esempio la scheda dell'esperimento del passaggio di stato dello iodio, è bello e i ragazzi si divertono. (allegato 4)*

*Io faccio anche un po' di laboratorio di biologia per esempio quando faccio l'alimentazione faccio i saggi, uso le schede e anch'io ce l'ho qui. (Allegati 5a,5b,5c)*

*Si possono fare esperimenti, ma prima si devono spiegare i contenuti secondo me altrimenti che capiscono? In alcuni corsi di aggiornamento che abbiamo fatto all'ITIS ci hanno dato dei materiali, o meglio li abbiamo creati noi dopo aver fatto l'esperienza in modo pratico, per esempio abbiamo delle schede che usiamo, quella dei solidi e gas che hai visto l'abbiamo fatta noi con i docenti delle superiori. I ragazzi li faccio lavorare in gruppetti di 4, ma il più delle volte assistono all'esperimento fatto da un gruppo che si alterna di volta in volta, il motivo è che così li posso seguire, da soli fanno troppo caos e ci mettono troppo tempo .*

*Per biologia, io a volte li faccio guardare al microscopio e chiedo di disegnare ciò che vedono, ma loro vedono per lo più tutto meno che le cellule, secondo me sono troppo piccoli e non riescono a vedere le cose bene, ho provato e riprovato, ma in realtà non so cosa apprendono, i disegni mi dicono che apprendono poco...loro confondono le cellule con la polvere e chiamano i granelli di polvere cellule e le cellule molecole, queste cose sono difficili.*

...

## Allegato 2

### Allegato 2a: il laboratorio di scienze della scuola (foto del laboratorio)



**Allegato 2b: Il laboratorio di scienze durante la ricerca (foto)**



## Allegato 3

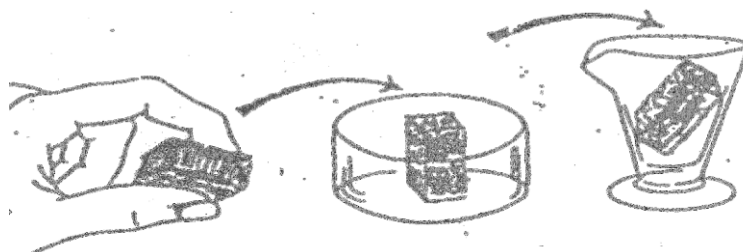
### Allegato 3a: Schede di laboratorio usate dai docenti prima della sperimentazione

DOCUMENTI: Scheda di laboratorio per l'attività "le proprietà dello stato solido della materia

Cognome \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_

Classe \_\_\_\_\_ Scuola \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

NEL CONTENITORE A C'E' UN PEZZO DI FERRO. SI SPOSTA IL PEZZO DI FERRO NEL CONTENITORE B.



1 - SPOSTANDO IL PEZZO DI FERRO DAL CONTENITORE A AL CONTENITORE B, LA FORMA DEL PEZZO DI FERRO

CAMBIA  NON CAMBIA  NON SO RISPONDERE

SPIEGA LA TUA RISPOSTA

---

---

2 - PASSANDO DAL CONTENITORE A AL CONTENITORE B, LA QUANTITA' DI SPAZIO OCCUPATA DAL PEZZO DI FERRO

DIVENTA PIÙ GRANDE  DIVENTA PIU' PICCOLA   
NON CAMBIA  NON SO RISPONDERE

SPIEGA LA TUA RISPOSTA

---

---

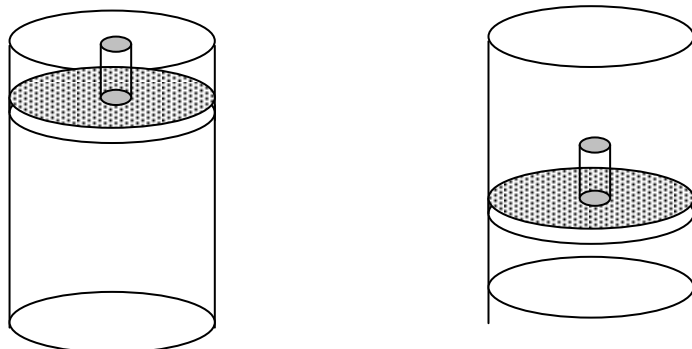
**Allegato 3b: Schede di laboratorio usate dai docenti prima della sperimentazione**

DOCUMENTI: Scheda di laboratorio per l'attività "le proprietà dello stato gassoso della materia"

Cognome \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_

Classe \_\_\_\_\_ Scuola \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

**Quando spingiamo forte il pistone di un cilindro a tenuta, nel quale si trova un gas puro, il pistone si abbassa.**



Secondo te, in questo esperimento, la quantità di gas

- aumenta                       rimane uguale  
 diminuisce                       non so rispondere

Spiega la tua risposta \_\_\_\_\_

---

---

---

Secondo te, in questo esperimento, la quantità di spazio occupato dal gas

- aumenta                       rimane uguale  
 diminuisce                       non so rispondere

Spiega la tua risposta \_\_\_\_\_

---

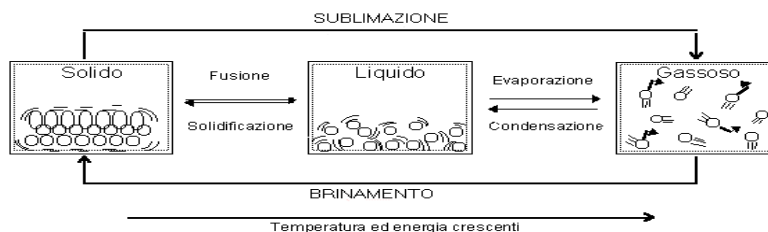
---

---

## Allegato 4. Scheda di laboratorio utilizzata dai docenti prima della sperimentazione

LABORATORIO- SUBIMAZIONE DELLO IODIO: Prerequisiti all'attività: Miscugli

SCOPO DELL'ESPERIMENTO	<b>Dimostrare come lo iodio, che a temperatura e pressione ambiente è solido, riscaldato passa allo stato aeriforme senza diventare prima liquido.</b>
MATERIALE OCCORRENTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iodio in cristalli</li> <li>• Vetrino d'orologio o capsule di Petri (o piattini resistenti al calore);</li> <li>• Bunsen con treppiedi</li> <li>• Ghiaccio</li> <li>• Becher</li> <li>• Carta assorbente</li> </ul>
PROCEDIMENTO	In un becker perfettamente asciutto si pongono alcuni cristalli di <i>iodio</i> , si copre con un vetro da orologio più grande del becher, su cui è posto, allo scopo di raffreddare, un cubetto di ghiaccio; si sottopone il becker ad attenuato riscaldamento sul bunsen e si osserva. Alla fine rimuovere il ghiaccio con una pinze e asciugare l'acqua ottenuta dalla fusione con la carta assorbente.
OSSERVAZIONI Descrivi ciò che osservi durante questo esperimento, specificando il ruolo del ghiaccio e del vetrino da orologio.	<p>Quando inizia il riscaldamento si osserva.....  <i>uno svolgimento di vapori lilla, senza la formazione di liquido ( sublimazione ).</i></p> <p>Sul fondo del vetro da orologio, a causa della sua temperatura più bassa, si può osservare, dopo pochi secondi.....  <i>il riformarsi di cristalli grigiastri di iodio, senza passaggio all'intermedio liquido ( brinamento ).</i></p> <p>Lo <i>iodio</i> brinato sul fondo del vetro da orologio può essere riconosciuto con un test di riconoscimento: con trattamento con un solvente apolare, ad esempio <i>tetracloruro di carbonio</i> che lo scioglierà facilmente con il tipico colore rosso-viola.</p>
ANALISI	Rispondere alle seguenti domande: In che modo la sublimazione potrebbe essere usata per separare i componenti di un miscuglio?..... <i>Potrebbe essere usata se i componenti di un miscuglio hanno un diverso punto di passaggio di stato</i>
CONCLUSIONI	Quali conclusioni generali poi trarre da quanto osservato?..... <i>Che non tutti i materiali solidi passano a liquidi se riscaldati</i>



## Allegato 5

### Allegato 5a: Scheda Laboratorio di biologia prima della sperimentazione

#### SAGGIO PER L' AMIDO

**MATERIALI:** 4 provette segnate con i numeri da 1 a 4, pennarello, portaprovette, contagocce, soluzione di glucosio al 10%, soluzione di amido all'1%, soluzione di albume all'1%, acqua, tintura di iodio.



**PROCEDIMENTO:** poniamo 20 mm di soluzione di glucosio nella provetta n° 1, di soluzione di amido nella provetta n° 2, di soluzione di albume nella provetta n° 3 e di acqua nella provetta n° 4.

Usando il contagocce aggiungiamo in ogni provetta tre gocce di soluzione di iodio; agitiamo le provette per mescolare il contenuto ed osserviamo i cambiamenti di colore.

#### RISULTATI:

Sostanza	Cambiamento di colore dopo aggiunta di iodio
Soluzione di glucosio al 10%	<i>Colore dello iodio(marrone)</i>
Soluzione di amido all' 1%	<i>Azzurro</i>
Soluzione di albume all'1%	<i>Colore dello iodio</i>
Acqua	<i>Giallo scuro</i>

**NB:** La provetta con l' acqua è servita come controllo, il colore un po' più chiaro è dovuto alla diluizione.

#### CONCLUSIONE:

Poiché

.....allora.....

*Poiché l' albume (proteina) ed il glucosio (zucchero ) non cambiano colore con lo iodio ma solo l'amido si, allora possiamo dire che lo iodio serve ad identificare la presenza di amido negli alimenti.*



**Allegato 5b: SCHEDA di Laboratorio di  
Biologia**



**AZIONE DELLA SALIVA SUGLI AMIDI**

**MATERIALI**

4 provette, porta provette, beker, contagocce, acqua, iodio, biscotto, fetta biscottata, spruzzetta.

**PROCEDIMENTO**

Si mettono le 4 provette nel porta provette, poi si introduce:  
nella n° 1 poche briciole di biscotto diluite con acqua,  
nella n° 2 poche briciole di fetta biscottata diluite con acqua,  
si aggiungono in entrambe le provette due gocce di soluzione di iodio;  
nella n° 3 poche briciole di biscotto diluite con acqua,  
nella n° 4 poche briciole di fetta biscottata diluite con acqua;  
nelle provette n° 3 e n° 4 si aggiunge un po' di saliva e due gocce di soluzione di iodio.  
Si attende circa 30 minuti.

**RISULTATI**

<b>Provette n°</b>	<b>colore</b>
<b>N°1</b>	blù scuro
<b>N°2</b>	blù scuro
<b>N°3</b>	giallo- marrone
<b>N°4</b>	giallo- marrone

**CONCLUSIONI:** l' amido non era/era presente nelle provette n° 3 e 4 perché

.....  
.....

*nella saliva è contenuta la ptialina che scompone gli amidi in zuccheri.*

## Allegato 5c: SCHEDA di Laboratorio di Biologia

### LA BILE EMULSIONA I GRASSI

#### MATERIALI

cistifellea di pollo, olio, acqua, forbici, due provette portaprovette.

#### PROCEDIMENTO

si mette nella prima provetta acqua e olio, nella seconda acqua, olio e bile prelevata dalla cistifellea di pollo con le forbici. Si tappano le provette e si agitano. Poi si confrontano.



#### RISULTATI

nella prima provetta l' olio.....  
*è venuto a galla, essendo più leggero dell' acqua;*

nella seconda provetta è comparso.....  
*un liquido poco limpido in cui si vedevano piccole goccioline di olio*

**CONCLUSIONI:** La bile ha.....  
*emulsionato l' olio.*

## Allegato 6

### Allegato 6a: Diario

#### **Pagina di Diario del ricercatore, incontro primo giorno di scuola con i docenti della comunità di ricerca**

##### ***Dal diario del Ricercatore: condividere le reciproche aspettative ( il primo giorno di scuola settembre 2008)***

*Ho incontrato il pomeriggio del primo giorno di scuola in settembre i docenti della scuola media di Povo dopo la pausa estiva, domani incontro quelli di Pergine. Sapevo che la dirigente aveva incontrato i docenti e caldeggiato l'adesione completa dei docenti, all'incontro tra dirigente e docenti era presente anche la docente I'PRASE che mi aveva confermato il bisogno di tutti i docenti di disegnare ed attivare un percorso di cambiamento nell'insegnamento delle scienze nella scuola. Ho ascoltato i docenti riguardo alle loro esigenze, in modo che fosse tutto il gruppo ad esplicitarle. Esigenze esplicitamente emerse nel gruppo:*

*mantenere le tematiche che facciamo normalmente, aggiungendo il tema dell'alimentazione nelle seconde e i docenti delle seconde hanno concordato che il tema è direttamente collegato alle trasformazioni chimiche, perciò volevano affrontare le trasformazioni chimiche in laboratorio  
nelle classi prime cominciare dai viventi perché è l'argomento che fanno abitualmente  
necessità di organizzare un laboratorio con esperienze in cui gli studenti possano "mettere le mani in pasta"(riporto letteralmente)  
non perdere tempo perché poi occorre fare il programma*

*ho posto la questione relativa alle reciproche aspettative, ho chiesto pertanto che cosa loro si aspettassero da me e dopo ho esposto cosa mi aspettavo dall'esperienza con loro.*

##### ***Le aspettative dei docenti:***

*sfruttare la mia esperienza per fare "esperimenti" fattibili( riporto integralmente)  
organizzare un percorso eseguibile di laboratorio con schede di esperienze da, eventualmente, arricchire anno per anno.*

##### ***Le mie aspettative: Attivare e condividere***

*"attivare le loro risorse individuali e collettive per programmare percorsi efficaci studiati su un contesto"; ho proposto di confrontarci sui significati di questa frase che è stata scritta alla lavagna, ho lanciato quindi la discussione in cui ho attivato la partecipazione di tutti, abbiamo **condiviso i seguenti significati:**  
non ci aspettiamo ricette precostituite, gli esperimenti si trovano in internet il problema è confrontarci prima su cosa vuol dire "laboratorio scientifico"  
studiare il da farsi sapendo e conoscendo bene il contesto in cui operiamo, cioè la classe  
confrontarsi sui contenuti in modo da condividere le conoscenze "esperte"  
fare prima un lavoro su noi stessi per poi decidere come farlo sugli studenti*

## Allegato 6b: Incontri riflessione/ricostruzione

### riflessione/ricostruzione della concezione del laboratorio scientifico<sup>122</sup>

Cosa pensate, secondo voi perché vi ho chiesto di guardare con me questo filmato?

Perché ci fai vedere un materiale che possiamo usare in classe

Per osservare la reazione e vedere cosa succede

Per fare ipotesi su ciò che succede

Le ipotesi si formulano quando si pone il problema: "cosa succede se mescolo l'aceto al bicarbonato"

Sono d'accordo, allora aggiungo che andiamo in laboratorio perché in questo luogo possiamo far osservare se i due componenti subiscono variazioni rispetto a prima.

Penso che prima di osservare se c'è un cambiamento nei componenti occorre osservare attentamente l'aspetto dei due prima di mescolarli.

Vi è stato un coro di "sono d'accordo"

se ho capito bene avete proposto di osservare l'aspetto dei componenti?

Sì, ma si deve poi descrivere com'è prima

È importante anche durante e dopo

e se ci spostassimo da questi due componenti in particolare, aceto e bicarbonato e pensiamo a due in generale cosa pensiamo di fatto di osservare?

Una reazione chimica, cioè una trasformazione della materia

Un fenomeno di trasformazione della materia

Sono d'accordo un fenomeno, la chimica si interessa dei fenomeni che riguardano la trasformazione della materia, la scienza si interessa di fenomeni naturali

allora se ho capito bene la scienza si interessa di fenomeni?

No, anche di oggetti, ad esempio mi viene in mente le scienze della terra che sono in grado di dirci cosa succede alle lastre di pietra soggette a forze costanti anche se minime, penso agli architravi incurvati dalla forza di gravità, la pietra ha un comportamento, in quel caso, plastico, non rigido.

Ma allora anche di eventi, penso all'arrivo di comete, al movimento della terra intorno al sole, alla grandine ecc. o si può parlare di fenomeni anche qui?

Se si vuole descrivere le proprietà di un solido prendo in considerazione "oggetti" o "corpi"

Il mio intervento: oggetti o corpi?

Ad esempio se facciamo vedere alcune reazioni e non una sola, possono acquisire informazioni su come avvengono le reazioni, sulla conservazione della massa ad esempio

Credo che la collega abbia ragione, possiamo acquisire i concetti fondamentali di una trasformazione chimica o di un qualsiasi altro tema di cui stiamo trattando

Si non solo sul libro si possono ricavare i concetti, ma anche facendo laboratorio si trattano e forse restano più in mente.

a questo punto sulla base di quanto abbiamo detto possiamo tirare le conclusioni, rileggendo ciò che abbiamo scritto possiamo dire la prima cosa:

a) il laboratorio è il luogo (risulta dal 4° intervento) dove si pongono problemi su cui si formulano ipotesi

e la seconda?

---

<sup>122</sup> In azzurro le domande poste dal ricercatore, in nero le risposte del gruppo

è il luogo dove si attua il controllo delle ipotesi  
dove si possono verificare le ipotesi  
bisogna dire però che questo luogo può essere sia uno spazio, un posto, un aula  
attrezzata per fare esperimenti, però anche in aula si possono fare esperienze  
ma allora anche sul territorio si può fare laboratorio, per esempio quello ecologico  
insomma, penso che per laboratorio si debba intendere qualsiasi luogo dove si  
apprendono concetti  
dove si può pensare su un procedimento, le azioni da fare insomma, oppure...  
oppure si può riflettere sugli errori dopo aver fatto l'esperimento  
eh, però prima si analizzano i dati, e più che riflettere sugli errori penso che si valuta la  
"bontà della ipotesi" che si è controllata  
io credo che sarebbe bello ragionare sulle cose che non hai previsto, su come mai sono  
accadute e così da una parte possiamo dire che è il luogo dove tu puoi fare le  
previsioni, ma è anche un luogo in cui puoi cogliere gli imprevisti e non lasciarteli  
sfuggire o scartarli perché non ti piace quello che vedi  
sono d'accordo credo che il laboratorio è una disciplina mentale che ti insegna a non  
essere cieco mentalmente non di occhi

## Allegato 7: Significato di “controllo”

### **cosa significa “controllo”? quali operazioni fare per operare il “controllo” ?**

Cosa significa controllo scientifico?

Controllare significa verificare se ciò che si è pensato è corretto

Un controllo si fa sempre sperimentalmente scegliendo le proprietà da seguire e vedere come esse si comportano durante l’esperimento

Questo mi sembra un controllo sperimentale? Vero?

Si sono d’accordo

Si controlla quando si mette a punto una via, una strategia per verificare se ciò che si è pensato, ipotizzato è corretto, ma bisogna scegliere le proprietà da controllare, spesso sono le variabili che possono essere misurate, nella scienza.

Un coro di “sono d’accordo” con l’ultima affermazione.

quindi “controllare” scientificamente comporta una scelta?

Scegliere delle proprietà significative, le variabili e poi...

Descriverle o meglio misurarle, se vogliamo fare scienza dobbiamo misurare

Si, ma prima bisogna fissare le strategie, le cose da fare e bisogna pensare a cosa e come fare

Sono d’accordo “cosa fare” riferito a “praticamente tutte quelle cose logiche che in quella situazione conviene fare per verificare”, “come fare” nel senso di “cosa faccio prima, dopo, dove metto le cose e così via”...

Le operazioni sono di tipo manuale principalmente, cosa dite?

Credo che prima si pensa e poi si agisce in laboratorio, quindi direi che sono anche mentali e le metterei sullo stesso piano

Penso anch’io che sono sullo stesso piano, “pensiero e azione” in contemporanea e spesso

nemmeno coscienti.

Nella scienza? penso che il pensiero debba prevalere che cosa pensate?

Sta di fatto che manuale è riferito a come operare in concreto sui materiali es:

“prendere il

bicarbonato di sodio con la spatola”, “mentali” è invece relativo a scelta dei materiali, scelta

delle procedure, scelta delle proprietà da tenere sotto controllo per eseguire l’esperimento.

Pensare a come fare l’esperimento, non solo “cosa” mi serve ma anche “cosa è più conveniente tenere sotto controllo”, il cosa è sempre riferito a proprietà che manteniamo

costanti o che possiamo variare o variano da sole.

“Scegliere su basi logiche”, cioè?

Certo, credo proprio anch’io, su basi logiche.

Credo anche “interpretare i dati” e “spiegare sulla base dei dati”

Si pensa, si pensa il laboratorio, mi pare che si pensi

Quindi pensiamo tutti che nel laboratorio si esercita il “pensiero”, si impiegano ragionamenti, si raccolgono dati per comprendere un fenomeno e risolvere un problema?

Si, aggiungerei che si esercita il pensiero logico, quello scientifico, quello ipotetico-deduttivo”.

E le operazioni logiche: classificazione, comparazione, misura, cosa dite?

Dico che siamo pronti a fare la mappa, la facciamo?

## **Allegato 8: la materia, i suoi stati, le sue trasformazioni**

*Il lavoro sulla materia, i suoi stati e le sue trasformazioni normalmente viene svolto dall'insegnante in questo modo:*

### Insegnante 1

Per faccio delle domande agli studenti chiedendo loro se sanno di cosa è fatta la materia, qualcuno risponde che è fatta di atomi, io aggiungo che gli atomi sono le particelle piccolissime che costituiscono ogni forma di materia e che gli atomi nella materia possono essere legati da legami più o meno forti, così grazie a questi legami che sono le forze di coesione possiamo avere tre tipi particolari di materia: solido liquido e gas.

Faccio poi portare esempi di materia allo stato solido, liquido o gas, normalmente portano l'esempio di oggetti quotidiani e che loro manipolano per i solidi, di liquidi come latte, coca-cola, acqua. E mi portano come esempio di gas le bolle delle bibite gassate.

Chiedo loro che mi indichino le differenze tra solidi e liquidi, mi dicono che i solidi sono rigidi, e i liquidi invece scorrono, allora io sottolineo le proprietà, cioè che i solidi hanno forma che non cambia al cambiare del recipiente e i liquidi si adattano alla forma del recipiente e questo dipende dal fatto che le loro particelle sono legate in modo diverso che quelle dei solidi hanno vibrazioni, e non sono libere di muoversi, mentre le particelle dei liquidi scivolano l'uno sull'altra.

Disegno alla lavagna delle palline e dico loro che se le palline non hanno legami allora la materia è allo stato gassoso, mentre se i legami si formano in modo da permettere alle particelle di scivolare tra loro la materia è allo stato liquido, e sottolineo il fatto che loro stessi hanno detto che scorrono. Poi per ultimo dico loro che le particelle che costituiscono i solidi sono strettamente legate in modo tale che esse non si possono muovere, possono solo vibrare intorno alle posizioni di legame.

Dopo aver detto questo dico che questa è la teoria particellare della materia.

Dopo spiego le trasformazioni fisiche e chiedo loro quali conoscono, normalmente loro parlano di scioglimento del ghiaccio e sanno che esso si scioglie a zero gradi. Qualcuno conosce anche l'ebollizione e così si può sottolineare che avviene a 100°.

Poi facciamo alla lavagna lo schema dei passaggi di stato solido, liquido, gas e dico che la stessa sostanza può subire le trasformazioni facendo l'esempio dell'acqua.

Per le trasformazioni chimiche dico che sono invece reazioni tra due o più sostanze e che le sostanze quando reagiscono formano un prodotto diverso dalle sostanze di partenza, poi faccio degli esempi, parlo di ruggine, parlo dell'aggiunta del limone nel tè.

### Insegnante 2

Spiego loro che gli stati della materia sono tre e sono caratterizzati da forma e volume che possono essere mantenuti propriamente o no dagli oggetti e che queste dipendono dalle interazioni che ci sono tra le particelle che costituiscono la materia.

Leggiamo il libro in classe e su questo punto commentiamo e sottolineo con loro le cose principali.

A volte faccio un po' di laboratorio facendo fare misure di volume per i liquidi e dico che il volume è la grandezza caratteristica dei liquidi ma anche dei solidi e dei gas, poi faccio fare, sempre in laboratorio misure di massa e spiego loro che massa e peso non sono la stessa cosa che la massa è propria del corpo mentre il peso dipende dalla gravità. Sul libro questa parte è fatta bene per cui di solito, la leggo con loro in classe.

Per le trasformazioni spiego quali sono e faccio lo schema alla lavagna che faccio copiare sul quaderno, e scrivo sulle frecce che indicano il passaggio gli esempi di trasformazione fisica.

Per le trasformazioni chimiche devo dire che le faccio poco, però se le faccio (e questo dipende dalla classe, se è troppo vivace diamo la definizione in classe e facciamo qualche esempio) metto in evidenza che cambia il tipo di materia che è diversa da quella di partenza perché cambiano i legami tra le particelle ed esse si legano tra loro in modo diverso e qui faccio l'esempio di ossigeno e idrogeno che se sono legati a

particelle della stessa specie formano i due gas mentre se sono legati tra ossigeno e idrogeno formano l'acqua.

Poi infine aggiungo che le trasformazioni chimiche sono dette reazioni e le fisiche sono i passaggi di stato e queste si differenziano perché anche se lo stato è diverso, si tratta sempre della stessa sostanza.

### Insegnante 3

Normalmente imposto così la lezione sulla materia:

Dico loro la definizione di materia, la detto e la faccio scrivere sul Quaderno

Faccio portare loro esempi di materia e dico loro che gli esempi che portano si distinguono per due motivi: la composizione perché il ferro è diverso da rame e lo stato fisico. Infatti, sulla base degli esempi che portano, che scriviamo alla lavagna facciamo i gruppi e li classifichiamo, cioè distinguiamo i liquidi dai solidi, poi poiché manca sempre l'esempio dei gas, faccio io l'esempio dell'aria o del cloro. Devo sempre integrare con questa spiegazione.

Dopo aver portato esempi gli dico che la materia secondo una teoria scientifica detta teoria particellare è costituita da particelle che sono piccole unità di quella materia. Dico inoltre che la materia si divide in elementi e composti e faccio esempi degli uni e degli altri. Poi parlo del fatto che la materia può cambiare lo stato fisico se si porta a temperatura diversa e qui illustro i vari stati, spiegando i passaggi di stato. Dico che nei passaggi di stato la materia coinvolta cambia solo di forma o di volume ma che rimane la stessa e che non è così nelle reazioni chimiche dove la materia cambia completamente e faccio l'esempio della ruggine che è una cosa diversa dal ferro.

### Insegnante 4

Riguardo a illustrare come normalmente imposto la lezione a questo riguardo faccio così:

Richiamo e chiedo la definizione di materia( mi accontento quando gli studenti mi dicono che la materia è tutto ciò che costituisce i corpi)

Sottolineo che la materia ha la capacità di avere massa e volume, e che poiché il volume richiama all'idea di spazio, anche la materia occupa spazio

Normalmente chiedo in quanti stati fisici troviamo la materia e richiamo che gli stati sono tre: solido liquido e gas

Faccio portare esempi di materia nei tre stati e dico che i solidi hanno forma propria e volume proprio, mentre i liquidi non hanno forma propria ma acquistano la forma del recipiente in cui sono contenuti e i gas invece stanno e si estendono in tutto il volume a disposizione.

Illustro che la materia è fatta da particelle che sono gli atomi(ma loro spesso lo sanno), e dico che questi atomi sono particelle piccolissime e invisibili che hanno interazioni tra loro, se le interazioni sono tante allora abbiamo i solidi, se le interazioni sono meno e non sono molto forti abbiamo i liquidi, se le particelle non hanno interazioni abbiamo i gas che sono rappresentati da un moto caotico in tutte le direzioni delle particelle che costituiscono la materia.

Poi passo alle trasformazioni fisiche e faccio portare degli esempi, i ragazzi portano la fusione o la ebollizione, non sempre parlano di condensazione o di evaporazione. Allora mi soffermo a spiegare altre trasformazioni come solidificazione, sublimazione, e distinguo tra evaporazione ed ebollizione, qui poi parliamo del moto che distingue l'ebollizione e parliamo dei moti convettivi delle particelle nei liquidi che si vedono quando questi bollono. Su questo faccio sempre schematizzare alla lavagna. Non faccio mai esperienze(quasi mai) perché sono cose comuni che i ragazzi vedono quotidianamente. A volte faccio la sublimazione dello iodio e basta, per fargli capire che non è lineare il passaggio di stato sempre tra solido-liquido-gas ma può essere da solido-gas.

Spesso leggiamo le schede delle attività che ci sono sul libro e riportiamo altri esempi



Alla fine faccio studiare per un po' e ripetiamo, poi, quando sono sicura che hanno capito, faccio la verifica sulle conoscenze e comprensione che può essere un test o possono essere interrogazioni.

#### Insegnante 5

Quando spiego la materia e le sue trasformazioni vado molto veloce sulla descrizione della materia mentre mi soffermo nelle trasformazioni perché faccio il laboratorio, i ragazzi si divertono a vedere gli esperimenti di passaggio di stato. Faccio di solito la fusione del ghiaccio, la faccio con un gruppetto di studenti che eseguono e i compagni invece assistono, poi facciamo l'ebollizione e l'evaporazione. Faccio prendere la temperatura ogni cinque minuti e così vedono che succede perché prendiamo la misura della temperatura, vedono che per un po' la temperatura durante il passaggio di stato non varia e così succede durante la fusione del ghiaccio.

Poi faccio mettere un po' di alcool dentro un contenitore di vetro pirex e lo bolliamo e vediamo che la temperatura è diversa, per cui i ragazzi capiscono che ogni liquido ha un suo punto di ebollizione.

Poi faccio capire che l'ebollizione e l'evaporazione sono diverse perché nell'ebollizione il liquido fa le bolle se lo sottoponiamo a riscaldamento, mentre nell'evaporazione no, segno che si scaldano solo le molecole della superficie.

#### Insegnante 6

Credo che la materia sia l'argomento più facile da fare perché i ragazzi fanno molte cose alle elementari per cui io seguo il libro e normalmente poiché sono all'inizio lo leggiamo in classe, è perciò un ripasso.

Mi limito a fare gli schemi alla lavagna e portare qualche esempio sui gas dicendo che non hanno forze di coesione interne. Poi parlo della teoria particellare e dico che la materia è fatta di atomi e della legge della conservazione della massa, ma di solito gli studenti sanno queste cose, per cui vado veloce.

## Allegato 9: Questionario “caratteristiche peculiari dei viventi”

Data.....

Classe.....

### Attività 1. Questionario: Proprietà dei viventi

Di seguito sono elencati alcuni “oggetti” di cui ti vengono fornite le immagini.

Quel che devi fare è:

distinguerli in due categorie: quella dei **viventi** e quella dei **non viventi**

spiegare caso per caso e in poche parole perché hai inserito “l’oggetto” nel primo o nel secondo gruppo.

“OGGETTI”

abete, automobile, cavallo, fiume, formica, fungo, fuoco, microbo, muffa, nuvola, rana, sole, verme, vulcano.

#### VIVENTI

#### MOTIVAZIONI

1.....	.....
....	.....
2.....	.....
....	.....
3.....	.....
....	.....
.....	.....
...	.....
.....	.....
...	.....
.....	.....
...	.....

#### NON VIVENTI

#### MOTIVAZIONI

1.....	.....
2.....	.....
3.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

## Allegato 10: Conversazione clinica 1C

Quali sono le caratteristiche dei viventi?

R1 si nutrono – camminano – hanno un ciclo vitale

R2 nascono – crescono – muoiono – si riproducono

Mi pare di capire che tutto ciò che si nutre, cammina e il resto che avete detto e' un essere vivente... ma le piante sono o no viventi?

R1 No

R2 Sì

R3 le piante si nutrono, perciò vivono

R4 Sì, si nutrono con le radici

R5 dalle radici ottengono acqua e sali, dal sole la clorofilla

ottengono la clorofilla dal sole dici?

R1 hanno una sostanza che assorbe la luce e poi col miscuglio di altre sostanze diventa una sostanza nutritiva

R2 ci sono scarti, cioè l'ossigeno

Allora mi sembra che le piante sono viventi perché si nutrono e hanno scarti... però non si muovono!?

R1 no, il girasole segue il movimento del sole..

Il sole si muove?

R1...no è la terra, ma il girasole muove la corolla per seguire il sole

Il fuoco mi avete detto che nasce, cresce, corre è vivente oppure non vivente?

R1 ha bisogno di qualcuno che lo faccia nascere...

Spiegate mi interessa molto, perché non è un vivente?

R1 è Vivente, consuma ossigeno

R2 si nutre di cera, legna...

Allora mi dite che il fuoco e' un vivente..tutti d'accordo? (nessuno obietta)

E il vulcano?

R1 È fatto di rocce fuse, i sassi non sono viventi, i sassi vengono dalla terra e la terra è vivente...

La terra e' vivente?

R1 si altroché

R2 anche il fuoco respira, ha bisogno di ossigeno come la Terra

Avete detto nel questionario che il fiume è vivente oppure non lo è?

R1 nasce DA UNA SORGENTE

R2 cresce da ruscello a torrente a fiume

R3 l'acqua del fiume viene succhiata dalle nuvole

R4 ma non è vivente il fiume, il fiume ha viventi: i pesci.

R5 allora è vivente! Ha la vita perciò è vivente, le mamme danno la vita ai bambini che sono viventi per cui anche il fiume lo è

E le nuvole sono viventi?

R1 sì, perché sono fatte di acqua

Tutto quello che è fatto di acqua e' vivente?

R1 anche noi siamo fatti di acqua

R2 ma anche carne, ossa, organi

R3 no, l'acqua è **NON** Vivente, perché non ha una testa pensante quindi non è vivente

Il lombrico, ha una testa pensante?

R1 no, ma ha una testa ...

R2 ma, non vivono solo quelli che pensano, il lombrico non pensa ma vive

R3 non basta l'acqua per essere vivente, ad esempio l'arancia che è piena d'acqua non è un vivente.....( discussione, poi si conclude che l'acqua è vivente)

E la muffa?

R1 è vivente perché formata da germi

R2 perché i germi sono viventi

R3 perché respirano

E il fungo?

R1 qualcuno non lo considera vivente, infatti non compie azioni come un abete

R2 è vivente perché è un vegetale, e questi sono viventi

R3 ma vah, anche le carote sono vegetali, ma mica vivono

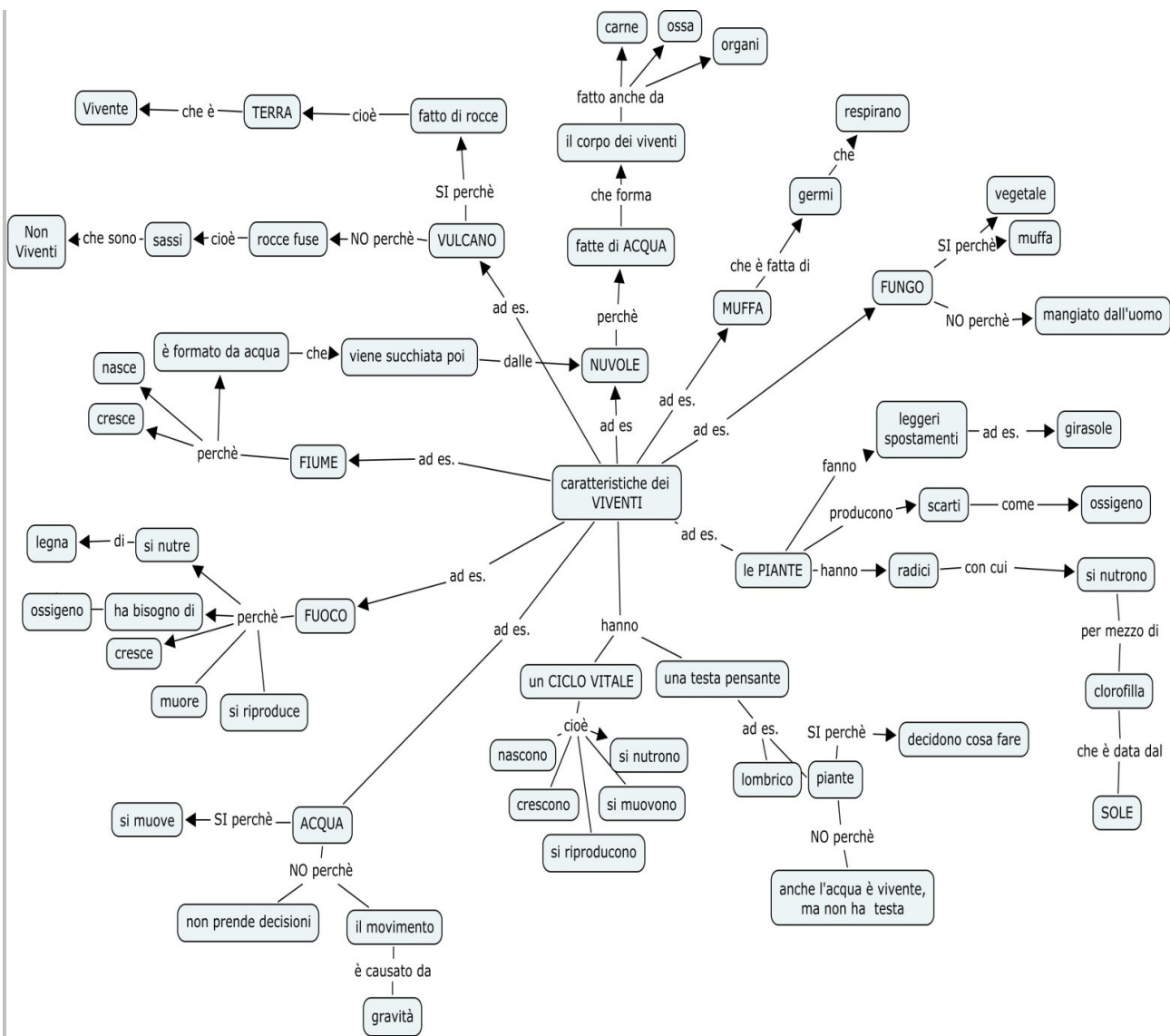
R4 ma le carote non sono vegetali, sono ortaggi, i vegetali sono gli alberi e i fiori

R5 la muffa è vivente perché è una muffa che è formata da batteri

Quindi il fungo e' non vivente...

R1 e' non vivente perché mangiato dall'uomo

## Allegato 11: mappa classe 1C



## **Allegato 12: conversazione clinica 1A**

### **Muffe, sono viventi?**

perché sono un insieme di batteri

perché i batteri sono viventi

perché respirano,

tutti i viventi, sono viventi perché respirano e camminano,

no, non è vero perché le piante non si muovono

i viventi nascono, muoiono, si riproducono si nutrono

gli esseri viventi si nutrono e ci sono erbivori, carnivori, onnivori

le piante sono viventi perché fanno la fotosintesi che formano il glucosio.

Il glucosio è una sostanza che serve per nutrire le piante. Le piante grazie al sole fanno

la fotosintesi e la pianta si può nutrire.

ci sono anche piante carnivore che si nutrono di mosche, anch'esse fanno la fotosintesi.

Le piante per fare questo prendono anidride carbonica, acqua e ossigeno e prendono

questo dal terreno e dall'aria. Poi fanno frutti che contengono vitamine e Sali, gli

animali e gli erbivori li mangiano e si nutrono a loro volta.

### **Gli erbivori si nutrono solo di acqua e Sali minerali?**

no serve a loro anche frutti che contengono acqua e Sali minerali che agli erbivori

servono in abbondanza

### **I funghi?**

sono piante, si nutrono come le piante, fanno la fotosintesi

i funghi sono verdi

no, non sono verdi, ma non lo sono perché contengono altri colori naturali

ma i funghi non sono viventi, alcuni non si vedono infatti

### **tutti gli esseri viventi si vedono?**

no, ad esempio per alcuni serve il microscopio

ad esempio le molecole non si vedono

### **le molecole sono viventi?**

sì, sono viventi

i batteri sono viventi che si vedono al microscopio

ci sono anche dei molluschi di acqua dolce che non si vedono ad occhio nudo,

bisogna vederli col microscopio

alcune piante hanno malattie che sono causate da batteri e si vedono i segni, per cui non vediamo i batteri ma i segni

### **E le nuvole?**

le nuvole sono esseri viventi perché formati da vapore acqueo che è un essere vivente

le nuvole e il sole non sono viventi perché non respirano

non è vero, sono viventi perché si muovono

ma il sole non si muove

sì, ma dà la vita, dà calore, e se dà la vita e calore è vivente

si che si muove, si muove sull'orizzonte e poi nasce, cresce e muore ogni giorno, poi però risorge, come Gesù. Tutte le cose sono creature perciò viventi create da Dio.

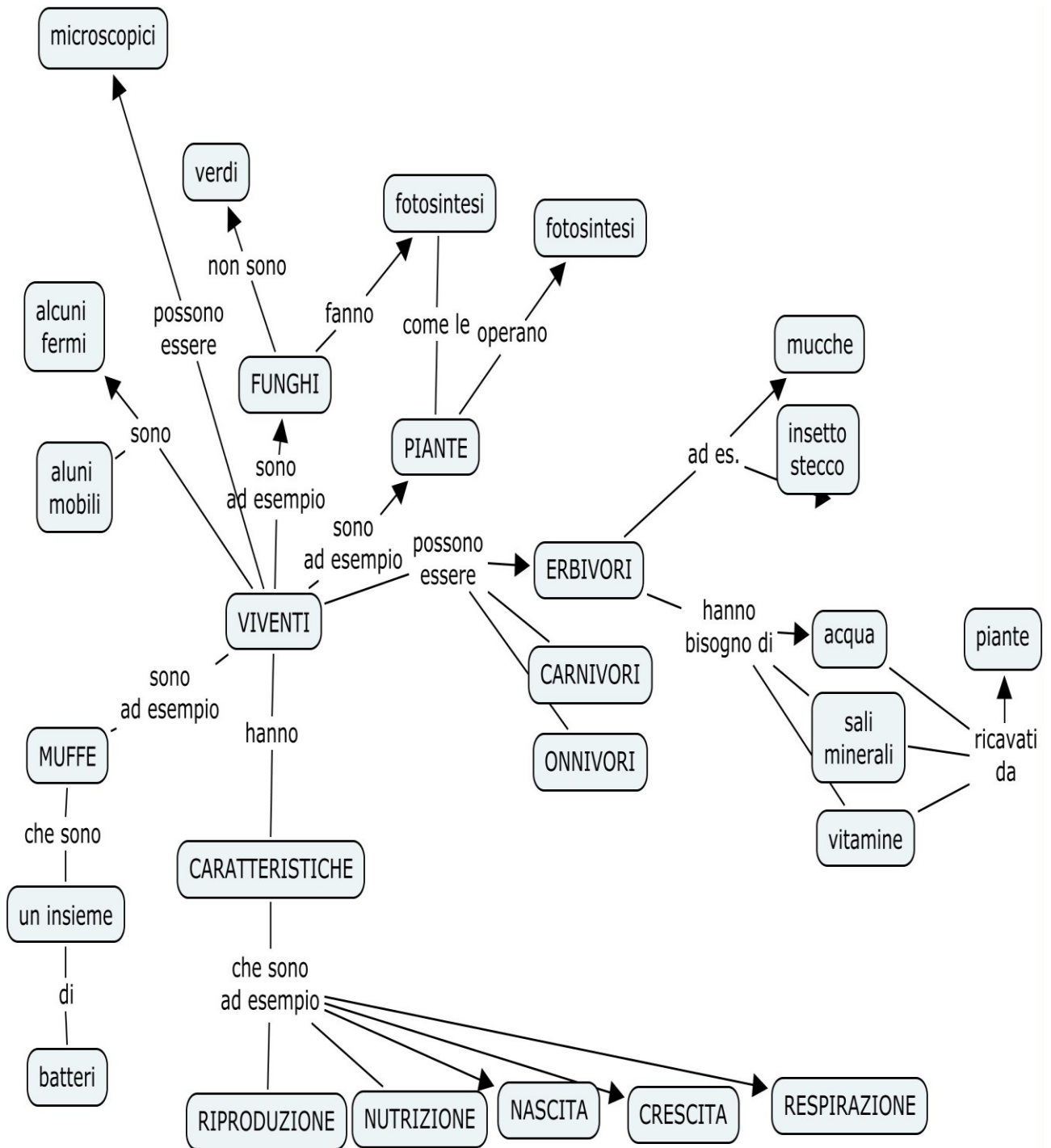
### **E il vulcano?**

il vulcano è un essere vivente perché il magma si muove

il sole e i pianeti sono viventi perché hanno una vita

secondo me le nuvole non sono viventi, perché il loro movimento è aiutato dal vento

## Allegato 13: Mappa classe 1A



## Allegato 14: Questionario: la Materia e sue trasformazioni

Data..... Classe.....

### QUESTIONARIO

di seguito sono elencati in ordine alfabetico alcuni "oggetti" e ti vengono fornite di ognuno le immagini:

*acqua, alcool, anidride carbonica, aria, birra, farina, bracciale d'oro filo di rame, gesso, lamina di ferro, latte, ossigeno, pezzo di legno, pezzo di plastica, sabbia.*

a) Raggruppa in tre insiemi gli "oggetti" elencati usando il criterio dello **stato fisico della materia**;

b) spiega, caso per caso e in poche parole, il motivo che ti ha spinto ad inserire "l'oggetto" in quel dato stato fisico.

STATO: .....	MOTIVAZIONI
1.	
...	
....	
.....	
.....	

STATO: .....	MOTIVAZIONI
1.	
...	
....	
.....	
.....	

STATO: .....	MOTIVAZIONI
1.	
...	
....	
.....	
.....	

Descrivi con semplici disegni:

la disposizione delle particelle di acqua nel ghiaccio

la disposizione delle particelle di acqua nell'acqua liquida

la disposizione delle particelle di acqua nel vapore

Accanto alle frasi che seguono scrivi a quale tipo di fenomeni fisici esse fanno riferimento:

Frase	Fenomeno fisico
Dopo la doccia i vetri della finestra erano appannati	
E' tornato il sole e le strade si sono asciugate	
Questo inverno il lago era coperto di ghiaccio	
La naftalina sspande il suo odore nell'aria	
Aggiungi un po' di zucchero alla limonata, per favore	
Fai attenzione , il tuo gelato si sta sciogliendo!	

## Allegato 15. Scheda da libro di testo

Dal libro di testo G.Bo, A. Carbona, P.Leonardo, Ed. Paravia

*Come sono disposte le molecole di una sostanza nei tre stati in cui si può trovare?*

*Possiamo spiegarlo con tre immagini che danno un'idea suggestiva della realtà...*

*Le molecole di un gas si muovono come uno sciame di mosche chiuse in un barattolo(fig. 25A). Urtano continuamente tra loro e contro le pareti del recipiente. Pensa che le molecole di azoto guizzano a una velocità di cinquecento metri al secondo!....*

*Le molecole di un liquido, invece, si muovono come un ammasso di maggiolini brulicanti in una scatola di cartone, rimangono unite tra di loro ma ciascuna è libera di scorrere in mezzo alle altre. Alcune ogni tanto prendono il volo. E' il liquido che evapora(Fig. 25B)*

*...possiamo paragonare le molecole di un solido a delle arance strettamente imballate in una cassa. Ciascuna occupa un posto preciso...*

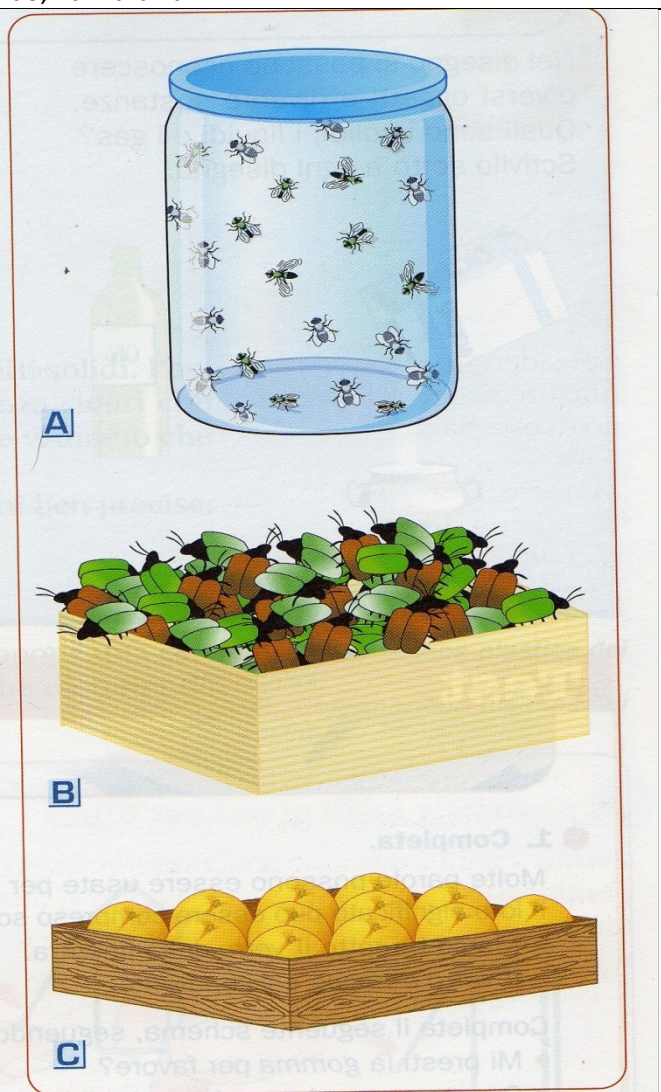


Figura 25 Le molecole nei tre stati della materia.



## Allegato 16: conversazione clinica classe 1

D. che cosa è, secondo voi, una trasformazione chimica?

Risposta: è una trasformazione tra 2 elementi che si sono uniti e da cui non si può

più tornare indietro.

D. Cosa significa trasformazione?

E cosa è un elemento?

R<sub>1</sub>. È un cambio di materiale.  
cioè?

R<sub>1</sub>. È una cosa indivisibile indivisibile,

R<sub>2</sub>. È una sostanza che si cambia.  
piccole

R<sub>2</sub>. Che non si può dividere in cose più

R<sub>3</sub>. È un elemento che cambia

D. Ma come possono cambiare queste sostanze?

R. Con una reazione chimica.

D. Allora trasformazione chimica e reazione chimica sono la stessa cosa?

R. Sono cose diverse.

D. In cosa sono diverse?

R<sub>1</sub>. La reazione chimica è quello che succede dopo la trasformazione. La trasformazione chimica è un qualche cosa che non si può più cambiare.

R<sub>2</sub>. La reazione chimica è ciò che succede quando si combinano 2 elementi, la trasformazione è il risultato.

R<sub>3</sub>. Un esempio di reazione chimica è: solfato di ferro + solfato di rame.

D. E cosa succede in questa reazione chimica?

R<sub>1</sub>. Succede come in un vulcano: si forma una schiuma bianca.

R<sub>2</sub>. Altra reazione chimica: bicarbonato di sodio+aceto: si forma una schiuma bianca.

R<sub>3</sub>. Altra reazione: acqua + frizzina.

D. Cosa devo guardare per capire se è avvenuta una reazione chimica?

R. Devo vedere come era prima e dopo la reazione.

D. Cosa di "prima e dopo"?

R. Come erano gli elementi/le sostanze prima e dopo la reazione.

D. Se voglio avere una reazione chimica tra due sostanze cosa devo fare?

R<sub>1</sub>. prendere le due sostanze

R<sub>2</sub>. Cioè mettere a contatto le due

R<sub>3</sub>. Alcune reazioni hanno bisogno di acqua, altre di calore, di ossigeno, altre le devo scuotere.

D. Quali reazioni, ad esempio, hanno bisogno di ossigeno?

R. La combustione.

D. La combustione ha bisogno solo di ossigeno?

R. No, ha bisogno anche di un combustibile.

D. Ad esempio?

R<sub>1</sub>. Il legno.

R<sub>2</sub>. Per una reazione chimica può servire anche energia elettrica.

D. Le reazioni chimiche possono avvenire anche con altre forme di energia?

R<sub>1</sub>. Le reazioni nucleari.

D. Le reazioni nucleari sono reazioni chimiche?

R<sub>1</sub>. No

R<sub>2</sub>. Anche la pressione favorisce le reazioni chimiche.

D. La pressione?

R. Sì, è una forma di energia la pressione.

D. Mi dite altre forme di energia?

- R. Il sole, l'energia solare.
- D. E che reazione chimica fa il sole?  
R. La fotosintesi clorofilliana.
- D. Come si chiamano le sostanze che reagiscono? E quelle che si formano?  
R<sub>1</sub>. Reagenti R<sub>1</sub>. Formanti.  
R<sub>2</sub>. La candeggina reagisce sullo sporco R<sub>2</sub>. Prodotti.
- D. Cosa vuol dire reagire?  
R<sub>1</sub>. Intervenire R<sub>2</sub>. Agire R<sub>3</sub>. Trasformare R<sub>4</sub>.  
Cambiare.
- D. Cosa succede durante le reazioni chimiche alle **quantità** che ho?  
R<sub>1</sub>. Variano.  
R<sub>2</sub>. Dipende dalle dosi.
- D. Ma cosa succede?  
R<sub>1</sub>. Cambia la massa. Aumenta.
- D. Come dire 100 g + 200 g fanno 300 g?  
R<sub>1</sub>. Sì, 200 g.  
R<sub>2</sub>. Può anche diminuire.  
R<sub>3</sub>. Infatti se metto nel fuoco un "plico" di fogli, diminuisce.  
R<sub>4</sub>. Eh sì, diventano cenere.  
R<sub>5</sub>. E fumo.  
R<sub>6</sub>. Ma se prendo l'acqua e la raffreddo, diventa ghiaccio e aumenta di volume.
- D. E questa è una reazione chimica?  
R<sub>1</sub>. Sì.  
R<sub>2</sub>. No, non è una reazione chimica, è un passaggio di stato, perché da ghiaccio posso ritornare ad acqua, è reversibile.
- D. Ma il criterio per capire se una trasformazione è chimica o fisica qual è?  
R. Secondo me la reversibilità, se torna indietro non è una reazione.
- D. cosa vuol dire torna in dietro?  
R<sub>1</sub>. Per esempio che da acqua passa a ghiaccio  
R<sub>2</sub>. Ma non sono la stessa cosa, uno è acqua e una ghiaccio  
R<sub>3</sub>. Sì, sono la stessa cosa  
R<sub>4</sub>. Ma no, che non lo sono, altrimenti si chiamerebbero uguali
- D. Mi avete detto che per la combustione serve il combustibile, e l'ossigeno, non serve altro?  
R1. Sì, non serve altro  
R2. Non serve più niente, aria e ossigeno  
R3. Va là, serve anche fuoco, energia  
R4. No, perché d'estate gli alberi bruciano senza fuoco!  
R5. Eh, ma se non fosse caldo non brucerebbero, è il calore del Sole che li fa bruciare, infatti in televisione dicono "autocombustione"  
R6. Appunto Autocombustione vuol dire da soli, non serve altro, c'è aria e albero.  
R7. No, io penso che ci vuole anche fuoco
- D. Voi cosa dite? qui c'è una diatriba, cosa mi dite voi?  
**La classe: sì, ci vuole anche il fuoco, se accendo la carta o qualcosa, non si accende senza fuoco**  
R. ma secondo me basta l'albero perché il legno è bruciabile e poi caldo o meglio fuoco  
Ascoltate ora: se prendo 2 candele accese e le metto sotto 2 vasi, uno più grande ed uno più piccolo, cosa succede?  
R<sub>1</sub>. Si spegne dopo quella sotto il vaso più grande, perché c'è più ossigeno.  
R<sub>2</sub>. Se metto la candela nell'acqua e la copro con il vaso, l'acqua si alza nel vaso perché si consuma ossigeno e aumenta lo spazio nel vaso.  
R<sub>3</sub> Si alza perché il vaso pesa nell'acqua
- D. E se prendo una candela piccola ed una più alta e le copro con 2 vasi uguali, cosa succede?  
R<sub>1</sub>. La candela grande si spegne prima, perché consuma più ossigeno  
R<sub>2</sub>. La candela piccola si spegne prima, perché c'è meno cera.  
R<sub>3</sub>. Si spengono assieme, perché la lunghezza non influisce

R<sub>4</sub>. Dipende dalla quantità di cera e di ossigeno.

R<sub>5</sub>. La candela più alta occupa più spazio e quindi c'è meno ossigeno.

R<sub>6</sub>. Ma l'ossigeno è nell'acqua ossigenata...

D. e quindi?

R. Non so, niente, dicevo che l'ossigeno si trova anche nell'acqua ossigenata.

D. Non vuoi comunicarci il tuo pensiero? Come mai hai pensato all'ossigeno e all'acqua ossigenata?

R. No, dicevo solo che l'ossigeno si trova nell'acqua ossigenata. Ma non volevo dire altro.

## Allegato 17: conversazione clinica classe 2

D. che cosa è, secondo voi, una trasformazione chimica?

Risposta: è un passaggio da uno stato ad un altro stato.

D. Cosa vuol dire "stato"?

R. Gli stati di aggregazione della materia.

D. Cioè?

R1. Lo stato, tipo solido, per esempio...

R2. Ma anche liquido però!

R3. E gas!

R4. Ma i gas non sono stato

D. è interessante, i gas non sono stato...

R1. Non sono stato perché evaniscono, non si toccano, non pesano, uno stato pesa, per esempio l'acqua, pesa.

R2. Dipende, non pesa mica sempre, pesa se è una quantità, ma una goccia se la metti in mano non pesa niente.

D. Quindi mi dici che l'acqua se la metti in mano non pesa niente...

R. Ma la tua mano non è mica una bilancia, è solo la bilancia che pesa il peso e ci può dire se una cosa pesa o no!

D. Quindi è solo la bilancia?

R. Per forza, se una cosa ha peso lo dice solo la bilancia

D. Ma le cose hanno o no peso? E la materia, ha o no peso?

R1. dipende, alcune materie sì altre no!

R2. Tutte le cose pesano!

R3. No, non tutte.

D. Quali no?

R1. I gas non pesano!

R2. Le piume non pesano!

R3. Anche i soffioni, quando li soffi, non pesano niente, infatti volano.

D. Ho capito, quindi secondo quando mi dite, alcune cose pesano e altre no, e quelle che

non pesano possono volare, ho capito bene?

R. Sì.

D. Torniamo alla trasformazioni. Trasformazione chimica e reazione chimica sono la stessa

cosa?

R. La reazione chimica avviene dopo un esperimento.

D. Solo dopo un esperimento?

R1. No

R2. Sì, con gli esperimenti

R3. Ma no, avviene anche in natura?

D. Quindi avviene in natura?

R<sub>1</sub>. Quando l'acqua evapora e si forma una nuvola.

R<sub>2</sub>. Quando metti insieme due elementi e avviene una reazione chimica.

D. Cosa intendi quando parli di elementi?

R. Due sostanze.

D. Mi fai un esempio?

R. Acqua + freddo = ghiaccio.

D. Il freddo è un elemento?

R<sub>1</sub>. No.

R<sub>2</sub>. Elementi possono essere l'idrogeno, il ferro.

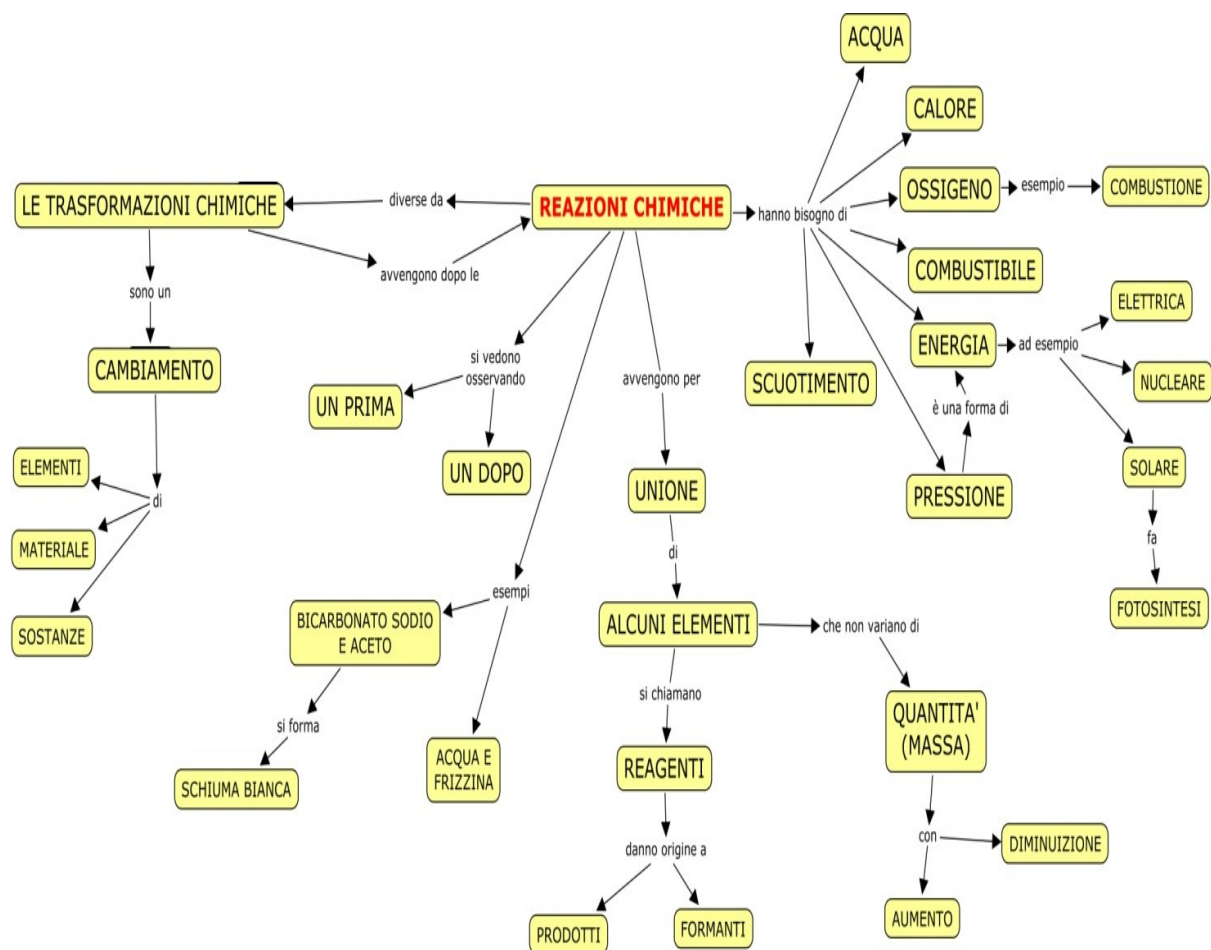
R<sub>3</sub>. L'acqua è un elemento, dall'unione di idrogeno ed ossigeno si forma acqua.

- D. Mi fate esempi di reazioni chimiche?  
R<sub>1</sub>. Quando il vapore diventa ghiaccio.
- D. E questo come si chiama?  
R. Brinamento.
- D. Altri esempi di reazioni chimiche?  
R. La fusione, la solidificazione, la sublimazione.
- D. Cosa succede quando avviene una reazione chimica?  
R. Si trasforma la materia.
- D. Cosa è necessario?  
R. Servono almeno due sostanze.
- D. Bastano quelle?  
R. In certi casi si, in altri no.
- D. Quando si?  
R. Idrogeno + ossigeno formano l'acqua.
- D. Quando no?  
R. Quando serve qualche altra cosa.
- D. Cosa serve?  
R<sub>1</sub>. Calore.  
R<sub>2</sub>. Gelo.
- D. Quando serve gelo?  
R. per esempio: acqua + gelo = ghiaccio
- D. Dove avvengono le reazioni chimiche?  
R<sub>1</sub>. Anche nel corpo umano.  
R<sub>2</sub>. Una reazione chimica è anche la fotosintesi clorofilliana o la respirazione cellulare.
- D. Come faccio a capire che avviene una reazione chimica?  
R. Quando c'è un cambiamento fra due sostanze. Per esempio acqua diventa ghiaccio.
- D. Mi avete detto che l'acqua diventa ghiaccio: sono sostanze diverse?  
R. No, è sempre acqua, la stessa sostanza.
- D. Allora, a quanto mi dite, acqua e ghiaccio non sono sostanze diverse. Quando avviene una reazione chimica?  
R<sub>1</sub>. Quando cambia l'aspetto delle sostanze.  
R<sub>2</sub>. ma acqua e ghiaccio sono diverse, una è acqua e una è ghiaccio.
- D. Mi avete parlato di "cambia aspetto", in che senso cambia aspetto?  
R<sub>1</sub>. Quando cambia l'aspetto fisico.  
R<sub>2</sub>. L'acqua liquida non puoi prenderla in mano, il ghiaccio si.  
R<sub>3</sub>. Cambia il gusto: l'acqua ferruginosa è più saporita.
- D. Se assaggio l'acqua ferruginosa, ... vuol dire che è avvenuta una reazione chimica?  
R<sub>1</sub>. È cambiato qualche cosa.  
R<sub>2</sub>. Un cibo può marcire.
- D. E questa è una reazione chimica?  
R. Sì. Lo yogurt, messo al caldo, fa la muffa.
- D. La formazione della muffa è una reazione chimica?  
R. Sì.
- D. Voi conoscete altre reazioni chimiche?  
R. La corrosione è una reazione chimica.
- D. Cosa vuol dire corrosione?  
R. Si corrode la materia.
- D. Tutta?  
R. Solo quella in superficie.
- D. Ma che tipo di materia si corrode?  
R. Quella corrosibile!!
- D. Cioè? Per esempio?  
R<sub>1</sub>. Il ferro, il marmo,  
R<sub>2</sub>. l'acido corrode tutto, tutta la materia, vestiti, ferro, marmo, ossa. Tutto proprio.
- D. Quindi mi dite che gli acidi sono sempre corrosivi?

- R. Si sempre, molto corrodono, bruciano tutto
- D. Corrodere perciò vuol dire bruciare?
- R. Certamente, ma bruciare senza fiamma però, è come quando tu vieni colpito dalle ortiche e dici: "brucia", non è una combustione, insomma.
- D. cos'è la combustione?
- R. quando c'è il fuoco, si chiama combustione!
- D. ogni combustione avviene solo con il fuoco?
- R. no, non sempre, ci sono combustioni col fuoco e combustioni senza, per esempio un acido brucia senza fuoco.
- D. conoscete altri esempi di combustioni senza fuoco?
- R. No.(in molti hanno risposto no!)
- D. Cosa succede se accendo una candela con un fiammifero?
- R<sub>1</sub>. C'è un trasferimento di calore dal fiammifero alla candela.
- R<sub>2</sub>. Il fuoco è l'unione di due materie, il gas e l'ossigeno.
- D. Quale gas?
- R. Metano.
- D: L'accensione della candela con il fiammifero è una reazione chimica?
- R1. Si che lo è
- R2. Lo è perché, la cera diventa fumo e prima si unisce con l'aria quando accendiamo
- D. Come mai lo è
- R. si trasforma la materia
- D: come si chiama la reazione della candela con il fiammifero acceso e l'aria?
- R1. Trasferimento di calore.
- R2. Ma non si chiama combustione?
- R3. Si, si chiama così perché la fanno i combustibili
- D: Cosa sono i combustibili
- R1. Il legno, la candela, la benzina, il petrolio sono combustibili
- R2. Anche il metano lo è, e il GPL
- D. Prendiamo ora un vaso e lo mettiamo sopra la candela. Cosa succede?
- R. La candela si spegne.
- D. Cosa serve alla candela per bruciare?
- R<sub>1</sub>. Serve ossigeno.
- R<sub>2</sub>. Serve il fuoco.
- D. Allora cosa serve?
- R1. Candela, stoppino, metano, ossigeno e scintilla.
- R2. Per me serve una cosa bruciabile e fuoco
- D. Dove è il metano? E servono tutte quelle cose?
- R. Nell'aria, il metano è nell'aria.
- R. non penso che serva proprio tutto, se c'è la scintilla a volte non sempre si accende, serve il fiammifero che devi strofinare per accendere, e poi o il fiammifero o il metano.
- D. Cosa succede se prendo 2 candele uguali e le copro con 2 vasi diversi, uno più grande e uno più piccolo?
- R. Si spegne prima la candela nel vaso più piccolo, perché si consuma prima l'ossigeno.
- D. Se metto una candela piccola ed una grande sotto 2 vasi uguali, cosa succede?
- R. Si spegne prima la candela più grande, perché consuma più ossigeno.
- R<sub>1</sub>. Si spegne prima la candela più grande, perché occupa più spazio e c'è meno ossigeno.
- R<sub>2</sub>. Secondo me, si spengono assieme.
- D. Come si chiamano i componenti che compiono una reazione chimica?
- R<sub>1</sub>. Fattori primi
- R<sub>2</sub>. Materia prima
- R<sub>1</sub>. Prodotti
- R<sub>2</sub>. Ricavato.

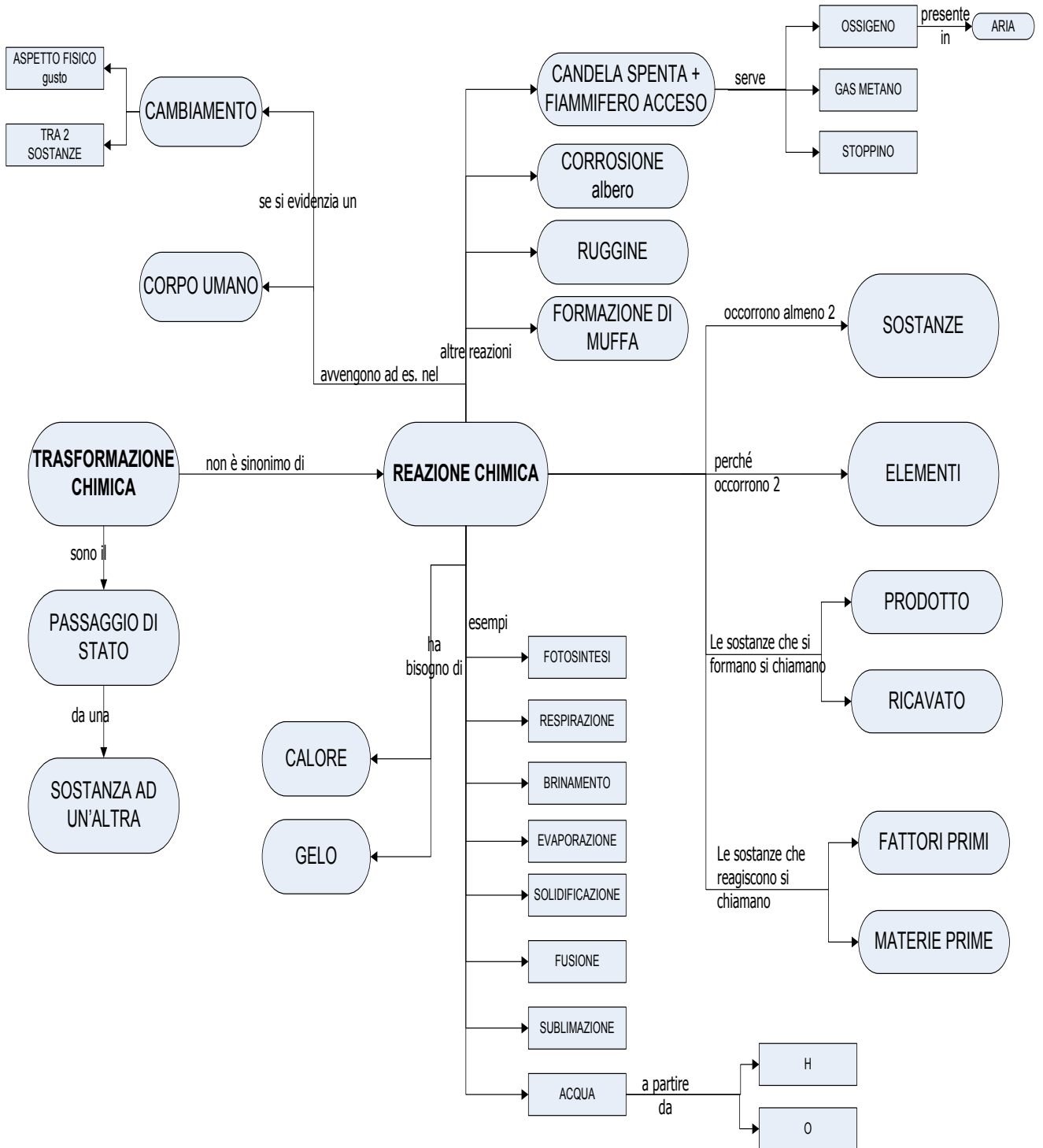
## Allegato 18: mappa sulle cognizioni in possesso classe 1

Mapa costruita dagli studenti con uso di Cmap Tools



## Allegato 19: mappa sulle cognizioni in possesso classe 2

Mapa costruita dagli studenti con uso di Word





## Allegato 20: conversazione clinica classe 3

D. Secondo voi cos'è una trasformazione chimica?

R. Una trasformazione che si vede con la chimica.

D. cosa intendi dire quando dici che si vede con la chimica? Mi puoi spiegare, mi interessa molto ciò che hai detto.

R. Che si può vedere dal punto di vista chimica

R. Sì perché trasformare vuol dire cambiare diversi aspetti della materia, della sostanza.

D. parlare di reazione chimica o di trasformazione chimica è la stessa cosa?

R. no, perché trasformazione è una sostanza che cambia, per una reazione invece si devono mescolare due sostanze che causano effetti.

R. le sostanze cambiano anche senza reazione, per esempio il ferro arrugginisce ma non reagisce con niente, da solo. Il tè invece reagisce con il limone, devi mettere due sostanze, due cose. (NB: aria che non esiste)

D. Siete tutti d'accordo con il fatto che il ferro arrugginisce da solo?

R. Sì,

R. Sì, infatti bisogna proteggerlo con l'antiruggine

R. Ma non è che c'entri l'aria?

R. Ma no, reagisce da solo, solo soletto!

R. Un po' c'entra l'aria, ma non per la reazione

D. E per che cosa cosa?

R. L'aria serve perché noi respiriamo.

D. Prima mi avete detto che si devono mescolare due sostanze per avere una reazione e mi avete parlato di effetti. Quali effetti? Per esempio?

R. si possono creare dei gas

R. Esplosioni

R. Possono causarsi delle esplosioni radioattive

R. Bevendo medicine possono causare male, e questa è una reazione.

R. Espansione del materiale nel contenitore

D. Quindi mi dite che le esplosioni nucleari sono reazioni chimiche?

R. Sì.

R. ma le reazioni che avvengono sul sole non sono chimiche, sono nucleari.

R. Credo però che siano reazioni chimiche, lo ha detto reazioni, in fisica non c'è il nome reazioni fisiche, allora le reazioni sono solo chimiche!

D. Cosa è necessario, allora, perché avvenga una reazione chimica?

R. per una reazione sono necessarie due sostanze, piccole dosi

R. No, possono essere anche grandi, posso usare un quintale di due sostanze e queste possono reagire ugualmente.

R. In una reazione c'è un rapporto tra due sostanze

R. mescolando due sostanze si può creare una sostanza corrosiva

D. Cos'è una sostanza corrosiva? Fammi un esempio.

R. una sostanza corrosiva corrode, gli acidi sono corrosivi.

D. Mi fate esempi di reazioni chimiche?

R. mentos+ coca cola, si ha una esplosione.

R. Lievito + aceto, si forma anidride carbonica

R. ma va, il bicarbonato si scioglie nell'aceto, mica reagisce!?

Voi cosa dite? Reagisce o no?

R. Può reagire

R. No, non reagisce, secondo me si scioglie, come fa con l'acqua, le cose diminuiscono quando reagiscono.

D. Cioè?

R. Beh, quando la legna brucia e reagisce, dopo diventa poca, allora posso dire che ha reagito e si è formato una cosa diversa, la cenere.

D. Altri esempi?

R. Olio + fuoco si hanno fiamme, combustione

R. la combustione avviene anche nelle cellule

D. Secondo voi cosa succede alle quantità durante una reazione chimica?

R. le quantità si fondono perché si ha fusione tra due sostanze

R. le quantità scompaiono

D. cosa vuol dire che scompaiono?

R. ad esempio il sale si scioglie nell'acqua e scompare.

R. Ma non scompare, rimane, è solo sciolto, è come un gas tu non lo vedi ma c'è.

R. si è vero, quando si brucia qualcosa esce il fumo ma esso non è che se non lo vedo scompare, solo si espande perché i gas sono così.

R. secondo me le quantità aumentano

R. No, possono diminuire

R. ma se diminuiscono vuol dire che spariscono. Invece  $100+100$  fa  $200$ , cioè si sommano.

R. secondo me dipendono dalla reazione, ci sono reazioni in cui non cambiano e reazioni in cui cambiano, appunto come diceva P.. con i gas

D. Le trasformazioni di stato sono reazioni chimiche?

R. 10 dicono di no(perché non sono due sostanze che si fondono insieme), 4 si astengono, 11 dicono di sì.(si confermano i risultati del questionario)

D. Ritornando alla combustione, e all'olio+ fuoco che si infiamma, provate a rispondere a questa domanda: cosa succede se ad una candela spenta avvicino un fiammifero acceso?

R. la candela si accende.

D. devo sempre continuare a tenere il fiammifero vicino alla candela perché questa resti accesa?

R. non credo, anzi no

R. non ho mai provato

R. no la candela si autoalimenta.

D. cosa vuol dire che si autoalimenta?

R. che continua a bruciare da sola?

D. da sola brucia secondo voi la candela?

R. sì lo stoppino è conduttore, e quindi si autoalimenta.

R. certo, continua a bruciare fino a che la cera resiste, cioè c'è.

R. forse serve aria,

R. serve ossigeno

R. sì è il combustibile e l'ossigeno è carburante e la cera è il carburante

D. allora, cosa serve perché si abbia la combustione di una candela?

R. fiammifero, candela...

R. e l'ossigeno che la tiene accesa, ma non era lo stoppino? E la cera?

R. sì certo

D. il fiammifero come mai mi serve?

R. per accenderla.

D. cosa succede se metto un vaso sopra una candela accesa?

R. la candela si spegne.

D. allora se ho una candela accesa non sotto il vaso questa non si spegne mai?

R. no, si spegne perché se si consuma la cera la candela si spegne.

D. Quindi? Come funziona?

R. si spegne se non c'è ossigeno e si spegne se non c'è cera.

R. dipende dalla cera e dal posto dove è e cosa faccio.

D. In che senso?

R. Se soffio, si spegne, il soffio la spegne, ma anche se ci metto sopra un peso si spegne.

D. Cosa succede se prendo due candele accese uguali e li metto sotto due vasi, uno più piccolo e uno più grande?

R. Quella nel vaso piccolo si spegne prima

R. sì, si spegne prima.

R. dipende da chi pesa di più.

D. Dipende da chi pesa dici?

R. Sì, perché il vaso piccolo pesa di meno e quindi la candela si spegne dopo, il peso fa

Azione

D. E se mettesti una candela più corta e una più lunga sotto due vasi grandi uguali?

R. dipende dallo stoppino chi si spegne prima

R. dipende dalla grandezza della candela

R. è indifferente.

D. cosa vuol dire che è indifferente?

R. che si spengono nello stesso momento.

D. perché secondo te?

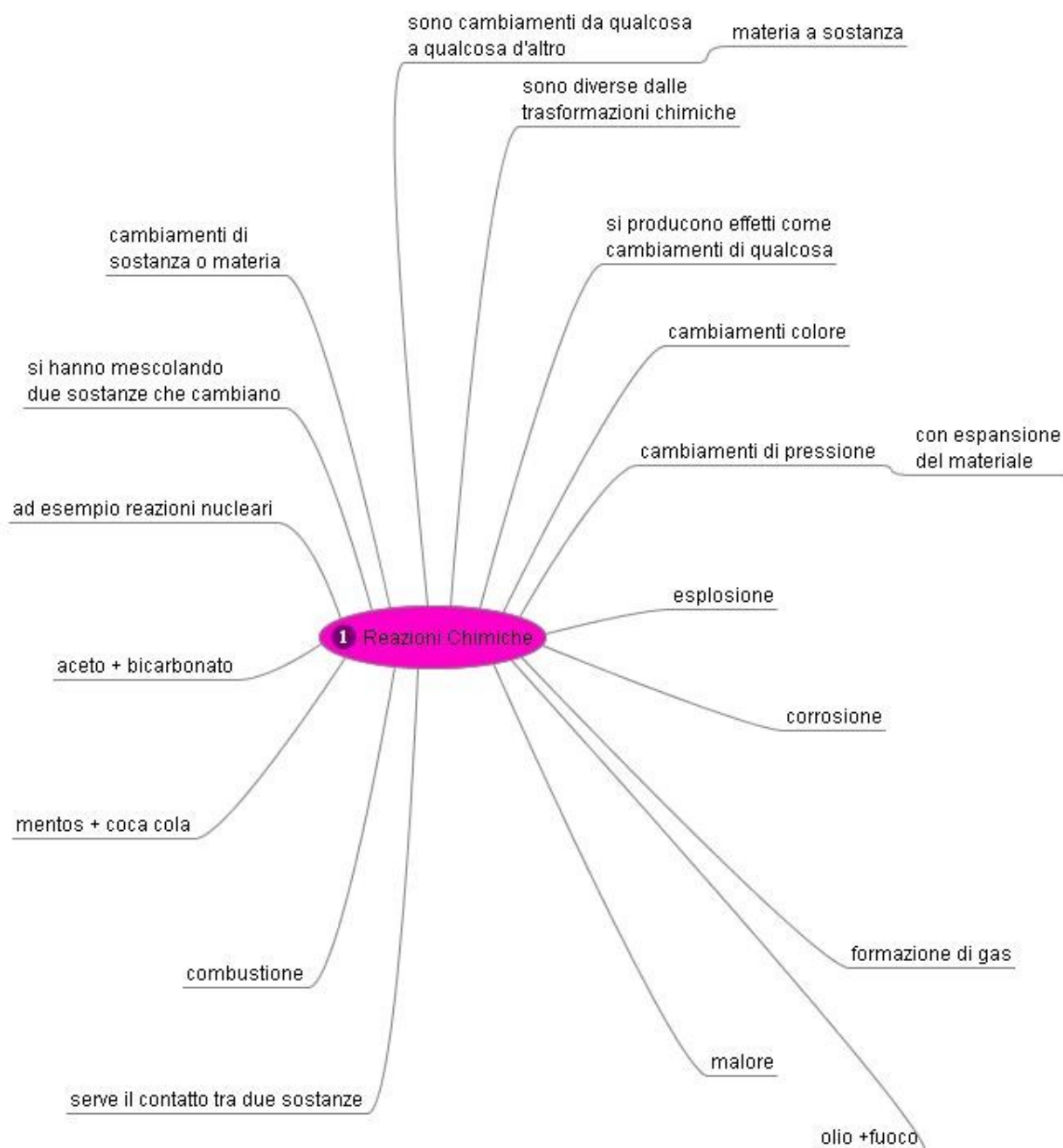
R. perché i vasi sono uguali.

D. e quindi?

R. e si spengono nello stesso momento.

## Allegato 21: mappa sulle cognizioni in possesso classe 3

Mappa costruita dagli studenti con uso di "Free Mind"



## Allegato 22: conversazione clinica classe 4.

D. Che cos'è una trasformazione chimica?

R. Trasformare materia da liquida a gassosa

R. Trasformare tramite le particelle e le cellule – il numero

R. Si sprigiona qualcosa da una reazione

D. Cosa?

R. esplosione, scintille, cattivo odore...

D. Parlare di trasformazione chimica o di reazione chimica è la stessa cosa?

R. Un po' sì e un po' no.

D. cioè? è interessante, fammi capire bene.

R. Trasformare è quando mi modifico o modifico qualcosa, per esempio maturo, o posso modificare un vestito, reagire è quando fanno qualcosa, insieme tutti e due che partecipano alla reazione.

Quale è la differenza, allora? Siete tutti d'accordo?

R. Io dico che è la stessa cosa!

Mi fate esempi di reazione chimica?

R. La glaciazione

R. L'evaporazione

R. La fusione

R. La brinazione

D. Chi subisce reazioni chimiche?

R. Le particelle, per esempio gli atomi.

R. Anche le molecole

D. E cosa sono gli atomi e molecole?

R. Costituiscono i gas per esempio.

R. Solo i gas?

R. Beh un po' tutto, forse.

Da cosa dipende il fatto che possa avvenire una reazione chimica?

R. E' necessario calore-freddo.

R. Si attaccano le particelle

R. Reattori

Come posso capire che due "cose" messe a contatto danno luogo ad una reazione chimica? Quali sono gli indizi per cui possiamo supporre che ci sia stata una reazione chimica?

R. Spariscono le quantità e rimangono le particelle che pesano

R. Le particelle d'aria, cioè di fumo, non pesano

D. Spiegami bene il tuo pensiero che mi interessa

R. Come con la legna che brucia. Rimane poca cenere

Come si chiamano le specie che compiono una reazione? E ciò che risulta dopo una reazione?

R. Non lo so

R. Neanch'io lo so

R. Nemmeno io

D. Cosa succede se avvicino un fiammifero acceso ad uno stoppino di una candela spenta?

R. Si accende! Perché lo stoppino è commestibile

R. E rimane acceso finché non finisce la cera.

D. Ma cosa vuol dire "è commestibile"?

R. che può bruciare, prendere fuoco

R. commestibile non è qualche cosa che mangi?

R. Sì, buona questa, mica mangi il fuoco?

D. Devo sempre continuare a tenere il fiammifero acceso a contatto con lo stoppino spento?

R. No, dopo posso togliere, e il fiammifero ha reagito, si è consumato e ha cambiato

colore, nero, diventa nero

D. Come mai non serve continuare a tenere il fiammifero acceso a contatto con lo stoppino spento?

R. Perché la candela brucia da sola poi

R. Sì, non ci devi fare più niente

R. No, non brucia da sola, non brucia senza ossigeno, questo serve.

D. Se l'accensione di una candela ha bisogno di un fiammifero acceso solo inizialmente, allora significa che la candela non si spegna mai?

R. Certo, devo avere un candelone infinito, se no si consuma e si spegne

D. Ho capito, allora si spegne solo se la candela non è infinita.

R. Esatto, se è piccola si spegne quando si consuma

R. ma anche se è grande, quando si consuma si spegne, se no resta accesa.

Che succede se metto un vaso sopra una candela accesa?

R. La candela si spegne

D. Come mai se metto la candela accesa sotto il vaso questa si spegne prima che la cera sia consumata completamente?

R. Perché è chiusa e nel chiuso la candela si spegne

D. Cosa c'è sotto il vaso oltre la candela?

R. Niente

R. Quando si è accesa la candela ha assorbito le particelle del fiammifero.

R. No! Dell'ossigeno.

R. ma quale ossigeno? I gas scoppiano se ci fosse ossigeno scoppierebbero!

R. Ah, si c'è anche aria e quindi si consuma e si spegne.

D. Se prendiamo due candele uguali accese e le poniamo ciascuna sotto un vaso ma un vaso è più grande e un vaso è più piccolo?

R. La candela si spegne se metto un vaso sopra.

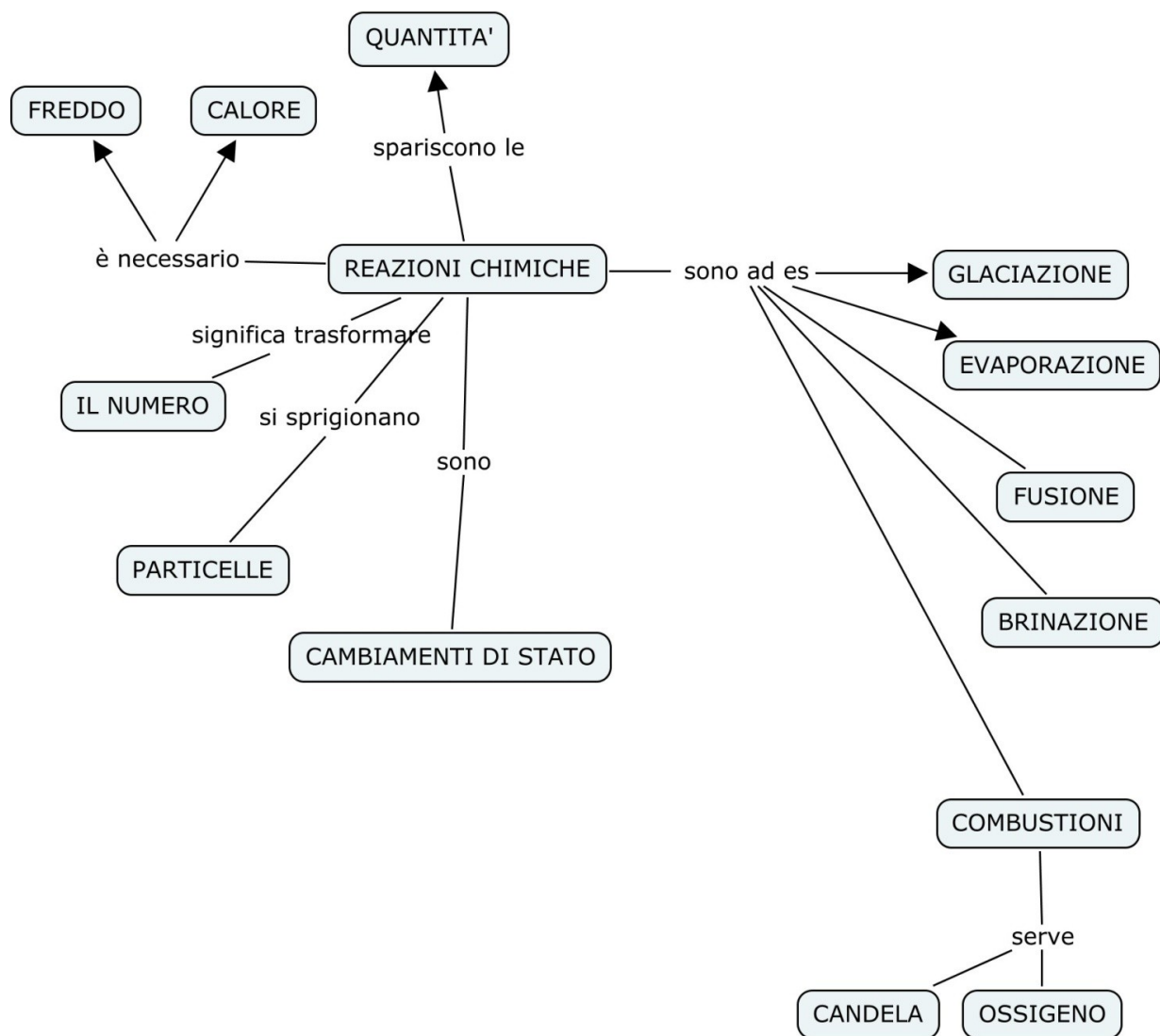
R. La piccola si spegne dopo quella più grande

D. Nel caso in cui prendo due vasi uguali ma pongo sotto il primo una candela grande e sotto il secondo la candela più piccola, cosa succede alle due candele?

R. si spegne prima la grande candela

## Allegato 23: mappa sulle cognizioni in possesso classe 4

Mappa costruita dagli studenti con uso di "cmap Tools"



## Allegato 24: Problem solving

### **Problema**

Che cosa succede se aggiungo aceto al bicarbonato di sodio?  
Che cosa succede alle loro masse<sup>123</sup>?

COMUNICAZIONE AL GRUPPO:

Per risolvere il problema i gruppi possono servirsi delle due schede Guida, l'utilizzo non è obbligatorio ma è subordinato al giudizio del gruppo.

---

<sup>123</sup> Considera la massa come “peso”



## **Allegato 25: scheda guida per la progettazione**

Che cosa ci chiede il problema?

Il problema ci chiede di

Come facciamo a capire cosa può succedere unendo le due sostanze<sup>124</sup>?

Che cosa conviene tenere sotto controllo per poterlo capire?

Nella progettazione, quali operazioni dobbiamo compiere per rispondere a ciò che il problema ci richiede?

Come facciamo per registrare i dati?

Quale strumento potrebbe essere utile per la registrazione dei dati?

---

<sup>124</sup> Si è lasciato che i gruppi utilizzassero il termine sostanza in modo non sempre corretto scientificamente, d'altra parte a questo livello di età il concetto potrebbe essere intrapreso solo per via linguistica, e in tal senso ci si è riproposti di tornare sul concetto in un secondo momento, l'obiettivo era sperimentare il funzionamento del modello di laboratorio e attivare una metodologia fattibile per gli studenti e per gli insegnanti.

## Allegato 26: scheda guida per le conoscenze in possesso

Quali conoscenze possediamo relativamente all'aceto?

Quali conoscenze abbiamo relativamente al bicarbonato di sodio

Come possiamo utilizzarle per risolvere il problema?

### Allegato 26a: risultati GR 1

Silvia S, Sonia K, Patrich Z, Federico M, Francesco P.

Noi nel gruppo abbiamo pensato di servirci delle schede perché ci aiutano, ed abbiamo prima utilizzato la scheda delle nostre conoscenze perché abbiamo pensato che se ci veniva in mente qualche cosa che sapevamo potevamo pensare meglio a cosa succedeva dopo aver unito i materiali.

#### SCHEDA GUIDA PER LE CONOSCENZE IN POSSESSO

[Quali conoscenze possediamo relativamente all'aceto?](#)

è un liquido acido che si mescola con l'acqua, ma non si mescola con l'olio  
lo usiamo nell'alimentazione per conservare i cibi e per condire  
si ricava dal vino andato a male  
può essere bianco o scuro, ma quello bianco è giallognolo e limpido cioè trasparente  
[Quali conoscenze abbiamo relativamente al bicarbonato di sodio](#)

è una polvere bianca a granelli  
si scioglie in acqua e fa la schiuma  
si compra nei supermercati e si prepara con l'acqua e si beve quando si ha acidità di stomaco(mio nonno lo prende)  
quando si mette in acqua frizza e lascia uscire bollicine che "beccano" sul naso(il nostro compagno non sapeva come dire ma lo abbiamo messo perché è sembrato a tutti importante questo che ha visto e che ci ha detto), ma l'acqua dopo un po' non cambia colore, cioè non ce l'ha.

[Come possiamo utilizzarle per risolvere il problema?](#)

Le abbiamo utilizzate perché sapendo che il bicarbonato si scioglie in acqua abbiamo ipotizzato che si potesse sciogliere anche nell'aceto, però poiché un compagno ci ha riferito che quando si mette in acqua fa la schiuma e lascia uscire bollicine che beccano, abbiamo ipotizzato che succede una reazione chimica che forma un gas. Quindi le ipotesi del gruppo sono:

*Ip 1 Quando si unisce aceto al bicarbonato di sodio, si ha una reazione chimica: si forma una schiuma bianca formata da ossigeno, anidride carbonica. Si forma un gas*

*Ip2- masse: le masse cambiano;*

## Allegato 26b: risultati GR 2

### Quali conoscenze possediamo relativamente all'aceto?

Sappiamo che contiene un acido e che è in vendita mescolato con acqua, in soluzione.

Sappiamo che è poco corrosivo tra gli acidi

Che si usa per condire

Che è bianco e rosso, dipende dal vino che va in aceto

Si mescola con l'acqua

### Quali conoscenze abbiamo relativamente al bicarbonato di sodio

Che è in polvere e che la polvere è molto soffice non è come quella del sale fino, non è tanto a granelli fini, ma finissimi

Sappiamo che l'acqua agisce con lui e forma schiuma bianca reagendo

### Come possiamo utilizzarle per risolvere il problema?

Pensando a cosa conosciamo possiamo fare delle ipotesi e poi vedere se sono vere o false. Infatti per le ipotesi: se il bicarbonato si mescola con l'acqua formando la schiuma bianca e l'acqua si mescola con l'aceto senza formarla ma prende il colore dell'aceto e il sapore dell'aceto, allora deve cambiare qualche cosa di questi per dire che è una reazione chimica, si deve formare schiuma, deve cambiare il colore, deve cambiare il sapore o l'odore( per esempio il burro quando irrancidisce, il vino che va ad aceto).

## Allegato 26c: risultati G3

### SCHEDA GUIDA PER LE CONOSCENZE IN POSSESSO

#### Quali conoscenze possediamo relativamente all'aceto?

Che è aspro come il limone, quindi è acido

È di colore giallino chiaro e allora si chiama aceto bianco perché viene dal vino bianco mentre si chiama rosso se viene dal vino rosso, in questo caso è rosso il colore.

Che si mescola con l'acqua.

#### Quali conoscenze abbiamo relativamente al bicarbonato di sodio

Che è una polverina bianca come la farina, ma è molto più bianca candida, poi è fina.

Che reagisce con l'acqua formando una schiuma frizzante che fa rumore, frigge, come le bibite di coca cola quando si aprono.

#### Come possiamo utilizzarle per risolvere il problema?

Forse ci può venire in mente qualche cosa dei due che ci dice che insieme possono reagire, infatti se quando si uniscono si forma la schiuma frizzante allora reagiscono e poi anche se cambia il colore del bicarbonato o dell'aceto può essere che reagiscono, anche se cambia l'odore, per esempio il latte diventa acido.

## Allegato 26d: risultati GR4

### SCHEDA GUIDA PER LE CONOSCENZE IN POSSESSO

#### Quali conoscenze possediamo relativamente all'aceto?

Che è bianco o rosso

Che è acido e che si scioglie in acqua

#### Quali conoscenze abbiamo relativamente al bicarbonato di sodio?

Che è una polvere sottilissima di colore bianco

Che si scioglie in acqua e si prende se hai mal di stomaco

#### Come possiamo utilizzarle per risolvere il problema?

Sia per esprimere le ipotesi che per la progettazione, per esempio siccome so che il bicarbonato è una polvere devo usare un cucchiaino, mentre per l'aceto che è liquido mi serve un imbuto. Usiamo cioè quello che sappiamo anche per i materiali che servono.

## Allegato 26e: risultati Gr5

### SCHEDA GUIDA PER LE CONOSCENZE IN POSSESSO

#### Quali conoscenze possediamo relativamente all'aceto?

È un acido non tanto forte, non brucia e quindi è poco corrosivo,

È sciolto in acqua

È di colore giallino pallido se è bianco, ma c'è anche quello rosso

Si forma dal vino non ben riuscito

Ha un odore particolare, aspro-dociastro

#### Quali conoscenze abbiamo relativamente al bicarbonato di sodio

È un solido bianco candido, polveroso e non è a granelli ma è proprio polverina fine

Si può sciogliere con l'acqua

E' bevibile, può essere bevuto contro i bruciori di stomaco

Quando viene messo in acqua libera bolle sotto forma di schiuma sempre bianca

#### Come possiamo utilizzarle per risolvere il problema?

Per fare delle ipotesi partendo da ciò che si sa e poi controllando e scegliendo cosa teniamo d'occhio possiamo vedere se qualcosa si modifica o meno così da confermare le ipotesi e arrivare a una conclusione di come funziona l'unione tra aceto e bicarbonato.

## Allegato 26f: risultati Gr6

### SCHEDA GUIDA PER LE CONOSCENZE IN POSSESSO

Quali conoscenze possediamo relativamente all'aceto?

Che è un liquido che ha un cattivo odore

È acido e aspro

È giallino e trasparente oppure scuro rossastro

È in soluzione con l'acqua e non si scioglie nell'olio, ma si vede a chiazze separate

Quali conoscenze abbiamo relativamente al bicarbonato di sodio

È una polvere bianca sottile come il talco ma è più bianco

Sprigiona un gas se si butta in acqua

Rende l'acqua biancastra ma dopo un po' si schiarisce ma non del tutto, è cambiato qualcosa, un po' il colore.

Come possiamo utilizzarle per risolvere il problema?

Per corrispondenza e confrontando con altre cose che abbiamo visto, anche se un po' diverse possiamo arrivare a capire che succede e fare delle ipotesi di come potrebbe essere, poi nella parte di sperimentazione possiamo vedere se ciò che avevamo pensato funziona.

## Allegato 27: scheda guida per la progettazione

Che cosa ci chiede il problema?

Come facciamo a capire cosa può succedere unendo le due sostanze?

Che cosa conviene tenere sotto controllo per poterlo capire?

Nella progettazione, quali operazioni dobbiamo compiere per rispondere a ciò che il problema ci richiede?

Come facciamo per registrare i dati?

Quale strumento potrebbe essere utile per registrare i dati?

## Allegato 28: risultati schede guida Progettazione

### 28a: Risultati GR 1

#### Che cosa ci chiede il problema?

Il problema ci chiede di pensare a che cosa succede se aggiungiamo aceto al bicarbonato, ma noi ci siamo chiesti anche se è la stessa cosa se facciamo il contrario e tutti siamo stati d'accordo sul "si".

Il problema ci chiede anche che cosa succede ai loro pesi e noi abbiamo ipotizzato che le masse cambiano, come abbiamo scritto nella seconda ipotesi.

#### Come facciamo a capire cosa può succedere unendo le due sostanze<sup>125</sup>?

Abbiamo pensato che dobbiamo controllare le masse se cambiano. Quindi dobbiamo pesare, per cui ci serve una bilancia, abbiamo pensato che dobbiamo fare la tara dei contenitori dove mettiamo l'aceto e il bicarbonato e poi pesare anche aceto e bicarbonato dopo averli aggiunti nei rispettivi contenitori e dopo ripesiamo tutto.

Poi però dobbiamo pensare a come vedere se l'aceto ha agito sul bicarbonato o no, a uno di noi è venuto in mente che potrebbe essere la schiuma un fatto che c'è reazione se si forma e il fatto che potrebbe cambiare il colore, nell'acqua il bicarbonato non fa cambiare il colore perché dopo un po' questa torna come prima, solo il sapore cambia, come con lo zucchero nella limonata o nell'acqua.

#### Che cosa conviene tenere sotto controllo per poterlo capire?

Se frizza

Se cambia colore

#### Nella progettazione, quali operazioni dobbiamo compiere per rispondere a ciò che il problema ci richiede?

Prendere la bilancia, prendere i contenitori e prima di metterci le sostanze li pesiamo, metterci le sostanze e ripesiamo. Poi dobbiamo vedere che succede.

#### Come facciamo per registrare i dati?

Abbiamo pensato di scrivere che cosa succede e anche i pesi, prima e dopo che abbiamo fatto la reazione.

#### Quale strumento potrebbe essere utile per registrare i dati?

La bilancia

---

<sup>125</sup> Si è lasciato che i gruppi utilizzassero il termine sostanza in modo non sempre corretto scientificamente, d'altra parte a questo livello di età il concetto potrebbe essere intrapreso solo per via linguistica, e in tal senso ci si è riproposti di tornare sul concetto in un secondo momento, l'obiettivo era sperimentare il funzionamento del modello di laboratorio e attivare una metodologia fattibile per gli studenti e per gli insegnanti.

## Allegato 28b: risultati GR2

GRUPPO: Deborah P, Claudio G, Grazia M, Riccardo T.

### **SCHEDA GUIDA PER LA PROGETTAZIONE**

#### Che cosa ci chiede il problema?

Il problema ci chiede di fare una ipotesi su cosa succede alle masse di aceto e bicarbonato di sodio quando uniamo i due, e ci chiede di farne un'altra su cosa succede a loro, cioè se l'aceto agirà o no sul bicarbonato.

#### Come facciamo a capire cosa può succedere unendo le due sostanze?

Secondo noi lo capiamo se cambia qualcosa e se si forma schiuma bianca, o di altro colore, così abbiamo fatto queste ipotesi:

Ip. 1 Viene schiuma bianca.

Ip. 2 L'acido dell'aceto, combinato con il bicarbonato, dà origine ad una reazione chimica (schiuma bianca).

Ip3. Le quantità cambiano.

#### Che cosa conviene tenere sotto controllo per poterlo capire?

Beh noi dobbiamo controllare la massa, ma per vedere se ha agito teniamo d'occhio se si sviluppa schiuma bianca e il colore anche dell'aceto che potrebbe cambiare, magari diventa torbido.

#### Nella progettazione, quali operazioni dobbiamo compiere per rispondere a ciò che il problema ci richiede?

Dobbiamo prendere i materiali e i contenitori, poi la bilancia e dobbiamo pesare i contenitori con dentro l'aceto e il bicarbonato, cioè li mettiamo nei contenitori e poi li pesiamo insieme, scriviamo il peso e poi li uniamo e alla fine ripesiamo. Però la cosa importante è riuscire a scrivere bene ciò che succede al colore e alla schiuma, tutti saremo attenti.

#### Come facciamo per registrare i dati?

Li possiamo appuntare sul quaderno, per esempio mettiamo così:

Peso dei 2 contenitori+ aceto e bicarbonato dentro ognuno=

Colore del bicarbonato e come appare prima di essere raggiunto dall'aceto=

Colore dell'aceto prima di essere aggiunto al bicarbonato=

Cosa succede durante l'aggiunta: descrivere

Cosa avviene dopo un po' che abbiamo aggiunto aceto: descrivere

#### Quale strumento potrebbe essere utile per la registrazione dei dati?

Non lo sappiamo.

## Allegato 28c: risultati GR3

### SCHEDA GUIDA PER LA PROGETTAZIONE

#### Che cosa ci chiede il problema?

Se uniamo l'aceto al bicarbonato cambia qualche cosa? Hanno reagito?

Il problema ci chiede di ipotizzare anche se i pesi dopo l'unione cambiano, perciò dobbiamo prendere la bilancia e pesare prima e dopo tutti i componenti con i contenitori.

#### Come facciamo a capire cosa può succedere unendo le due sostanze<sup>126</sup>?

Deve cambiare qualche cosa, per esempio si deve formare schiuma, deve essere un colore diverso, le masse dovranno cambiare, secondo noi aumentano. Noi abbiamo detto le seguenti ipotesi:

Ip 1. *Se unisco aceto al bicarbonato, l'aceto reagisce con il bicarbonato formando una schiuma bianca(come un vulcano)*

Ip 2. *Se unisco l'aceto al bicarbonato di sodio, l'aceto scioglie il bicarbonato(scompare il bicarbonato e l'aceto diventa un po' più chiaro)*

*Ip masse: le masse cambiano perché aumentano;*

#### Che cosa conviene tenere sotto controllo per poterlo capire?

Le masse

L'aspetto se cambia, come era prima e dopo

#### Nella progettazione, quali operazioni dobbiamo compiere per rispondere a ciò che il problema ci richiede?

Pesare

Descrivere le cose che succedono. Ma anche confrontare rispetto a prima, quindi descrivere anche prima è importante. Ma anche dopo così si confronta.

#### Come facciamo per registrare i dati?

Li scriviamo sul quaderno in ordine elencandoli e poi li confrontiamo rispetto a prima e dopo, si può fare un tabulato.

#### Quale strumento potrebbe essere utile per la registrazione dei dati?

Un foglio con il tabulato

---

<sup>126</sup> Si è lasciato che i gruppi utilizzassero il termine sostanza in modo non sempre corretto scientificamente, d'altra parte a questo livello di età il concetto potrebbe essere intrapreso solo per via linguistica, e in tal senso ci si è riproposti di tornare sul concetto in un secondo momento, l'obiettivo era sperimentare il funzionamento del modello di laboratorio e attivare una metodologia fattibile per gli studenti e per gli insegnanti.



## Allegato 28d: risultati GR 4

GRUPPO: Caterina F, Giulia C, Alessandro B, Federico D.

### **SCHEDA GUIDA PER LA PROGETTAZIONE**

#### Che cosa ci chiede il problema?

Di fare delle ipotesi e dire se avviene una reazione se si mettono a contatto aceto e bicarbonato di sodio. E poi ci chiede di ipotizzare secondo noi se le masse cambiano o no, ma ci chiede poi di risolvere il problema cioè di fare un controllo sperimentale delle nostre ipotesi. Noi abbiamo fatto tre ipotesi:

Ip 1. *Quando il bicarbonato va a contatto con l'aceto ci aspettiamo che si crei una schiuma bianca*

Ip 2. *Ipotizziamo che il bicarbonato si sciogla e basta, ma non cambi niente come colore o altro(schiuma)*

*Ip masse: le masse non cambiano*

#### Come facciamo a capire cosa può succedere unendo le due sostanze<sup>127</sup>

Se si forma una schiuma vuol dire che si è formato un gas che prima non c'era e quindi si è avuta una reazione.

Se cambia il colore o l'odore o il sapore si ha una reazione.

#### Che cosa conviene tenere sotto controllo per poterlo capire?

La fisionomia dei materiali che uniamo, il colore, lo stato ecc.

#### Nella progettazione, quali operazioni dobbiamo compiere per rispondere a ciò che il problema ci richiede?

Usare una bilancia per controllare le masse pesandole prima e quando la reazione è finita, abbiamo pensato di pesare i 2 contenitori con dentro i 2 materiali in ognuno e tutto sulla bilancia prima, dopo l'aggiunta si aspetta un po' e poi si ripesa, mettendo sulla bilancia anche il contenitore vuoto.

#### Come facciamo per registrare i dati?

Prendiamo appunti e lo dobbiamo fare in modo preciso perché non scappino i particolari.

#### Quale strumento potrebbe essere utile per la registrazione dei dati?

Un foglio di quaderno e poi uno schema

---

<sup>127</sup> Si è lasciato che i gruppi utilizzassero il termine sostanza in modo non sempre corretto scientificamente, d'altra parte a questo livello di età il concetto potrebbe essere intrapreso solo per via linguistica, e in tal senso ci si è riproposti di tornare sul concetto in un secondo momento, l'obiettivo era sperimentare il funzionamento del modello di laboratorio e attivare una metodologia fattibile per gli studenti e per gli insegnanti.

## Allegato 28e: risultati GR5 Gr 5

Eleonora C, Stefano A, Daniel D, Tommaso

### **SCHEDA GUIDA PER LA PROGETTAZIONE**

#### **Che cosa ci chiede il problema?**

Di fare una ipotesi se l'aceto agisce sul bicarbonato facendo una reazione chimica e se le masse si consumano o no, cioè se cambiano. Le ipotesi che abbiamo detto:

*Ip 1 Quando si unisce aceto al bicarbonato di sodio, si ha una reazione chimica: si forma una schiuma bianca formata da ossigeno, ma secondo alcuni di noi da anidride carbonica. Questi sono tutti gas.*

*Ip masse: le masse cambiano;*

#### **Come facciamo a capire cosa può succedere unendo le due sostanze?**

Possiamo capirlo con degli indizi, si può avere per esempio la fuoriuscita di gas

#### **Che cosa conviene tenere sotto controllo per poterlo capire?**

Per esempio il gas che esce, ma potrebbe cambiare l'odore anche.

#### **Nella progettazione, quali operazioni dobbiamo compiere per rispondere a ciò che il problema ci richiede?**

Dobbiamo pesare e scegliere i materiali da usare, il peso lo dobbiamo prendere prima e anche dopo se non riusciamo a vedere cosa succede alle loro masse.

#### **Come facciamo per registrare i dati?**

Possiamo usare un foglio con uno schema su ciò che vogliamo tenere sotto controllo, per esempio, potrebbe cambiare anche il colore? allora teniamo a conto il colore, lo stato se cambia e l'odore (per esempio le robe che vanno a male cambiano colore)

#### **Quale strumento potrebbe essere utile per la registrazione dei dati?**

La macchina fotografica, potremmo fotografare i materiali prima di unirli, durante l'unione e dopo averli uniti, così potremmo sapere cosa succede e potremmo descrivere l'aspetto esterno.

## Allegato 28f: risultati GR6

Matteo B., Elisa C., Francesca F., Federico B.

### **SCHEDA GUIDA PER LA PROGETTAZIONE**

#### Che cosa ci chiede il problema?

Ci chiede di fare delle ipotesi su cosa succede se uniamo aceto e bicarbonato di sodio e di capire se succede una trasformazione chimica o no. Ci chiede anche di ipotizzare cosa succede alle masse e di eseguire le pesate per controllare se cambiano tra prima e dopo.

#### Come facciamo a capire cosa può succedere unendo le due sostanze?

Perché sappiamo che quando il bicarbonato si mette in acqua crea schiuma e così lo potrebbe fare con l'aceto.

#### Che cosa conviene tenere sotto controllo per poterlo capire?

Appunto se cambia qualcosa nei due messi a contatto, potrebbe essere che cambia il sapore, l'odore, il colore o che si alzi schiuma. Quindi teniamo a controllo l'aspetto dei due materiali, come appaiono prima e dopo.

#### Nella progettazione, quali operazioni dobbiamo compiere per rispondere a ciò che il problema ci richiede?

Scegliere i materiali, controllare la tare dei recipienti e pesare anche il recipiente vuoto quando si ripesa tutta la reazione.

Non serve il controllo delle tare secondo un compagno perché basta pesare il tutto prima e il tutto dopo.

#### Come facciamo per registrare i dati?

Possiamo scriverli sul quaderno facendo un elenco dettagliato

Quale strumento potrebbe essere utile per la registrazione dei dati?

Il foglio excelle, così viene un tabulato

## Allegato 29. Compito di apprendimento

ora che avete formulato delle ipotesi, dovete vedere cosa realmente succede se aggiungete al bicarbonato di sodio l'aceto convalidando/non convalidando le ipotesi che avete formulato; perciò dovete:

Progettare l'indagine indicando:

materiali da usare e le quantità utilizzate

procedimento

le qualità e le grandezze da controllare

Eseguire l'esperimento

## Allegato 30. Ipotesi e definizione operativa del progetto da parte dei gruppi

**Ipotesi Gr 3:** Eleonora P., Leonardo P., Alessio T., Alice F.  
**formulazione ipotesi**

### MATERIA E TRASFORMAZIONI

**PS 1:** *Secondo te, cosa succede se si unisce Aceto al Bicarbonato di Sodio? Cosa succede alle loro masse effettuando questa "operazione"?*

#### Ipotesi:

Ip 1. *Se unisco aceto al bicarbonato, l'aceto reagisce con il bicarbonato formando una schiuma bianca (come un vulcano)*

Ip 2. *Se unisco l'aceto al bicarbonato di sodio, l'aceto scioglie il bicarbonato (scompare il bicarbonato e l'aceto diventa un po' più chiaro)*

*Sulle masse:*

*Ip masse: le masse cambiano perchè aumentano(1);*

*Ip masse: le masse non cambiano perchè non si consumano(3)*

### Definizione progetto operativo G3

#### Materiale occorrente:

Aceto, bicarbonato di sodio, palloncino a fondo piatto, becher da 250 cc, bilancia.

#### Procedimento

Peso il becher (tara), metto un cucchiaino di bicarbonato nel becher e poi li peso insieme (lordo), peso il palloncino a fondo piatto (tara), ci metto un po' di aceto e poi li peso insieme (lordo).

Poi osservando i due recipienti, contenenti uno l'aceto e l'altro il bicarbonato mi regolo con la quantità. Eseguo l'esperienza e registro l'aspetto prima, durante e dopo dei componenti. Prepariamo la tabella e descriviamo l'aspetto.

#### Sistema aperto

Aspetto	prima	durante	dopo
Aceto	liquido, colore giallo paglierino	l'aceto scioglie il bicarbonato. Aumento di volume dato dalla schiuma bianca	ha un colore più scuro
bicarbonato di sodio	solido, polvere di colore bianco	il bicarbonato, sciogliendosi, dà origine ad una schiuma bianca	rimane un fondo bianco in polvere più sottile
Peso dei contenitori e materiali	168g	/	167

#### Sistema chiuso

#### Materiale occorrente:

Aceto, bicarbonato di sodio, beuta, palloncino di gomma, bilancia.

#### Tabella

Aspetto	Prima	Durante	Dopo
Aceto	liquido, colore giallo paglierino	Effervescenza Sviluppo di gas	il palloncino si è gonfiato,

bicarbonato di sodio	solido, polvere di colore bianco peso 164g		l'aceto si è schiarito; sul fondo è rimasto un po' di bicarbonato peso 164g
----------------------	---	--	---

### Conclusione:

Poiché aggiungendo l'aceto al bicarbonato abbiamo un cambio di colore, sviluppo di effervescenza, allora indizi indicano che è avvenuta una reazione chimica.

Nel primo esperimento il gas è uscito e si è sparso nell'aria. Nel secondo con il palloncino no.

Poiché nel sistema chiuso nulla usciva e nulla entrava, allora la massa si è conservata (il peso non è cambiato).

### Ipotesi Gr2

#### formulazione ipotesi

GRUPPO: Deborah P, Claudio G, Grazia M, Riccardo T.

#### MATERIA E TRASFORMAZIONI

**PS 1:** *Secondo te, cosa succede se si unisce Aceto al Bicarbonato di Sodio?  
Cosa succede alle loro masse effettuando questa "operazione"?*

#### Ipotesi:

Ip 1. *Si forma una schiuma bianca perché gli elementi mescolati tra loro formano una reazione chimica*

Ip 2. *si forma la schiuma bianca e il contenitore trema*

*Ip 3 il bicarbonato insieme all'aceto forma una reazione chimica*

*Ip masse: le masse cambiano perché diminuiscono*

### Definizione progetto operativo Gr2

#### Materiali da usare:

2 becher da 250cc, due misurini, bilancia, aceto, bicarbonato di sodio.

Quantità aceto: dipende dalla quantità di bicarbonato

Quantità bicarbonato di sodio: un cucchiaino.

#### Procedimento

Si pesa il becher vuoto, poi si ripesa con il bicarbonato. Si registra il peso. Poi si pesa l'altro becher vuoto, poi lo si ripesa dopo aver aggiunto aceto. Si registra il peso. Poi si aggiunge l'aceto al bicarbonato e si registrano i dati con la tabella

Descrittori	Prima	Durante	Dopo
Aspetto aceto	Lavoro incompleto, perché si sono "perse" le schede di laboratorio		
Aspetto bicarbonato di sodio			

Variazioni apportate dal gruppo alla prima progettazione:

## Ipotesi GR 1

Progettazione e formulazione ipotesi GRUPPO Silvia S., Patrich Z., Francesco P., Federico M.

### MATERIA E TRASFORMAZIONI

**PS 1:** *Secondo te, cosa succede se si unisce Aceto al Bicarbonato di Sodio? Cosa succede alle loro masse effettuando questa "operazione"?*

#### Ipotesi:

Ip 1. *Avviene una reazione chimica che provoca schiuma bianca ed è una reazione dovuta ai due elementi*

Ip 2. *avviene una reazione chimica che forma bollicine*

*Ip masse: le masse cambiano perchè aumentano; le masse cambiano perché diminuiscono*

#### Definizione progetto operativo Gr 1

##### Componenti da utilizzare:

Aceto e bicarbonato di sodio

##### Materiali:

vedi componenti

##### Procedimento:

Per prendere una parte soltanto dell'elemento, usiamo un cucchiaino e lo mettiamo in un becher o in un palloncino a fondo piatto. Dopo aver prelevato e inserito nei due recipienti le parti di materiale, si pesano, poi si mescolano, infine si guarda se la massa, aumenta, diminuisce o rimane invariata e si registra ciò che succede secondo la tabella sotto.

Descrittori	Prima	Durante	Dopo
Aspetto aceto	Lavoro incompleto, perché si sono "perse" le schede di laboratorio		
Aspetto bicarbonato di sodio			

Variazioni apportate dal gruppo alla prima progettazione

## Gr 6 Ipotesi

Matteo B., Elisa C., Francesca F., Federico B **Progettazione e formulazione ipotesi**

### MATERIA E TRASFORMAZIONI

**PS 1:** *Secondo te, cosa succede se si unisce Aceto al Bicarbonato di Sodio? Cosa succede alle loro masse effettuando questa "operazione"?*

#### Ipotesi:

Ip. 1 *Viene schiuma bianca.*

Ip. 2 *L'acido dell'aceto corrode il bicarbonato.*

Ip. 3 *L'acido dell'aceto, combinato con il bicarbonato, dà origine ad una reazione chimica (schiuma bianca).*

Ip. masse *Le quantità cambiano.*

#### Definizione progetto operativo G6

##### Componenti da utilizzare:

Aceto e bicarbonato di sodio

##### Materiali:

un cilindro graduato da 25 ml, una spatola, una bacchetta di vetro, una bilancia, una beuta da 250 ml.

##### Procedimento

Mettiamo 20 ml di aceto nella beuta, e mezzo cucchiaino di bicarbonato nel cilindro graduato. Pesiamo il tutto assieme e mettiamo l'aceto assieme al bicarbonato nella beuta. Si pesa tutto assieme. Osserviamo i cambiamenti di aspetto e volume e laviamo il tutto. Registriamo in una tabella.

### Sistema aperto

Aspetto	Prima	Durante	Dopo
aceto -colore -trasparenza -odore	giallo trasparente forte liquido	Si forma della schiuma bianca	L'aceto si è scurito ed è diventato più opaco
bicarbonato di sodio	bianco Solido farinoso inodore		Peso diminuito

Peso dell'aceto + bicarbonato + tare

prima ?

dopo ?

### Sistema chiuso

Peso	Prima	Dopo
Aceto	Peso :45 g	Peso : 45 g
bicarbonato di sodio		

Peso dell'aceto + bicarbonato + tare prima e dopo: uguale (45 g). Secondo noi la massa non è variata perché il gas è rimasto intrappolato nel palloncino.

## IPOTESI GR5

Eleonora C., Stefano A., Tommaso D., Daniel D. **Progettazione e formulazione ipotesi MATERIA E TRASFORMAZIONI**

**PS 1:** Secondo te, cosa succede se si unisce Aceto al Bicarbonato di Sodio?  
Cosa succede alle loro masse effettuando questa "operazione"?

### Ipotesi:

Ip 1 Quando si unisce aceto al bicarbonato di sodio, si ha una reazione chimica: si forma una schiuma bianca formata da ossigeno, anidride carbonica. Si forma un gas  
Ip masse: le masse cambiano;

**PS 2:** Secondo te, cosa succede se si unisce l'olio al Bicarbonato di Sodio?

### Ipotesi

Ip 1. Se unisco olio al bicarbonato di sodio, non succede niente.  
Ip.2 Fa poca schiuma

## Definizione progetto operativo Gr 5

### Materiale occorrente:

2 beute da 250 cc, 2 bacchette di vetro, aceto, bicarbonato di sodio, 2 cucchiaini, bilancia, olio.

### Procedimento

Si mette il bicarbonato di sodio in una beuta, si versa l'aceto in una beuta, peso il tutto, unisco l'aceto al bicarbonato. Osservo la reazione. Ripeso tutto, controlliamo se il peso è variato.

Peso aceto e bicarbonato: prima: 96 g                      dopo l'esperienza: 98 g  
Peso olio e bicarbonato: prima: 99g                      dopo l'esperienza: 100g

Aspetto: stato fisico, colore, odore	Prima	Durante	Dopo
Aceto	giallo paglierino trasparente	si forma una schiuma bianca. è cambiato il colore è un po' torbido	il bicarbonato va a fondo
Bicarbonato di sodio	solido bianco		
Olio	giallo trasparente	il colore è rimasto uguale NR = nessuna reazione	

Esperimento a sistema chiuso con il palloncino: il palloncino si è gonfiato. Quindi si è sviluppato un gas.

Bicarbonato più aceto: prima: 130 g                      dopo: 130 g

**Conclusioni:** Poiché c'è stato un cambio di colore, di trasparenza e lo sviluppo di gas, allora tra aceto e bicarbonato è avvenuta una reazione chimica.

Olio + bicarbonato: poiché non c'è stato né cambiamento di trasparenza, né di colore e non c'è stato sviluppo di gas, allora non è avvenuta una reazione chimica.

## Ipotesi Gr4.

**Progettazione e formulazione ipotesi GRUPPO:** Caterina F, Giulia C, Alessandro B, Federico D.

## MATERIA E TRASFORMAZIONI

**PS 1:** Secondo te, cosa succede se si unisce Aceto al Bicarbonato di Sodio?  
Cosa succede alle loro masse effettuando questa "operazione"?

### Ipotesi:

Ip 1. Quando il bicarbonato va a contatto con l'aceto mi aspetto che si crei una schiuma bianca

Ip 2. Prevediamo che il bicarbonato si scioglia

Ip masse: le masse non cambiano;

**PS 2:** Secondo te, cosa succede se si unisce l'olio al Bicarbonato di Sodio?

### Ipotesi

Ip 1. Le due sostanze non si uniscono



Ip 2. Il bicarbonato scende, perché è più pesante  
 Ip masse: le masse rimangono invariate

**Definizione progetto operativo Gr4**

**Materiale occorrente:**

Aceto, bicarbonato, olio, contenitori e cucchiaio, bacchetta di vetro, bilancia.  
 Contenitori: becher da 100 (x 2) e beute da 150 (x 2)

**Procedimento**

Verso l'aceto (olio) in un contenitore (becher da 100) con bacchetta da vetro e faccio lo stesso col bicarbonato, usando il cucchiaino, e li peso insieme sulla bilancia. Li unisco e osservo la reazione, dopo di che peso la miscela.

Quantità bicarbonato = 1 cucchiaino

Aceto (olio) = quantità sufficiente per vedere la reazione.

Massa iniziale: 270g, 272g, peso medio 271g

Massa finale: 269g, 269g, 267g peso medio 268.3g

Aspetto: stato fisico, colore, odore	Prima	Durante	Dopo
Aceto	Liquido giallo limpido	Si forma una schiuma bianca. Mescolando il liquido, si riforma la schiuma.	Cambia colore e rimane liquido
bicarbonato di sodio	Solido, bianco	Sembra che il liquido aumenti di massa.	Ne rimane una piccola quantità

Massa iniziale: il peso è diminuito a sistema aperto

Spiego il cambiamento di colore: probabilmente la miscela è evaporata.

2^ PROCEDIMENTO

Materiali: un palloncino, un contenitore, aceto e bicarbonato e bilancia.

Peso medio: 74, prima e dopo la reazione

La reazione ha una forza maggiore

Il peso non varia perché il palloncino impedisce al gas di uscire

3^ PROCEDIMENTO

Olio= giallo limpido peso = 122g

Peso = 124g

**Conclusioni:**

Il peso varia

Il bicarbonato non si scioglie

Varia il colore e la limpidezza, ma dopo un po' no.

## **Allegato 31. Le narrazioni dei gruppi di studenti dell'esperienza della reazione tra aceto e bicarbonato**

### **GR 3 controllo della massa racconto di quello che abbiamo fatto**

Eleonora, Leonardo, Alessio, Alice.

Il problema che dovevamo risolvere era quello di sapere cosa succede alle masse dell'aceto e bicarbonato se li uniamo, noi avevamo ipotizzato che *le masse non cambiano prima e dopo della reazione; solo un compagno aveva invece ipotizzato che cambiavano.*

Dovevamo mettere sotto controllo le nostre ipotesi, abbiamo perciò parlato nel gruppo per capire come potevamo fare, quando abbiamo fatto la reazione, abbiamo visto che si formava schiuma non proprio bianca come quella che si forma con l'acqua e bicarbonato che è più bianca, e quando un compagno del gruppo ha messo la mano sulla schiuma senza toccarla ha sentito quasi piccole puntine, come fredde e si sentiva un rumorino come della bibita quando si apre la bottiglia, si sentiva come friggere. Uno di noi ha detto che sfuggiva anche un gas, e un altro che non aveva mai pensato che il "sentire friggere" era un gas, cioè lo sapeva, ma non ci aveva mai pensato.

Dopo che la reazione si è calmata abbiamo pesato i contenitori tutti sulla bilancia e abbiamo visto che i pesi cambiavano, i pesi diminuivano come aveva detto il nostro compagno.

La prof Carrozza si è avvicinata quando l'abbiamo chiamata per dirle il risultato, lei ci ha detto di riguardare tutti i nostri dati, e di discutere su quanto sapevamo, ma noi non capivamo, solo dopo nella discussione generale abbiamo capito cosa ci voleva dire. Un nostro compagno sapeva tutto ma non ha spiegato come dovevamo fare perché si è accordato con la prof, ma ci ha detto che durante la reazione per controllare le masse, dovevamo acchiappare il gas che si formava; se volevamo sapere se la massa cambiava o no dovevamoappare in qualche modo la reazione perché quando si creano i gas poi sfuggono dappertutto e scompaiono. Quindi ci siamo messi all'opera e abbiamo pensato di prendere una beuta, metterci dentro il bicarbonato, chiudere la beuta con un tappo di gomma col buco, infilare nel buco un tubicino tappato da una parte con un po' di paraffilm, dall'altra metterci un imbutino per infilare l'aceto. Così, secondo noi dal tubicino sottile non poteva uscire nulla. Poi avevamo pensato di soffiare molto dal tubicino prima di far colare l'aceto, facendo staccare il paraffilm. Lo abbiamo provato, e abbiamo scoperto che facendo così non poteva funzionare perché era vero che non usciva nulla, ma neanche riusciva ad entrare nulla, ci voleva troppo tempo per far scorrere l'aceto e poi succedeva che la pellicola un po'si staccava appena un po' di aceto ci arrivava, mentre se chiudevamo bene, poi soffiando non cadeva. Noi avevamo pesato il tutto prima e dopo la reazione, quando il tappo non era stato pensato, ed in effetti prima ci veniva 178g, poi abbiamo ripesato dopo che avevamo fatto avvenire la reazione e abbiamo trovato che la massa variava, infatti era 177g, per cui dovevamo concludere che la massa variava. Ma ci avevano detto che dovevamoappare quel sistema e poiché non riuscivamo a tapparlo ci siamo rivolti alla prof Carrozza(sempre presente ma sempre muta) un nostro compagno le ha detto, e non solo a lei anche a tutti, che l'esperienza che avevamo pensato aveva un "buco" letterale: il tubicino era aperto sopra e un gas può passare(come aveva detto l'unico della classe) per cui se si infila, un po' esce e non lo blocchiamo, ma anche dal tubo l'aceto non scende facilmente. Abbiamo dato tutti ragione al nostro compagno e a quel punto noi non sapevamo ancora se l'ipotesi era corretta, quindi abbiamo chiesto aiuto alla prof. Si è avvicinata e facendo finta di non aver capito nulla( ma quella capisce certo, era lì fino a prima che ci guardava muta, ma ci dice solo quando chiediamo che ci spieghi qualcosa: "voi cosa dite? Che pensate di fare?" ) ci ha chiesto di ricordarle cosa avevamo fatto, così le abbiamo raccontato la nostra bella pensata: pesare i componenti della reazione usando un tubicino con il buco e dalla reazione si formava gas, ma abbiamo anche detto che non sapevamo come fare per chiudere la reazione a camera stagna, perché si formava un gas e dovevamo bloccarlo.

La prof ha risposto che poteva essere un'idea quella che avevamo e ci ha chiesto come pensavamo di metterla in pratica oltre al tubicino che per noi non funzionava. Noi abbiamo detto se potevamo guardare nell'armadio dove ci sono i recipienti di chimica, abbiamo guardato ma non ci siamo riusciti a pensare ad altro. Allora la prof ci ha preso dall'armadio un palloncino e ci ha chiesto dopo avercelo dato, se ci poteva servire e si è spostata in un altro gruppo lasciandoci con un palmo di naso. Abbiamo subito pensato che non avesse capito e abbiamo un po' brontolato. Un compagno, intanto, aveva preso il palloncino e si è messo a giocare gonfiandolo. Altri compagni gli dicevano di fermarsi, ma una compagna ci ha dato il "fermi tutti!" che potevamoappare la beuta con quello. Così Alice e Eleonora hanno detto a tutti ciò che si poteva fare, cioè riempire il palloncino con l'aceto (come facciamo con l'acqua al mare per spruzzarla per giocare) e potevamo infilarlo sulla beuta, la parte da cui si gonfia era abbastanza grande per cui poteva essere allargata, senza rompersi, e messa sulla beuta, poi potevamo pesare tutto, alzare il palloncino, così l'aceto cadeva nella beuta sul bicarbonato; il sistema a tappo era fatto. Abbiamo fatto così ed è stato una meraviglia, il palloncino si è gonfiato mentre c'era la schiuma, quindi abbiamo avuto la sicurezza che il gas si formava dal contatto tra aceto e bicarbonato e gonfiava il pallone, vederlo gonfiare è stato bello, quando si è fermato di gonfiare, abbiamo ripesato e abbiamo potuto vedere che il peso non cambiava, era sempre 164g, esattamente come prima.

Quindi la massa nella reazione non cambia, cambiano i componenti e diventano un'altra cosa, infatti si sviluppa un gas che prima non c'era e si forma solo dopo il contatto, questo ci fa dire che è una reazione. Il gas è l'indizio visibile di reazione che avviene.

Il nostro gruppo si è poi chiesto: ma in tutte le reazioni chimiche avviene che la massa si conserva?

Questo lo abbiamo detto nella presentazione e abbiamo avuto molta soddisfazione perché domani faremo altre reazioni per capire questa cosa.

**Gruppo2:** Deborah P., Riccardo T., Claudio G., Grazia M.

**racconto di quello che abbiamo fatto**

Il lavoro del gruppo è incompleto perché nella seconda lezione, quando dovevamo eseguire la sperimentazione nessuno di noi è stato organizzato, e non abbiamo preparato un foglio per scrivere cosa stavamo facendo e l'aspetto e non abbiamo appuntato le pesate, siamo stati molto incuriositi da ciò che stavamo facendo, alle cose pratiche, e tutti abbiamo voluto fare la stessa cosa, ora possiamo raccontare solo cosa è successo ma non siamo in grado di ricordarci i numeri, solo le osservazioni. Anche se erano vicino a noi, i prof non ci hanno detto che dovevamo prendere appunti, scrivere le pesate, è stato un po' strano perché il nostro prof ci ricorda sempre quello che dobbiamo fare, ma la prof Carrozza è diversa, noi all'inizio siamo rimasti un po' male, ma poi abbiamo capito e discusso il significato di "organizzazione". Il gruppo ha pensato sull'operato e mentre prima abbiamo quasi litigato e ognuno si difendeva dicendo che non è stata colpa sua e incolpava l'altro, abbiamo poi pensato che questo che stava succedendo: accuse e discolpe, non ci aiutava a risolvere il problema e a fare in modo di non farlo più succedere facendosi più furbi. Su questo ci ha fatto riflettere la prof che continuava a chiederci, se quello che ci stavamo dicendo ci aiutava a risolvere il problema. È vero che non ci aiutava e poi lo abbiamo capito e abbiamo capito di doverci concentrare più su come fare. Allora ci siamo accordati che a turno uno di noi non eseguiva l'esperimento ma prendeva il compito di registratore, tanto gli esperimenti erano tanti e ognuno di noi poteva farli, alla fine *l'occhio che guarda attento non può fare senza del braccio*. Per l'esperimento dell'aceto e del bicarbonato abbiamo deciso di prendere di riferimento due gruppi e guardare per capire, tanto la reazione l'avevamo fatta, facendo così siamo comunque riusciti a vedere come i compagni facevano la tabella e leggevano i dati per le conclusioni. Abbiamo comunque imparato a spese nostre che pensare e fare vanno insieme e organizzarti ti permette di non disperderti.

**GR 6** Matteo B., Elisa C., Francesca F., Federico B.

**racconto di quello che abbiamo fatto**

Noi abbiamo trovato nel nostro esperimento che la massa sia del bicarbonato sia dell'aceto con il bicarbonato non cambiava.

È stato strano però scoprire nella discussione con la classe che un compagno che aveva controllato, diceva che questa si comportava in modo diverso, se si tappava il contenitore la massa non variava e se non si tappava la massa cambiava. Il compagno ha nominato sistema aperto e sistema chiuso, così noi abbiamo pensato che il sistema aperto fosse la reazione nel contenitore di vetro aperto, mentre sistema chiuso era la reazione fatta chiudendo il contenitore di vetro con un tappo o un palloncino. Abbiamo così pensato che il gas doveva essere intrappolato, perché altrimenti usciva, ma in due ci siamo chiesti perché intrappolarlo non fa cambiare il peso? Noi l'avevamo aperto eppure non cambiava. Abbiamo allora cominciato a capire che nel nostro esperimento c'era qualcosa che non andava e dovevamo rifare il tutto per capire meglio cosa poteva essere. Noi avevamo fatto una ipotesi, lo abbiamo detto nel gruppo classe e la prof ha subito preso i nostri fogli, ci ha invitato a raccontare a tutti cosa avevamo trovato e detto a tutti di ritornare per 15 minuti nei gruppi piccoli e di fare una ipotesi di che cosa potrebbe essere successo. Poi passati i minuti ci avrebbe di nuovo fatto discutere sul risultato.

Nel nostro gruppo è successa una cosa molto importante, noi siamo un gruppo che il prof giudica "casinisti e poco ordinato". Abbiamo avuto uno scatto avanti perché abbiamo affidato a F. il compito di fare il dirigente della discussione e F è stato bravo perché ha proposto dei punti dove puntare, per esempio: tornare col pensiero per ripensare alle azioni che avevamo fatto nella sperimentazione, pensare bene e dire ciò che sapevamo o avevamo visto della reazione. E noi abbiamo detto queste cose:

Sapevamo che dalla reazione si formava un gas che si vedeva sotto forma di schiuma, sentivamo come succede quando si stappa la lattina di coca cola, non sapevamo che gas era

Sapevamo che i gas si liberano e vanno dappertutto e che sono così per stato

Avevamo pesato prima i contenitori con aceto e bicarbonato separato

Sapevamo che abbiamo aggiunto sulla bilancia l'aceto lasciando lì il contenitore vuoto e abbiamo pesato subito.

Quindi avevamo letto il peso e non riuscivamo a capire cosa non andava, cioè dato che restava uguale, prima e dopo perché non andava bene? abbiamo pensato che forse lo avevamo letto troppo presto e avevamo messo una punta di bicarbonato con poco aceto, ma perché leggerlo troppo presto ci faceva sbagliare? I nostri compagni trovavano che la massa diminuiva se non si tappa il recipiente della reazione, mentre se si chiude il recipiente la massa totale dopo la reazione resta uguale. Alcuni di noi hanno detto che questo era perché si formava un gas, ma altri compagni del gruppo hanno detto che non poteva essere e che si sbagliavano perché i gas sono invisibili e intoccabili, impercettibili e questo è vero, come fanno a far cambiare un concreto come il peso?

Questa è stata la discussione che abbiamo fatto noi del gruppo e che abbiamo portato nel gruppone.

Abbiamo allora presentato il risultato ai compagni e loro ci hanno presentato il loro.

Noi abbiamo detto che il motivo per cui non trovavamo la massa diversa con il contenitore aperto era che avevamo pesato troppo presto e non era cominciata la reazione. Altri hanno detto che era perché si formava un gas che sfuggiva, ma non ci siamo convinti di questo, perché i gas non pesano niente e scompaiono.

**GR1 2B GRUPPO: Silvia S., Patrich Z., Francesco P., Federico M. racconto di quello che abbiamo fatto**

Noi non abbiamo più trovato le schede che avevamo progettato, cioè abbiamo perso la tabella dove avevamo messo tutti i dati della reazione, è successo che doveva tenere tutto il nostro compagno e lui non si ricorda dove lo ha messo. S. si è arrabbiata molto e ha ragione perché voleva tenere tutto lei ma noi maschi abbiamo voluto fare di testa nostra. Così abbiamo potuto solo partecipare alla discussione senza dati. Il prof si è arrabbiato molto dicendoci che ci facciamo sempre riconoscere. Non ha tutti i torti, ma poteva fare che i materiali li raccoglieva lui, così non si perdevano. La prof Carrozza che era lì quando un nostro compagno ha detto questo del prof ci ha chiesto se tutti pensavamo che la colpa di questo fosse del prof e ci ha chiesto di riflettere tutti su questo. In realtà non si poteva dare la colpa al prof, è vero che lui non si fida e i materiali li ritira sempre, per esempio le schede in classe anche di ognuno e poi ce le ridà, ma questa volta non ha ritirato le cose di nessuno segno che le regole sono cambiate e S. ci ha sottoscritto che lei ce lo aveva detto che il prof e la prof Carrozza avevano lasciato a noi il compito di tenere i materiali quindi era solo colpa nostra. Quindi non era la colpa del prof, ma nostra, era evidente. Dobbiamo stare più attenti, però era bello vedere cosa succedeva, e non è che non siamo stati attenti, eravamo più incuriositi da guardare, e non avevamo pensato allora che poi non potevamo tirare le conclusioni senza scrivere niente. Siccome però non è morto nessuno, decidiamo che staremo più attenti.

**GR5** : Eleonora C., Stefano A., Tommaso D., Daniel D.

### **racconto di quello che abbiamo fatto**

Noi abbiamo fatto tutte le reazioni, con bicarbonato e aceto. Quando stavamo per decidere che la massa cambia, e stavamo scrivendo questo, che diminuiva, due compagni del nostro gruppo, E e S, ci hanno detto che la schiuma, l'effervescenza (ci faceva ricordare l'aspirina effervescente), era un gas che scappava via dal contenitore, e che dovevamo in qualche modo raccogliarlo e che loro avevano visto fare la reazione in un filmato nel computer e la facevano con un palloncino di gomma. Fare una reazione con un palloncino?. Noi due, T e D, al primo colpo non avevamo capito perché dovevamo fare con il palloncino nuovamente la reazione. Perché non era proprio corretto il controllo che avevamo pensato? Abbiamo quasi litigato perché secondo noi avevamo finito, ma poi siccome i nostri due compagni sono stati cocciuti, li abbiamo accontentati e soprattutto D. è stato bravo, perché si è incuriosito e mi ha convinto di stare a sentire un po' che forse potevamo capire, e come aveva ragione. Alla prof che ci guardava, abbiamo detto ciò che volevamo fare e se potevamo cercare nell'armadio e lei ci ha detto di aspettare, prima di fare la reazione era meglio discutere con tutti, e ha raccomandato al nostro amico di non dire nulla di come aveva intenzione di fare perché voleva dare l'occasione a tutti di pensarci. Così abbiamo fatto. Dopo la discussione, che è avvenuta poco dopo che avevamo parlato con la prof, Io e D, abbiamo così un po' capito perché dovevamo fare la reazione con il palloncino, ma lo abbiamo capito meglio quando abbiamo visto una cosa molto bella, cioè mettendo il palloncino di gomma pieno un po' con l'aceto e mettendolo sul palloncino di vetro a fondo piatto con dentro bicarbonato, quando si rovesciava l'aceto, sul bicarbonato avveniva una cosa forte, il palloncino si gonfiava. Quindi l'aceto agiva sul bicarbonato facendogli liberare un gas e facendolo cambiare. Allora abbiamo capito molte cose:

La massa varia se dalla reazione si forma un gas perché questo scappa via se non è impedito

Se viene impedito al gas di scappare e lo si lascia correre nel palloncino, si viene a fare un sistema chiuso con la massa che si controlla, che non cambia, segno che ciò che c'è prima, cioè le sostanze iniziali, si trasformano in qualche altra sostanza, ma niente di loro si distrugge nella trasformazione, niente svanisce, sembrava così perché il gas che si formava si liberava, ma se si fa il tutto con sistema chiuso il gas (sostanza nuova che prima non c'era) non scappa via e quindi si vede che nella trasformazione tutto resta e niente scompare.

La prof Carrozza si è avvicinata e sentendo che dicevamo che l'aceto "agisce" sul bicarbonato, ci ha chiesto di riflettere insieme sul senso di agire e di specificarlo, così potevamo riferirlo a tutti gli altri. Così noi abbiamo fatto. Per noi "agire" significava prima di tutto che c'era un contatto diretto, l'aceto non agisce sul bicarbonato se non è a contatto, non succede nulla se non c'è contatto; poi che l'azione che lui fa è di far cambiare qualche cosa nel bicarbonato, infatti si forma un gas. Ma un compagno ha detto che "agire" è reciproco perché se si mette l'aceto in un pallone di vetro e si fa il contrario, si versa il bicarbonato nell'imbuto, si può dire che esso agisce sull'aceto quando c'è il contatto con l'aceto. Quindi nella reazione chimica "agire" vuol dire contatto e azione corrisposta di uno sull'altro.

La terza cosa che abbiamo capito è che dobbiamo non litigare ma ascoltare i compagni, perché se loro non fossero stati cocciuti, non avremmo mai visto una cosa così bella. È fortissimo il palloncino che si gonfia.

Noi abbiamo cominciato a dire: ma come fanno a trasformarsi le sostanze? Da dove si forma e come si forma un gas che prima non c'era l'ombra? Cioè ci siamo chiesti come si genera? Un compagno dice che la materia è formata da cose piccole legate, gli atomi, ma se le cose piccole, invidibili, sono legate, perché i gas sfuggono? Essi sono invidibili ma si può capire che ci sono con una pensata, il palloncino che si può gonfiare. Ma il gonfiore del palloncino dice che essi si allargano, ma allora, se tutto è formato da materia piccola, invisibile legata, perché i gas si allargano? Sono o no materia? Questo dobbiamo risorverlo.

## Allegato 32. Progetto operativo della trasformazione: limatura di ferro +acido cloridrico

Classe 2: **Gruppo 1**

### **PROBLEMA**

*Cosa succede se alla limatura di ferro aggiungiamo acido cloridrico?*

*Cosa succede alle loro masse?*

### PROGETTAZIONE DEL PERCORSO SPERIMENTALE

#### **Ipotesi:**

la limatura di ferro, unita all'acido cloridrico, reagisce, esplodendo;  
la limatura di ferro, unita all'acido cloridrico, reagisce, producendo fumo;  
la massa, dall'unione della limatura di ferro con l'acido cloridrico, diminuisce.  
La massa dall'unione della limatura di ferro con l'acido cloridrico non cambia

#### **Materiali occorrenti:**

becher, limatura di ferro, acido cloridrico, bilancia, pipetta, palloncino a fondo piatto.

#### **Procedimento:**

Pesare insieme il becher e il palloncino a fondo piatto con dentro i componenti  
Prelevare con la pipetta 3 pipettate di acido cloridrico e poi unire i componenti. (101 g)  
Ripesare a reazione conclusa.

#### **Strumento di registrazione dati:**

aspetto	prima	durante	dopo
Limatura di ferro	solido, grigio nero, inodore	si sviluppano bollicine (gas) + odore di uovo marcio	
Acido cloridrico	liquido trasparente, inodore		diventa più scuro

Peso complessivo prima dell'unione 101g, peso dopo l'unione e dopo aver atteso per mezz'ora, 101g,

#### **Conclusione:**

La massa non è cambiata.

Tra ferro e acido cloridrico è avvenuta una reazione chimica in cui la massa si conserva perché c'è stato lo sviluppo di gas e di odore di uova marce.

Classe 2: **Gruppo 2**

GRUPPO: Deborah, Riccardo, Grazia.

### **PROBLEMA**

*Cosa succede se alla limatura di ferro aggiungiamo acido cloridrico?*

*Cosa succede alle loro masse?*

### PROGETTAZIONE DEL PERCORSO SPERIMENTALE

#### **Ipotesi:**

Il ferro si corrode



Niente  
Schiuma nera  
Esplosione

**Materiali occorrenti:**

1 Becher, pipetta e tettarella, 1 beuta

**Procedimento:**

Metto la tettarella sulla pipetta. Verso l'acido cloridrico in una beuta con la pipetta Pasteur. Prendo un cucchiaino di limatura di ferro e la verso in un becher. 3 pipettate di acido cloridrico. Il tutto = 60 g.

**Strumento di registrazione dati:**

odore forte

tanto

aspetto	prima	durante	dopo
ferro	solido, grigio nero	solido, grigio nero	perso colore
acido cloridrico	trasparente, liquido	trasparente, liquido	più opaco, liquido non c'è più

Dopo mezz'ora abbiamo ripesato è 59g

**Conclusione:**

La massa è cambiata: 60 g prima e dopo 59g. Poiché il ferro ha lasciato colore, l'acido cloridrico non c'è più. Allora il ferro con l'acido ha una reazione chimica.

Classe 2: **Gruppo 3**

**PROBLEMA**

*Cosa succede se alla limatura di ferro aggiungiamo acido cloridrico?*

*Cosa succede alle loro masse?*

PROGETTAZIONE DEL PERCORSO SPERIMENTALE

**Ipotesi:**

Unendo limatura di ferro all'acido cloridrico esplodono perché l'acido cloridrico mangia o corrode il ferro facendo una reazione chimica.

unendo l'acido cloridrico alla limatura di ferro, la massa diminuisce.

**Materiali occorrenti:**

Pipetta Pasteur, 2 becher, limatura di ferro e acido cloridrico. Bilancia

**Procedimento:**

Con la pipetta pipettiamo l'acido cloridrico (3 pipettate) e lo mettiamo nel becher, con un cucchiaino prendiamo la limatura di ferro e pesiamo il tutto.

**Strumento di registrazione dati:**

aspetto	prima	durante	dopo
limatura di ferro	polvere grigio nero niente odore	sviluppo di bollicine, odore forte	è uguale
acido cloridrico	liquido trasparente		acido diventa grigio

Prima acido cloridrico + ferro + 2 becher = 107 g

Dopo 107 g.

**Conclusione:**

la massa rimane uguale, l'ipotesi che avevamo detto non era corretta ma la reazione avviene e gli indizi sono lo sviluppo di gas e di odore.

**Classe 2: Gruppo 4**

GRUPPO: Matteo, Elisa, Francesca, Federico.

**PROBLEMA**

*Cosa succede se alla limatura di ferro aggiungiamo acido cloridrico?*

*Cosa succede alle loro masse?*

PROGETTAZIONE DEL PERCORSO SPERIMENTALE

**Ipotesi:**

- Le masse rimangono uguali
- Il ferro si scioglie
- Esplode
- Si corrode il ferro e cambia colore

**Materiali occorrenti:**

1 beuta da 250 ml, 1 becher, ferro, acido cloridrico, bilancia, pipetta Pasteur, spatola.

**Procedimento:**

Mettiamo 2 cucchiaini di ferro nella beuta e acido cloridrico (2 pipettate) nel becher. Pesiamo il tutto e osserviamo. Uniamo i due componenti e osserviamo. Poi pesiamo di nuovo.

**Strumento di registrazione dati:**

aspetto	prima	durante	dopo
Ferro	grigio nero solido	vengono bollicine, odore forte	odore di uovo
acido HCl	liquido trasparente nessun odore	l'acido cambia colore	peso diminuito

**Conclusione:**

Si è formato un gas perché c'erano le bollicine e il peso è diminuito. È avvenuta una reazione chimica.

Le nostre Ipotesi erano incomplete, solo quella della massa è corretta.

**Classe 2: Gruppo 5**

**PROBLEMA**

*Cosa succede se alla limatura di ferro aggiungiamo acido cloridrico?*

*Cosa succede alle loro masse?*

PROGETTAZIONE DEL PERCORSO SPERIMENTALE

**Ipotesi:**

- Il ferro si scioglie
  - Non succede nulla
  - L'acido evapora
  - Cambia il volume
  - Viene schiuma
- vero }

**Materiali occorrenti:**

1 beuta, 1 pipetta Pasteur, 1 o 2 cucchiaini di ferro, 2 pipettate di acido, 1 bilancia, 1 becher

**Procedimento:**

Versiamo il ferro nella beuta e preleviamo l'acido, pesiamo tutto, versiamo l'acido nella beuta e osserviamo la reazione e infine pesiamo la miscela.

**Strumento di registrazione dati:**

aspetto	prima		durante	dopo
Ferro	in polvere, solido, grigio nero	non c'è odore	odore da uova marce	le sostanze non si mischiano
Acido	liquido trasparente nessun odore		fuoriuscita di gas si formano bollicine che prima non si vedevano, sono piccole e tante	l'acido cambia colore

Peso iniziale: 106 g

Peso finale: 103 g.

**Conclusione**

Si è generata una reazione chimica

Classe 2: **Gruppo 6**

**PROBLEMA**

*Cosa succede se alla limatura di ferro aggiungiamo acido cloridrico?*

*Cosa succede alle loro masse?*

PROGETTAZIONE DEL PERCORSO SPERIMENTALE

**Ipotesi:**

Si forma schiuma bianca (Tommaso)

il peso diminuisce

Si forma gas e schiuma bianca,

pesa di più

Esplosione (Daniel)

il peso resta uguale

Non succede niente

il peso diminuisce (Eleonora)

Ferro si arrugginisce

pesa di più

**Materiali occorrenti:**

Pipetta Pasteur, 1 beuta 250 ml, 1 becher 25 ml, acido cloridrico, ferro limatura

**Procedimento:**

Si mette la limatura di ferro in un becher. Si preleva con la pipetta l'acido cloridrico si pesa. Si mette l'acido cloridrico in una beuta. Si versa l'acido cloridrico nel becher contenente la limatura di ferro. Si pesa.

**Strumento di registrazione dati:**

aspetto	prima		durante	dopo
acido cloridrico	trasparente non puzza	non c'è odore	aumenta l'odore	si formano tante bollicine piccole
limatura di ferro	Solido, colore nero e argento non puzza		si formano alcune bollicine	puzza di uovo marcio forte

**Conclusione:**

le sostanze mischiate fanno avvenire una fuoriuscita di bollicine, segno che si sviluppa un gas e odore che prima non c'era. Il peso è diminuito.

## Allegato 33. Narrazioni dei gruppi della trasformazione chimica limatura di ferro + acido cloridrico

### Narrazione del dialogo nel gruppo Gr1

Il nostro gruppo ha pensato di dare la mansione di regolare la discussione ad Alice che ci ha fatto parlare, mentre io e Leonardo abbiamo registrato ciò che abbiamo fatto.

Noi ci siamo organizzati così:

prima di tutto abbiamo guardato bene come era fatta la limatura di ferro ed abbiamo visto che era una polvere finissima di colore grigio scuro mentre l'acido cloridrico abbiamo notato che era posto in acqua perché c'era scritto "soluzione", per cui abbiamo pensato che non era puro. Su questa base alcuni di noi hanno pensato che il contatto poteva far esplodere il tutto perché gli acidi corrodono, ed abbiamo imparato dai compagni che gli acidi corrodono. Ma altri di noi hanno appunto detto che corrodere è diverso da esplodere e tutti gli abbiamo poi dato ragione.

Abbiamo discusso sui materiali che ci servivano e su come dovevamo utilizzarli, abbiamo deciso di mettere i guanti per prendere le tre pipettate di acido cloridrico e abbiamo discusso il procedimento della pesata, abbiamo fatto così come abbiamo riportato.

Abbiamo deciso di preparare una tabella di registrazione dei dati e deciso di descrivere come si presentavano i componenti prima di metterli a contatto e durante e dopo.

La cosa più interessante del nostro gruppo è stata la discussione che abbiamo fatto sul carattere dell'acido e la domanda che ci siamo posti: corroderà la polvere di ferro? Alice ha proprio chiesto cosa ci aspettavamo e Leonardo ha detto di "veder mangiare" la limatura, mentre Eleonora si immaginava di vedere l'acido che come una schiuma consumava il ferro e per lei era corrodere questo. Eravamo molto curiosi di vedere cosa succedeva, ma siamo stati pignoli a fare le cose per bene e senza fretta, abbiamo pesato due volte le masse e abbiamo ottenuto sempre lo stesso risultato, poi con calma abbiamo preparato la tabella e dopo che tutto era a posto abbiamo versato l'acido.

Quello che è successo non ce lo aspettavamo, delle piccole bolle si sono formate e meno male che non friggeva come nella reazione tra aceto e bicarbonato, così subito due nostri compagni si sono precipitati a prendere il paraffilm per coprire e metterci in sistema chiuso. Abbiamo capito in quel momento che dovevamo pensare allo sviluppo di gas che poteva uscire e che poteva rovinarci il controllo della massa prima e dopo. Sempre, quando facciamo una reazione dovremmo chiederci: si può formare un gas? E quindi poiché non lo sappiamo prima dobbiamo anticipare il pensiero del sistema chiuso. Per fortuna la reazione non era così violenta a sviluppare bollicine ed Eleonora ha avuto la prontezza di arrivare subito che ci voleva il sistema chiuso. Eleonora secondo tutti è stata brava e glie lo abbiamo detto. Io però tra tutti ho avvertito subito una puzza di uova marce, e così abbiamo anche concluso che non solo lo sviluppo di gas ma anche di odore è un indizio di trasformazione. Il gas prima non c'era e poi si è formato, l'odore prima non si sentiva e poi si è generato ed abbiamo concluso che, poiché tutte le cose hanno una loro **natura** (si parla infatti di "natura umana, animale, ecc" quindi anche la limatura di ferro e l'acido cloridrico hanno una natura), quando limatura di ferro e acido cloridrico vengono a contatto reagiscono cambiando proprio la loro natura e trasformandosi in qualcosa di altro. Questa è reazione chimica.

Quindi abbiamo fatto discussione sui dati della tabella e notato che il liquido che prima avevamo messo dentro era incolore e limpido e non aveva odore, mentre durante si sviluppava gas e il liquido si scuriva, quindi i nostri componenti erano cambiati: il gruppo ha detto che "Cambiati" vuol dire che non hanno le stesse caratteristiche di prima e che i componenti sono diversi da prima e che alcuni componenti quando entrano in contatto cambiano la loro natura.

Il gruppo poi si è chiesto: ma l'odore che prima non c'era e adesso si sentiva che cosa era? Alcuni hanno pensato che fosse materia volatile, cioè gas che arrivava al nostro naso mentre si disperdeva nel laboratorio, ma altri pensano di no, che l'odore non può

essere materia perché è ineditabile, ma è come un fluido telepatico che avverti con i sensi e che ti fa capire che le cose sono diverse.

E poi abbiamo concluso che: poiché unendo acido cloridrico e limatura di ferro si forma gas e odore di uova marce, allora possiamo affermare che è avvenuta una reazione chimica tra le sostanze unite e che gli indizi sono l'odore, lo sviluppo di gas.

### **Narrazione del dialogo nel gruppo Gr2**

Noi ci siamo organizzati per bene subito e ci siamo divisi i compiti solo nel prendere i materiali, poi abbiamo deciso di fare insieme la preparazione della tabella per i dati e la miscela dei due componenti, mentre abbiamo mescolato e compilato la descrizione noi abbiamo riflettuto su questo:

PRIMA la limatura di ferro era un solido grigio nero, DOPO ha perso un po' colore

PRIMA l'acido cloridrico era liquido trasparente inodore; DOPO più opaco, cioè aveva colore diverso, il colore diventa più sul grigio-trasparente, il liquido c'è ancora, ma è un po' ridotto.

DURANTE: si sente odore forte e si vedono bollicine piccole e numerose

Unendo questi due agenti, si ha la reazione che dà un nuovo componente che prima non c'era chiamato GAS. Gli indizi che ci dicono che si genera una reazione sono: lo sviluppo di odore, di bolle e il fatto che la massa cambia. Non avevamo previsto che si formava un gas e quindi non abbiamo formato un sistema chiuso per cui il gas è sparito.

### **Narrazione del dialogo nel gruppo Gr3**

PRIMA la limatura di ferro è un solido grigio nero e senza odore, DOPO è rimasto uguale

PRIMA l'acido cloridrico liquido incolore e trasparente; DOPO diventa grigio e torbido

DURANTE: si **sente odore** forte, si sviluppano bollicine prima poche e poi tante.

Il gruppo poi si è messo a discutere sulla parola

**"reagire"** ed abbiamo pensato che esso significa provocare un cambiamento.

Il gas che si sviluppa dopo aver messo l'acido cloridrico nel contenitore contenente polvere di ferro, non c'era prima della loro unione, per cui la sua presenza ci dice che è avvenuto un cambiamento e anche l'odore forte che abbiamo sentito dopo averli uniti non c'era prima di unire i componenti, si è creato durante la reazione chimica, quindi si è verificato ancora un cambiamento.

Il nostro gruppo ha detto che se il gas prima non c'era e durante la "reazione" si sviluppa, è possibile che si sia formato qualche componente nuovo che prima non c'era e quindi che i componenti siano **cambiati** che non sono gli stessi e che hanno modificato il loro essere e la composizione, cioè hanno cambiato la loro natura. Quindi abbiamo concluso che reagire significa: cambiare la natura e quindi una reazione chimica è un processo in cui si uniscono 2 o più componenti avendo una conseguenza: il cambiamento della natura.

Gli indizi che ci hanno fatto capire che quella che è avvenuta è stata una reazione chimica sono, per esempio, le bollicine e l'odore forte.

Poiché combinando le due sostanze si sono formate bollicine e c'è stato un forte odore, allora è avvenuta una reazione chimica. La massa della reazione che abbiamo visto è rimasta uguale a dimostrare che essa non cambia durante la trasformazione perché le bollicine piccole che si formano che sono gas spariscono, sono evanescenti e non pesano, quindi la nostra ipotesi che diminuiva era errata. Sulla reazione chimica il nostro gruppo si è impegnato a discutere due cose:

se i gas pesano o no, secondo uno di noi sì, perché con reazione tra aceto e bicarbonato se si faceva a contenitore aperto diminuiva se no, non diminuiva, allora ci siamo posti la domanda: i gas pesano sempre o a volte? Secondo uno di noi sempre hanno peso, secondo gli altri non sempre.

La seconda cosa è stata la domanda: il ghiaccio che forma acqua e viceversa, cambia o no la natura? Ma neanche qui ci siamo accordati, secondo alcuni sì, perché sono diversi, il ghiaccio è ghiaccio e l'acqua è acqua; secondo altri sono uguali perché quando il ghiaccio passa ad acqua e viceversa, non si sente odore, né si sviluppa gas o cambia il colore, ma c'è solo che da solido diventa liquido o viceversa, quindi cambia lo stato, non la natura e dicono anche che se un pezzo di ghiaccio si mette in un

contenitore con acqua allora non cambia nulla, esso si scioglie ma il sistema è uguale. Altri, su questo, hanno detto se un pezzo di alcol puro ghiacciato è messo dentro non cambia nulla e il sistema è uguale quando si scioglie. E quelli rispondono che no, che cambia l'odore perciò l'alcol si sente. Insomma non siamo venuti a capo di questa matassa.

#### **Narrazione del dialogo del gruppo Gr4**

Noi abbiamo preparato il tutto, materiali e scheda per il procedimento prima della prova che abbiamo preparato sulla base delle ipotesi che abbiamo fatto.

Poi ci siamo messi tutti a fare la prova.

Abbiamo visto subito che c'erano dei cambiamenti nel colore e nell'odore dei nostri componenti, per cui abbiamo subito intuito che dovevamo pensare meglio a progettare perché non abbiamo previsto che dall'unione poteva formarsi un gas che poteva perdersi intorno, quindi abbiamo capito che la massa cambiava perché il sistema era aperto, ma che avevamo mancato nel prevedere.

Quello che ci dicono i dati sono che tra il liquido e il solido mescolato è avvenuta una reazione chimica perché ci sono indizi che ci fanno pensare a questo e cioè i cambiamenti di odore che prima non c'era e il fatto che si formano bollicine e cambia il colore. Allora dei cambiamenti nei componenti possono farci pensare che ci sono modificazioni nella natura di quelli che abbiamo uniti che diventano altre cose.

#### **Narrazione del dialogo del gruppo GR 5**

Le ipotesi che abbiamo fatto non si sono dimostrate vere, abbiamo detto che

1. Il ferro si scioglie

Non succede nulla

L'acido evapora

Cambia il volume

vero

}

Viene schiuma

E ci siamo divisi tra quelli che dicevano che unendo i due si era avuta una reazione chimica e quelli che dicevano che si formava una soluzione e che l'acido evaporava e il tutto cambiava volume, ma poi abbiamo ragionato tutti e anche se abbiamo ammesso che poteva essere, abbiamo però riflettuto sul fatto che si sentiva un odore di uova marce che proprio prima non si sentiva e non era emanato né dal ferro e né dal liquido, perciò doveva essersi formata qualche cosa che non era vapore, perché l'acido non aveva odore e come l'acqua se evaporava doveva essere inodore(cioè l'odore come il suo liquido). Giulia a Federico hanno difeso a ragione questo pensiero e convinto tutto il gruppo e meno male che non hanno mollato perché poi discutendo con tutti abbiamo capito che in effetti non era evaporazione ma reazione chimica.

Appena abbiamo aderito alla posizione dei due compagni si è aperto un mondo perché loro ci hanno fatto ragionare sul fatto che prima la limatura di ferro si presentava come un solido grigio nero niente odore, dopo è rimasto uguale

prima l'acido cloridrico era un liquido trasparente; dopo era diventato grigio e un po' torbido

durante: si sente odore forte, si sviluppano bollicine che sono via via più numerose.

Quindi abbiamo capito che c'erano indizi su cambiamento paragonato a quelli che avevamo visto con aceto e bicarbonato, infatti non abbiamo organizzato le cose pensando diappare il sistema per crearlo chiuso per controllare le masse durante la reazione, quindi abbiamo capito che abbiamo trovato la massa cambiata perché c'era un gas che spariva. La prossima reazione dobbiamo prevedere che potrebbe formarsi un gas e prevedere che il controllo delle masse è da fare a sistema chiuso perché quando un gas si forma e il sistema è aperto la quantità di esso sfugge nella stanza e quindi fa diminuire la massa, però la massa non può sparire da quella materia si forma una materia diversa ma le quantità totali devono rimanere intatte.

#### **Narrazione del dialogo del gruppo Gr 6**

Noi ci siamo concentrati sulle ipotesi che sono state tante, e ci siamo persi nei particolari, e lo abbiamo capito mentre stavamo a vedere ciò che succedeva, anche per la massa avevamo idee diverse e qui è stato subito lampante che non abbiamo pensato di metterci in condizioni di controllare un dato importante pensando che si poteva

sviluppare un gas, alla cosa ci dovevamo pensare bastava che ci tornasse alla mente la reazione aceto+ bicarbonato.

Molti di noi hanno poi capito mentre si era fatta la reazione l'errore e quindi avendo trovato il peso diminuito è perché si formava un gas che sfuggiva e spariva, due compagni del gruppo però non capiscono perché la massa diminuisce e secondo loro resta uguale, quindi dicono che c'è errore di pesata, infatti dicono che i gas non pesano niente e il gruppo è un po' incerto e quasi diamo ragione, ma non è d'accordo Tommaso, mentre è certa Eleonora.

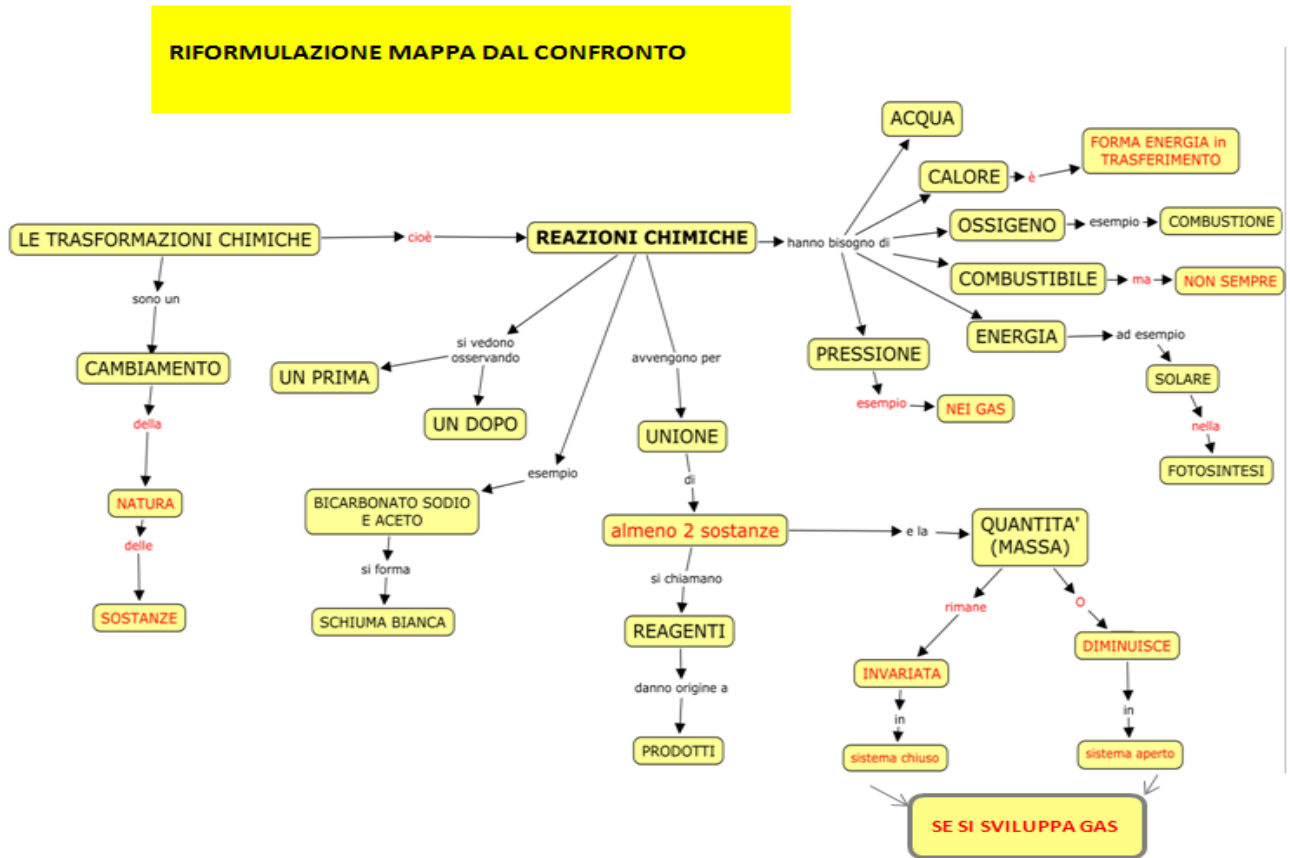
Comunque noi abbiamo potuto capire che in questa unione che stavamo tenendo d'occhio c'erano cambiamenti e indizi nelle due parti:

Puzza di uovo marcio che prima non c'era e fuoriuscita di bollicine che non c'erano prima, questi indizi ci dicono che i due componenti stanno reagendo e cambiano natura, cioè diventano una cosa nuova ma non si può dire che il ferro si corrode perché il suo colore è comunque scuro, mentre la ruggine è rossastra.

Noi abbiamo concluso che abbiamo assistito a un cambio di natura e quindi a una reazione chimica.

# Allegato 34

## Allegato 34a. Riformulazione della mappa sulle trasformazioni chimiche dopo la discussione di intergruppo





**Allegato 34b: generalizzare le trasformazioni chimiche, riconoscere una trasformazione da indizi**

SCHEDA SINTESI FINALE

Classe **2B**  
19/01/09

gruppo **1**

Data

Gruppo: Matteo, Federico, Francesca, Elisa

**Manifestazioni macroscopiche (indizi) che si sono verificate caso per caso.**

Indicatore 1: sostanze	indicatore 2: <b>indizi che è avvenuta una reazione chimica</b>
Aceto(acido acetico) + bicarbonato di sodio	EFFERVESCENZA e ODORE
Olio + bicarbonato di sodio	NESSUN INDIZIO: NR
Limatura di ferro + acido cloridrico	EFFERVESCENZA e ODORE
Aceto(acido acetico) + infuso di cavolo rosso	CAMBIAMENTO COLORE
Ammoniaca + infuso di cavolo rosso	CAMBIAMENTO COLORE
Succo di limone (acido citrico) + infuso di cavolo rosso	CAMBIAMENTO COLORE
Acido cloridrico + infuso di cavolo rosso	CAMBIAMENTO COLORE
Ipoclorito di sodio + infuso di cavolo rosso	CAMBIAMENTO COLORE
Soda caustica + acqua distillata	VARIAZIONE TEMPERATURA
Cloruro di ammonio + acqua distillata	VARIAZIONE TEMPERATURA
Carbonato di sodio + solfato di rame	PRECIPITATO

Generalizzazione.

Manifestazioni macroscopiche delle reazioni chimiche sono:

1. effervescenza;
2. sviluppo di gas;
3. odore;
4. cambiamento di colore;
5. variazione di temperatura;
6. formazione precipitato.

## SCHEDA SINTESI FINALE

Classe **2B**  
19/01/09

gruppo **2**

Data

Gruppo: Eleonora, Tommaso, Daniel Martin, Stefano.

Ora che hai terminato la fase sperimentale relativa alle **relazioni chimiche** puoi utilizzare le conclusioni di ogni problema per completare la tabella mettendo in evidenza le **manifestazioni macroscopiche (indizi) che si sono verificate caso per caso:**

Indicatore 1: sostanze	indicatore 2: <b>indizi che è avvenuta una reazione chimica</b>
Aceto(acido acetico) + bicarbonato di sodio	Effervescenza
Olio + bicarbonato di sodio	Nessuna reazione chimica (NR)
Limatura di ferro + acido cloridrico	Sviluppo di gas + odore (puzza)
Aceto(acido acetico) + infuso di cavolo rosso	Cambia il colore
Ammoniaca + infuso di cavolo rosso	Cambia il colore
Succo di limone (acido citrico) + infuso di cavolo rosso	Cambia il colore
Acido cloridrico + infuso di cavolo rosso	Cambia il colore
Ipoclorito di sodio + infuso di cavolo rosso	Cambia il colore
Soda caustica + acqua distillata	Temperatura aumentata
Cloruro di ammonio + acqua distillata	Temperatura diminuita
Carbonato di sodio + solfato di rame	Precipitato

### GENERALIZZAZIONE

Manifestazione macroscopica delle reazioni chimiche sono:

1. effervescenza;
2. sviluppo di gas;
3. odore;
4. cambio di colore;
5. variazione di temperatura;
6. formazione precipitato

SCHEDA SINTESI FINALE

Classe **2B**  
19/01/09

gruppo3

Data

2B GRUPPO: Caterina, Giulia Federico, Alessandro.

**Manifestazioni macroscopiche (indizi) che si sono verificate caso per caso.**

Indicatore 1: sostanze	indicatore 2: <b>indizi che è avvenuta una reazione chimica</b>
Aceto(acido acetico) + bicarbonato di sodio	effervescenza e odore
Olio + bicarbonato di sodio	nessun indizio: NR
Limatura di ferro + acido cloridrico	gas
Aceto(acido acetico) + infuso di cavolo rosso	colore
Ammoniaca + infuso di cavolo rosso	colore
Succo di limone (acido citrico) + infuso di cavolo rosso	colore
Acido cloridrico + infuso di cavolo rosso	colore
Ipoclorito di sodio + infuso di cavolo rosso	colore
Soda caustica + acqua distillata	temperatura
Cloruro di ammonio + acqua distillata	temperatura
Carbonato di sodio + solfato di rame	precipitato

Manifestazione macroscopica delle reazioni chimiche sono:

1. colore;
2. odore;
3. gas;
4. effervescenza;
5. precipitato;
6. temperatura.

## SCHEDA SINTESI FINALE

Classe **2B**  
20/01/09

gruppo **4**

Data

Gruppo: Deborah Perini, Riccardo Tenaglia, Grazia Mariotti, Claudio Groiss.

Ora che hai terminato la fase sperimentale relativa alle **relazioni chimiche** puoi utilizzare le conclusioni di ogni problema per completare la tabella mettendo in evidenza le **manifestazioni macroscopiche (indizi) che si sono verificate caso per caso**:

INDICATORE 1: SOSTANZE	INDICATORE 2: Indizi che è avvenuta una reazione chimica
Aceto (acido acetico) + bicarbonato di sodio	EFFERVESCENZA
Olio + bicarbonato di sodio	NESSUNA REAZIONE CHIMICA (NR)
Limatura di ferro + acido cloridrico	SVILUPPO DI GAS + ODORE
Aceto (acido acetico) + infuso di cavolo rosso	CAMBIA IL COLORE
Ammoniaca + infuso di cavolo rosso	CAMBIA IL COLORE
Succo di limone (acido citrico) + infuso di cavolo rosso	CAMBIA IL COLORE
Acido cloridrico + infuso di cavolo rosso	CAMBIA IL COLORE
Ipoclorito di sodio + infuso di cavolo rosso	CAMBIA COLORE
Soda caustica + acqua distillata	TEMPERATURA AUMENTATA
Cloruro di ammonio + acqua distillata	TEMPERATURA DIMINUITA
Carbonato di sodio + solfato di rame	PRECIPITATO

Manifestazione macroscopica delle reazioni chimiche sono:

1. effervescenza
2. sviluppo di gas
3. odore
4. cambio di colore
5. cambio di temperatura
6. precipitato

SCHEDA SINTESI FINALE

Classe **2B**  
20/01/09

gruppo **5**

Data

Gruppo: Eleonora Prodi, Leonardo Perotti, Alice Fontana, Alessio Tomasi.

**Manifestazioni macroscopiche (indizi) che si sono verificate caso per caso.**

Indicatore 1: sostanze	indicatore 2: <b>indizi che è avvenuta una reazione chimica</b>
Aceto(acido acetico) + bicarbonato di sodio	effervescenza
Olio + bicarbonato di sodio	NR
Limatura di ferro + acido cloridrico	sviluppo di gas + odore
Aceto(acido acetico) + infuso di cavolo rosso	cambio di colore
Ammoniaca + infuso di cavolo rosso	cambio di colore
Succo di limone (acido citrico) + infuso di cavolo rosso	cambio di colore
Acido cloridrico + infuso di cavolo rosso	cambio di colore
Ipoclorito di sodio + infuso di cavolo rosso	cambio di colore
Soda caustica + acqua distillata	aumento di temperatura
Cloruro di ammonio + acqua distillata	abbassamento di temperatura
Carbonato di sodio + solfato di rame	precipitato

Da casi particolari a conclusione generale.

Manifestazioni macroscopiche delle reazioni chimiche sono:

1. EFFERVESCENZA;
2. SVILUPPO DI GAS;
3. ODORE;
4. CAMBIO DI COLORE;
5. VARIAZIONE DI TEMPERATURA;
6. FORMAZIONE DI PRECIPITATO.

## SCHEDE SINTESI FINALE

Classe **2B**  
20/01/09

gruppo **6**

Data

Gruppo: Silvia Scoz, Patrich Zampol, Francesco Parolari, Federico Maino.

### **Manifestazioni macroscopiche (indizi) che si sono verificate caso per caso.**

Indicatore 1: sostanze	indicatore 2: <b>indizi che è avvenuta una reazione chimica</b>
Aceto(acido acetico) + bicarbonato di sodio	effervescenza
Olio + bicarbonato di sodio	NR
Limatura di ferro + acido cloridrico	sviluppo di gas + odore
Aceto(acido acetico) + infuso di cavolo rosso	cambio di colore
Ammoniaca + infuso di cavolo rosso	cambio di colore
Succo di limone (acido citrico) + infuso di cavolo rosso	cambio di colore
Acido cloridrico + infuso di cavolo rosso	cambio di colore
Ipoclorito di sodio + infuso di cavolo rosso	cambio di colore
Soda caustica + acqua distillata	aumento di temperatura
Cloruro di ammonio + acqua distillata	diminuzione di temperatura
Carbonato di sodio + solfato di rame	Formazione di un precipitato

### **Da casi particolari a conclusione generale.**

Manifestazione macroscopica delle reazioni chimiche sono:

1. effervescenza
2. sviluppo di gas
3. odore
4. cambio colore
5. variazione di temperatura
6. formazione di precipitato

## **Allegato 35. Questionario informativo sul tema della combustione**

Hai affrontato il tema della combustione nella scuola elementare?

Si

No

Racconta brevemente dove e come lo hai svolto

.....  
.....  
.....

## **Allegato 36. Organizzazione dei due gruppi di studenti per le attività sulla combustione**

I 6 studenti che non avevano svolto l'argomento hanno costituito un gruppo, gli altri 18 sono stati organizzati ugualmente in gruppi e hanno lavorato con il docente.

L'attività della combustione è stata perciò svolta nel modo seguente:

i 18 studenti avrebbero fatto l'attività nell'aula LIM( laboratorio di microscopia e tecnologia al terzo piano) con il docente di scienze della classe e il docente di laboratorio e avrebbero lavorato nel solito orario organizzato per la classe.

Gli altri 6 studenti invece avrebbero svolto l'attività nel laboratorio di scienze(aula attrezzata al secondo piano) con me e con il docente di sostegno, uno studente dei 6 era portatore di handicap ed era certificato come dislessico, non aveva svolto la combustione alle elementari. Le attività dei due gruppi così costituiti si sono svolte contemporaneamente.



## **Allegato 37. Conversazione clinica con il piccolo gruppo di studenti**

CONVERSAZIONE CLINICA classe 2 media

Che cos'è la combustione?

Combustione è quando qualcosa brucia

Come fa questo qualcosa a bruciare? E che significa brucia?

Perché viene a contatto con il fuoco e può bruciare.

Bruciare. Essere raggiunto dal fuoco e bruciare, cioè diventare cenere.

Puoi spiegarmi meglio? È molto interessante ciò che dici.

Si, per esempio, ci sono delle cose che possono bruciare come il legno, la carta, le persone, le case. E ci sono cose che non possono bruciare, per esempio i sassi, il ferro, l'acqua. Queste cose non prendono fuoco, non vengono attaccati dalle fiamme.

Perciò le cose per bruciare di che cosa hanno bisogno?

Del fuoco.

Devono essere bruciabili

Ho capito: hanno bisogno del fuoco e devono essere bruciabili.

Si, devono avere il carattere di bruciare

Il carattere? Cioè?

Si, insomma, M. vuole dire che la natura è quella di bruciare, per esempio il sale è salato, lo zucchero è dolce, le cose bruciano.

Certo, ho capito. Ma se una cosa brucia, cosa potrebbe spegnerla?

L'acqua potrebbe spegnerla!

Si, ma anche il vento potrebbe spegnere le cose.

No, il vento porta il fuoco più avanti, non lo spegne.

Cosa vuol dire portarlo più avanti?

Significa che il vento trascina il fuoco, lo sposta e così altre cose che possono bruciare, bruciano.

Ma che cos'è il vento? Secondo voi di cosa è fatto?

Mah...il vento è una cosa fisica.

Si, una forza che se è forte sposta le cose.

Appunto, può essere caldo se viene dal sud e freddo se viene dal nord

Si, il vento è una forza, che può essere anche fortissima come un uragano che butta giù le case e alza macchine e persone, le fa volare.

Dunque dicevamo che spegne il fuoco che cosa?

L'acqua!

Anche la schiuma!

La schiuma, che interessante! spiegami meglio questo, la schiuma...

Si, ho visto una volta un gran premio e una macchina che bruciava perché era andata fuori pista ed era volata sbattendo di lato, aveva preso fuoco, sono corsi tutti i responsabili delle piste e hanno spruzzato sopra con gli estintori una schiuma. Ho pensato che fosse l'acqua messo dentro la bombola è spinta, come sottovuoto, quindi forzata dentro, che poi quando viene sbattuta, come le onde del mare, si forma la schiuma che spegne prima il fuoco perché scivola meno.

Si, però una candela si spegne anche se noi soffiamo!

Cioè?

Per esempio, mia nonna stava accendendo il fuoco e si è spento perché sopra la carta ha messo tanta legna grossa e sopra la legna tanta carbonella. Il peso quindi spegne il fuoco.

Siete tutti d'accordo che il peso spegne il fuoco?

Si, non solo il peso, ma anche la polvere della carbonella lo spegne, perché funziona da soffio! Anche la terra che si butta sopra lo può spegnere, perché pesa e fa polvere e perciò funziona da soffio.

Vediamo allora di riassumere, il fuoco si spegne a causa di...

Dell'acqua

Perché si soffia

Perché si butta sopra schiuma che è formata da acqua forzata nella bombola

Perché la polvere funziona da soffio

Perché si mette troppo peso sulla fiamma.

Non ci sono altri motivi secondo voi?

Ci saranno, ma non mi vengono in mente altri...e voi?

Secondo me sono tutti.

Bene, vedo che siete tutti d'accordo...riassumiamo, quindi le cose bruciano perché...

Vengono attaccate dal fuoco

Che viene trasportato dal vento

E le cose devono essere cose bruciabili.

Bene, vi ringrazio, siete stati veramente bravi. Ora facciamo la mappa e poi la prossima volta vi porto un problema che risolverete in laboratorio.

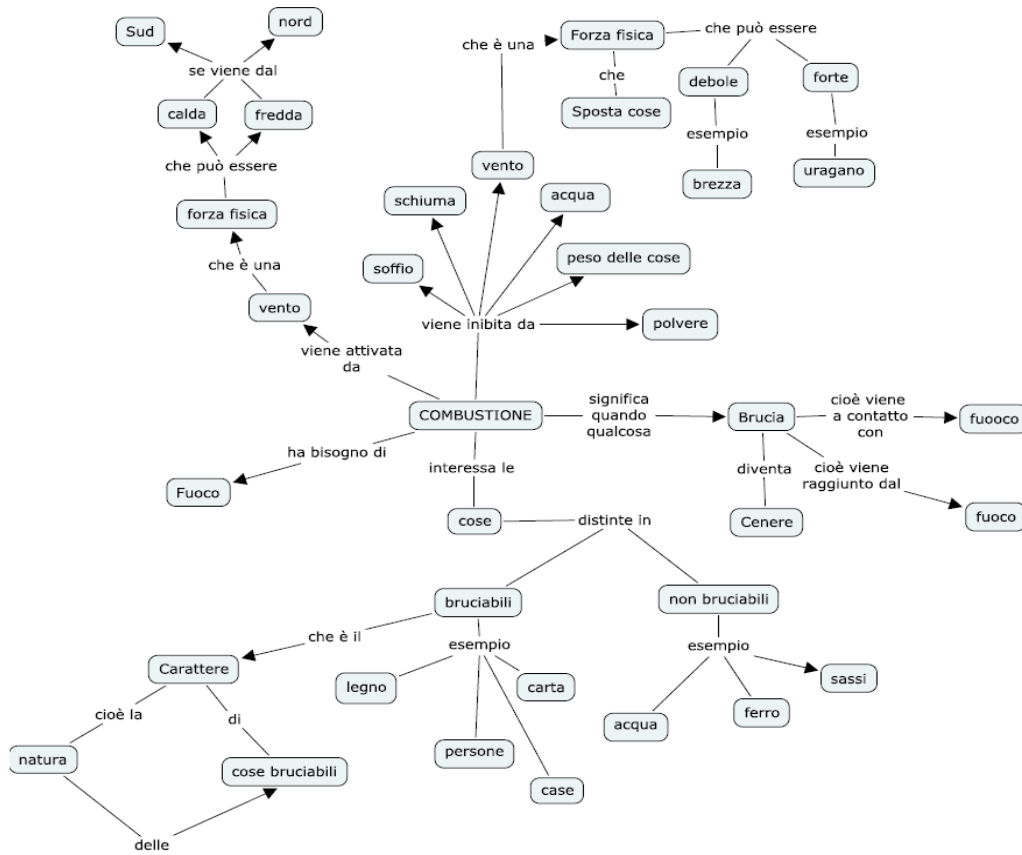
Un problema esperimentale?

Si certo, un problema "esperimentale"

Ma va là, si dice "sperimentale", dici sempre "esperimentale", perché lo derivi da "esperimento", ma noi per fare l'esperimento, sperimentiamo...

E sperimentiamo quando siamo in laboratorio per fare l'esperimento, me lo dici sempre, va bene hai ragione, ma mi viene spontaneo per abitudine, ho la testa dura!.

## Allegato 38. Mappa della rappresentazione della conoscenza del piccolo gruppo di studenti



## Allegato 39. Compito di apprendimento gruppo piccolo

Il Problema che dovete investigare è:

*Cosa succede se sopra una candela accesa capovolgo un vaso di vetro?*

## Allegato 40. Risultati del progetto operativo del piccolo gruppo

### Allegato 40a Gr. 1 piccolo

Problema

*Cosa succede se sopra una candela accesa capovolgo un vaso di vetro?*

#### **Ipotesi:**

la candela rimane accesa ma la cera si scioglie di più perché il bicchiere crea una camera più calda.

#### **Materiale**

Candela, bicchierino, fiammiferi, vaso di vetro tale che contenga il bicchierino con la candela accesa.

#### **Procedimento**

Prendiamo la candela, prendiamo il bicchierino, prendiamo un fiammifero, accendiamo il fiammifero, avviciniamo il fiammifero allo stoppino della candela, accendiamo la candela e facciamo colare un po' di cera nel fondo del bicchierino, attacchiamo la candela al fondo del bicchierino, spegniamo il fiammifero dopo aver acceso la candela. Lasciamo la candela accesa e dopo un po' prendiamo il vaso e rovesciamo il vaso di vetro sopra la candela accesa. Registriamo ciò che succede nella tabella che prepariamo.

#### Registrazione dei Dati

Aspetto della candela	Prima di essere ricoperta dal vaso	Dopo essere ricoperta dal vaso
Candela	La candela è accesa e perde fumo Lo stoppino si annerisce	Dopo qualche istante la fiamma diventa più piccola e poi si spegne, dalla candela spenta esce un po' di fumo che appanna il vetro del vaso

#### **Risultati**

L'ipotesi che avevamo fatto, cioè che la candela rimaneva accesa, non era corretta. Abbiamo visto che la fiamma della candela si spegne dopo qualche istante e che la fiamma prima di spegnersi diventa + piccola e poi la candela si spegne. Dentro sul vetro sono comparse delle goccioline e si è come appannato.

## Conclusioni

Il fatto che il vaso è stato rovesciato sulla fiamma ha creato una camera più calda che ha fatto apparire vapor d'acqua che ha spento la fiamma invece di mantenerla accesa.

### Allegato 40b. Gr.2 piccolo

#### Problema

Cosa succede se sopra una candela accesa capovolgo un vaso di vetro?

#### Ipotesi del gruppo:

la candela continua a bruciare per un po' ma dopo un po' si spegne perché il bicchiere rovesciato sopra fa peso e il peso soffoca la fiamma facendo spegnere la candela.

#### Materiale

Candela, fiammifero, contenitore di vetro per tenere ferma e attaccata al fondo la candela, vaso di vetro grande abbastanza da contenere il contenitore con la candela accesa.

#### Procedimento

Attacciamo dentro il contenitore la candela servendoci di un po' di cera sciolta ottenuta da un'altra candela accesa. Prendiamo un fiammifero e lo accendiamo, poi lo avviciniamo allo stoppino della candela sistemata nel contenitore e accendiamo la candela, dopo aver acceso la candela spegniamo il fiammifero. Lasciamo che la candela bruci un po' e poi prendiamo il vaso di vetro e lo rovesciamo sulla candela accesa. Usiamo la tabella che prepariamo per registrare ciò che avviene.

#### Registrazione dei Dati

	QUANDO?	
	Prima di essere messa sotto il vaso	Dopo essere messa sotto il vaso
Cosa avviene alla candela e alla fiamma	La candela è accesa e sviluppa fumo e cera liquida Lo stoppino si annerisce	Dopo un po' la fiamma trema, si abbassa e poi si spegne, dalla candela continua a svilupparsi un po' di fumo che però sparisce presto

#### Risultati

L'ipotesi che abbiamo scritto, cioè che la candela continua a bruciare per un po' ma poi finisce per spegnersi è corretta. Infatti appena dopo che abbiamo rovesciato il vaso la fiamma si è spenta formando un po' di fumo che si attacca al vetro vaporizzando.

#### Conclusioni

Abbiamo avuto la conferma che la fiamma si è spenta perché il bicchiere pesando sulla candela spegne la fiamma. Quindi è vero come pensavamo che il peso soffoca la fiamma.

## **Allegato 41: discussione intergruppo**

### **DISCUSSIONE INTERGRUPPO (gruppo piccolo dei 6 studenti) Regole e compito di apprendimento**

i due gruppi presentano ciascuno all'altro il lavoro seguendo la **regola**:

nessun componente interviene mentre il lavoro viene reciprocamente presentato, si poteva prendere appunti e intervenire solo durante il momento di discussione.

Quale teoria è credibile?

#### **Compito di Apprendimento**

Poiché ciascun gruppo ha presentato posizioni contrarie interpretative del fenomeno osservato, i gruppi esprimeranno in forma scritta le loro posizioni, cioè illustreranno la propria teoria e le motivazioni dell'accordo o disaccordo.

## **Allegato 42. Risultati del compito di apprendimento**

### **Gruppo 1 disaccordo con gr 2**

Non siamo d'accordo con le conclusioni del gruppo 2 che fanno la seguente teoria: la fiamma si è spenta perché il bicchiere pesando sulla candela spegne la fiamma. Quindi il peso soffoca la fiamma.

#### **MOTIVAZIONI**

La candela non può smettere di bruciare perché il bicchiere pesa sulla candela poiché per pesare un oggetto su un altro, ci deve essere un contatto. Le cose per fare un peso devono essere sopra, appiccicate, e il bicchiere non è appiccicato alla fiamma, per cui la teoria non sta in piedi. Invece che il caldo porti vapore e umidità si sa, infatti durante il capovolgimento del bicchiere sulla candela accesa si è creato una camera più piccola intorno alla candela che ha scaldato la camera più piccola, in questo modo è comparso vapore con il caldo della fiamma e il vapore è acqua che ha spento, soffocato la fiamma nella camera più piccola.

### **Gruppo 2 disaccordo con gr 1**

Non siamo d'accordo con le conclusioni del gruppo 1 che fanno la seguente teoria: la fiamma si è spenta perché il vaso che è stato rovesciato sulla fiamma ha creato una camera più calda che ha fatto apparire vapor d'acqua che ha spento la fiamma invece di mantenerla accesa.

#### **MOTIVAZIONI**

La candela non si spegne perché il bicchiere ha creato una camera più calda che ha fatto comparire il vapor d'acqua, perché il bicchiere che è stato rovesciato sulla candela era vuoto e non conteneva nemmeno una goccia d'acqua e dal fuoco non si forma acqua. E' invece più probabile che il peso del bicchiere sulla candela faccia spegnere la fiamma, su questo ci sono i fatti che se si mette troppa legna o carbonella, il fuoco si spegne e fa fumo che spegne ancora di più. Quindi il peso spegne la fiamma. Una candela accesa senza pesi sopra si spegne solo quando la candela si consuma completamente, per bruciare una fiamma deve essere libera da pesi.



## Allegato 43. La Combustione di una candela nel grande gruppo

Classe 2

Gruppo 1

### COMBUSTIONE

Ti viene fornito il seguente problema:

**Problema 1:**

***cosa succede ad una candela accesa, posta in un piatto o in una bacinella contenente acqua colorata, su cui si pone un bicchiere capovolto?***

Quello che devi fare è:

1. confrontarti con i tuoi compagni e formulare delle ipotesi per risolvere il problema;
2. progettare l'attività per risolvere il problema e per verificare la validità delle tue ipotesi.

### IPOTESI:

la candela, dopo un po', si spegne;  
la candela continua a bruciare;  
il livello dell'acqua nella bacinella si abbassa.

### MATERIALI:

Bacinella, vaso di vetro, fiammiferi, acqua colorata, candela.

### PROCEDIMENTO:

Accendiamo la candela e la fissiamo con qualche goccia di cera alla bacinella. Riempiamo la bacinella con l'acqua colorata e segniamo il suo livello sulla bacinella, poi copriamo la candela con il vaso di vetro. Osserviamo e scriviamo i dati sulla tabella. Quando la candela si spegne misuriamo nuovamente il livello dell'acqua.

### TABELLA REGISTRAZIONE DATI:

	PRIMA	DOPO
Acqua colorata	Il livello nella bacinella è di 3 cm. All'interno del vaso non c'è acqua.	Il livello dell'acqua nel barattolo si alza e nella bacinella si abbassa di 1,5 cm.
Candela	La candela è accesa nella bacinella.	La candela si spegne.

### CONCLUSIONI:

Poiché il livello dell'acqua nel barattolo si è alzato e si è formato vapore acqueo che prima non c'era e si è condensato sulle pareti, allora è avvenuta una reazione chimica. Questa è una reazione di combustione. Il livello dell'acqua nel vaso si è alzato perché sotto il bicchiere c'era l'aria che è formata da un insieme di gas tra cui l'ossigeno, la candela ha bruciato tutto l'ossigeno, diminuendo la pressione all'interno del vasetto. Al posto dell'ossigeno è subentrata l'acqua.

**Risultati Gruppo 2: Eleonora, Tommaso Assenti: A. e D.**

### COMBUSTIONE

Ti viene fornito il seguente problema:

**Problema 1:**

***cosa succede ad una candela accesa, posta in un piatto o in una bacinella***

**contenente acqua colorata, su cui si pone un bicchiere capovolto?**

Quello che devi fare è:

1. confrontarti con i tuoi compagni e formulare delle ipotesi per risolvere il problema;
2. progettare l'attività per risolvere il problema e per verificare la validità delle tue ipotesi.

**IPOTESI:**

la candela si spegne;  
l'acqua entra nel vaso.

**MATERIALI:**

candela, bacinella, vaso, fiammiferi, acqua colorata.

**PROCEDIMENTO:**

con la cera fissiamo la candela al fondo della bacinella, versiamo l'acqua colorata e segniamo sulla bacinella il livello dell'acqua. Accendiamo la candela. Capovolgiamo il vaso sopra la candela. Osserviamo cosa succede e registriamo i dati in tabella.

**TABELLA REGISTRAZIONE DATI:**

	PRIMA	DOPO
ACQUA COLORATA	altezza dell'acqua nella bacinella: 2 cm	l'acqua è calata nella bacinella ed è entrata nel vaso. Altezza 0,5 cm
CANDELA	Accesa	La candela si spegne, il vasetto è appannato

**CONCLUSIONI:**

Poiché la candela si è spenta e il vaso si è appannato (si è formato vapore acqueo) , allora è avvenuta una reazione chimica. Il volume di acqua entrata nel vaso corrisponde al volume dell'ossigeno consumato dalla candela che brucia.

**Risultati Gruppo 3**

**COMBUSTIONE**

Ti viene fornito il seguente problema:

**Problema 1:**

**cosa succede ad una candela accesa, posta in un piatto o in una bacinella contenente acqua colorata, su cui si pone un bicchiere capovolto?**

Quello che devi fare è:

1. confrontarti con i tuoi compagni e formulare delle ipotesi per risolvere il problema;
2. progettare l'attività per risolvere il problema e per verificare la validità delle tue ipotesi.

**IPOTESI:**

la candela si spegne;  
aumenta il livello dell'acqua nel vasetto;  
non succede nulla.

**MATERIALI:**

una candela, una bacinella, fiammiferi, un vaso, acqua colorata

**PROCEDIMENTO:**

accendiamo la candela, lasciamo colare un po' di cera sulla bacinella per fissare la candela. Versiamo l'acqua colorata nella bacinella e segniamo il livello. Mettiamo il vasetto sulla candela. Osserviamo cosa succede e registriamo i dati in tabella.

**TABELLA DI REGISTRAZIONE DATI:**

	PRIMA	DOPO

CANDELA	La candela è accesa	La candela si spegne
ACQUA COLORATA	Il liquido riempie la bacinella fino ad un <u>determinato</u> livello	<u>Il livello</u> dell'acqua nella bacinella si è abbassato e si è alzato nel vasetto Nel vasetto le pareti si appannano

### CONCLUSIONI:

Poiché la candela si è spenta e le pareti del vaso si sono appannate (si è formato vapore acqueo), allora è avvenuta una reazione chimica. È una reazione di combustione; il volume di acqua che entra nel vaso è uguale al volume di ossigeno che la candela ha consumato.

### Risultati Gruppo 4 COMBUSTIONE

Ti viene fornito il seguente problema:

#### Problema 1:

***cosa succede ad una candela accesa, posta in un piatto o in una bacinella contenente acqua colorata, su cui si pone un bicchiere capovolto?***

Quello che devi fare è:

1. confrontarti con i tuoi compagni e formulare delle ipotesi per risolvere il problema;
2. progettare l'attività per risolvere il problema e per verificare la validità delle tue ipotesi.

#### IPOTESI

il livello dell'acqua colorata nella bacinella varia;

si esaurisce l'ossigeno nel bicchiere capovolto e di conseguenza la candela si spegne.

#### MATERIALI:

candela, acqua colorata, bacinella di vetro, bicchiere di vetro, accendino/fiammiferi.

#### PROCEDIMENTO:

Dopo aver fissato con una goccia di cera la candela alla bacinella di vetro, si versa l'acqua colorata nella bacinella e si segna il suo livello. Si pone sopra la candela il bicchiere di vetro capovolto, si osserva cosa succede e si registrano i dati in tabella.

#### TABELLA REGISTRAZIONE DATI:

	PRIMA	DOPO
ACQUA COLORATA	Livello sulla bacinella: 1,5 cm	Il livello diminuisce nella vaschetta e aumenta nel vaso capovolto
CANDELA	Accesa	spenta

### CONCLUSIONI:

Poiché, dopo aver posto un bicchiere capovolto sopra la candela, questa si è spenta e il livello dell'acqua all'interno del bicchiere di vetro è aumentato, mentre nella bacinella è diminuito, allora possiamo dire che è avvenuta una reazione di combustione. Il livello dell'acqua nella vaschetta è diminuito perché l'acqua si è trasferita all'interno del bicchiere, occupando lo spazio lasciato libero dall'ossigeno consumato nella combustione. Non abbiamo potuto misurare la variazione del livello dell'acqua poiché la prof Miriam di laboratorio ci ha preso il materiale per pulirlo, e noi ci siamo arrabbiati.

## Risultati Gruppo 5

### COMBUSTIONE

Ti viene fornito il seguente problema:

#### Problema 1:

***cosa succede ad una candela accesa, posta in un piatto o in una bacinella contenente acqua colorata, su cui si pone un bicchiere capovolto?***

Quello che devi fare è:

1. confrontarti con i tuoi compagni e formulare delle ipotesi per risolvere il problema;
2. progettare l'attività per risolvere il problema e per verificare la validità delle tue ipotesi.

#### IPOTESI:

la candela rimane accesa fino a quando c'è ossigeno;  
l'acqua della bacinella scende di livello ed entra nel vaso.

#### MATERIALI:

bacinella, acqua colorata, vaso di vetro, candela, fiammiferi

#### PROCEDIMENTO:

Abbiamo attaccato la candela al fondo della bacinella, fondendo un po' di cera con il fiammifero, poi abbiamo versato nella bacinella l'acqua colorata e con un pennarello ne abbiamo segnato il livello. Abbiamo acceso la candela e l'abbiamo coperta con il vaso di vetro. Abbiamo osservato cosa succede e registrato i dati in tabella.

#### TABELLA REGISTRAZIONE DATI:

	Prima	dopo
Candela	Accesa	spento
Acqua nella vaschetta	Un certo livello	Livello diminuito
Acqua nel vaso di vetro	Non c'è acqua	Sale di livello

#### CONCLUSIONE:

Dopo aver coperto la candela con il vaso di vetro, dopo qualche minuto essa si è spenta. L'ossigeno presente nell'aria che era nel vaso di vetro si è consumato e ha lasciato posto all'acqua che è entrata nel vaso.

Gruppo6

### COMBUSTIONE

Ti viene fornito il seguente problema:

#### Problema 1:

***cosa succede ad una candela accesa, posta in un piatto o in una bacinella contenente acqua colorata, su cui si pone un bicchiere capovolto?***

Quello che devi fare è:

1. confrontarti con i tuoi compagni e formulare delle ipotesi per risolvere il problema;
2. progettare l'attività per risolvere il problema e per verificare la validità delle tue ipotesi.

#### IPOTESI:

l'acqua colorata viene attratta dalla candela perché alla fiamma serve  $O_2$ ;  
aumenta l' $H_2O$  nel vasetto perché è diminuito l' $O_2$ ;

**MATERIALI:**

Candela, acqua colorata, vaschetta di vetro, vasetto, fiammiferi.

**PROCEDIMENTO:**

Con un po' di cera fissiamo la candela nella scodella e versiamo l'acqua colorata nella scodella. Segniamo con un pennarello il livello dell'acqua e copriamo con il vasetto la candela. Osserviamo cosa succede e registriamo i dati in tabella.

**TABELLA DI REGISTRAZIONE DATI:**

	PRIMA	DOPO
Acqua colorata	È ad un certo livello	All'interno del vasetto l'acqua si è alzata e nella vaschetta è diminuita
Candela	Accesa	spenta

**CONCLUSIONE:**

Come avevamo previsto, la candela si è spenta perché l'O<sub>2</sub> presente nell'aria del vasetto è finito e l'acqua si è alzata nel vasetto occupando lo spazio occupato prima dall'O<sub>2</sub>

## Allegato 44. Lavoro con il gruppo classe(18 studenti). Lievito e candela accesa

### Risultati Gruppo1

Ti viene fornito il seguente problem solving:

**Problema:**

Cosa accade alla fiamma della candela se la mettiamo in prossimità di circa 40 g di lievito di birra a cui aggiungiamo acqua ossigenata? *Progetta un percorso sperimentale che verifichi gli effetti sulla candela accesa.*

Quello che devi fare è:

1. confrontarti con i tuoi compagni e formulare delle ipotesi per risolvere il problema;
2. progettare l'attività per risolvere il problema e per verificare la validità delle tue ipotesi.

**IPOTESI:**

- la fiamma aumenta di intensità;
- la fiamma si spegne.

**MATERIALI:**

lievito, candela, vaso di vetro, acqua ossigenata, bacchetta di vetro, fiammifero, cucchiaino.

**PROCEDIMENTO:**

Accendiamo la candela con il fiammifero, versiamo qualche goccia di cera nel vaso e spegnendola, la incolliamo ad esso. Mettiamo nel vaso il lievito sbriciolato con il cucchiaino. Aggiungiamo con la bacchetta di vetro l'acqua ossigenata e riaccendiamo la candela. Osserviamo cosa succede e registriamo i dati.

**TABELLA REGISTRAZIONE DATI:**

Componenti	Prima	Durante	Dopo
Lievito	Marrone, solido	Si sviluppa gas dall'unione dei due componenti	Poiché la quantità di acqua ossigenata era esagerata, la schiuma che si è formata sommerge la fiamma della candela, spegnendola
Acqua	Trasparente, liquida		
Candela	Bianca, solida	la fiamma aumenta	

**CONCLUSIONI:**

Poiché unendo lievito e acqua ossigenata la fiamma della candela è aumentata, allora è avvenuta una reazione chimica. Poiché il gas formatosi ha aumentato la combustione, allora possiamo pensare che è un gas che favorisce la combustione.

**Risultati Gruppo2**

Ti viene fornito il seguente problem solving:

**Problema:**

Cosa accade alla fiamma della candela se la mettiamo in prossimità di circa 40 g di lievito di birra a cui aggiungiamo acqua ossigenata? *Progetta un percorso sperimentale che verifichi gli effetti sulla candela accesa.*

Quello che devi fare è:

1. confrontarti con i tuoi compagni e formulare delle ipotesi per risolvere il problema;
2. progettare l'attività per risolvere il problema e per verificare la validità delle tue ipotesi.

**IPOTESI:**

- Non succede niente;
- La candela resta accesa;

La fiamma aumenta.

**MATERIALI:**

candela, vaso di vetro, acqua ossigenata, lievito, innesco per la candela (fiammifero).

**PROCEDIMENTO:**

Attacciamo la candela al fondo del vaso di vetro, facendo fondere con un fiammifero la cera della candela, sbricioliamo il lievito e lo spargiamo intorno alla candela accesa. Versiamo intorno alla candela l'acqua ossigenata, osserviamo cosa succede e registriamo i dati in tabella.

**TABELLA REGISTRAZIONE DATI:**

Prima	Durante	Dopo
Acqua ossigenata	Unendoli, si forma effervescenza	Il lievito si scioglie
Lievito		
Candela accesa	La fiamma aumenta	La candela resta accesa

**CONCLUSIONI:**

Poiché unendo lievito di birra e acqua ossigenata si è sprigionato un gas (effervescenza), allora è avvenuta una reazione chimica. Poiché questo gas all'inizio ha aumentato la fiamma della candela, possiamo pensare che favorisce la combustione.

**Risultati Gruppo 3**

Ti viene fornito il seguente problem solving:

**Problema:**

Cosa accade alla fiamma della candela se la mettiamo in prossimità di circa 40 g di lievito di birra a cui aggiungiamo acqua ossigenata? *Progetta un percorso sperimentale che verifichi gli effetti sulla candela accesa.*

Quello che devi fare è:

1. confrontarti con i tuoi compagni e formulare delle ipotesi per risolvere il problema;
2. progettare l'attività per risolvere il problema e per verificare la validità delle tue ipotesi.

**IPOTESI:**

Si crea effervescenza;  
La candela rimane accesa.

**MATERIALI:**

Candela, acqua ossigenata, 40 g di lievito di birra, un vasetto, bacchetta di vetro, fiammifero.

**PROCEDIMENTO:**

accendiamo la candela. la fissiamo nel vasetto facendoci colare sopra la cera. Poi sbricioliamo il lievito e lo versiamo nel contenitore. Aggiungiamo l'acqua ossigenata con l'aiuto della bacchetta di vetro. Osserviamo la reazione e prepariamo la tabella di registrazione dati.

**TABELLA REGISTRAZIONE DATI:**

	PRIMA	DOPO
ACQUA OSSIGENATA	TRASPARENTE LIQUIDA	SI CREA EFFERVESCENZA, LA CANDELA RIMANE ACCESA
LIEVITO	SOLIDO E MARRONE	

**CONCLUSIONI:**

poiché si è creata effervescenza ed è fuoriuscito del gas, allora è avvenuta una reazione chimica tra lievito e acqua ossigenata che ha sprigionato un gas. Poiché la candela non si è spenta, allora il gas che è fuoriuscito è un gas che favorisce la combustione.

#### Risultati Gruppo 4

Ti viene fornito il seguente problem solving:

**Problema:**

Cosa accade alla fiamma della candela se la mettiamo in prossimità di circa 40 g di lievito di birra a cui aggiungiamo acqua ossigenata? *Progetta un percorso sperimentale che verifichi gli effetti sulla candela accesa.*

Quello che devi fare è:

1. confrontarti con i tuoi compagni e formulare delle ipotesi per risolvere il problema;
2. progettare l'attività per risolvere il problema e per verificare la validità delle tue ipotesi.

**IPOTESI:**

dalla reazione lievito + acqua ossigenata si forma effervescenza;  
la candela resta accesa.

**MATERIALI:**

candela, fiammiferi, vasetto di vetro, lievito, acqua ossigenata.

**PROCEDIMENTO:**

Accendo la candela, faccio colare alcune gocce di cera fusa nel vasetto di vetro, la incollo sul fondo del vaso e poi la spengo. Prendo il lievito, lo sbriciolo e lo metto nel vasetto, attorno alla candela. Accendo la candela, poi spruzzo nel vasetto l'acqua ossigenata, guardo cosa succede e registro i dati nella tabella.

**TABELLA REGISTRAZIONE DATI:**

	PRIMA	DOPO
-Candela	Accesa	La candela rimane accesa
-Lievito	Beige/solido	Si forma effervescenza attorno alla candela
-Acqua ossigenata	Trasparente/liquido	

**CONCLUSIONI:**

Poiché aggiungendo l'acqua ossigenata al lievito, dove c'era la candela accesa, c'è stata un'effervescenza, allora è avvenuta una reazione chimica: si ha produzione di un gas, che aumenta la fiamma, perciò supponiamo che sia  $O_2$  perché esso è necessario per far bruciare la candela.

#### Risultati Gruppo 5

Ti viene fornito il seguente problem solving:

**Problema:**

Cosa accade alla fiamma della candela se la mettiamo in prossimità di circa 40 g di lievito di birra a cui aggiungiamo acqua ossigenata? *Progetta un percorso sperimentale che verifichi gli effetti sulla candela accesa.*

Quello che devi fare è:

1. confrontarti con i tuoi compagni e formulare delle ipotesi per risolvere il problema;
2. progettare l'attività per risolvere il problema e per verificare la validità delle tue ipotesi.

**IPOTESI:**

la candela si spegne.



**MATERIALI:**

1 candela, 1 vasetto di vetro, 25g di lievito di birra, acqua ossigenata, fiammiferi.

**PROCEDIMENTO:**

abbiamo attaccato una candela al fondo del vasetto, sciogliendo con un fiammifero della cera; abbiamo sbriciolato del lievito di birra e aggiunto poi acqua ossigenata. Abbiamo osservato la reazione e registrato in tabella i dati.

**TABELLA REGISTRAZIONE DATI**

	Prima	Dopo
Candela	Accesa	accesa, fiamma viva
Lievito	solido beige	si forma effervescenza
Acqua ossigenata	liquida incolore	

**CONCLUSIONI:**

Poiché unendo l'acqua ossigenata con il lievito si ha sviluppo di effervescenza, allora è avvenuta una reazione chimica. La candela non si è spenta, ma la fiamma durante l'effervescenza si ravviva, allora abbiamo pensato che il gas sviluppato nell'effervescenza che favorisce la combustione(perché intensifica la fiamma) è ossigeno.

**Risultati Gruppo 6:**

Ti viene fornito il seguente problem solving:

**Problema:**

Cosa accade alla fiamma della candela se la mettiamo in prossimità di circa 40 g di lievito di birra a cui aggiungiamo acqua ossigenata? *Progetta un percorso sperimentale che verifichi gli effetti sulla candela accesa.*

Quello che devi fare è:

1. confrontarti con i tuoi compagni e formulare delle ipotesi per risolvere il problema;
2. progettare l'attività per risolvere il problema e per verificare la validità delle tue ipotesi.

**IPOTESI:**

- Il lievito lievita;
- non succede niente;
- la candela si spegne.

**MATERIALI:**

lievito, candela, vasetto di vetro, bacchetta di vetro, acqua ossigenata, fiammiferi.

**PROCEDIMENTO:**

fissiamo la candela al barattolo di vetro con la cera fusa dal fiammifero. Sbricioliamo il lievito e lo mettiamo nel barattolo. Versiamo l'acqua ossigenata nel vasetto facendola scorrere lungo la bacchetta di vetro, senza bagnare la candela. Osserviamo cosa succede e registriamo i dati in tabella.

**TABELLA REGISTRAZIONE DATI:**

	PRIMA	DOPO
Lievito	Solido, beige	Si crea effervescenza
Acqua ossigenata	Liquida, incolore	
Candela	Accesa	Rimane accesa

**CONCLUSIONI:**

poiché unendo l'acqua ossigenata al lievito e si è creata un'effervescenza, allora è avvenuta una reazione chimica. Poiché la fiamma si ravviva, allora il gas che si libera favorisce la combustione, due compagni dicono che è aria

## **Allegato 45. Regole per la discussione dopo aver riunito i gruppi e la discussione**

Insegnante

Questa attività riguarda la presentazione dei lavori che i gruppi hanno svolto, la presentazione seguirà delle regole:

Presenteranno i lavori gli studenti che non hai mai svolto attività sulla combustione

Non ci saranno interruzioni durante tutte le presentazioni

Gli altri gruppi prendono appunti durante ogni presentazione

Si terrà la discussione alla fine delle presentazioni

### **La discussione collettiva sulla combustione**

Ins. Ora che avete presentato i vostri lavori siete invitati a dare la vostra opinione, cosa pensate?

Allievo 1. Non sono convinto che sotto il bicchiere ci sia aria, perché esso è vuoto, non contiene niente, è il bicchiere che pesa che spegne la fiamma della candela, e poi non ho capito che cosa c'entra il fatto che hanno messo il lievito e l'acqua ossigenata.

Allievo 2. Noi non siamo convinti che sia il peso del bicchiere, perché anche loro hanno detto che si formava acqua e che il bicchiere si appanna, per cui è l'acqua, cioè il vapor d'acqua che spegne il fuoco

Allievo 3. Non è così perché il bicchiere non è vuoto

Allievo 1. Ma si che è vuoto, non c'è niente non si vede nulla

Allievo 4. Ma l'aria non la vedi, ma c'è, esiste, l'aria è una miscela di gas

Allievo 2. L'aria è aria e serve per respirare non per bruciare e poi è evanescente

Allievo 5. E' vero che è evanescente, ma cosa intendi tu per evanescente?

Allievo 2. Evanescente, insomma come uno spirito, un anima, se la metti nella bilancia mica il piatto si abbassa?

Allievo 6. Si ha ragione, è leggera, i palloncini sono pieni di aria e sono leggeri, infatti sfuggono e si perdono in cielo, non hanno peso

Insegnante: quindi dici che l'aria non ha peso?

Allievo 6. Certo, perché come farebbero a volare se no?

Allievo 4. Ma l'aria è fatta di gas e non è vero che non hanno peso, i gas pesano, anche l'aria, e i gas poi sono corpi che si espandono e proprio per questo vanno dappertutto, per cui l'aria c'è nel bicchiere e la candela si spegne perché una parte di aria che è ossigeno è il comburente, cioè è quello che assieme al combustibile fa avvenire la combustione, cioè mi serve la scintilla anche, ma se non c'è l'ossigeno non si può avere combustione.

Allievo 2. Che serva la scintilla va bene, serve il fuoco, ma la candela si spegne perché è il vapore che la spegne

Allievo 7. Prof. Possiamo discutere fino a domani, non ricaviamo nulla qui

Allievo 8. 9.10.11. Sì, è vero, non ricaviamo nulla, ognuno resta con le sue idee.

Insegnante: però dovremmo arrivare alla soluzione di questa controversia. Come possiamo fare?

Allievo 12. Potrebbe spiegarcelo lei.

Insegnante. oppure?

Allievo 13. Per esempio per convincere lui che il vapor acqueo non spegne la fiamma potremmo fare un esperimento

Insegnante: un esperimento dici?

Allievo 13. Sì, per esempio potremmo rispondere al problema: se accendiamo una candela e la mettiamo su una pentola d'acqua che bolle in mezzo al vapore che sale cosa succede alla fiamma?

Insegnante. Cosa dicono gli altri?

Allievo 14. Che potrebbe funzionare, perché se la candela resta accesa allora il vapor d'acqua non spegne la fiamma e quindi ci deve essere un altro motivo

Allievo 15. Però prof, io credo che il problema dei compagni è l'aria.

Insegnante. L'aria dici?

Allievo 16. L'aria prof. L'aria, perché se loro non la sanno, cioè cosa la compone e cos'è, non so forse lo sanno, però non ci pensano, non collegano.

Insegnante. Se ho capito bene, mi state dicendo che dovremmo fare qualche cosa sull'aria? E cosa?

Allievo 17. Degli esperimenti, sa quelli delle elementari

Insegnante. Se ho capito bene mi state proponendo di fare un primo esperimento sul problema che ha proposto Federico e poi di farne altri, ma perché?

Allievo 18. Io sono d'accordo nel fare così, perché in teoria noi diciamo che la reazione di combustione dipende dal fatto che c'è una reazione tra la candela e l'ossigeno dell'aria, che per avvenire si deve innescare con il fiammifero ma poi procede e diciamo che si forma anidride carbonica e acqua, per cui le goccioline che c'erano sul bicchiere e che loro vedevano sono ciò che si forma dalla combustione e questa si blocca se non c'è ossigeno che è a sua volta nell'aria...

Allievo 19. Mentre loro dicono che è il peso che spegne il fuoco o il vapore d'acqua perché non collegano che c'è l'aria

Allievo 1. Cosa non collego?! È evidente una cosa che è logica il bicchiere è vuoto e non ha niente se non il suo peso sulla fiamma e il peso spegne il fuoco, è lampante e sperimentale perciò...

allievo 2. Non ho pensato alla candela accesa su una pentola, ma secondo me si spegne, sono proprio curioso di sapere

Insegnante. Bene vedo che vi state organizzando, quando lo fate questo esperimento? E gli altri?

Allievo 9. Adesso, possiamo farlo ora? Nell'ora dopo?

Insegnante. Recuperiamo domani matematica?

Allievi. Sì prof. tanto dobbiamo cercare gli altri esperimenti e possiamo fare mate intanto, e poi facciamo più ore di scienze prendendo da mate fino a portarci pari.

Insegnante. Va bene a tutti?

Allievo 20. Prof. Cosa facciamo allora, possiamo ricapitolare?

Insegnante. Hai ragione Eleonora, allora: si sono delineate in classe due teorie:

Teoria 1. La combustione è una reazione chimica che avviene tra un "combustibile" e un "comburente", il combustibile nel nostro esperimento è la candela, il comburente di una reazione di combustione è l'ossigeno dell'aria. L'aria è una miscela di gas che è presente dappertutto sulla Terra e quindi essa non si vede, esiste ed ha un peso

Teoria 2. La combustione è qualcosa che avviene alle cose bruciabili, è necessario il fuoco e la "cosa bruciabile", il fuoco viene spento dal peso o dall'acqua. L'aria è evanescente e le cose intorno a noi, per esempio un bicchiere è vuoto, l'aria non pesa.

Occorre raccogliere evidenze sperimentali per convincere su una teoria o l'altra.

Come ci organizziamo?

## **Allegato 46. Domande aiuto e risposte degli studenti per comprendere lo scritto del sito**

**Quale è lo scopo dei materiali presentati?**

Presentare un lavoro sperimentale a dei ragazzi di scuola media per far loro comprendere che i gas sono materia.

**Qual è il punto di vista dell'autore sul lavoro sperimentale che di solito viene eseguito?**

Che per dimostrare che i gas sono materia normalmente gli insegnanti fanno l'esperienza della pesata, cioè normali palloncini di gomma prima sgonfi e poi gonfi, vengono fatti pesare e si mostra che il peso del palloncino gonfio aumenta e si dice che l'aumento è dovuto al peso dell'aria. Ma l'autore dice che poiché le bilance che le scuole medie hanno non sono precise oltre il grammo, i professori che fanno l'esperienza commettono dei piccoli imbrogli, disponendo le cose a favore della riuscita dell'esperienza, basta, infatti con la bilancia a braccio spostare anche minimamente il punto in cui il palloncino viene appeso che la cosa si compie a favore dell'esperienza che si vuole dimostrare. Se invece il palloncino viene gonfiato con la bocca senza usare la pompa, si ha aumento di peso per la condensazione dell'umidità contenuta nell'aria della respirazione che viene soffiata nel palloncino. Per cui l'autore dice che l'esperimento del palloncino non è quello più corretto.

**Quale proposta alternativa presenta e su quali argomenti fonda la sua idea?**

Presenta esperimenti sull'aria fatte con siringhe e bacinelle, perché la sua idea è quella di basarsi sui sensi, sfruttando le stesse condizioni che non ci fanno vedere o toccare i gas dimostrandoci che essi possono ingannarci ma anche usandoli in altro modo dimostrarci che l'aria o i gas sono materia.

## **Allegato 47. Esperimento: la candela accesa sulla pentola di acqua bollente**

Dimostrazione ed esecuzione di Francesco, controllo di Daniel

### **Problem solving**

*Che cosa succede ad una candela accesa se la poniamo sopra una pentola di acqua bollente da cui fuoriesce vistosamente vapore?*

### **Materiali occorrenti**

Una pentola e un becher, due piastre riscaldanti, acqua, due candele, fiammiferi, pinza di legno.

### **Procedimento**

In una pentola di acqua, o in un becher da 1000cc, si introduce acqua, si accendono le due piastre e si pongono la pentola e il becher, fino a portare ad ebollizione le due quantità. Poi si accendono le due candele e si tengono con le pinze di legno sul vapore. Si tiene la candela accesa sul vapore per almeno un minuto si registra ogni tre secondi ciò che succede.

### **Conclusioni**

Poiché la fiamma delle candele posta sopra il vapore d'acqua non si spegne possiamo dire che il vapore non è causa dello spegnimento delle candele.

## **Allegato 48. Esperimenti sui gas. Cosa si vede uscire da una siringa in diversi ambienti**

### **Problemi**

*Cosa si vede uscire da una siringa contenete acqua se spingiamo lo stantuffo?*

*Che cosa si vede uscire da una siringa senza alcun liquido se spingiamo lo stantuffo?*

*Che cosa si vede uscire dalle due siringhe, una contenente acqua e una senza alcun liquido se immergiamo le due siringhe in una bacinella contenente aria?*

**Ipotesi** dei gruppi di studenti ai problemi posti dai compagni

### **Gr1**

Ip 1. Dalla prima siringa si vede gocciolare l'acqua

Ip 2. Dalla seconda non esce nulla perché è vuota

Nella bacinella dalle siringhe:

Ip 1. dalla siringa contenete acqua esce acqua

Ip 2. dalla siringa vuota non esce nulla

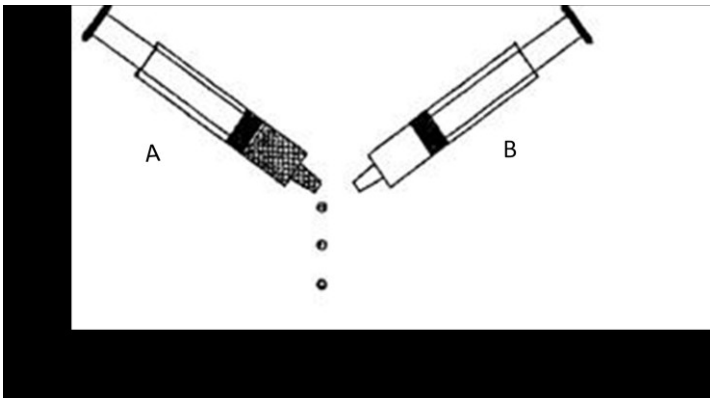
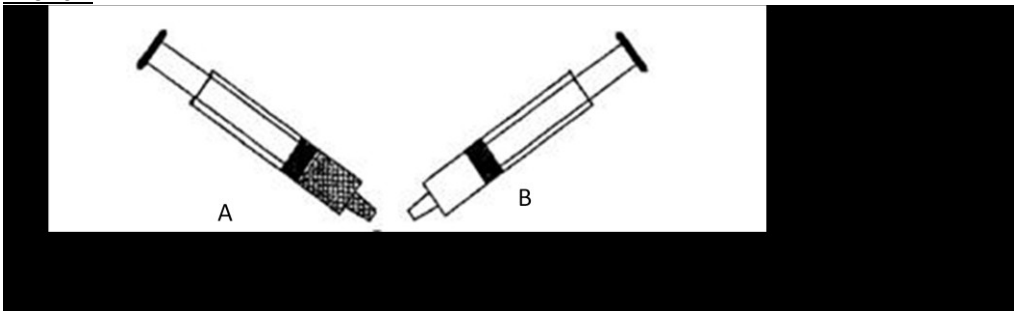
**Materiale occorrente:**

due siringhe con stantuffo senza aghi, una bacinella piena d'acqua, un bicchiere con un po' d'acqua

**Procedimento:**

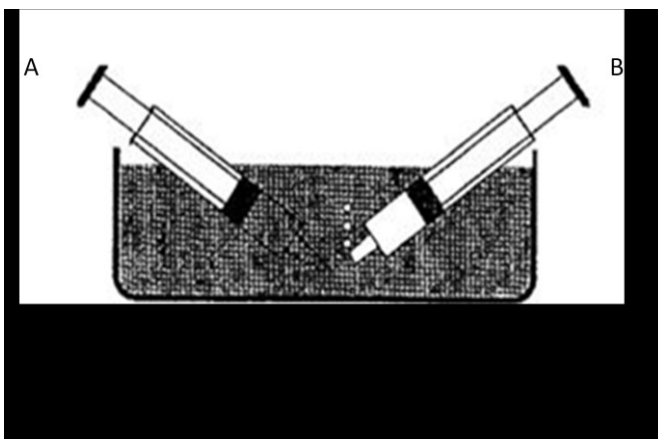
si prende una delle due siringhe si avvicina al bicchiere contenente acqua e si tira verso l'alto lo stantuffo, la siringa si riempie di acqua; si prende l'altra siringa e si tira lo stantuffo verso l'alto. Due compagni poi spingono verso il basso lentamente lo stantuffo delle siringhe e si registra ciò che si vede uscire. Si ripete l'operazione sulle siringhe e poi con lo stantuffo tirato verso l'alto si immergono tutte e due le siringhe in acqua, si spingono sott'acqua i due stantuffi e si registra ciò che si vede uscire dalle siringhe.

Prova 1



**Conclusion**

Quando le siringhe non sono immerse in acqua spingendo verso il basso gli stantuffi succede che dalla siringa A si vede gocciolare l'acqua, dalla siringa B non si vede gocciolare nulla.



Prova 2

## Conclusioni

quando le due siringhe sono nell'aria e spingiamo lo stantuffo si vede solo l'acqua che esce mentre dall'altra che non contiene nessun liquido non si vede niente.

Quando invece si mettono le siringhe nell'acqua e si preme lo stantuffo, dalla siringa che contiene acqua non si vede uscire niente, mentre dalla siringa che "sembrava" non contenere ninete escono bollicine.

## SPIEGAZIONE

Quando teniamo le siringhe in mano e quindi siamo esposti all'aria vediamo uscire solo qualcosa dalla siringa che contiene liquido, mentre dall'altra che sembra vuota, in realtà esce aria, ma poiché siamo nella parte dove c'è aria non la vediamo uscire. Se invece immergiamo le siringhe in acqua, le cose si invertono, cioè il liquido della siringa è acqua esattamente uguale a quella della bacinella che circonda la siringa, allora dalla siringa che in realtà contiene acqua quando lo stantuffo si spinge, noi non la vediamo uscire, mentre dalla siringa che appare vuota ma contiene aria, quando si spinge lo stantuffo la vediamo uscire perché il mezzo in cui è spinta è diverso, è cioè acqua.

## CONCLUSIONI FINALI

Allora si vedono uscire quei liquidi e quei gas quando possono uscire in mezzi differenti.

## Gr2

Il nostro gruppo ha formulato le seguenti ipotesi:

Ip 1. Dalla siringa riempita di acqua se si spinge il pistone si vede gocciolare l'acqua

Ip 2. Dalla seconda siringa spingendo il pistone non si vede uscire niente

Nella bacinella contenente le siringhe immerse nell'acqua:

Ip 1. dalla siringa contenete acqua si vedrà uscire acqua quando si spinge il pistone

Ip 2. dalla siringa che non contiene nulla non si vede uscire nulla quando si spinge il pistone

## Materiale occorrente:

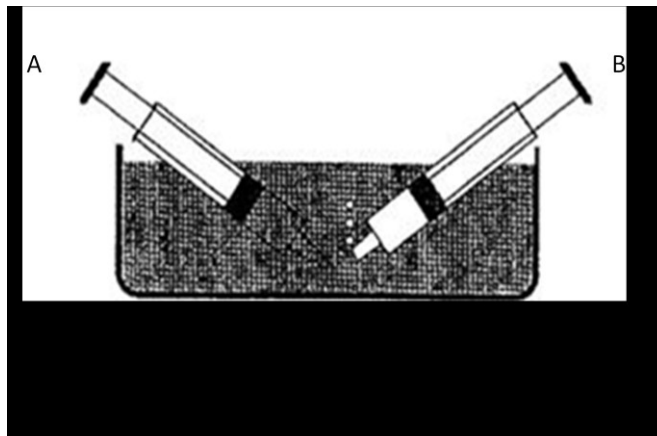
due siringhe complete di pistone, una bacinella piena d'acqua

## Procedimento:

si prende una delle due siringhe con il pistone premuto tutto verso il basso, si avvicina alla bacinella con l'acqua e si tira verso l'alto il pistone, la siringa si riempie di acqua; si prende l'altra siringa e si tira il pistone verso l'alto poi si immergono le due siringhe così preparate nella bacinella piena d'acqua.

Si spingono verso il basso lentamente il pistone delle due siringhe tenendole immerse nell'acqua della bacinella e si registra ciò che si vede uscire. Si ripete l'operazione sulle siringhe senza immergerle nella bacinella dell'acqua, cioè si riempie una siringa con acqua e di una si tira soltanto il pistone e ppi si ripremono i due pistoni all'esterno della bacinella e si registra ciò che si vede uscire dalle siringhe.

## Prova1



## prova 1

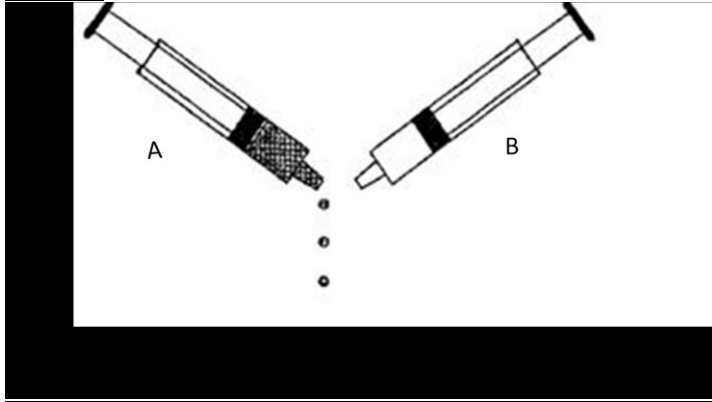
Quando le siringhe sono immerse in acqua e si spinge il pistone verso il basso i due pistoni succede che dalla siringa A

## Conclusione della

siringhe sono immerse e si spinge il pistone verso il basso succede che dalla siringa A

contrariamente a come avevamo detto con la nostra ipotesi, non si vede uscire l'acqua, dalla siringa B invece si vedono uscire delle bollicine, questo succede ripetendo anche più volte l'esperimento.

### Prova 2



### Conclusione della prova 2

Quando si esegue la prova delle due siringhe non immergendole nell'acqua e spingono i due pistoni si vede uscire l'acqua dalla siringa contenente acqua mentre dall'altra non si vede uscire niente perché non contiene niente.

### Conclusioni su entrambe le prove

Se si mettono le siringhe nell'acqua e si preme il pistone, dalla siringa che contiene acqua non si vede uscire niente perché l'acqua contenuta nella siringa esce e va nello stesso mezzo, mentre dalla siringa che "sembrava" non contenere niente escono bollicine, quindi significa che essa conteneva un gas(aria) che quando viene spinto fuori in un mezzo diverso(acqua) si vede uscire. La stessa cosa succede alle siringhe i cui pistoni vengono spinti nel mezzo aria. Perciò dalla siringa piena di acqua se si spinge il pistone nel mezzo aria(mezzo esterno) la vediamo uscire, mentre se si spinge la siringa che sembra vuota ma invece contiene aria, nel mezzo aria non vediamo uscire niente, mentre invece esce aria.

Quindi possiamo concludere che:

l'aria è un gas che riempie ogni cosa(vedi la siringa che sembrava vuota)

non è vero che l'aria non si può vedere, non si vede solo se siamo nel mezzo che è un gas, in un mezzo liquido l'aria si vede

Allora ci siamo chiesti se ogni cosa riempita con lo stesso mezzo darebbe lo stesso risultato e i nostri compagni ci hanno preparato un altro PS.

Abbiamo eseguito noi l'esperimento mentre gli altri gruppi hanno fatto le ipotesi che però concordavano tutte.



## **Allegato 49 . Cosa si vede uscire da una siringa riempita di liquidi diversi in diversi ambienti**

*Che cosa si vede uscire da due siringhe, una contenente olio d'oliva e una contenente acqua se immergiamo le due siringhe in una bacinella contenente olio d'oliva e poi in una bacinella contenente acqua?*

Ip 1 Se si immergono in una bacinella contenente olio due siringhe ripiene di acqua e di olio e si spinge lo stantuffo, dalla siringa contenente olio non si vede uscire l'olio perché esso esce nello stesso mezzo, e da quella contenente acqua invece si vede uscire acqua.

Ip. 2. Se le due siringhe vengono invece immerse in acqua allora dalla siringa contenente olio vediamo uscire olio, dalla siringa contenente acqua non vediamo uscire l'acqua.

### **Materiale occorrente**

#### **Materiale occorrente:**

4 siringhe complete di pistone due riempite con acqua e due con olio, una bacinella piena d'acqua e una piena di olio.

### **Procedimento**

Si riempiono due siringhe con l'acqua e due con l'olio. Si prendono poi una siringa piena di acqua e una piena di olio e si immergono nella bacinella contenente olio e si spingono ad immersione gli stantuffi. Si registrano i risultati. Si fa lo stesso con l'altra bacinella contenente acqua.

### **Conclusioni**

Nella bacinella contenente olio quando gli stantuffi delle siringhe vengono spinti ad immersione si vede uscire l'acqua ma non si vede uscire l'olio e viceversa accade alle due siringhe nella bacinella contenete acqua.

Quindi:

Da un mezzo si vede uscire il materiale che non corrisponde al mezzo(es: aria in acqua; acqua in aria; olio in acqua).

## **Allegato 50. Cosa si avverte sul palmo della mano**

*Che cosa si avverte sul palmo della mano se spingiamo lo stantuffo di due siringhe, una contenente acqua e una contenente aria nel mezzo aria?*

*Che cosa si avverte sul palmo della mano se spingiamo lo stantuffo di due siringhe, una contenente acqua e una contenente aria nel mezzo acqua?*

### **Ipotesi**

**Ip 1** nel mezzo aria dalla siringa contenente acqua sul palmo della mano avvertiamo uno spruzzo di acqua, ed avvertiamo un soffio dalla siringa con aria

**Ip 2.** Nel mezzo acqua sentiamo lo spruzzo sia dalla siringa contenente aria sia dalla siringa contenente acqua

**Ip. 3** dalla siringa con aria se spingiamo lo stantuffo nel mezzo aria non si sente nulla mentre si sente se siamo in acqua.

### **Materiale occorrente**

Due siringhe, una bacinella piena di acqua

### **Procedimento**

Riempire una siringa con acqua e tirare lo stantuffo dell'altra in modo che si riempia di aria, mettere il palmo della mano sopra le siringhe e da sotto spingere lo stantuffo registrando la sensazione. Fare la stessa cosa in acqua, ovviamente immergendo anche il palmo della mano.

### **Conclusioni**

Quando si spinge nel mezzo aria lo stantuffo della siringa piena di aria sul palmo della mano non si avverte nulla, con la siringa piena di acqua invece si avverte un getto di acqua che bagna il palmo della mano.

Sotto acqua invece avviene che l'aria spinta fuori dalla siringa contenente aria si sente che tocca il palmo della mano, mentre dalla siringa contenente acqua nel mezzo acqua, questa non si vede e non si sente uscire.

Quindi in un mezzo diverso(acqua) l'aria che riempie una siringa può essere avvertita.

## Allegato 51. Le proprietà dell'aria

*Che cosa succede all'aria contenuta in una siringa se si spinge lo stantuffo e si collega ad un'altra siringa avente lo stantuffo premuto al massimo e collegata alla prima con un tubicino?*

*Cosa succede all'aria contenuta in una siringa se lo stantuffo premuto al massimo della seconda siringa non viene lasciato libero di muoversi?*

### Ipotesi

Ip 1. L'aria può essere spinta nell'altra siringa e solleva lo stantuffo

Ip 2. L'aria contenuta nella siringa non riesce a passare nell'altra e rimane nella siringa dove era contenuta

### Materiali

due siringhe, un tubicino di plastica trasparente, lungo 20 cm e di diametro tale che si incastrano bene nel cono delle due siringhe.

Procedimento

Si montano le due siringhe ai due capi del tubicino, una siringa con lo stantuffo posizionato a metà e l'altra con lo stantuffo premuto al massimo. Si lascia libero quello premuto al massimo e si spinge quello della siringa contenente aria. Si osserva ciò che succede.

Si prende la siringa con lo stantuffo premuto al massimo e si blocca lo stantuffo in modo che non possa in alcun modo scorrere, si spinge l'altro stantuffo della seconda siringa riempita di aria e si osserva attentamente ciò che succede, ripetendo anche più volte l'esperienza-

### Conclusioni

Lo stantuffo premuto al massimo e lasciato libero si alza appena si spinge l'aria contenuta nell'altra siringa. Se si preme nuovamente lo stantuffo alzato, ma si blocca l'altro. Lo stantuffo premuto scorre un po' ma poi non può più farlo. Per cui l'ipotesi che noi avevamo fatto è smentita dall'evidenza, l'aria contenuta nella siringa è vero che rimane senza entrare nell'altra ma noi pensavamo che lo stantuffo non si sarebbe mosso, e invece esso si muove fino a un massimo dove non è più possibile spostarlo. È un segno evidente che l'aria contenuta nella siringa subisce una diminuzione di volume sotto la spinta del pistone ma poi non diminuisce oltre. Poi abbiamo lasciato rilasciato il pistone dove l'aria era contenuta tenendo sempre l'altro bloccato ed abbiamo notato che il pistone è salito un po' verso l'alto.

Quindi questa esperienza ci ha fatto capire che:

l'aria può essere compressa e quindi può occupare un volume più piccolo, non è vero che l'aria non ha volume, essa ce l'ha come tutta la materia, è vero invece che si adatta come i liquidi al volume di un recipiente

l'aria può espandersi infatti quando allentiamo la pressione sullo stantuffo essa che prima era compressa si espande occupando un volume maggiore;

proprio perché è estensibile essa si può espandere in un volume via via maggiore e si trova in quel volume da ogni parte., infatti abbiamo tirato indietro lo stantuffo ed abbiamo visto che esso non tornava in basso segno che l'aria si era espansa nel maggior volume.

## **Allegato 52. Effetti sulla fiamma della candela**

*che cosa succede alla fiamma di una candela se la mettiamo in vicinanza di un barattolo con un tappo a due fori in cui si sono posizionati due tubicini uno contenente un imbuto attraverso il quale si introduce acqua nel barattolo mentre l'altro tubicino viene rivolto verso la candela?*

*Ip 1. Nel barattolo che sembra vuoto c'è aria e questa quando si introduce acqua esce dal secondo tubicino e investe la fiamma della candela spegnendola*

*Ip2. Nel barattolo che sembra vuoto c'è aria e questa quando si introduce acqua esce dal secondo tubicino e investe la fiamma della candela che si piega dalla parte opposta all'uscita di aria*

*Ip3. Il barattolo si riempie di liquido che passa a fatica dal tubicino e dall'imbuto*

### **Materiali**

Un barattolo con un tappo di gomma a due fori o con un coperchio con due fori, due tubicini di vetro, uno dritto e uno a squadra, una candela, fiammiferi, imbuto di vetro o di plastica.

### **Procedimento**

Prendere il barattolo di vetro e coprirlo con il coperchio con due fori, nei due fori infilare i due tubicini, in quello dritto infilare l'imbuto. Accendere la candela e versare il liquido lentamente nel barattolo. Si registra ciò che succede.

### **Conclusioni**

Mentre si versa l'acqua nel barattolo, si nota che la fiamma della candela si piega come se fosse colpita dal vento, non si spegne come avevamo pensato e il barattolo non si riempie senza conseguenze sulla fiamma della candela che prima è dritta e poi invece si piega lateralmente dalla parte opposta al tubicino a squadra.

Abbiamo fatto anche una seconda prova; cioè un gruppo di noi: ha tappato il buco del tubo a squadra e provato a far entrare l'acqua nell'imbuto, essa non entrava, entrava solo se lasciavamo sollevato l'imbuto o se si stappava il buco del tubo a squadra.

Quindi possiamo concludere che l'acqua può entrare nel barattolo solo se l'aria contenuta può uscire liberando il volume che prima essa occupava.

## Allegato 53. Narrazione degli studenti

Gruppo degli studenti che non avevano mai fatto l'esperienza della combustione

### **NARRAZIONE**

Noi ci siamo messi tutti e 6 nello stesso gruppo per eseguire le esperienze e con noi c'erano anche due compagni tra quelli che avevano organizzato le esperienze e la prof. Carrozza che non ci diceva nulla e ci guardava.

Abbiamo sempre fatto le esperienze e discusso tra noi, ma non riuscivamo a capire perché le facevamo fino a quando non abbiamo visto quella delle due siringhe e il tubicino, non avevamo nessuno di noi pensato che l'aria potesse essere spinta e poi tornare indietro se si teneva tappato un pistone. Come è stato strano capire che essa aveva, occupava lo spazio come un sasso o una persona. Ma quello che ci ha fatto pensare molto e discutere molto è stato l'ultimo esperimento perché noi avevamo fatto l'ipotesi che il barattolo si riempiva di liquido e che questo sarebbe passato senza fatica dal tubicino e dall'imbuto, lento perché l'imbuto e il tubicino era stretto, perché nella nostra mente il barattolo era sempre vuoto. Ma se non ci fosse stato il nostro amico con noi non avremmo pensato bene a questo era lui che ci diceva "attenti, cosa c'è ora nel vaso?" e noi rispondevamo "è vuoto" e lui ci diceva che secondo lui non lo era, allora alcuni di noi hanno cominciato a pensare che aveva ragione e pensavano come lui. Allora guardavano meglio le cose e hanno cominciato a spiegare che la fiamma si piegava perché dal tubicino a squadra usciva aria. Eravamo rimasti solo due di noi che non si erano convinti ancora ed è stato in quel momento che ci siamo convinti di più perché proprio i nostri due amici che non ci credevano hanno detto "vediamo cosa succede se tappiamo il tubo a squadra e buttiamo il liquido nel barattolo?" Ecco questa cosa è stata geniale, perché se si tappava il buco, il liquido non entrava, allora abbiamo ricollegato tutto, è vero che l'aria non si vede, ma abbiamo capito perché abbiamo fatto l'esperienza delle siringhe nell'acqua e fuori e che la fiamma della candela si piegava e spegneva per colpa dell'aria. Così proprio io che avevo detto che la fiamma si spegneva perché il peso del barattolo la faceva spegnere, del primo esperimento, ho capito che quel barattolo, come quello con l'imbuto non era vuoto ma conteneva aria.

Ma allora perché la fiamma si spegneva? Questo dovevo ancora capirlo, ma per tutti noi cominciava a venirci un dubbio: quello che avevamo detto sulla combustione non era vero, dovevamo trovare qualche cosa di meno dubbio, visto che ora eravamo convinti che l'aria era dappertutto e quindi anche nei barattoli che appaiono vuoti e certo anche nelle nostre tasche che quando diciamo sono "vuote" per intendere che non abbiamo soldi, in realtà non lo sono mai, solo che contengono aria invece che soldi. Potrebbe viverci allora un insetto, una lucertola che potrebbero respirare (ammesso che l'aria basti), ma non potremmo comprarci un gelato perché sono vuote di soldi. Ci sembrava strano pensare che noi quando diciamo le cose nel normale le possiamo dire sbagliate perché ci basiamo sugli occhi, in realtà se capovolgo le tasche vedo che non c'è nulla, ma "nulla" è vero per l'impressione comune, ma non è vero per il pensiero della scienza, per questo invece è proprio falso, ma falso completo!

## **Allegato 54. Narrazione dell'insegnante delle classi seconde dopo l'attività delle reazioni chimiche**

### **L'attività di laboratorio: reazione tra ferro e bicarbonato**

Nella seconda reazione tra ferro e bicarbonato, proposta agli studenti, abbiamo fornito, in comune accordo con il ricercatore, solo la scheda del PS, non la scheda guida sulle conoscenze in possesso, né la scheda per la progettazione. A dir il vero, avevo fatto qualche resistenza perché non ritenevo che gli studenti fossero capaci di organizzarsi, soprattutto perché con la prima attività c'è voluta quasi tutta l'ora per ingranare, infatti abbiamo dovuto ripetere nei gruppi la consegna e tre volte richiamare l'attenzione di tutti sul fatto che dovevano eseguire, fare loro. Nonostante le riserve, mi sono lasciato convincere e corrompere, ora dico: meno male che l'ho fatto.

Le cose che ho potuto osservare mentre mi spostavo sono state importanti e mi hanno dimostrato che a volte usiamo un preconetto e un'immagine di fare scuola stereotipata, forse perché non sappiamo fare, o abbiamo timore di fare diversamente, lasciare il noto per l'ignoto non è facile. Io, perlomeno, non mi sento sicuro e temo che la situazione possa sfuggirmi di mano.

Mentre gli allievi erano in gruppo e mi spostavo tra loro, mi domandavano se quella che gli avevamo consegnato era l'unica scheda, evidentemente si aspettavano le altre due. Alla mia risposta affermativa, alcuni gruppi hanno cominciato a chiedere cosa dovevano fare.

Il ricercatore mi aveva istruito bene a riguardo, mi sono attenuto al suo consiglio, o meglio l'ho condiviso perché ero veramente curioso di capire se poteva funzionare, mi sentivo tranquillo perché assistito e a seconda dei casi ho risposto agli studenti in due modi:

"sono certo che voi sapete fare" oppure "voi cosa dite?", mi sono sforzato di adottare questo sistema ed alla fine ero contento di esserci riuscito.

Nel giro di pochi minuti ho visto i gruppi cominciare a organizzarsi, alcuni hanno ripreso i materiali della prima reazione ed hanno cominciato a sfogliarli, altri, addirittura non ne hanno avuto bisogno cominciando a confrontarsi. Stando vicino a questi li sentivo dire: "dobbiamo chiederci cosa sappiamo del ferro e dell'acido cloridrico e scriverlo, può venirci in mente cosa succede se li uniamo" oppure: "c'è scritto soluzione sul contenitore dell'acido, questo significa che è nell'acqua". Altri ancora: "prepariamo la tabella per registrare i dati dell'aspetto dei componenti", "quali materiali dobbiamo prendere?". Un allievo di un gruppo, su cui non avrei mai scommesso, ha richiamato addirittura l'attenzione dei compagni dicendo loro "aspettate, è meglio se ci mettiamo d'accordo su quali dati vogliamo prendere, secondo me, il colore del ferro se cambia, cosa dite?". Non credevo alle mie orecchie, aveva parlato di "dati".

Era incredibile, non avrei mai pensato che si sarebbero organizzati da soli e in così breve tempo. Ero di fronte al fatto che cominciavo a realizzare l'importanza del decentramento, che ti permette di capire meglio come ragionano e si organizzano gli studenti, cosa dicono e fanno veramente. Con un gruppo è successa una cosa che mi ha fatto pensare molto e che riporto perché penso possa servire di riflessione a tutti.

Mi ero avvicinato al gruppo che ritenevo formato da qualche elemento che aveva bisogno di aiuto e in un momento della discussione durante la messa a punto del procedimento sono stato preso da un attacco di "accentratura" rinunciando, come dice spesso il ricercatore, al "decentramento" e sono intervenuto su una discussione del gruppo riguardo al procedimento, dicendo ai ragazzi che così non andava bene e che ciò che avevano pensato era sbagliato, ma quando stavo per aggiungere il motivo, uno studente mi ha detto queste testuali parole: "prof, ci lasci fare, se sbagliamo, almeno capiamo, se parla lei dobbiamo dire che abbiamo capito".

Avrei voluto ribattere, chiedere spiegazioni per quell'affermazione, ma ero stato preso talmente di sorpresa che subito non sono riuscito a reagire, dopo qualche istante ho

capito che il mio allievo aveva ragione. Parlo e seguo i miei discorsi, parlo e mi sembra tutto chiaro, impossibile che non possa essere compreso ciò che dico. Ma è appunto ciò che dico e che sembra chiaro a me, ma loro? Hanno capito? Tutta la nostra scuola è impregnata di troppa autoreferenzialità, di centratura sul docente, quel che avevo appena sentito mi ha fatto riflettere sul decentramento, sul continuo controllo di ciò che si dice, e mi ha fatto capire quanto è importante e comincio per la prima volta a sentire la sensazione di non sentirmi sminuito, si trattava di un modo diverso di tenere comunque il timone e di compiacersi di quello che inaspettatamente i ragazzi riuscivano a combinare in autonomia.

## **Allegato 55. Estratto programmazione del docente**

FASE n°1 : ( lavoro di gruppo e lezione frontale)

analisi di fotografie di famiglia allo scopo di scoprire somiglianze e differenze tra genitori e fratelli per introdurre il concetto di carattere ereditario da distinguere da quelli che si acquisiscono nel corso della vita grazie all'esperienza.

introduzione del termine GENETICA come scienza che studia la trasmissione dei caratteri ereditari.

ripasso della struttura cellulare e della funzione del nucleo; attraverso immagini scoprire che nel nucleo ci sono i cromosomi, come sono fatti e quanti sono. A questo proposito è utile analizzare alcune mappe cromosomiche ( uomo, donna, moscerino della frutta, e di altri animali e piante ) per far capire ai ragazzi che ogni specie ha il suo numero specifico di cromosomi e che questi si dividono in modo differente nelle cellule somatiche ed in quelle germinali. ( Mitosi e meiosi)

Spiegazione ed interpretazione di immagini vengono accompagnate dalla definizione del linguaggio specifico relativo all'argomento.

FASE n°2 : ( lavoro individuale, di gruppo, lezione frontale )

attraverso una ricerca individuale o a gruppi si conosce Mendel e i suoi studi.

Si indaga sulle esperienze di Mendel e sugli incroci da lui fatti sulle piante di pisello che hanno portato alla formulazione delle 3 leggi . Mediante l'uso delle tabelle a doppia entrata ed il particolare simbolismo relativo agli alleli si fanno possibili previsioni sulle combinazioni genetiche ed i possibili genotipi e fenotipi corrispondenti riconoscendo di volta in volta la 1° e la 2° legge di Mendel.

La 3° viene esposta e spiegata ma non approfondita.

## **Allegato 56. Intervista al docente dopo la lettura della sua programmazione riguardo al tema**

**Fase 1 del tuo lavoro**

**riguardo a ciò che hai scritto relativamente** "all' analisi di fotografie di famiglia allo scopo di scoprire somiglianze e differenze tra

genitori e fratelli per introdurre il concetto di carattere ereditario da distinguere da quelli che si acquisiscono nel corso della vita grazie all'esperienza".

**Se ho capito bene: tu organizzi gli studenti in gruppo e fornisci loro delle fotografie o figure che riportano alcuni caratteri comuni con i familiari. Ma quali caratteri prendi, per esempio?**

**Per esempio il mignolo dritto o ricurvo, il colore degli occhi ecc.**

**Una volta ho preso anche l'emofilia della famiglia reale inglese.**

**Questo lo fai per introdurre la definizione di carattere ereditario?**

**Sì per definire che cosa si intende per carattere ereditario.**

**Quindi ritieni che la prima cosa da fare è fornire la definizione di carattere ereditario?**

**Beh a volte, anzi spesso lo ricaviamo insieme, infatti seguendo il mio discorso logico i ragazzi ci arrivano, e dopo la scriviamo così è uguale per tutti.**

**Quindi gli studenti a piccoli gruppi guardano le foto e poi si discute insieme? Ho capito bene?**

**Sì, è proprio così!**

**Mi hai scritto che fai anche una distinzione tra i caratteri ereditari e quelli che si acquisiscono nel corso della vita grazie all'esperienza. Che cosa intendi? Non mi è molto chiaro.**

**Intendo quelli che si acquisiscono dopo la nascita, ad esempio essere bravi a tennis, che non è ereditario, ma che molti ragazzi pensano che lo sia.**



**E questo come lo fai?**

Faccio esempi di cosa è ereditario e cosa no, faccio arrivare loro con un ragionamento: se si eredita tutto ciò che è presente sui cromosomi, e non ha bisogno di esercizio per essere appreso, né di andare a lezione per imparare è chiaro che non è ereditario.

introduzione del termine GENETICA come scienza che studia la trasmissione dei caratteri ereditari.

**Chi lo introduce? Cioè tu definisci questa scienza? e la definisci solo come scienza che studia la trasmissione dei caratteri?**

Sì, ma non lo definisco io, normalmente gli pongo la domanda, per esempio, le immagini mi sono utili perché dopo aver parlato di somiglianza e del fatto che tra genitori e figli e fratelli ci sono somiglianze di caratteri che i genitori o i nonni passano, cioè trasmettono ai figli, chiedo agli studenti: "allora dopo aver visto questo, se dovete dare una definizione di genetica cosa direste? Che è la scienza che studia cosa?..."

**Ho capito, mi è chiaro.**

ripasso della struttura cellulare e della funzione del nucleo; attraverso immagini scoprire che nel nucleo ci sono i cromosomi, come sono fatti e quanti sono.

**Mi parli di ripasso di...come fai il ripasso? Perché il ripasso?**

Perché la cellula e la sua struttura si fa in prima, figurati se si ricordano?

**Ma non hanno fatto anatomia umana?**

Sì ma non ripetiamo direttamente le cellule, perché parliamo degli apparati, le cellule le ripetiamo con la genetica, infatti è importante farla anche per questo.

A questo proposito è utile analizzare alcune mappe cromosomiche ( uomo, donna, moscerino della frutta, e di altri animali e piante ) per far capire ai ragazzi che ogni specie ha il suo numero specifico di cromosomi e che questi si dividono in modo differente nelle cellule somatiche ed in quelle germinali. ( Mitosi e meiosi)

**Come fai l'analisi di mappe cromosomiche?**

Sì nel senso che trovo delle immagini delle mappe cromosomiche e le mostro ai ragazzi e dico loro di dirmi ciò che notano relativamente al numero, alla fine arrivano a dire per deduzione e confrontando che il numero dei cromosomi dipende dalla specie e la forma è diversa.

**Ho capito, pensavo tu facessi la struttura e la mappatura dei geni.**

No, no, è troppo complicato quello, i ragazzi delle medie sono ancora piccoli.

A dir la verità qualcuno lo sa, perché guarda e legge qualche rivista scientifica, ma mi limito a questo punto di far leggere l'articolo quando c'è qualcuno che mi dice qualcosa relativamente alla mappatura.

**Ma poi gli spieghi la meiosi e la mitosi?**

Sì, ma solo come i cromosomi si dividono nelle cellule germinali e nelle cellule somatiche. Non faccio mica tutte le fasi. Il problema è: come fanno i caratteri contenuti nei cromosomi ad essere trasmessi sempre e solo quelli? Come fanno a non raddoppiare? Il ragionamento è che se partiamo da un dato numero di cromosomi tipico della specie e questo si mantiene costante allora è logico che nell'ovulo e nello spermatozoo il numero dei cromosomi deve dimezzare, infatti queste cellule sono APLOIDI; così quando si incontrano con la fecondazione il numero di cromosomi torna tipico della specie.

Spiegazione ed interpretazione di immagini vengono accompagnate dalla definizione del linguaggio specifico relativo all'argomento.

**Spiegami un po' questa interessante cosa che mi dici in questo punto, fammi un esempio di ciò che intendi.**

Sì, ad esempio mostro le mappe cromosomiche e gli dico che il numero di cromosomi si chiama cariotipo, poi faccio vedere la forma di alcuni cromosomi ad esempio quelli sessuali nell'uomo e dico che si chiamano sessuali, mentre gli altri si chiamano somatici. I cromosomi fratelli si chiamano omologhi.

Nella meiosi e nella mitosi dico loro come devono interpretare le varie fasi che vengono mostrate sui libri. Perché purtroppo non c'è solo la duplicazione e la divisione dei cromosomi, ma profase, metafase ecc.

FASE n°2 : ( lavoro individuale, di gruppo, lezione frontale ) del tuo lavoro riguardo a ciò che hai scritto:

attraverso una ricerca individuale o a gruppi si conosce Mendel e i suoi studi.

Si indaga sulle esperienze di Mendel e sugli incroci da lui fatti sulle piante di pisello che hanno portato alla formulazione delle 3 leggi . Mediante l'uso delle tabelle a doppia entrata ed il particolare simbolismo relativo agli alleli si fanno possibili previsioni sulle combinazioni genetiche ed i possibili genotipi e fenotipi corrispondenti riconoscendo di volta in volta la 1° e la 2° legge di Mendel.

La 3° viene esposta e spiegata ma non approfondita.

Con quanto mi dici qui se ho capito, tu fai seguire le leggi di Mendel alla mitosi e meiosi e al fatto che nel nucleo delle cellule ci sono cromosomi che portano i caratteri, quindi dici anche dove sono i caratteri?

Sì praticamente sì, perché i ragazzi, mi pare, capiscono meglio le leggi di Mendel se spiego queste cose. Anche se a parer mio queste cose sono difficili.

Quindi, se ho capito bene, riguardo ai contenuti tu fai: ripasso cellula, in particolare la funzione e la struttura del nucleo, mitosi e meiosi, leggi di Mendel. Introduzione di termini specifici, definizione di termini.

Sì, esatto.

I ragazzi a tuo parere cosa portano via?

Beh sai, quelli intelligenti capiscono e portano via parecchio, almeno i concetti principali, ma tanti, studiano poco e fanno anche fatica, quelli portano via poco, anche se si discute e non si fa lezione frontale.

Ecco, riguardo alle strategie di insegnamento tu fai lezione frontale?

No, con la genetica faccio anche lavori di gruppo per esempio, e discussione insieme.

Più o meno così come ti ho visto fare durante la videoregistrazione?

Sì, più o meno.

## **Allegato 57. Risultato conversazione clinica con gli studenti sull'ereditarietà dei caratteri**

**Che significato ha la frase: i figli assomigliano ai genitori?**

Hanno qualcosa in comune

**Cosa intendete per qualcosa?**

Aspetto fisico

**Fatemi degli esempi**

Es: tratti viso, colore capelli, comportamento.

Es bravura, talenti, aggressività, modo di sorridere.

**Quindi ripetetemi, la bravura, è oggetto di ereditarietà?**

Il comportamento è oggetto di apprendimento.

No, io mi comporto come mia madre e l'ho ereditato.

**Per talento cosa intendete, fatemi un esempio.**

Per esempio saper scrivere bene un tema, è talento.

Essere bravo in violino.

Essere bravo in scienze

**Cosa prendiamo dai genitori?**

Modo di comportarsi, i caratteri fisici.

**Per esempio cosa?**

Le orecchie, come sono fatte, ho le stesse orecchie di mio padre e anche mio fratello; inoltre mia sorella sa piegare la lingua e io non ci riesco, questo lo sa fare mia madre.

Mia sorella ha più legame con mia madre che io.

**Ma allora si eredita dalla madre e dal padre?**

Sì, qualcosa dell'uno e dell'altro, infatti alcune volte, poche, si prende il carattere dell'uno o dell'altro, a volte del nonno, ma spesso si è misti.

**Cosa vuol dire misti?**

Nel senso che i caratteri si mescolano, perché qualcosa biologica unisce i parenti di una famiglia.

**Cioè, qualcosa unisce biologicamente i genitori e i loro figli?**

Certo, il DNA!

**E gli altri cosa mi dicono su questo che a volte si prende un carattere da uno dei genitori e a volte si mescolano?**

Sì, si può mescolare

Certo, il DNA si unisce e quindi si mescola

Sì, si mescola il DNA del padre con la madre e a volte si ha anche un'unione con il nonno

o con la nonna

Ma anche con la zia

Ma io e mia sorella non ci assomigliamo per nulla, siamo diverse.

**Diverse come?**

Come aspetto, si vede che abbiamo un DNA diverso! Però abbiamo i piedi uguali e le orecchie uguali, questo nel DNA si è unito.

**Il DNA che cos'è?**

È il marchio di ogni cellula, è a spirale ed identifica ogni essere vivente.

Il DNA è una cellula

Il DNA è fatto di tante cellule

Il DNA è come un foglio che raccoglie tutte le caratteristiche

Il DNA è fatto di dati

È astratto, non ha consistenza fisica.

**Cosa vuol dire che non ha consistenza fisica?**

Non è qualcosa che non si può toccare, ma non è materia, però identifica la persona.

È materia invece, forma i cromosomi.

Ma no, non è materia, come fai a toccare un carattere!?

È vero non si tocca, quindi non è vera materia.

Si non è materia, ma si tocca, infatti dicono in televisione...” prendiamo il DNA”.  
Non è materia ma quando prendono il DNA prendono la saliva e guardano l’impronta.  
L’impronta si vede ma non è materia, mica quella del cavallo la posso prendere e mettere da un'altra parte, lui la lascia e basta.

**Che cos’è allora se non è materia?**

Ma il DNA del padre si mescola con quello della madre

**Quale legame pensate che ci sia tra i caratteri e il DNA? E fatemi capire come lo legate a “materia o non materia”**

Dunque, il DNA è fatto di caratteri e i caratteri sono qualcosa che si vede nel comportamento, si hanno ma non si toccano.

Ma no, io so invece che i caratteri sono il DNA, cioè i geni, e questi possono vedersi nelle persone come aspetto, per esempio il colore dei capelli, la forma del naso, per esempio mio nonno ha il naso aquilino come mia zia, per fortuna mia mamma non ce l’ha ed io non l’ho ereditato.

**Quindi mi stai dicendo che i caratteri ad esempio “naso aquilino” possono arrivare dal nonno”? e si possono mescolare?**

Si, dal nonno al nipote, infatti mio zio, non ce l’ha, ma suo figlio ha il naso del nonno, così questi caratteri a volte si mescolano, a volte no, a mio cugino è spuntato tale e quale il naso del nonno.

Ma, si mescolano è vero, io sono castana e mio padre è biondo e mia mamma è mora

**Quindi fatemi capire, pensate che i caratteri a volte si mescolano a volte no, ma che cosa si eredita?**

I cromosomi!

**Cosa sono i cromosomi?**

Sono dei bastoncini nelle cellule, uno ce lo dà il padre e uno la mamma.

Il DNA forma i cromosomi esiste una relazione tra cromosomi e DNA.

**Vediamo se ho capito bene, i cromosomi sono uno di origine paterna e uno materna? È così? E dove sono questi cromosomi? E cosa intendi per relazione? qual è la relazione?**

Si, io so che è così!

Anch’io lo so!

**E riguardo a dove sono i cromosomi cosa mi dite?**

I cromosomi sono nelle cellule, nel nucleo.

**E la relazione tra cromosomi e DNA, cos’è una relazione?**

Una relazione è qualcosa che lega due cose, per esempio io ho un legame con i miei genitori, un legame di parentela.

**E qual è la relazione tra cromosomi e DNA?**

La relazione è fisica, perché i cromosomi sono fatti di DNA

**Perciò i cromosomi che sono fatti di DNA come mi dite, sono materia o no?**

Certo che lo sono, se sono nelle cellule, sono materia!

No, perché non si possono toccare, quindi il DNA è come un fluido che si mescola tra genitori. Non so come spiegare, ma non è materia come l’astuccio o la sedia.

**Ma questi cromosomi....**

I cromosomi differenziano le specie.

**La differenza tra una specie e l’altra mi dite che la fanno i cromosomi?**

La differenza tra una specie e l’altra è il numero dei cromosomi.

**Come si chiama il numero tipico dei cromosomi di ogni specie?**

Non so( un coro di non so)

**Quant’è il numero di cromosomi nella specie umana?**

È di circa 20.

No, 40

Mah va’ sono 46 e 23 nei gameti

**Ma questi cromosomi che sono formati dal DNA e sono nelle cellule, come vengono trasmessi ai figli?**

Con le cellule riproduttive, vegetative.

Con le cellule germinali! Credo che siano germinali!

**E quali sono le cellule germinali?**

L’uovo e lo spermatozoo.

Quanti cromosomi hanno?

1 o 2.

Cosa vuol dire "riproduzione cellulare"?

Vuol dire che le cellule si riproducono

Cioè?

Che da una cellula si formano due cellule uguali.

Uguali in che cosa?

Uguali in tutto, negli organelli, nei cromosomi, nel nucleo, ma sono solo più piccole e poi crescono

Sì, gli animali con una sola cellula, si riproducono per scissione, cioè scindono la cellula madre in due figlie

Ma no, sono i protozoi e i batteri, ma mica sono animali!

Le piante hanno le cellule sessuali?

Sì, le spore

Non so,

semi,

polline

ma ci sono piante femmine e piante maschili, quindi hanno le cellule germinali.

E come si riproducono?

Con l'incontro delle cellule sessuali?

Ma le piante non si muovono come fanno a incontrarsi?

Per esempio il vento, le api le fanno incontrare.

Come faccio ad ottenere una pianta con un carattere che voglio?

Faccio riprodurre due piante con il carattere che mi piace, le seleziono. Per esempio come si fa con le mucche da latte.

Seleziono cosa?

Razze pure, come si fa con i cani, incrocio sempre tra razze pure.

Quindi cosa vuol dire selezionare razze pure?

Fare incroci con razze pure

Cioè?

Cioè, prendo un maschio e una femmina con un dato aspetto che voglio sviluppare, esempio grande produzione di latte e incrocio con un maschio. Tra le femmine che nascono prendo quelle che assomigliano alla madre, cioè che producono tanto latte e le accoppio di nuovo con lo stesso maschio.

Voi cosa pensate?

Sì, si fa così anche con i cani, ad esempio se voglio un cane con muso schiacciato faccio accoppiare due cani (una femmina e un maschio), con il muso schiacciato. Poi prendo le femmine e i maschi della cucciolata che hanno il muso più schiacciato e li faccio accoppiare ancora. I figli dopo un po' assomigliano ai genitori.

Cosa vuol dire dopo un po'?

Dopo molti incroci saranno razze pure per il muso schiacciato.

Cosa significa fenotipo?

Significa fenomeno.

E Genotipo?

Significa genocidio

Generazione parentale cosa vuol dire?

Albero genealogico con tutti i parenti, fratelli che fanno figli, fratelli che fanno figli con altri

E generazione filiale?

I figli

Considerando i vostri genitori, voi quale generazione filiale siete?

La prima

E considerando i vostri nonni?

La seconda

Se dico il termine mitosi a cosa pensate? e se dico quello di meiosi?

Mi viene in mente una malattia.

Perché ti viene in mente una malattia?

Perché finisce in osi, es tubercolosi, osteoporosi...

Quali sono gli organi sessuali delle piante?

Pistillo, corolla, stami.



## **Allegato 59. Pagine di Diario del ricercatore**

### **Oggetto della conversazione dell'incontro: organizzazione dei gruppi e materiali**

Il docente mi fornisce notizie sulla classe. La classe è una buona classe, i ragazzi sono interessati e studiano, ovviamente non tutti, ci sono due allieve molto particolari, due gemelle che sono molto assenti, la frequenza a scuola è saltuaria per cui sono in condizioni disperate. I maschi della classe sono meno attivi delle ragazze anche se sono "più intelligenti". Propongo all'insegnante la divisione in gruppi visto che lei li conosce e le chiedo i criteri. L'insegnante propone gruppi eterogenei ma rispettando la volontà degli studenti di prediligere un compagno invece che l'altro.

Avendo già terminata la parte di registrazione avevo una idea precisa di come generalmente l'insegnante interveniva in classe. L'intervento era centralizzato, gli studenti venivano esplicitamente e singolarmente interpellati e chiamati a rispondere a domande precise mentre l'insegnante ripeteva la lezione o aggiungeva nuove notizie. Alcune volte agli studenti venivano consegnate delle fotocopie che leggevano a casa e poi il contenuto di queste veniva ripetuto in classe per mezzo di domande che il docente formulava. Non c'era la richiesta da parte del docente di quali domande si fossero posti gli studenti, quali collegamenti intravedevano con altri temi trattati ecc, si trattava semplicemente di reperire altre informazioni aggiuntive da fonti cartacee diverse dal libro di testo.

Ho proposto all'insegnante di lavorare, per l'intero percorso concordato, in modo attivo, organizzando la classe in gruppi e con l'insegnante decentrato e discussione di intergruppo. Questo è stato accettato dal docente, ma quando le ho presentato i materiali mentre sulla prima attività "conoscenza degli organi sessuali delle piante" non ha manifestato alcuna perplessità, ha fatto resistenza per la seconda attività, cioè quella in cui veniva richiesto agli studenti di pensare a come si potessero creare condizioni sperimentali per l'incrocio crociato in piante di linea pura.

L'insegnante era un po' perplessa perché riteneva alcuni studenti incapaci di procedere autonomamente, "figurati, me lo vedo M. o la mia V. non riusciranno a pensare a niente", ho forzato un po' e alla fine si è fatta convincere dal fatto che io avrei stimolato e seguito gli allievi che lei riteneva incapaci di procedere autonomamente o quelli con scarso rendimento e lei avrebbe seguito, invece, quelli più "bravi" come li aveva definiti. Mi ha detto queste parole: "Sì, così va bene, almeno non mi sento frustrata, è veramente disarmante quando glie la tagli giù col coltello ma non capiscono".

Si era deciso quindi riguardo alla possibilità che io seguissi due gruppi eterogenei di studenti in cui erano stati inseriti alunni situati nel livello di "buono" e quelli che presentavano apprendimenti definiti dall'insegnante "faticosi", cioè che "faticano nell'acquisizione delle conoscenze".

L'insegnante aveva accettato di mantenere il lavoro di gruppo, ma nonostante il confronto continuo con me fuori aula non aveva ancora adottato completamente un decentramento della sua figura. Si percepiva come insegnante che favoriva il confronto e la negoziazione e si riconosceva non come insegnante che metodologicamente adottava lezioni frontali ma dialogate.

### **Pagine di diario del ricercatore: durante/dopo conversazione clinica con la classe terza**

#### DURANTE LA CONVERSAZIONE CLINICA

Nel condurre la conversazione con gli studenti, ogni tanto guardavo l'insegnante, di fronte ad alcune risposte date dagli studenti, ad esempio che il DNA non ha consistenza fisica, ci sono state alcune reazioni come ad esempio: "...però ragazzi queste cose dovevate saperle, le abbiamo fatte in prima e riprese in seconda". Oppure reazioni come "ma come? la bravura si eredita? Oppure" ma abbiamo fatto il DNA, come mai..." L'insegnante non riusciva a trattenersi, ci sono stati alcuni minuti in cui i ragazzi avevano assunto un atteggiamento timoroso e quasi stentavano a parlare, al



che per fortuna è entrata la bidella a portare una comunicazione da consegnare ai genitori rappresentanti di classe di alcuni ragazzi che dovevano apporre la firma di ricezione di una circolare interna. Ne ho approfittato per chiamare da parte l'insegnante e sottolinearle l'importanza di astenersi dai commenti e di chiederle per favore la gentilezza di uscire per alcuni minuti dopo il mio intervento con una scusa e di annuire positivamente tranquillizzando i ragazzi su quanto avrei detto subito dopo che la bidella sarebbe uscita.

Infatti, ho ripreso a parlare subito, dicendo ai ragazzi che avevo notato un calo nei loro interventi e sorridendo ho detto, che l'insegnante stava soffrendo per ciò che alcuni dicono perché vorrebbe che tutti si ricordassero, che l'attività che stavamo facendo, non era valutativa, anzi ci serviva per capire quali sono i concetti che non hanno bisogno di essere rivisitati e quali no, e che era molto importante tirar fuori tutto ciò che si pensava, perché si presentava l'occasione di risistemare i concetti in modo piacevole e soprattutto confrontandoci.

Uno studente ha subito detto: "sì, ma lei non ci dà risposte, come facciamo a correggere ciò che sappiamo male?" l'insegnante, in quel frangente è stata molto brava perché ha detto queste parole:

"vedete ragazzi, io prima commentavo perché è come se foste figli miei e vi vorrei bravissimi, ma il bello dell'attività che faremo con lei è che correggeremo da soli, per "autocostruzione" dei saperi, per cui non dovete aver paura di parlare" ed io ho aggiunto: "anche perché mi avete detto delle cose molto interessanti ed ho pensato che è molto importante ciò che mi dite". A quel punto la docente ha detto agli studenti che ne avrebbe approfittato, visto che c'ero io in classe, per andare in segreteria a chiedere se avevano fatto la telefonata all'agenzia per la gita, chiedendo ai ragazzi il permesso di assentarsi qualche minuto. Abbiamo ripreso la conversazione e i ragazzi hanno partecipato molto più di prima, anche quando, dopo pochissimi minuti, la docente è rientrata.

#### DOPO LA CONVERSAZIONE CLINICA

Al termine della conversazione clinica io e la docente siamo usciti dalla classe, l'insegnante ha commentato dicendo che sinceramente si aspettava molto di più da alcuni di loro, aggiungendo: "hanno detto di quelle castrate! avrebbero dovuto sapere perché il DNA lo abbiamo fatto".

Capivo la delusione del docente, per cui mi sono sentita di incoraggiarla e tranquillizzarla dicendole che forse il modo nuovo che stava per intraprendere avrebbe potuto creare meno delusioni perciò aveva fatto bene a provare perché ciò che troviamo in realtà a volte non corrisponde alle nostre percezioni.

Ho poi rigirato a lei ciò che mi stava dicendo chiedendole una opinione: "secondo te perché si verificano queste cose?" l'insegnante non è stata in grado di rispondere, ma mi ha detto che ripensando ai questionari sui viventi e sulla materia che erano stati fatti e ai risultati ottenuti sulle prime e sulle seconde dopo che i temi erano stati trattati, non mi ha risposto come le prime volte: "tanti non studiano" ma, sorprendendomi: "forse hai ragione tu, bisogna provare a fare in modo diverso! Ma come? io spiego, discuto con loro, do materiali ecc..., cosa altro posso fare!? Pensavo che fosse solo un problema di Enzo, di Teresa, di Paolo, ma vedo che è anche mio, beh, sono curiosa di vedere concretamente ciò che proponi tu".

**Allegato 60. Le foto tratte dalle videoregistrazioni eseguite nella classe terza**



## Allegato 61. Alla scoperta degli organi sessuali delle piante

Ti sono state mostrate delle immagini di piante Monoiche e di piante Dioiche, dal testo puoi ricavare i significati.

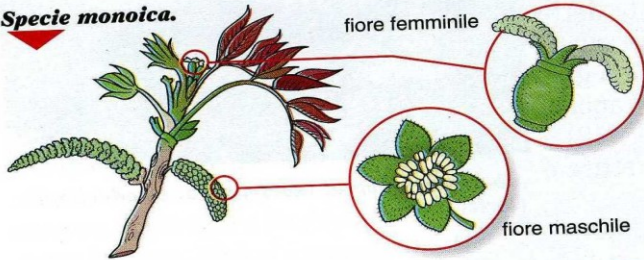
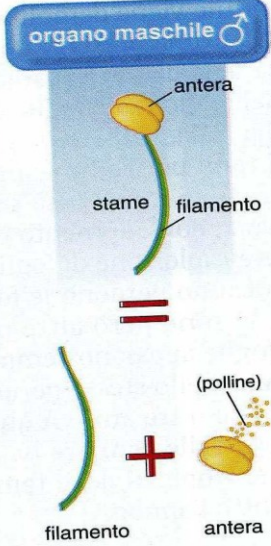
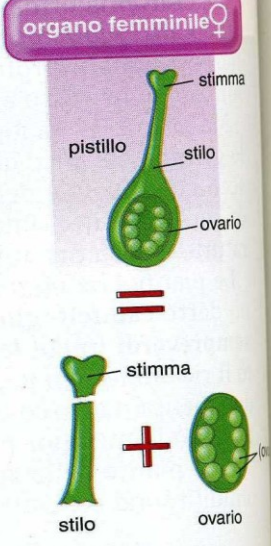
Quel che il gruppo deve fare lavorando è assolvere i due compiti:

1. Riportate di seguito con le vostre parole il significato di Pianta Monoica e di Pianta Dioica
2. Osservare la figura che schematizza un fiore. Riportare negli appositi spazi i nomi degli organi sessuali dei fiori e indicare se la figura rappresenta una Pianta Monoica o Dioica, o altro.

— gli **stami**, ossia gli organi maschili del fiore, sono formati da una parte allungata, il *filamento*, e da una parte ingrossata, l'*antera*, contenente il polline;

— i **pistilli**, ossia gli organi femminili del fiore. Il pistillo ha una forma a fiaschetto. Nella parte più bassa e allargata si trova l'*ovario* con gli *ovuli*, quindi lo *stilo*, mentre l'estremità del pistillo forma lo *stigma* e rappresenta l'apertura da cui entra il polline.

**Specie monoica.**

**Stami e pistilli si possono trovare:**

- sullo stesso fiore (*ermafroditismo*), che presenta sia stami che pistilli;
- su fiori diversi, uno con soli stami, uno con soli pistilli, ma sulla stessa pianta (*bisessualità*), come nel noce e nel nocciolo; la pianta si dice **MONOICA**,
- su piante diverse. In una pianta vi sono fiori solo femminili e in un'altra fiori solo maschili (*unisessualità*), come nel salice. La specie si dice allora **DIOICA**.

**► Monoica**  
Su un'unica pianta (da *monos* = unico e *oikos* = casa).

**► Dioica**  
Su due piante (da *di* = doppio e *oikos* = casa).

Sulla base del testo che è stato consegnato al gruppo, il gruppo **illustri**:

1. il significato di fiore ermafrodita riferendolo agli organi riproduttivi
2. che tipo di fiori avrà una pianta Monoica e che tipo di organi riproduttivi conterrà ciascun fiore
3. Se riferendosi ad una pianta sentite un botanico parlare di **bisessualità** a proposito della pianta in questione, illustrate che cosa intende dire il botanico con quelle parole riguardo alla pianta
4. Immaginate di essere in visita in un orto botanico e immaginate che riferendosi a un **salice** un botanico, che vi fa da guida, dice che la pianta in questione è **unisessuale** e che è **maschio**, illustra che cosa intende dire il botanico con la parola "unisessuale" riguardo alla pianta di salice.

### Risultati Compito di apprendimento 1

#### Gruppo 1

il significato di fiore ermafrodita riferendolo agli organi riproduttivi

Ermafrodita è un fiore che ha sia stami (antere con polline e filamento), sia pistillo (ovario con ovuli, stilo e stimma), quindi gli organi riproduttivi della pianta sono tutti e due insieme nel fiore.

2. che tipo di fiori avrà una pianta Monoica e che tipo di organi riproduttivi conterrà ciascun fiore

Conterrà fiori femmina e maschio, e il primo ha il pistillo, il secondo gli stami

3. Se riferendosi ad una pianta sentite un botanico parlare di bisessualità a proposito della pianta in questione, illustrate che cosa intende dire il botanico con quelle parole riguardo alla pianta

Che la pianta è monoica

4. Immaginate di essere in visita in un orto botanico e immaginate che riferendosi a un salice un botanico, che vi fa da guida, dice che la pianta in questione è unisessuale e che è maschio, illustra che cosa intende dire il botanico con la parola "unisessuale" riguardo alla pianta

Che la pianta è dioica

### **Risposte Gruppo 2**

1. il significato di fiore ermafrodita riferendolo agli organi riproduttivi

Ermafrodita è riferito al fatto che ogni fiore della pianta ha stami e pistillo nel mezzo della corolla.

2. che tipo di fiori avrà una pianta Monoica e che tipo di organi riproduttivi conterrà ciascun fiore

Conterrà fiori che hanno pistilli e fiori che hanno stami. I fiori sono maschio o femmina.

3. Se riferendosi ad una pianta sentite un botanico parlare di bisessualità a proposito della pianta in questione, illustrate che cosa intende dire il botanico con quelle parole riguardo alla pianta

Intende che la pianta ha attaccati ai rami fiori maschio e fiori femmina, quindi è bisex, porta sia uno che l'altro fiore.

4. Immaginate di essere in visita in un orto botanico e immaginate che riferendosi a un salice un botanico, che vi fa da guida, dice che la pianta in questione è unisessuale e che è maschio, illustra che cosa intende dire il botanico con la parola "unisessuale" riguardo alla pianta

Che delle piante del salice esistono piante maschio e piante femmine, che ciascuna pianta ha

solo un sesso, come negli umani per esempio, mentre le lumache sono ermafrodite cioè hanno tutti e due i sessi, quindi sono bisex.

### **Risposte Gruppo 3**

1. il significato di fiore ermafrodita riferendolo agli organi riproduttivi

ha stami formati da filamento e antere con polline, ha anche il pistillo formato da ovario con ovuli, stimma e stilo, perciò gli organi sessuali della pianta sono tutti e due inseriti in un unico fiore.

2. che tipo di fiori avrà una pianta Monoica e che tipo di organi riproduttivi conterrà ciascun fiore

Conterrà fiori maschio con filamento e antere con polline, Fiori femmina con pistillo formato da ovario con ovuli, stilo e stimma.

3. Se riferendosi ad una pianta sentite un botanico parlare di **bisessualità** a proposito della pianta in questione, illustrate che cosa intende dire il botanico con quelle parole riguardo alla pianta

*Che la pianta è bisex, perciò è monoica*

4. Immaginate di essere in visita in un orto botanico e immaginate che riferendosi a un **salice** un botanico, che vi fa da guida, dice che la pianta in questione è **unisessuale** e che è **maschio**, illustra che cosa intende dire il botanico con la parola "unisessuale" riguardo alla pianta

*Che la pianta è unisex perciò è dioica*

#### **Risposte Gruppo 4**

1. il significato di fiore ermafrodita riferendolo agli organi riproduttivi

*Ermafrodita ha stami in un fiore e pistilli in un altro, gli organi sessuali della pianta sono tutti e due portati da un unico fiore.*

2. che tipo di fiori avrà una pianta Monoica e che tipo di organi riproduttivi conterrà ciascun fiore

*Conterrà fiori maschio e fiori femmina con i propri organi sessuali che sono su una stessa pianta. Esiste quindi una **pianta bisex***

3. Se riferendosi ad una pianta sentite un botanico parlare di bisessualità a proposito della pianta in questione, illustrate che cosa intende dire il botanico con quelle parole riguardo alla pianta

*Lui dice che la pianta è di tipo monoico con fiori maschi e femmine insieme*

4. Immaginate di essere in visita in un orto botanico e immaginate che riferendosi a un salice un botanico, che vi fa da guida, dice che la pianta in questione è unisessuale e che è maschio, illustra che cosa intende dire il botanico con la parola "unisessuale" riguardo alla pianta

*Che la pianta è un tipo dioico cioè ha un solo tipo di sesso per ogni pianta, perciò ne abbiamo sempre una coppia(maschio e femmina)*

#### **Risposte Gruppo 5**

1. il significato di fiore ermafrodita riferendolo agli organi riproduttivi

*ha fiori che hanno stami e fiori che hanno pistilli, su una sola pianta, in uno stesso fiore.*

2. che tipo di fiori avrà una pianta Monoica e che tipo di organi riproduttivi conterrà ciascun fiore

*Sulla stessa pianta fiori maschio con filamento e antere, e fiori femmina con pistillo.*

3. Se riferendosi ad una pianta sentite un botanico parlare di bisessualità a proposito della pianta in questione, illustrate che cosa intende dire il botanico con quelle parole riguardo alla pianta

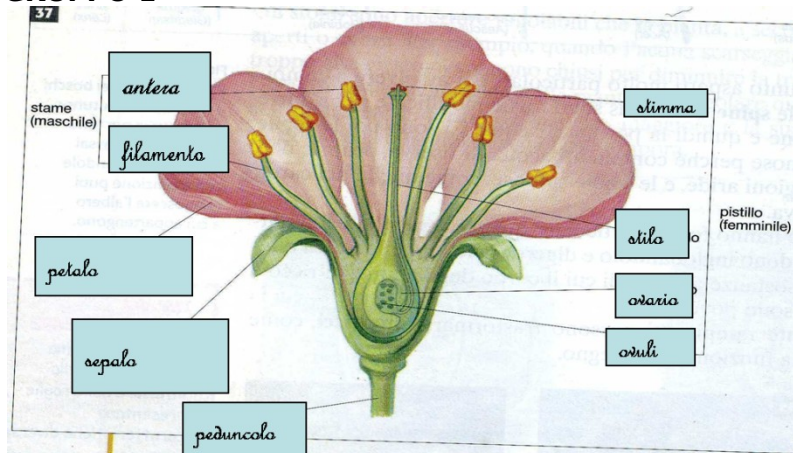
*Che una pianta presenta i due sessi( fiori maschio e fiori femmina)*

4. Immaginate di essere in visita in un orto botanico e immaginate che riferendosi a un salice un botanico, che vi fa da guida, dice che la pianta in questione è unisessuale e che è maschio, illustra che cosa intende dire il botanico con la parola "unisessuale" riguardo alla pianta

*Che la pianta è dioica a sessi separati come nei vertebrati( maschi sono con sesso maschile e femmine solo con sesso femminile)*

## Allegato 62. Risultati compito apprendimento 2.

### GRUPPO 1



Nella figura c'è solo il fiore e non la pianta quindi non sappiamo se la pianta è monoica o dioica, dovremmo avere la pianta per dirlo. Se ha su di essa fiori solo con stami e senza pistillo e fiori con solo il pistillo, è monoica, se no è dioica.

Vedendo questo fiore esso è ermafrodita cioè presenta stami e pistillo in un unico fiore.

### GRUPPO 2

Ti sono stati mostrate delle immagini di piante Monoiche e di piante Dioiche, dal testo puoi ricavare i significati.

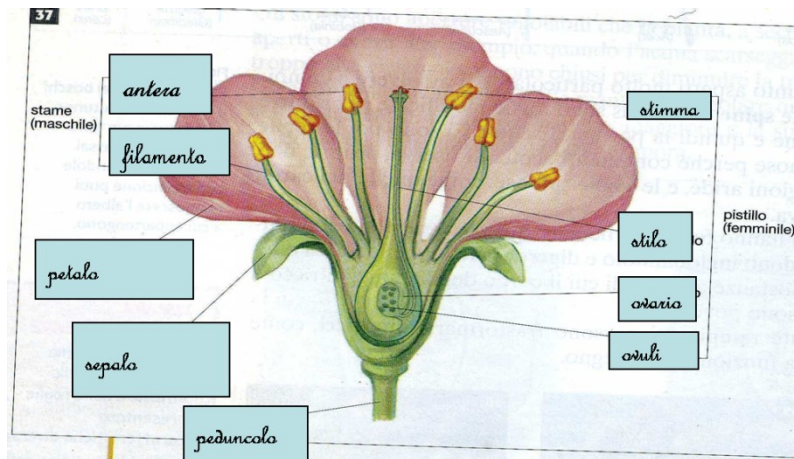
Quel che il gruppo deve fare lavorando è:

1. Riportate di seguito con le vostre parole il significato di Pianta Monoica e di Pianta Dioica

Monoica = pianta che ha fiori che hanno o solo stami o solo pistilli; i fiori si trovano sulla stessa pianta. Quindi la **pianta** è ermafrodita per i fiori. Essere ermafrodita per i fiori si dice **bisex**.

Dioica = presenta i fiori separati cioè, troviamo due piante della stessa: una con fiori solo maschi e una con fiori solo femmine. Queste piante sono **unisex**, quindi unisex per la botanica significa diverso da come noi intendiamo una maglietta unisex (che va sia per maschio che per femmine) qui significa o solo maschio o solo femmina.

2. Osservare la figura che schematizza un fiore. Riportare negli appositi spazi i nomi degli organi sessuali dei fiori e indicare se la figura rappresenta una Pianta Monoica o Dioica, o altro.



Nella figura non c'è la pianta. In base al fiore possiamo vedere questo: Se ha solo stami senza pistillo i fiori sono maschili, se ha solo il pistillo senza stami i fiori sono femminili (per esempio il Kiwi che bisogna piantare vicino una pianta maschio, di fiori senza pistilli, e una pianta femmina di fiori senza stami. Così significa dioica. Mentre se i fiori maschio e femmina sono sulla stessa si chiama monoica.

Il fiore della figura è *ermafrodita* o *bisex* cioè con stami e pistillo insieme nel fiore.

### Gruppo 3

Ti sono stati mostrate delle immagini di piante Monoiche e di piante Dioiche, dal testo puoi ricavare i significati.

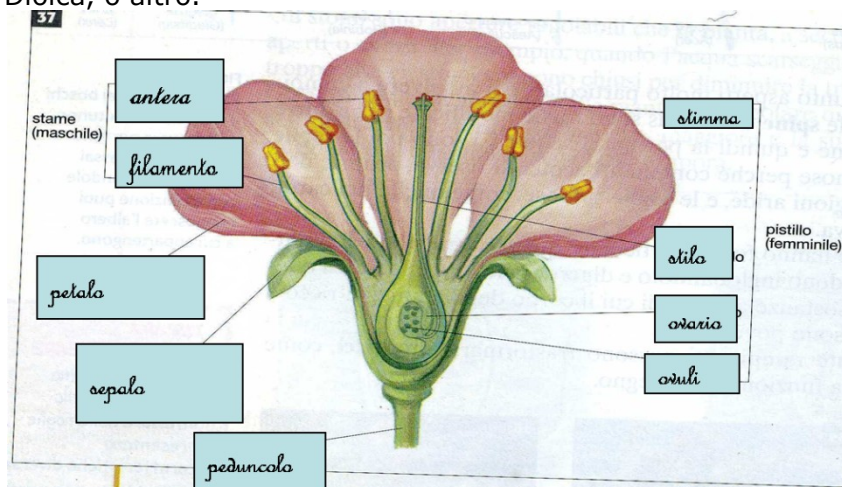
Quel che il gruppo deve fare lavorando è:

1. Riportate di seguito con le vostre parole il significato di Pianta Monoica e di Pianta Dioica

Monoica = pianta con fiori che hanno o solo stami o solo pistilli e stanno sulla stessa pianta.

Dioica = presenta due piante della stessa: una con fiori solo maschi e una con fiori solo femmine.

2. Osservare la figura che schematizza un fiore. Riportare negli appositi spazi i nomi degli organi sessuali dei fiori e indicare se la figura rappresenta una Pianta Monoica o Dioica, o altro.



Nella figura c'è solo il fiore non essendoci la pianta non possiamo rispondere se la pianta è monoica o dioica. Il fiore dell'immagine è ermafrodita perché presenta stami e pistillo in un unico fiore.

**Gruppo 1 (rifà il compito perché decide di non averlo fatto tutto)**

Monoica = pianta con solo stami o solo pistilli che stanno in fiori separatamente, ma i due tipi di fiori sulla stessa pianta.

Dioica = su una pianta ci sono solo stami o solo pistilli che stanno in fiori separatamente e separatamente in due piante che sono di sesso diverso.

Nella figura c'è solo il fiore potremmo dirlo se ci fosse la figura della pianta. Il fiore qui è **ermafrodita** perché presenta stami e pistillo in un unico fiore. Abbiamo scritto anche meglio prima, mettiamo la sintesi qui, **vedi prima**.

**Gruppo 4**

Ti sono state mostrate delle immagini di piante Monoiche e di piante Dioiche, dal testo puoi ricavare i significati.

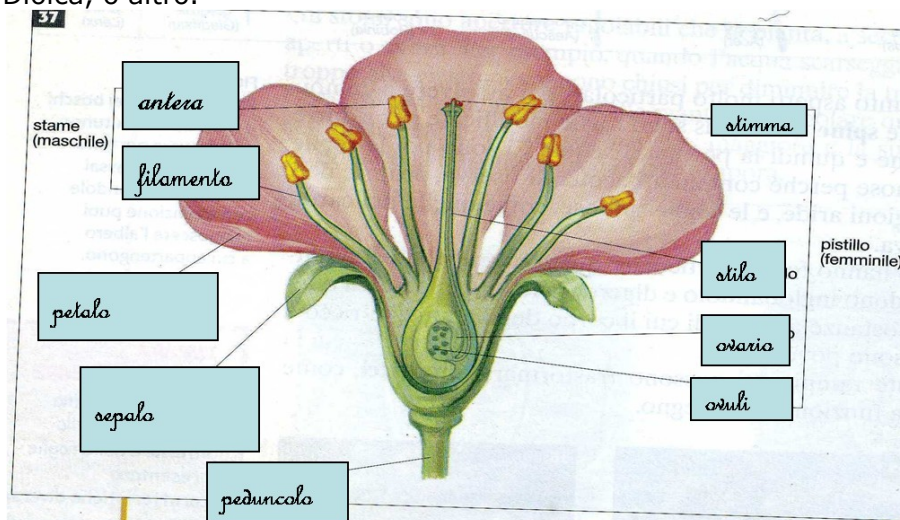
Quel che il gruppo deve fare lavorando è:

1. Riportate di seguito con le vostre parole il significato di Pianta Monoica e di Pianta Dioica

Monoica = C'è una sola pianta con fiori, i fiori maschio( con stami) sono separati dai fiori femmine(con pistillo) ma i due tipi di fiori sono su una.

Dioica = Ci sono due piante, su una pianta ci sono solo fiori maschio e su una solo fiori femmine.

2. Osservare la figura che schematizza un fiore. Riportare negli appositi spazi i nomi degli organi sessuali dei fiori e indicare se la figura rappresenta una Pianta Monoica o Dioica, o altro.



Il fiore è senza la pianta, quindi non si sa come è la pianta. Il fiore mostrato è **ermafrodita** perché presenta stami e pistillo nello stesso fiore.

**Gruppo 5**

Ti sono state mostrate delle immagini di piante Monoiche e di piante Dioiche, dal testo puoi ricavare i significati. Quel che il gruppo deve fare lavorando è:

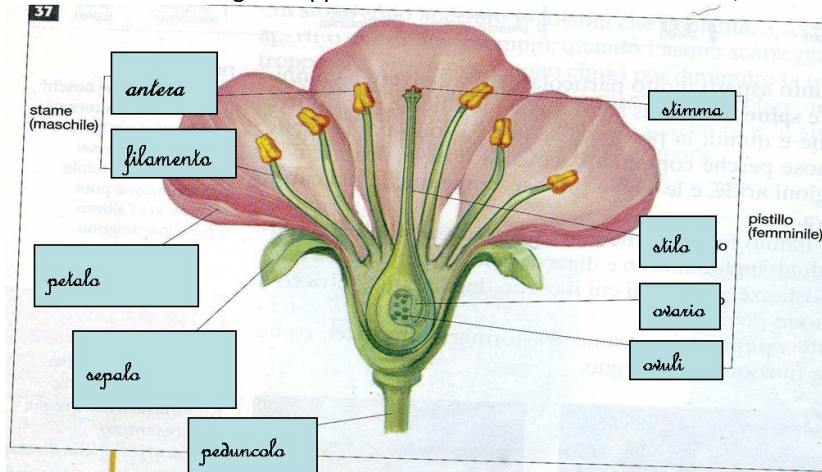
1. Riportate di seguito con le vostre parole il significato di Pianta Monoica e di Pianta Dioica



Monoica = nei fiori di una stessa pianta, separatamente ci sono solo stami o solo pistilli, quindi una sola pianta ha due tipi di fiori: fiori maschili e fiori femmine.

Dioica = ci sono due piante di sesso diverso, la pianta maschio con fiori maschio e la pianta femmina con fiori femmine.

2. Osservare la figura che schematizza un fiore. Riportare negli appositi spazi i nomi degli organi sessuali dei fiori e indicare se la figura rappresenta una Pianta Monoica o Dioica, o altro.



Vedendo solo il fiore non si può dire. Il fiore qui ha stami e pistilli insieme quindi è *ermafrodita*.

## Allegato 63. Risposte al problema posto dal gruppo 3

*ci siamo chiesti ...ma se le piante non camminano, come fanno a incontrarsi e a piacersi, per fare dei figli?*

Come possiamo fare per aiutare il gruppo 3 a darsi delle risposte?

Alcune idee:

cercare in internet immagini per capire con le parole chiave: "impollinazione piante"

cercare sul libro

chiedere ai nonni

ce lo spiega l'insegnante

Viene adottata la ricerca, per scelta degli studenti largamente condivisa, anche se potevano chiedere ai nonni e guardare il libro.

**I risultati ottenuti: gli studenti hanno cercato e selezionato le immagini seguenti come risposta al problema del gruppo 3.**



Impollinazione

Zoofila

SEMENTI E FRUTTI VOLANTI

"SAMARE" PLANANTI



Il grosso seme della Zaniaea si comporta come un deltaplano o come un aereo «tutto'ala» (ad esempio il bombardiere «invisibile» americano B-2); richiama invece il comportamento di un elicottero in «autorotazione», cioè con il motore spento, il seme del platano. La brattea del tiglio, infine, ha una forma particolarmente adatta per farsi trasportare dal vento lontano dalla pianta madre.



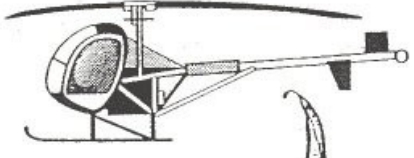
ZANONIA

"SAMARA"



ACERO

AUTOROTANTI



"SAMARE"

"BRATTEA"



FRUTTI DI TIGLIO



[www.photomazza.com](http://www.photomazza.com)



www.photomazza.com

“La Palmis (***Deckenia nobilis***), ha ricci gialli, simili a giganteschi baccelli, che cadono, non si sa da dove, lungo i sentieri questi grandi astucci spinosi proteggono le giovani infiorescenze pendule, e cadono appena queste si distendono ([www.photomazza.com](http://www.photomazza.com))”.

Abbiamo preso questa informazione perché abbiamo pensato che le piante nascondono in qualche modo i fiori che sono immaturi, mentre li rendono visibili a maturità, i colori, abbiamo pensato forse c'entrano, i profumi anche, perché così richiamano gli animali (es uccelli o insetti) che poi possono fare avvenire l'impollinazione. Molti hanno detto che è per questo che quando non sono maturi delle foglie verdi chiudono i fiori, molte piante da fiori, abbiamo collegato, che hanno i boccioli che prima sono verdi e si vedono poco e poi si aprono e si vedono i colori, abbiamo pensato che i fiori possono essere un richiamo di accoppiamento.

## **Allegato 64. Narrazione gruppi sull'attività organi riproduttivi delle piante**

### **Gruppo 1**

Quello che ci ha colpito è stato renderci conto che le piante sono come gli animali, hanno sessi di maschio e di femmine e molte anche se sono ermafrodite, hanno comunque fiori maschi e femmine nello stesso corpo, ci è sembrato un po' strano all'inizio, ma poi è diventato logico, e abbiamo cominciato a pensare che quando ci dicevano che fossero esseri viventi, si vedeva da questo anche, ma anche se alcuni lo sapevano della riproduzione, non era risaputo che hanno proprio sessi, allora abbiamo cominciato a sentirli un po' più vicini, diversi ma simili, come unitari. Abbiamo insomma pensato che possono avere anche altri modi di riprodursi, tipo da una parte si forma la parte intera, ma non lo abbiamo considerato così strano perché avendo scoperto i sessi, abbiamo pensato che sono ancora un po' come gli animali, se un gatto si taglia, la ferita si rimargina, così come un uccello( come ha sperimentato S col suo merlo), una lucertola che riforma la coda o l'uomo, quando ci tagliamo o ci fratturiamo, ci ricostruiamo intatti, noi a differenza delle piante non lo facciamo interamente la riproduzione, cioè non ricostruiamo tutto l'uomo, ma questa riproduzione "vegetale" si trova anche negli animali, questi sono i pensieri che abbiamo fatto.

### **Gruppo 2**

Abbiamo appreso che le piante possono avere sessi come gli animali, ma possono avere anche fiori maschili e femminili, quindi possono essere ermafrodite, ma in questo caso sono diverse dagli animali, per noi è stato importante e bello ciò che abbiamo sentito dai compagni, molti di noi non sapevano che anche gli animali possono essere ermafroditi, ma allora ci siamo detti, sono proprio viventi anche le piante.

### **Gruppo 3**

Nel nostro gruppo abbiamo discusso dopo aver sentito le discussioni generali e non ci è sembrato strano dei fiori maschi e femmine e né di ermafroditi di molte piante, alcuni compagni hanno le campagne e con coltivazioni e queste cose si fanno dai nonni, **ma ci siamo chiesti però ora, ma se le piante non camminano, come fanno a incontrarsi e a piacersi, per fare dei figli?** Ci sono segnali come gli animali? Ecco questo ci ha resi molto curiosi.

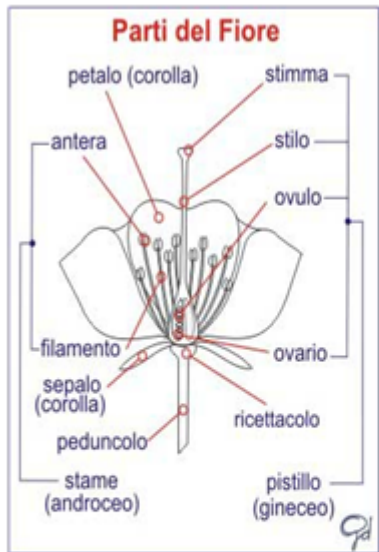
### **Gruppo 4**

Noi siamo rimasti un po' sbalorditi durante il compito e abbiamo discusso molto sul fatto dei sessi, perché tu quando pensi a un fiore, non lo pensi in quel senso. Siamo rimasti ancora più stupiti quando i nostri compagni hanno fatto vedere il fiore maschile il fiore femminile e il frutto del pino marittimo e lì abbiamo scoperto che c'è un legame tra i fiori e i frutti, che sono i fiori trasformati non lo avremmo mai pensato. Allora noi quando mangiamo un frutto, quello che facciamo è mangiare la trasformazione degli organi sessuali delle piante da frutto, la cosa ci ha fatto un po' ridere, ma abbiamo concluso che questa è la natura.

### **Gruppo 5**

Non abbiamo trovato molto su cui riflettere, perché sapevamo quelle cose, abbiamo solo fissato un po' meglio i nomi, perché molti di noi facevano confusione tra stame e pistillo, solo una ha detto che era un po' strano che le piante avessero fiori separati e pensarle con il sesso non era normale.

## Allegato 65. L'azione di previsione: incrocio crociato



Le piante possono riprodursi mediante impollinazione crociata o autofecondazione

Secondo voi come posso effettuare incroci controllati?

Ipotesi

1.....

2.....

In poche parole il problema che vi pongo è:

Ho due piante come quelle raffigurate, una a fiore bianco e una a fiore rosso, sono piante con fiori ermafroditi.

Come posso fare affinché il polline di una fecondi proprio il pistillo dell'altra?

Come posso impedire l'autofecondazione?

Come posso essere sicura che l'incrocio crociato parta da linee pure di piante a fiori bianchi e piante a fiori rossi?

### Condizioni di svolgimento dell'attività:

Gruppo 1, Gruppo 2 e Gruppo 3 seguito da insegnante

gruppo 4 e 5 (gruppi con meno competenze)seguito da me

## Allegato 66. Risultati attività incrocio crociato e narrazioni dei gruppi

GRUPPI SEGUITI DAL DOCENTE DELLA CLASSE

### Risultati G 1

#### Secondo Voi come posso effettuare incroci controllati?

1. Prelevo un po' di polline di fiore bianco e lo inserisco nell'ovario del fiore rosso.
2. prima privo la pianta degli stami tagliandoli dal fiore rosso e lasciando il pistillo.
3. poniamo in una serra i fiori bianchi e i fiori rossi perché così sono al riparo da insetti e vento.

### Risultati G 2

#### Secondo Voi come posso effettuare incroci controllati?

1. poniamo in una serra i fiori bianchi e i fiori rossi perché così sono al riparo da insetti e vento.
2. privo il fiore maschile dell'ovario e lascio gli stami
3. Privo il fiore femminile degli stami e lascio l'ovario
4. Prelevo un po' di polline di fiore bianco e lo inserisco nell'ovario del fiore rosso.

### Risultati G 3

#### Secondo Voi come posso effettuare incroci controllati?

1. Prelevo un po' di polline del fiore bianco e lo inserisco nell'ovario del fiore rosso,
2. Privo la pianta dal fiore rosso di polline, cioè taglio gli stami del fiore rosso.
3. pongo in una serra i fiori bianchi e i fiori rossi per evitare che insetti e vento possano trasportare polline

GRUPPI SEGUITI DAL RICERCATORE

### Risultati G 4

**Secondo Voi come posso effettuare incroci controllati?** Abbiamo chiesto alla prof che ci segue che cosa dovevamo fare, lei ci ha risposto di leggere assieme e di dire secondo noi cosa ritenevamo di dover fare. ... ha chiesto alla prof. Carrozza come facevamo a sapere ciò che il problema ci chiede, e cioè come fare la "fecondazione crociata", senza che lei ce lo spiegasse.

La prof ha risposto che nemmeno Mendel lo sapeva, che ha "pensato" ed ha "inventato" un modo, e che lei pensava che anche noi potevamo pensare e potevamo "inventare" qualche "stratagemma" per risolvere un "vecchio problema" e che bastava fare ricorso a ciò che sapevamo. Ecco, abbiamo detto che era strano che questa prof pensava che sapevamo, mentre la nostra ci diceva che non sapevamo e che dovevamo imparare. Questo era un po' strano.

La prof si è spostata nell'altro gruppo, dove il mio amico.... e la mia amica.... erano più sorpresi di noi per la "strana" richiesta. Noi abbiamo continuato senza di lei e abbiamo cominciato ad avere idee quando.... ha detto, "mio nonno, per fare il miele di un tipo di fiori, li porta nella serra e lascia che le api possano usare solo quei fiori"; ... dice subito, di aver capito e aggiunge che "forse per impollinare con ciò che si vuole, dobbiamo , separare le specie, ha usato la parola: isolare". E così ci è tornato in mente il lavoro prima e abbiamo detto, "ma sì, il vento e gli animali possono portare il polline da una parte o dall'altra e se non voglio quello devo proprio isolare".

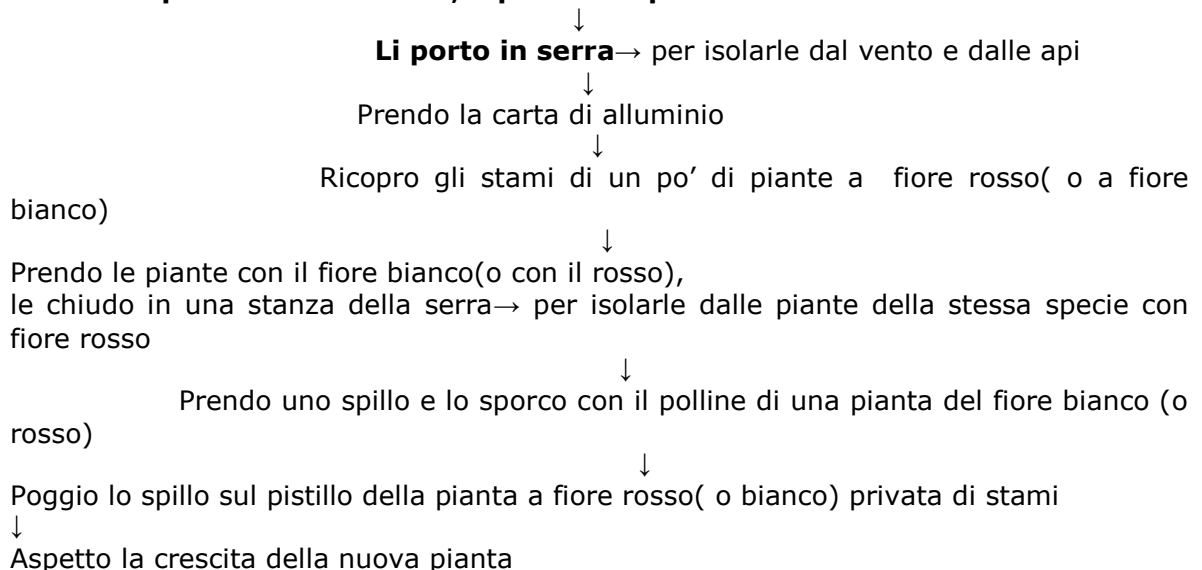
In quel momento arriva la prof di nuovo. Noi abbiamo detto ciò che avevamo pensato perché ce lo ha chiesto, e lei subito, rivolta a tutto il gruppo, ripete esattamente il nostro pensiero, con le stesse parole e poi ci chiede: gli altri cosa ne pensano? ...dice che secondo lui isolare i fiori non basta perché quelle piante, come c'era nel disegno, contenevano sia "spermatozoi che uova" e che comunque gli spermatozoi dello stesso fiore potevano entrare nell'ovaio dello stesso fiore e quindi che crociata era quella fecondazione? "Possiamo però ricoprire gli stami con la carta d'alluminio, il domopac" dice..." in questo modo il polline non può cadere nell'ovario del fiore". La prof che sembrava muta, si sveglia e dice subito: "voi cosa pensate di questo"? Noi abbiamo risposto che era una buona idea e che si poteva fare, poteva funzionare. La prof ci ha



subito detto di metterci d'accordo e di scrivere ciò che avevamo pensato di fare, noi volevamo sapere se era giusto e lei ci ha risposto: "è giusto ciò che si pensa considerando i pro e contro, e considerando il vantaggio e lo svantaggio delle alternative", ce lo ripeteva sempre!. Cosa volesse dire? non lo abbiamo capito subito, e ci siamo guardati "straniti", ma dopo qualche minuto...ha detto: "ma sentite un po', abbiamo pensato ad un fiore solo, ma dobbiamo averne due, uno bianco e uno rosso che dobbiamo, come si dice? "ibridare"?... "fecondare", "crociare"; "ma va là" dice ..."si dice: fecondazione incrociata"... "no, sul foglio c'è scritto "fecondazione crociata";... "Si, va bene, come si chiama lei, ma dicevo ad esempio, del primo fiore incappucciamo gli stami, e il secondo lo lasciamo così?". ..."Già e il secondo?". La prof che si era allontanata, ed era andata nell'altro gruppo, è ritornata in quell'istante e ha detto"... e tu cosa pensi? Ragazzi non vi interessa sapere cosa pensa...? "Già, la prof non c'era stata per un po' ma era vero,...non aveva mai parlato e allora proprio io che registravo mi sono fermato ed ho detto che "mi interessava" e tutti mi hanno dato ragione. ... è rimasto muto per qualche minuto, e dopo è sbottato "che discorsi, certo che ho due fiori e tutti e due ermafroditi, ma da uno posso prendere il polline, posso fare cioè da "ape" e lo posso portare nell'ovaio del fiore a cui ho tappato gli stami, per cui l'altro mi serve solo perché prendo il polline, se un po' di questo cade nell'ovario suo che ci importa?, io credo che dobbiamo fare come l'ape". ..."si, da ape...e come faccio?". ... dice: "trovato! Con uno spillo, con un tubicino! Posso prendere la polverina gialla, in molti fiori è gialla, io l'ho toccata, mi sono sporcato il dito, se ci metto lo spillo o un tubicino sottile, sporco lo spillo e poi posso sporcare di polline il "fiaschetto"no? ... "Pistillo, si chiama pistillo!" ..." si va beh, ...la perfettina, si chiama pistillo!". La prof. "allora che vi pare?Siete tutti d'accordo?". Eravamo d'accordo che "il modo" che avevamo "inventato" potesse funzionare e come dice la prof di italiano il nostro "tema" era "pertinente e coerente con la traccia". La prof Carrozza ci ha detto di inventarci un modo per esprimere ciò che avevamo pensato, un modo cioè per ricordare tutte le azioni che avevamo pensato, allora ora avevamo capito che potevamo inventare e ci piaceva; e noi abbiamo pensato di fare uno schema delle azioni. Mentre facevamo lo schema, ... la perfettina ha detto: "ma li lasciamo fuori quei fiori? E il vento? E le api vere?". ... ha detto: "vero, dobbiamo mettere tutto in serra, la serra ci vuole, una serra con le zanzariere"

#### **Schema Gr. 4**

##### **Prendo le piante a fiore rosso, e prendo le piante a fiore bianco**



## Risultati G 5

### Secondo Voi come posso effettuare incroci controllati?

In natura può accadere che è probabile se si mettono fiori diversi vicini può accadere un'impollinazione crociata.

Avevamo risposto così alla domanda che ci è stata fatta. Ma poi la prof. Carrozza è arrivata a chiederci cosa avevamo pensato e... ha subito detto che c'era poco da pensare, perché in natura può accadere la fecondazione crociata e lo abbiamo scritto sulla fotocopia. La prof. ha subito detto che forse era meglio che leggessimo il compito tutti insieme perché c'era qualcosa che non le tornava.

Ci ha detto di leggere individualmente il testo sottolineando le cose importanti e le parole che non conoscevamo, e che ci dava cinque minuti per fare questo. Dopo cinque minuti ciascuno diceva all'altro quello che aveva capito, anzi ci ha chiesto di dire subito chi voleva essere il primo a dire cosa aveva capito, con un po' di timidezza mi sono proposto. Abbiamo fatto come diceva la prof. e in realtà ci siamo resi conto che avevamo capito male. La cosa che ha fatto scattare la molla è stata la domanda di... che ha chiesto alla prof. Carrozza se la frase: "le piante con fiori possono riprodursi mediante impollinazione crociata o mediante autoimpollinazione è una affermazione che lei fa o dobbiamo rispondere alla domanda?". La prof girandosi a tutti noi ha detto: "e voi cosa dite?"... ha subito risposto che secondo lui era una affermazione e gli altri erano d'accordo. A quel momento è stato chiaro che avevamo capito male e avevamo risposto a quella che pensavamo fosse una domanda.

Allora abbiamo cominciato a capire che dovevamo risolvere il problema: "come poter fare incroci controllati?" che poi veniva ripreso nella parte a lato che diceva: "**ho due piante come quelle raffigurate, una a fiore bianco e una a fiore rosso, sono piante monoiche. Come posso fare affinché il polline di una fecondi proprio l'ovario dell'altra? Come posso impedire l'autofecondazione? Come posso essere sicura che l'incrocio crociato parta da linee pure di piante a fiori bianchi e di piante a fiori rossi?**" Quindi prima ci eravamo impaperati.

La prof. ci aveva detto di sottolineare le parole che non sapevamo e poiché lei era vicino abbiamo detto: cosa significa **monoica**? La prof ha subito risposto: "secondo voi come posso fare per sapere?" e..."guardiamo sul vocabolario" e ... "che noia non può dircelo lei?" e ..."ma possiamo chiedere a ..., lui lo sa di sicuro, ...è forte, sa tutto! Possiamo Prof?" e la prof. "dovete decidere voi, se vi fidate di ciò che dice... fatelo pure. ... ci ha detto che "monoica voleva dire che la pianta aveva nel fiore gli organi femminili e maschili, come nel disegno, cioè che era ermafrodita; e ci è venuto in mente che l'avevamo detto quando avevamo conversato tutti con la prof. Carrozza la prima volta. Noi non ce lo ricordavamo. Così avevamo capito che il problema voleva che risolvessimo il caso di come fare per far avvenire la fecondazione crociata ed essere sicuri che solo le piante del colore rosso e bianco si scambiassero le cellule fecondatrici.

Ma ...ha subito sollevato un dubbio: che per vedere veramente cosa veniva fuori da quell'incrocio, bisognava essere certi che le piante dal fiore rosso e le piante dal fiore bianco fossero "razze pure" perché ad esempio se non lo erano poteva venire fuori qualcosa di inaspettato. Su questo però ... e ... hanno detto che non c'entrava nulla con il problema che ci aveva posto la prof. perchè noi dovevamo solo dire come fare ad essere sicuri che il fiore della pianta rossa impollinasse il fiore della bianca o il contrario, non che cosa veniva fuori dal loro incrocio! Anch'io ero d'accordo; ... che è molto testarda ha ribattuto che dovevamo dare una occhiata all'ultima domanda del problema scritta sulla casella a lato perché questa chiedeva esattamente: "**Come posso essere sicura che l'incrocio crociato parta da linee pure di piante a fiori bianchi e di piante a fiori rossi? E quindi che dovevamo pensare anche a questo**". Per cui sotto gli occhi della prof. che rimaneva muta, abbiamo deciso di pensare prima a come fare e poi a cosa potrebbe venir fuori, perché dopo aver riletto abbiamo dovuto ammettere che ... aveva ragione, meno male che è stata testarda!. Mentre stavamo proprio per mollare perché non ci veniva in mente nulla e la prof. Carrozza per non aiutarci si era spostata( secondo noi lo faceva apposta per farci fondere il cervello! Lo abbiamo pensato tutti), abbiamo notato che gli stami hanno uno

stelo e una specie di testa. "E se strappassimo lo stelo come si fa con un petalo? In un fiore rimarrebbe solo l'ovario che potremmo impollinare con il polline dell'altro fiore" ha detto... Ma ... ha detto subito: "e come lo vediamo? Uno stame è piccolo!"; "...però possiamo usare una lente di ingrandimento, e possiamo usare le pinzette per togliere i peli delle sopraciglia, se prende i peli e li strappa, secondo me strappa anche gli stami". Siamo stati tutti d'accordo che così poteva funzionare, e siamo stati soddisfatti di aver trovato lo stratagemma. Ma ... ad un certo punto quasi urla e dice: "fermi tutti" ma il fiore che abbiamo è ermafrodita, e ...ci ha detto che la pianta è monoica, quindi ha o solo fiori maschio o femmina, non può avere fiori ermafroditi, ecco che...ha sbagliato! Facevamo bene a controllare, ecco che ora ci vado, non dobbiamo fidarci ma controllare! Dopo un po' torna e dice "ecco cosa ho trovato, ho cercato su molti siti e tutti dicono questo: Una specie è monoica se una singola pianta porta i fiori solo maschio o solo femmina, mentre una dioica è fatta da due sessi, pianta maschio e pianta femmina, in questo caso abbiamo fiori ermafroditi, come si chiama la pianta? Monoica o no? ... Dice subito che lui aveva fatto bene a cercare e che era contenta che aveva chiarito, ma che non c'entrava molto con il compito ora, perché il compito parlava di fiore ermafrodita e quindi non capiva che cosa c'entrava. Abbiamo detto tutti che era vero. Ma mentre eravamo contenti,...dice: " ma, ad un fiore strappiamo gli stami e lasciamo il pistillo e all'altro non gli facciamo nulla? Lo lasciamo intero? Qualcosa dovremo pur fare!" lei era già tornata al problema e noi maschi eravamo ancora al fermi tutti! e l'altra mia amica ... subito dice "lo lasciamo così, tanto dobbiamo solo prendere il polline l'ovario può restare pure lì, anche se poi viene impollinato che ci importa?, noi dobbiamo portare il polline del bianco sull'ovario del rosso, o il contrario, e lo prendiamo e lo portiamo". Tutti siamo stati d'accordo che uno dei fiori poteva rimanere intero, quello che donava il polline". Abbiamo chiamato la prof. Carrozza e glie lo abbiamo detto, lei era contenta di ciò che avevamo deciso, e ci ha detto di concentrarci ora su come fecondare il fiore a cui avevamo tolto gli stami. Infatti ora avevamo un fiore solo con l'ovario e senza stami, come portare il polline dell'altro fiore? La cosa non era finita! ... ha detto: "ci servirebbe un cucchiaino"; "... ma no, è grande un cucchiaino, le api si posano e si sporcano le zampe che sono sottilissime, come si fa con un cucchiaino?"; ... ci vuole qualcosa di piccolo, un ago, uno stuzzicadenti! Si può fare con uno stuzzicadenti!; ..."E se provassimo con un pennellino da trucco? Io quando mi trucco, prendo la polvere del colore con il pennellino mignon e poi soffio per non metterne tanto, la polvere vola, e il polline è polvere! potremmo fare così: prelevare con il pennello il polline del fiore, mettiamo del fiore bianco, portarlo poi vicino all'ovario del fiore rosso e soffiare per farvi cadere il polline, cosa dite?". Abbiamo detto tutti di sì e così di nuovo abbiamo chiamato la prof Carrozza che ci ha detto soddisfatta di fare uno schema, inventandocelo, di ciò che avevamo pensato stando attenti a scrivere con attenzione tutti i passi, ci ha consigliato di aiutarci a stare attenti perché eravamo stati davvero bravi. Per l'ultimo problema, quello del controllo che le linee fossero pure, abbiamo pensato di fare come con i cani o i gatti: molte autoimpollinazioni, mettendo le piante pure al sicuro in stanze separate, per esempio, di una serra.

### **Schema Gr. 5**

#### **Materiali:**

pianta a fiori rossi e pianta a fiori bianchi  
pinzetta per togliere le sopraciglia,  
lente di ingrandimento

#### **Procedimento**

Dalla pianta a fiore bianco con la lente di ingrandimento si scoprono gli stami, con la pinzetta e delicatamente si strappano tutti gli stami e si lascia solo il pistillo, con un pennello prendiamo lo stame del fiore rosso e portiamo il pennello vicino, vicino all'organo femminile del fiore bianco, soffiando delicatamente per impollinare il pistillo con il polline.

## **Allegato 67. Diario della Discussione in intergruppo: i risultati dei lavori svolti dagli studenti sull'incrocio crociato**

Nella terza ora di lezione gli studenti sono stati invitati a esporre i loro risultati oralmente, ogni gruppo esponeva ciò che aveva pensato e rispondeva ad una serie di domande che ponevo, se non sapeva rispondere lo dichiarava e aspettava ad ottenere la risposta, eventualmente, alla fine, se nessun gruppo riusciva a darla.

### **Secondo Voi come posso effettuare incroci controllati?**

#### **Risultati G 1**

1. Prelevo un po' di polline di fiore bianco e lo inserisco nell'ovario del fiore rosso.
2. prima privo la pianta degli stami tagliandoli dal fiore rosso e lasciando il pistillo.
3. poniamo in una serra i fiori bianchi e i fiori rossi.

Alla domanda: come prelevo il polline dal fiore bianco?→il gruppo non risponde

Alla domanda: e all'altro fiore, quello bianco, cosa faccio?→ il gruppo risponde che preleva il pistillo.

Alla domanda: perché dobbiamo porre in una serra i fiori bianchi e i fiori rossi?→la prof di scienze ha detto così mentre parlavamo

#### **Risultati G 2**

1. poniamo in una serra i fiori bianchi e i fiori rossi perché così sono al riparo da insetti e vento. Li separiamo in stanze diverse della serra.
2. privo il fiore maschile dell'ovario e lascio gli stami
3. Privo il fiore femminile degli stami e lascio l'ovario
4. Prelevo un po' di polline di fiore bianco e lo inserisco nell'ovario del fiore rosso.

Alla domanda: Perché dobbiamo separare i fiori in stanze diverse della serra?→il gruppo non risponde

Alla domanda: Perché e come private l'ovario e gli stami dei fiori? → perché per fecondare in modo crociato e controllato un fiore deve essere senza stami e uno senza pistillo. Come fare a privare, con la prof non lo abbiamo spiegato.

Alla domanda: come prelevo il polline? → il gruppo conferma di non aver spiegato con la prof di scienze

#### **Risultati G 3**

1. Prelevo un po' di polline del fiore bianco e lo inserisco nell'ovario del fiore rosso,
2. Privo la pianta dal fiore rosso di polline, cioè taglio gli stami del fiore rosso.
3. pongo in una serra i fiori bianchi e i fiori rossi per evitare che insetti e vento possano trasportare polline

Alla domanda: come prelevo un po' di polline?→gli allievi rispondono che hanno parlato con la prof di scienze di prelevare, non come, perciò non sapevano.

Alla domanda: perché lasciate il pistillo del fiore bianco insieme allo stame? →i ragazzi sono un po' disorientati e poi rispondono che in realtà non avevano pensato al pistillo ma solo agli stami. Poi guardano la prof di scienze.

Al gruppo 4 e 5 non sono state poste, perché il diagramma di flusso e il protocollo sperimentale che avevano ideato, motivava tutti i passaggi che gli altri tre gruppi non sapevano ben motivare.

alla fine del lavoro ho presentato agli studenti la procedura che ha utilizzato mendel facendo loro vedere la seguente immagine, che non ho commentato, ma ho fatto commentare ai ragazzi, le cose notevoli sono state:

il sostegno che i "bravi" (secondo la prof) hanno dato ai due gruppi che prodotto il lavoro completo e giustificato punto per punto, riconoscendo e sottolineando l'analogia tra la loro e la procedura di mendel

il riconoscimento esplicito dato ai compagni "dell'originale" lavoro fatto.

Vi è stato un letterale urlo di gioia da parte dei due gruppi che hanno riconosciuto valida la loro procedura e un applauso fatto dagli altri al loro lavoro. l'emozione è salita molto tanto che alcuni di loro mi si sono stretti intorno toccandomi le braccia.

## Allegato 68. Presentazione agli studenti della modalità di incrocio crociato messa a punto da Mendel

**Figura 10.3**

**Procedura dell'incrocio di piante di pisello.**

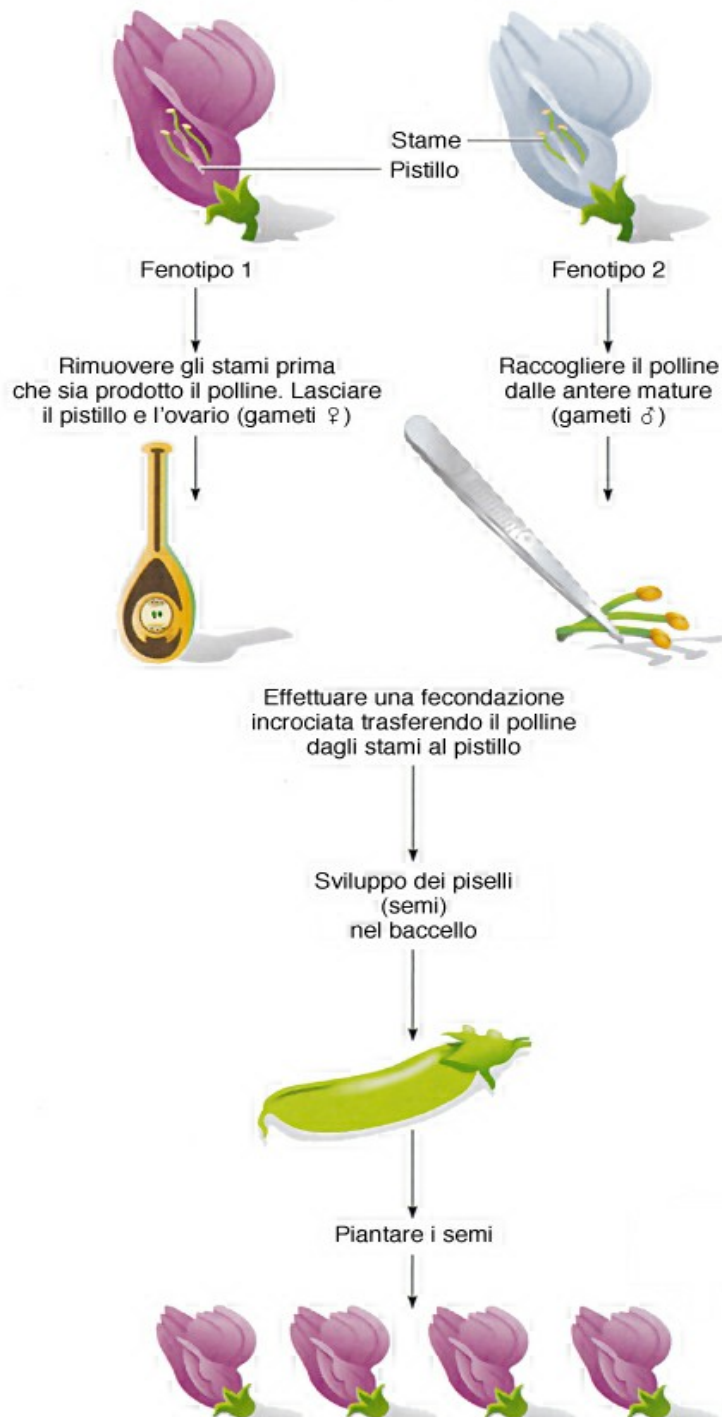


Immagine da Robert J. Brooker, GENETICA analisi e principi, Zanichelli

## **Allegato 69.    Pagine di Diario del ricercatore dopo l'attività di incrocio crociato**

### **Problema Impollinazione crociata**

Ho seguito i due gruppi di studenti, e le loro reazioni di fronte alla proposta. Gli studenti hanno manifestato apertamente la perplessità al fatto che:

parlavo poco ed ero invece molto disposta ad ascoltarli

continuavano a ripetere più volte tra loro, cercando di farlo a voce bassa ma non ci riuscivano, che cosa ci stessi a fare lì se non spiegavo le cose, spesso ho dovuto rassicurarli che avevo fiducia del fatto che ci sarebbero riusciti solo pensando alle cose che sapevano, di cui avevano esperienza.

Quando hanno capito che dovevano prestare attenzione al fatto che quando qualcuno diceva qualcosa di importante richiamavo la loro attenzione, hanno cominciato ad ascoltarsi di più chiedendo conferma di ciò che l'altro esprimeva al compagno stesso, spostando l'attenzione da me.

Osservavo però di tanto in tanto avvicinandomi ai gruppi in cui era l'insegnante, lei continuava a raccomandarmi di non mollare gli altri, quelli affidati a me. La cosa che potevo notare era il fatto che l'insegnante parlava troppo, non sentivo molto la voce degli studenti, mentre li vedevo molto scrivere.

### **Dopo la presentazione dei ragazzi**

Posso registrare due momenti significativi, il primo con l'insegnante e il secondo con 4 studenti dei gruppi che avevo seguito che mi hanno rincorso durante la sosta pranzo mentre andavo via ed erano in cortile.

#### **Con l'insegnante:**

mi ha manifestato la sua incredulità di fronte ai risultati e mi ha detto che era incredibile quanto era accaduto, *"è incredibile, non credevo ai miei occhi, pensa un po' i gruppi "così così" che risolvono il problema meglio degli altri"*, continuava a chiedermi *"cosa gli hai detto? Cosa hai fatto per farli arrivare lì?"*. Mi ha detto ancora: *"eppure ti ho vista quasi sempre zitta, mentre io ero così affannata"* E poi: *"Quello che mi ha stupita è il fatto che i due gruppi hanno prodotto cose diverse relative alla registrazione dei risultati, uno quasi un diagramma di flusso, l'altro un protocollo di esperienza"* dichiarò apertamente che non avrebbe mai pensato che uno dei due gruppi avrebbe pensato al protocollo ricordando ciò che poche volte avevano fatto in laboratorio in seconda. Non ho detto alla docente che semplicemente li avevo lasciati liberi, ma ho solo chiesto: *"tu che pensi sia successo? Cosa hai ricavato dalla presentazione dei ragazzi?"* e la docente mi ha detto queste testuali parole, a cui ho chiesto conferma perché rimanessero bene impresse nella mia mente, in modo da poterle scrivere subito: *"non so, non ho ancora chiaro tutto, ho la testa che mi ronza e non è una bella sensazione, mi sentivo sicura, ma, vedremo devo pensare un po', ora però non è il caso"* La conversazione si è chiusa con la mia proposta di scambiarsi i gruppi per vedere come poteva funzionare alla prossima attività.

#### **Con i ragazzi**

Stavo andando via durante la pausa pranzo, i ragazzi a mensa mangiano in due turni, il primo turno alle 12.45 e poi aspetta il rientro a scuola nel cortile. Proprio lì sono stata raggiunta dagli studenti. Erano in quattro, a cui ho chiesto come era andata l'attività e che cosa pensavano. Uno di loro mi ha subito detto queste parole: *"forte, prof, a me è piaciuta perché ho potuto pensare a ciò che so, non c'erano cose che non capivo, e sembrava normale, si la scienza sembrava normale"*.

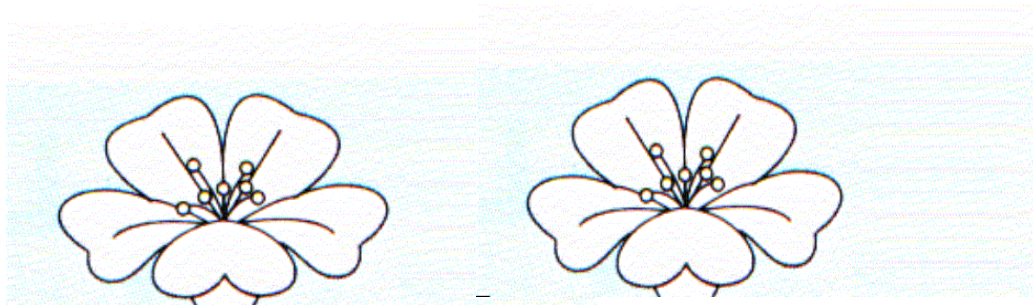
*"cioè?"*, si insomma ho capito cosa ha fatto Mendel perché ci ho pensato, alle cose che si fanno di solito usando la testa". *"Voi cosa dite?"*, a queste parole c'è stata una risata e quando ho chiesto il motivo mi hanno chiesto scusa pensando di avermi offesa, poi quando hanno capito che ero solo curiosa di sapere hanno detto che avevano notato un modo diverso, e che il mio modo li faceva parlare di più. Alla fine una ragazza mi dice, *"prof, non avrei mai pensato che il mio pennellino per il trucco mi avrebbe fatto risolvere un problema di impollinazione crociata, grazie, prof, oggi scienze mi è piaciuta, faremo ancora così, vero?"* e alla mia domanda: *"così come?"* la ragazza mi ha risposto: *"che lei sta zitta e che parliamo noi, io mi annoio meno e mi diverto di*

più”, nel salutarli ci ha raggiunto anche il “registratore”, così lo hanno chiamato i compagni, che mi ha detto che sarei stata contenta, perché aveva scritto tutto, anche come io avevo detto tutto ciò che li aveva stupito, poi ha aggiunto: “non si arrabbi se l’abbiamo chiamata “muta”.

## **Allegato 70. Gli incroci di Mendel**

Incrocio parentale

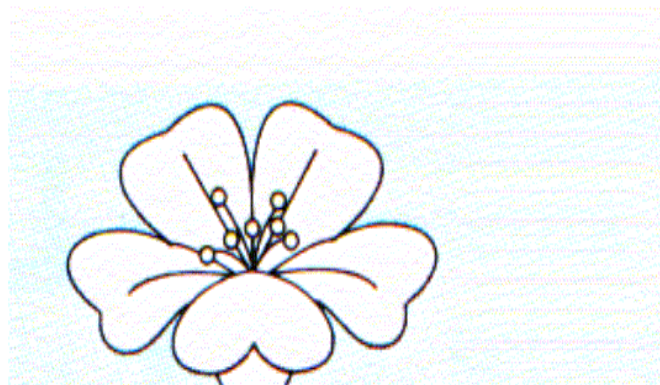
**FIORI BIANCHI x FIORI BIANCHI**



**Fiore bianco**

x

**Fiore bianco**

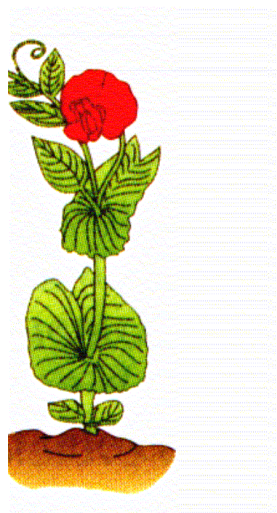


**F1**

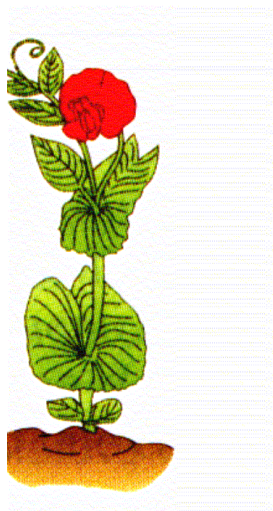
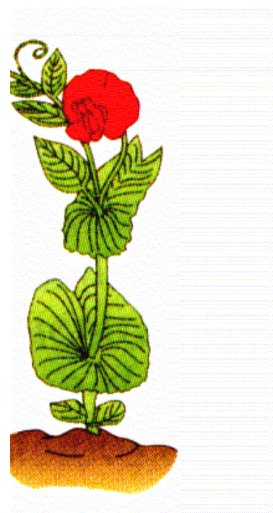
**Tutti Fiori bianchi**

per quanti incroci si facessero

**P: FIORI ROSSI X FIORI ROSSI**



X



**F1: TUTTI A FIORI ROSSI**



## **Allegato 71. Compito di apprendimento su incroci mendeliani e linee guida**

Compito di apprendimento Attività incrocio monoibrido di due linee pure con carattere "colore del fiore" differenti.

**Ti viene fornito un problema relativo agli incroci che Mendel effettuò per scoprire le regole dell'ereditarietà di alcuni caratteri nella pianta di pisello.**

**Quel che devi fare è:**

1. confrontarti in gruppo e produrre delle possibili ipotesi riguardo al comportamento del carattere bianco
2. Cioè il gruppo deve **prevedere** che cosa può essere successo al carattere bianco durante l'incrocio di piante "pure" a fiori rossi e piante "pure" a fiori bianchi
3. Dopo aver formulato un'ipotesi di previsione il gruppo deve proporre un metodo di procedura per verificare ciò che hai previsto.

**4. Per facilitarvi la risoluzione del problema potete utilizzare le linee guida sotto riportate se le ritenete utili ad aiutarvi a risolvere il problema.**

### **Linee Guida**

Quali domande deve porsi il gruppo per riuscire a risolvere il problema?

Queste domande devono essere relative a quali aspetti fondamentali per la risoluzione?

Produrre una schematizzazione potrebbe aiutare il gruppo? Se sì, in che modo potremmo farla?

Allegato...Scheda consegnata agli studenti:

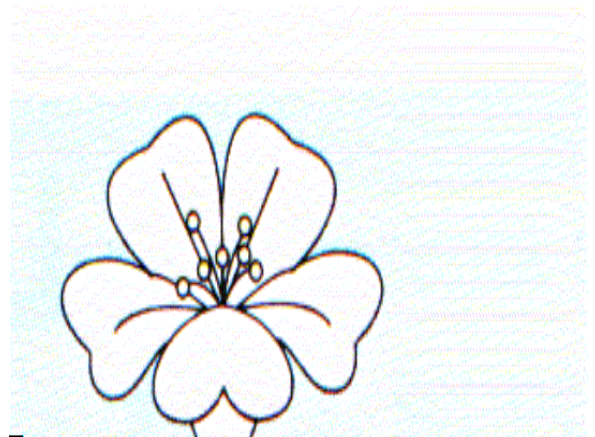
Quali conoscenze abbiamo riguardo a ciò che il problema ci chiede?

Previsioni formulate dal gruppo: .....

Come fare per verificare se la previsione è corretta?

Quale ragionamento complessivamente ha fatto il gruppo?

## Allegato 72. Previsione sul carattere “bianco”



Fiore rosso  
Linea Pura

X

Fiore bianco  
Linea Pura



Generazione  
F1

Tutti Fiori ROSSI

Problema:

Che fine ha fatto il carattere  
bianco?

Come fare per sapere?

## Allegato 73. Risultati Lavori di gruppo relativi alla scheda guida e alla previsione dell'incrocio monoibrido

### Allegato...Risultati Gruppo 1

*Quali domande deve porsi il gruppo per riuscire a risolvere il problema?*

*La prima domanda è: che cosa sappiamo dei fiori e la riproduzione*

*Queste domande devono essere su "quali aspetti fondamentali per la risoluzione?" e cioè devono basarsi "Ai dati che il problema ha già nel testo", per esempio devono essere sugli incroci, infatti il problema ci dice cosa succede, cioè il risultato, se incrocio piante che sono pure con fiori rossi tra loro e piante "pure" con fiori bianchi tra loro, che succede. Quindi devono essere sugli incroci e i risultati.*

*Può aiutarci una schematizzazione? Se sì, in che modo potremmo farla?*

*Si che può e noi abbiamo pensato di farla così:*

SCHEMA

*Dai dati presentati so che:*

Un Incrocio tra piante con carattere bianco → risultato: sempre Bianco

Incrocio tra piante con carattere rosso → sempre "rosso"

Questo succede quando le piante genitrici sono "pure" "purezza"

**Quindi Schematicamente basandosi sui risultati del problema:**

incrociando piante pure per un carattere → risultato: nelle piante si vede sempre quel carattere nella discendenza I. **Quindi** si può pensare che il problema ci dà l'informazione che il carattere colore del fiore è a trasmissione ereditaria, dai genitori ai figli.

Domanda cui rispondere con previsioni:

se si incrociano due genitori puri, come saranno i figli della prima generazione di figli?

### **Gruppo 1**

*Quali conoscenze abbiamo?*

*Sappiamo che il colore del fiore è un carattere ereditario*

*Sappiamo che i caratteri sono portati da cellule particolari detti gameti e che i gameti delle piante sono il polline e l'ovulo*

*Sappiamo che le piante possono essere o solo maschio (hanno fiori maschili) solo femmine (hanno fiori solo femminili) oppure possono avere fiori sia maschili che femminili nella stessa pianta o nello stesso fiore. In questo caso sono bisessuali (o monoiche)*

*Sappiamo che il polline può essere portato dal vento o dagli insetti sul pistillo (organo femminile)*

*Sappiamo che "autoimpollinazione" è la fecondazione tra gameti della stessa pianta o stesso fiore*

*Sappiamo che impollinazione crociata è la fecondazione della pianta tra gameti di fiori di piante diverse ma appartenenti alla stessa specie.*

Sappiamo come fare per mettere sotto controllo l'autoimpollinazione e quindi far avvenire la fecondazione crociata (serra + rimozione stami tramite forbici).

Sappiamo infine che un figlio porta sempre due cromosomi uno del padre e uno della madre e quindi anche per le piante succede così, i cromosomi sono materia di DNA

**Quindi le 2 previsioni e il ragionamento del nostro GRUPPO (1):**

**Previsione:** *Il colore rosso è più forte del colore bianco e quindi nella prima generazione verrà un fiore rosso e il bianco sarà nascosto*

**Previsione:** *il carattere bianco è scomparso*

**Come fare per verificare la correttezza della Previsione?**

*Per vedere se il carattere bianco è scomparso per sempre o è rimasto nascosto facciamo una prova incrociando tra loro le piante ottenute dal primo incrocio*

**La sintesi completa del ragionamento del nostro gruppo(1) è:**

Il colore rosso è più forte del colore bianco e quindi nella 1<sup>a</sup> generazione figliare verrà un fiore rosso e il bianco sarà nascosto. Questo lo pensiamo perché sappiamo che i figli della F1 ricevono un cromosoma dal papà e uno dalla mamma che avrà uno il rosso e uno il bianco.

Per cui per vedere se il carattere bianco è scomparso per sempre, facciamo una prova formando una seconda generazione dalla prima, cioè facciamo incrociare impollinando tra loro le piante della prima generazione. Se il carattere più debole è nascosto nella seconda generazione ricompare (e si vede come era prima) se è scomparso non deve più riapparire. Uno solo di noi si dissocia e dice che il carattere bianco scompare, tutti gli altri non sono d'accordo con la sua previsione perché se fosse che il carattere scompare dovrebbe scomparire il cromosoma e secondo noi questo non è probabile perché la materia non scompare.

## **Gruppo 2**

Linee guida:

*Quali domande deve porsi il gruppo per riuscire a risolvere il problema?*

*Cosa sappiamo dei caratteri del fiore, cioè il carattere è il colore dei petali*

*Queste domande devono essere relative a quali aspetti fondamentali per la risoluzione?*

*A come si eredita questo carattere e a quello che succede incrociando artificialmente*

*Può aiutarci una schematizzazione? Se sì, in che modo potremmo farla?*

*Se che può, perché ci fa riflettere meglio, allora la inventiamo così:*

DATI DEL PROBLEMA:

*Incrocio:*

*genitori colore fiore bianco x bianco → figli IG tutti bianchi sempre*

*genitori colore fiore rosso x fiori colore rosso → figli IG tutti rossi sempre*

Perciò il problema ci informa che il Carattere colore è EREDITARIO

Quindi ci chiede:

INCROCIO Fiore a carattere rosso x fiore a carattere bianco → ? risultato:

Domanda che ci fa : quali previsioni? Come fare per controllare la previsione?

Il discorso completo del gruppo2 è:

### *Quali conoscenze abbiamo*

*il colore del fiore è un carattere ereditario si vede dai dati del problema.*

*i caratteri sono portati da cellule gametiche, spermatozoi e uovo e sappiamo che i gameti delle piante sono il polline e l'ovulo( lo sappiamo noi da prima, nelle lezioni prima)*

*le piante possono essere solo maschili (hanno fiori maschili ) o solo femmine( hanno fiori solo femminili) oppure hanno fiori sia maschili che femminili nella stessa pianta o nello stesso fiore. In questo caso sono bisessuali( o monoiche), nel primo caso sono dioiche. ( lo sappiamo noi da prima)*

*il polline può raggiungere la pianta (cioè il pistillo, organo femminile) “per mezzo del vento o degli insetti (lo sappiamo noi);*

*autoimpollinazione” è la fecondazione tra cellule germinali della stessa pianta o dello stesso fiore( lo sappiamo noi da come si impollinano);*

*impollinazione crociata è, invece, la fecondazione della pianta tra cellule gametiche di fiori di piante diverse ma appartenenti alla stessa specie. ( lo sappiamo noi dal lavoro di prima).*

*Conosciamo il metodo per mettere sotto controllo l'autoimpollinazione e quindi far avvenire la fecondazione crociata( serra+ rimozione stami tramite forbici) (lo sappiamo noi da prima).*

Quindi il lavoro nostro con previsioni e controllo:

**Previsione:** *secondo noi il fiore generato da un fiore rosso e uno bianco contiene sia il carattere rosso che il carattere bianco, ma il carattere bianco non è manifesto.*

**Previsione:** *siamo tutti d'accordo con la prima*

**Come fare per verificare la correttezza della Previsione?**

*Per confermare ciò che abbiamo ipotizzato potremmo incrociare le piante figlie tra loro, a questo punto se il carattere bianco non è scomparso esso riemerge nei figli successivi.*

## Ragionamento completo del gr2

Secondo noi il fiore generato da un fiore rosso e uno bianco contiene sia il carattere rosso che il carattere bianco che non è visibile, rimane dentro il DNA o i cromosomi ma non si vede.

Per confermare la nostra ipotesi proponiamo di incrociare piante della prima generazione dei figli (che secondo noi hanno il carattere bianco nascosto) tra loro se il carattere bianco è rimasto esso riapparirà alla seconda generazione

### Gruppo 3:

Linee guida:

*Quali domande deve porsi il gruppo per riuscire a risolvere il problema?*

*Cosa sono i caratteri del fiore, cioè il carattere è il colore dei petali è ereditario? come viene ereditato?*

*Queste domande devono essere relative a quali aspetti fondamentali per la risoluzione?*

*Agli incroci e come si eredita, perché il problema ci mostra che il carattere colore dei fiori è ereditario con i dati.*

*Può aiutarci una schematizzazione? Se sì, in che modo potremmo farla?*

SCHEMA: Incrocio:

$Gb \times Gb \rightarrow$  FI sempre e solo bianchi

$Gr \times Gr \rightarrow$  FI sempre e solo rossi

Leggenda	
<b>Gb</b>	<b>Genitore con fiore bianco</b>
<b>Gr</b>	<b>Genitore con fiore rosso</b>
<b>FI</b>	<b>I<sup>a</sup> generazione dei figli</b>

Se è così

DEDUZIONE : il Carattere colore è EREDITARIO

Quindi ci chiede:

INCROCIO  $FIB \times FIr \rightarrow$  FIIr sempre e solo rosso

Domanda: quali previsioni sulla fine che ha fatto b nel FIIr ? C'è ancora o è scomparso?

Come fare per controllare la previsione che facciamo?

**Il discorso completo del nostro gruppo 3 è:**

*Quali conoscenze abbiamo?*

*il colore del fiore è ereditario*

*dipende dal carattere che c'è nei gameti, spermatozoi e uovo e sappiamo che i gameti delle piante sono il polline e l'ovulo;*

*le piante possono avere solo fiori maschili o solo fiori solo femminili, oppure nella stessa pianta possiedono fiori sia maschili che femminili, oppure i due tipi di gameti possono stare nello stesso fiore che avrà sia stami che pistillo. In questo caso sono bisessuali, nel primo caso sono dioiche;*

*il polline può raggiungere il pistillo, per mezzo del vento o degli insetti;*

*l'autoimpollinazione è la fecondazione tra fiori situati sulla stessa pianta oppure di polline di stami con l'ovulo che si trova nel pistillo dello stesso fiore;*

l'“impollinazione crociata” significa la fecondazione della pianta tra cellule gametiche di fiori di piante diverse ma appartenenti alla stessa specie.

L'autoimpollinazione può essere controllata e il metodo per mettere sotto controllo l'autoimpollinazione e quindi far avvenire la fecondazione crociata è il seguente:

serra+ rimozione stami dal fiore tramite forbici+ prelievo polline da un fiore noto con pennello+ spennellamento del pistillo del fiore che si vuole fecondare.

Quindi il nostro lavoro di previsioni e controllo:

**Previsione: il colore bianco è rimasto e non si vede**

**Previsione: il carattere bianco è scomparso e il rosso si è sovrapposto a quello bianco per sempre, facendolo scomparire**

**Come fare per verificare la correttezza della Previsione?**

*Per vedere se il carattere bianco è scomparso o è rimasto nascosto facciamo una prova incrociando tra loro le piante ottenute dal primo incrocio( i figli cioè) con una pianta ancora bianca di linea pura.*

*Se il carattere è rimasto nascosto allora ricompare nei figli del secondo incrocio, se è scomparso non ricompare.*

**Ragionamento completo del gruppo(3)**

Pensiamo che le cellule rosse si siano sovrapposte a quelle bianche e che le abbiano nascoste, altri pensano che siano scomparse come carattere, cioè che il carattere si sia come “disintegrato”.

Per cui ci sono due ipotesi nel gruppo.

Tutti però siamo d'accordo che per sapere che fine ha fatto questo carattere o “queste cellule” (come dicono alcuni di noi), dobbiamo **incrociare il figlio della prima generazione con una pianta pura bianca**. (hanno ipotizzato il test cross) Se nel figlio c'è ancora il carattere bianco esso riemerge con il secondo incrocio della seconda generazione di figli. Siamo però tutti d'accordo che il carattere rosso non può essere mescolato con in carattere bianco, perché è venuto alla prima figliata rosso, invece di rosa. Per questo alcuni pensano che si è come disintegrato. Allora l'unico mezzo è andare nuovamente a fare incroci in cui di una pianta posso sapere il carattere che ha nei geni precisamente. Come abbiamo detto, una pianta di linea pura di fiore bianco. Proposta: incrociamo una pianta pura a fiori bianchi con una Pianta che si ottiene alla prima figliata che mostra solo il carattere rosso, abbiamo il sospetto che queste non siano più pure ma come dire “imbastardite”.

#### Gruppo 4

Linee guida:

*Quali domande deve porsi il gruppo per riuscire a risolvere il problema?*

*il carattere colore dei petali dei fiori è ereditario o no? come viene ereditato? quali cose sappiamo già per riuscire a risolvere il problema che ci è stato dato?*

*Queste domande devono essere relative a quali aspetti fondamentali per la risoluzione?*

*Agli incroci e ai caratteri e al modo di come si ereditano*

*NB: il problema nei dati contiene che il carattere colore dei fiori è ereditario*

*Può aiutarci una schematizzazione? Se sì, in che modo potremmo farla?*

*Sì, può perché possiamo vedere meglio le cose con uno schema, ci aiuta a organizzare quello che sappiamo.*

*SCHEMA: Incrocio:*



Se è così, ALLORA:

CONCLUSIONE: il Carattere colore è EREDITARIO

Genitori e figli della prima generazione SONO TUTTE RAZZE PURE

Quindi il Problema da risolvere è:



Il discorso completo del gruppo 4 è:

**Quali conoscenze abbiamo?**

*il colore del fiore è un carattere ereditario*

*le piante possono essere solo maschili (hanno fiori maschili) o solo femmine (hanno fiori solo femminili) oppure possiedono fiori sia maschili che femminili nella stessa pianta o nello stesso fiore.*

*Il polline può raggiungere la pianta (cioè il pistillo, organo femminile) "per mezzo del vento o degli insetti;*



“autoimpollinazione” è la fecondazione tra cellule germinali della stessa pianta o dello stesso fiore;

impollinazione crociata è, invece, la fecondazione della pianta tra cellule gametiche di fiori di piante diverse ma appartenenti alla stessa specie.

Quindi sulle previsioni e controllo abbiamo fatto così:

**Previsione:** *il colore bianco è rimasto e non si vede*

**Previsione:** *il carattere bianco è scomparso e il rosso ha preso il sopravvento*

**Come fare per verificare la correttezza della Previsione?**

*Per vedere se il carattere bianco c'è ancora e non è scomparso possiamo far incrociare le piante Figlie primo incrocio con una pianta ancora bianca di linea **pura** (ipotizzano anche loro il test cross), oppure incrociare nuovamente le piante della prima generazione di figli tra loro.*

*Se il carattere bianco c'è ancora ma non si vede riappare nei figli del secondo incrocio, se è scomparso e il rosso ha preso il sopravvento non ricompare mai.*

**Ragionamento completo del gruppo(4)**

Secondo alcuni di noi il carattere bianco è diluito (parlano di diluizione, quindi teoria del mescolamento) e non appare alla prima generazione. Secondo un altro di noi il colore bianco è rimasto e non si vede, secondo altri due il carattere bianco è scomparso e il rosso ha preso il sopravvento. Secondo noi. Per vedere se è diluito o c'è ancora, o ha preso il sopravvento il rosso rispetto al bianco ma il bianco non si perde ma resta nascosto, possiamo *incrociare le piante della prima generazione di figli tra loro, oppure queste con una pianta a fiori bianchi pura*. Se c'è ancora il carattere bianco questo riappare nelle piante della seconda figliata, e appare così com'era nel genitore, integro, senza essere toccato, però non sarà mai insieme al rosso altrimenti questo lo nasconde, sarà puro e basta. Se è diluito o mescolato il rosso non appare più rosso, ma il bianco non dovrà apparire più. Come pure, come dicono altri, possiamo *incrociare nuovamente tutti i figli rossi che vengono dall'incrocio di **piante pure a fiori rossi**, cioè **della prima figliata, con piante pure a fiori bianchi***, anche così se il carattere bianco non scompare si vede di nuovo ma alla seconda figliata.

## Allegato 74. Diario attività incrocio RxB

In classe i ragazzi erano sempre meno, le gemelle sono impegnate in attività complementari e quindi sono state portate fuori dalla classe e sarà così per quasi tutte le prossime attività, peccato. In questo modo si avranno sempre 4 gruppi invece che 5, come l'ultima volta.

Avevamo deciso con il docente di invertirci nel seguire i gruppi in questa lezione, quindi, io ho seguito i gruppi dei "bravi" come lei li chiama e il docente il gruppo dei "così così" e dei "scarsi". Devo però registrare dopo la prima conduzione dei gruppi impegnati a risolvere il problema dell'incrocio crociato che la docente manifestava qualche dubbio nell'etichettare gli studenti con questo appellativo, infatti aggiungeva ogni volta che così li definiva, la frase "con la prova contraria" subito dopo i termini "bravi o così così".

Siamo entrate in classe e la docente ha separato i gruppi, poi ha detto quali avrebbero fatto riferimento a me e quali a lei.

C'è stata subito la richiesta da parte di tutti "perché prof questo cambiamento?", la professoressa mi ha guardato come per cercare aiuto, poi però non ottenendolo, ha detto ai ragazzi "per dare a tutti l'opportunità di interagire con una persona che non sono io, ho ritenuto opportuno di mettere tutti nella stessa condizione", c'è stato un "...ma" e poi un "niente ma... mettiamoci a lavorare altrimenti perdiamo tempo, su dai...", ho sentito qualche sbuffatina ed anche "ecco, ti pareva" da parte dei ragazzi che erano stati con me.

Mentre seguivo i due gruppi che erano affidati a me (il "gruppo dei bravi" come li chiamava la Prof), notavo che i ragazzi avevano in mano le fotocopie ma non iniziavano il lavoro, ho chiesto al primo gruppo: "come pensate di organizzarvi?" ma non ho ottenuto risposta, allora ho detto: "mentre ci pensate vado dagli altri" e mi sono spostata.

Gli altri avevano lo stesso atteggiamento più o meno; solo alcuni avevano cominciato a leggere ma non a tutto il gruppo, al compagno vicino.

Ho detto loro la stessa cosa e mi sono spostata con la stessa scusa nuovamente nell'altro gruppo.

I ragazzi erano ancora lì, stavano leggendo ma non interagivano; al mio "allora cosa avete pensato?" una ragazza timidamente mi ha risposto: "come dobbiamo fare? E cosa?".

Il "voi cosa pensate?" ha sortito la risposta: "ma veramente la prof ci diceva qualcosa prima", capivo che avevano bisogno di essere indirizzati, allora ho detto: "capisco, avete bisogno di una mano..., vediamo, come posso darvela?"... cercando di proposito di prendere tempo, ad un certo punto un ragazzo, in modo timido (ha usato voce bassa e ha alzato la mano situandola molto vicina al banco e non ha parlato finché non ho fatto cenno di farlo) dice che avrebbero potuto leggere il problema insieme e tentare di rispondere, poi potevano chiamarmi per vedere se era giusto. Ho ovviamente accettato al volo quella che mi è sembrata una proposta eccellente di autonomia, dicendo che era un'ottima idea e chiedendo agli altri cosa ne pensavano, ho avuto una risposta positiva prima da un ragazzo, poi dalle altre due ragazze. Ovviamente non ho detto loro che non avrei mai detto se andava bene o no, ero fiduciosa che avrebbero capito presto come funzionava. Nell'altro gruppo con poche varianti non molto significative, è andata allo stesso modo.

I gruppi erano partiti.

Mi sono spostata da un gruppo all'altro ed ho dovuto molto spesso intervenire con delle domande, riguardo alla prima parte del compito: per esempio "cosa so riguardo a...?", perché gli allievi erano resistenti a porsele, e non aveva sortito alcun effetto nemmeno la mia domanda: allora quali domande pensate di porvi?" ho avuto per due volte un silenzio imbarazzante, poi ho deciso di aiutarli con domande specifiche anche per poterli incoraggiare che sapevano fare da soli. Un esempio concreto: il testo chiedeva "quali conoscenze abbiamo?" gli allievi sono rimasti per un po' di tempo di fronte al computer e di fronte al riquadro che riportava la parte, quasi immobili. Sono partiti solo dopo la mia domanda: "per esempio pensate: il colore del fiore è un carattere

ereditario o no?, come fanno ad arrivare ai figli i caratteri ereditari?chi glie li porta?come li ricevono' per mezzo di che cosa?" alle domande i ragazzi rispondevano, ma ogni volta avevano bisogno di essere imbeccati, anche riguardo alla fecondazione delle piante, tema che avevano appena affrontato è venuto fuori come conoscenza in possesso dopo la domanda: "cosa sapete riguardo agli organi sessuali delle piante e della loro riproduzione?" per la localizzazione dei caratteri che pure era una conoscenza accertata nella conversazione clinica, è stata anche questa esplicitata in seguito alla mia domanda: "dove sono questi caratteri?" qualcuno mi ha risposto "nei cromosomi" ed io: " nei figli visto che hanno due genitori, da chi derivano i due cromosomi?"; "uno dal padre e uno dalla madre!"; questa situazione si è più o meno verificato in tutti e due i gruppi.

## DOCENTE-GRUPPI

Una cosa speciale è invece successa con la docente e i due gruppi che la volta precedente avevano sperimentato la totale autonomia.

Ad un certo punto ho sentito gli studenti che hanno alzato la voce dicendo: "prof. ma cosa vuol dire alleli?...", " ma non era il carattere?..."; "ma cosa significa...etero..cosa?" e la prof alzare la voce e dire" ma perché non mi ascoltate? Avanti prendete il foglio e scrivete..." mi sono avvicinata quando c'è stato un coro di "uffa..." "ecco, lo sapevo, ora bisogna fare gli scrivani!", oppure " ma non dovevamo lavorare noi?" io mi sono avvicinata alla docente per chiedere cosa succedeva, e lei mi ha risposto ad alta voce: "cosa vuoi che succeda? Non mi hanno ascoltato per due anni e lo fanno anche adesso, non lo finiranno quel compito!" ed io a bassa voce: "prova ad ascoltarli tu..." ma dicono un sacco di fesserie" ed io" va bene, poi si confrontano con tutti, e capiranno che sono fesserie". In quel momento gli studenti mi hanno interpellata dicendomi " prof. ma non dovevamo fare come con lei, la prof ci dice certi paroloni!...non capiamo niente, non abbiamo concluso niente e ci dispiace"... a quelle parole la docente si è rabbonita, la parola "ci dispiace l'aveva colpita" tanto che ha subito detto: "beh, non vi preoccupate per questo, useremo un'altra ora...ma dobbiamo trovare una soluzione..." ed io sono intervenuta prontamente: "cosa dite se io e la vostra professoressa la prossima volta ci mettiamo in un angolo e non interveniamo? Ci chiamate voi se avete bisogno e noi veniamo?" i ragazzi hanno detto subito che era una buona idea, anche la docente ha accettato. Poi rivolta a me e a bassa voce, mi ha detto sorridendo" ma cosa gli hai fatto?li hai trasformati in ribelli? Per fortuna ti conosco e ti stimo, altrimenti..." Intanto era suonata la campana per il termine della lezione, per cui ci siamo dati appuntamento alla prossima volta.

Io e la docente siamo uscite insieme dalla classe e fuori mi ha detto di scusarla, che forse aveva sbagliato l'intervento; l'ho rassicurata dicendo che può capitare a tutti, ma ho chiesto cosa secondo lei aveva sbagliato, la docente ha detto: "forse mi sono imposta, mentre avrei dovuto lasciarli fare, ma avevo paura che non finissero e che si disperdessero perdendo tempo" e poi ha aggiunto "con tutto ciò che c'è da fare di programma, sai i genitori ci pressano perché poi alle superiori non sanno, i genitori sono esigenti e si basano sulle pagine del libro che vengono svolte, per esempio io quando faccio un progetto e perdo tempo, sono costretta a recuperare facendo due o tre lezioni in cui spiego tante cose in modo che possa portarmi avanti nel testo", alla mia domanda " come, vi vengono a dire riguardo alle pagine del libro?" "si, ti faccio un esempio, lo scorso anno ho fatto la materia e ho fatto un bel percorso su stati e passaggi di stato, ho fatto anche le soluzioni, ho perso tre mesi per fare questo, ho fatto delle attività di laboratorio, e quando ho visto i genitori a colloquio alcuni mi hanno chiesto come mai tutto quel tempo per 4 pagine del libro. Questi erano genitori istruiti e docenti a loro volta, sono rimasta molto male e depressa di fronte a questo appunto, dimmi tu cosa devo pensare". Ora comincio a pensare che fare in modo che facciano è meglio per il rendimento, ma è difficile perché sono abituata a dire io e fare, vedi che è difficile, qui mi devo trasformare per fare così, ma se penso ai risultati che ho visto, forse ne vale la pena, vedremo andando avanti, ora sospendo il giudizio.

Allegato 75. Diario LA LEZIONE AGGIUNTIVA

## COMPORAMENTO GR1 e GR2

La lezione aggiuntiva si è tenuta il 23/03, l'insegnante ha sottratto una ora alle attività di compresenza con l'insegnante di lettere attaccando l'ora a quella di matematica che seguiva, nel caso si poteva sfiorare.

La situazione era la seguente: né i ragazzi "bravi", né quelli "così così con la prova contraria" avevano terminato il compito.

Per cui entrambi i due gruppi erano nella stessa situazione. Appena entrati in classe ho chiesto a tutti se si fossero consultati tra loro su come proseguire il compito, la risposta è stata negativa, nessun gruppo sapeva dove l'altro fosse arrivato e i vari componenti per raccontarmi cosa avevano fatto la scorsa volta hanno dovuto consultare i pochi materiali prodotti. Questo a dir il vero non mi ha stupito, evidentemente l'attività non era ancora tanto motivante da coinvolgerli anche dopo aver staccato, ma ho cominciato a pensare ad una sorta di dinamica scarsamente interattiva che accomuna sia la modalità di insegnamento sia la vita stessa degli studenti, come mai non avevano interagito visto che avevano avuto il tempo di farlo?

Sistemati i banchi ci siamo messi a lavoro, tutti avevano i materiali, io e l'insegnante ci siamo sedute in un angolo della stanza, dopo pochi minuti però il gruppo dei bravi mi chiede di avvicinarmi (la regola era di chiamarci al bisogno). Mi avvicino e ricevo la domanda: "noi abbiamo letto, cosa dobbiamo fare ora?" ed io, "avete letto?" e un altro studente "si, abbiamo letto l'altra volta" e un altro ancora: "si ognuno di noi ha letto" ed io, "ognuno di voi", e il primo studente: "si, insomma, ognuno per conto proprio, ora che facciamo?" ed ancora io" eh, che fate?...penso che possiate...cosa dite cosa potreste fare? Pensate che sia una buona cosa provare a parlare tra voi e raccontarvi che idea avete di ciò che avete letto singolarmente?" in quel momento ho deciso di lanciare un piccolo aiuto per vedere se la situazione si sbloccava. Per contro c'è stata la richiesta dei ragazzi di raccontarlo a me, ho annuito dicendo che avrei ascoltato volentieri. Gli studenti che hanno preso la parola si sono sempre rivolti a me mentre parlavano, mai ai compagni di gruppo, ogni volta ho dovuto girare ciò che un compagno diceva socializzandolo. In sostanza si è arrivati a proporre che occorreva leggere attentamente ciò che il compito chiedeva di fare e quindi la scheda, poi che dovevano tirar fuori tutti insieme ciò che sapevano perché questo li avrebbe aiutati.

Ho lasciato così il gruppo, che fino alla fine non mi ha più chiamato, ma io mi sono avvicinata due o tre volte ancora per qualche minuto, ogni volta i ragazzi hanno tentato di coinvolgermi, una cosa ho notato da quando li seguivo: mentre la prima volta non tutti interagivano e non tutti parlavano e si erano costituiti dei lider uno per gruppo, la seconda volta quasi tutti hanno parlato e hanno proposto soluzioni. Questo si è evidenziato soprattutto nel momento in cui dovevano esplicitare "cosa so riguardo a..". L'interazione dei componenti del gruppo su questo punto è stata totale, tutti hanno interagito e contribuito.

## COMPORAMENTO GR3-GR4

I ragazzi dei due gruppi che dovevano essere seguiti dall'insegnante, non l'hanno mai chiamata, lei non si è mai avvicinata ai gruppi dichiarando che non voleva influenzarli, io mi sono avvicinata e loro non hanno considerato che ci fossi, mi hanno guardato e continuato a fare ciò che facevano senza scomporsi, li ascoltavo discutere, e notavo che entrambi i gruppi si dividevano nelle ipotesi e si creavano contrapposizioni che risolvevano decidendo di esplicitare le posizioni divergenti. Nella proposta finale, riguardo al problema: "come faccio per sapere?" gli studenti del gruppo 3, hanno proposto una via insolita. L'insegnante, che nel frattempo si era avvicinata, di fronte alla proposta del gruppo non è riuscita a trattenersi e ha detto loro: "è sbagliato". Si è visto il suo imbarazzo di fronte alla mia occhiata, ma ormai era fatta. I ragazzi si sono girati verso di lei chiedendo: "perché è sbagliato? Secondo noi può funzionare!" e l'insegnante: "No, perché io devo sempre incrociare tra loro due piante figlie dei genitori di cui conosco il carattere, cioè so che sono entrambe pure, per scoprire come

vanno le cose". E i ragazzi "no, non conosco la purezza delle piante figlie se le incrocio, poiché devo incrociare due piante che non so la purezza, mi trovo a incrociare due sconosciuti, mentre se facciamo come diciamo noi, ci troviamo di fronte a uno sconosciuto( il figlio) e una pianta che conosciamo: una pianta pura del carattere che pensiamo scomparso".

Io osservavo, a quel punto la professoressa mi guarda e dice: "va bene, fate come volete", poi mi ha quasi tirata verso i nostri posti dicendomi a bassa voce: "ma è sbagliato ciò che dicono!", a quel punto ho detto che non era sbagliato, che i ragazzi stavano proponendo il metodo del "test cross", loro non sapevano cosa fosse un test cross, ma è un metodo tipico per scoprire dato un fenotipo, il genotipo ignoto. L'insegnante cadendo dalle nuvole ha detto queste parole: "mai saputo, sul libro non c'è questo, parla sempre di re incrocio della F1". E' vero il libro non parlava di test cross, anche se in alcuni esercizi sulla genetica legata al sesso lo metteva in pratica senza nominarlo. Ho fatto riflettere l'insegnante usando il Q di Pannet sul fatto che il test cross è un test veloce e infallibile per cui gli studenti, sgombri da ingabbiamenti avevano usato la testa arrivando a pensare a un modo che per loro era "originale" ma che era stato inventato in genetica, un modo infallibile per l'analisi dei genotipi a partire dal fenotipo.

Allegato 76. Diario della DISCUSSIONE COLLETTIVA dopo il lavoro sugli incroci monoibridi

I lavori sono stati esposti dai singoli gruppi, le regole: ogni gruppo ascoltava l'esposizione dell'altro e formulava dei commenti riguardo a ciò che i compagni dicevano o formulava domande. I punti salienti della discussione:

Il gruppo 2 a proposito del lavoro del gruppo 3 e della proposta :

INCROCIO  $F1b \times F1r \rightarrow F1Ir$  sempre e solo rosso

Chiede ai compagni motivazioni del perché scrivono FI e FII, perché secondo loro è un errore.

Ma il gruppo 3 sostiene che non è un errore.

Il mio intervento è stato quello di attivare la disputa e richiamare l'attenzione anche dell'altro gruppo alla discussione, presentando ciò che il gruppo 2 sosteneva e invitando il gruppo 2 a motivare l'errore che secondo loro il gruppo 3 aveva commesso.

Gruppo 2 motiva l'errore commesso in questo modo:

Se si parte da due individui puri, loro sono i genitori e non i figli, per cui dalla loro unione si formano i figli, e questi sono della F1, non della F2.

Gruppo 3 motiva di aver fatto giusto perché comunque qualunque genitore è comunque figlio, quindi potrebbe essere un figlio a sua volta puro di genitori puri, che perciò non fa cambiare il risultato.

Il gruppo 2 non è convinto.

Il gruppo 1 cerca di dare una ragione ripetendo le motivazioni del gruppo 3, ma è più una motivazione empatica che una spiegazione aggiuntiva che sostiene il loro discorso. Ripetono infatti che il gruppo 3 ha ragione.

### **il mio continuo stimolo:**

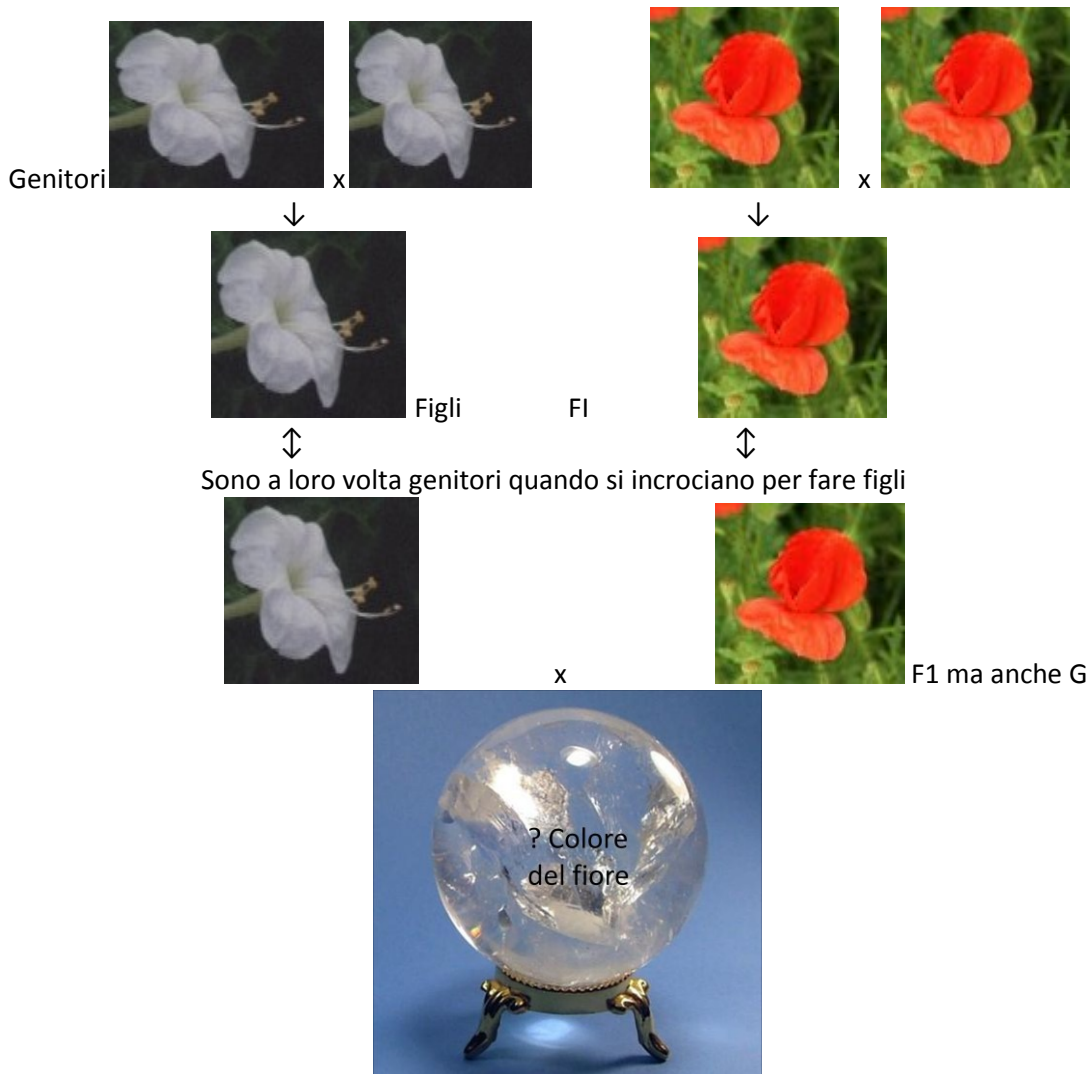
Come si potrebbe fare in modo di controllare?

Come potremmo vedere?

Come si può immaginare?

Il Gruppo 4 che avevo visto confabulare tra loro in modo frenetico, ad un certo punto, propone una rappresentazione per immagini per risolvere la disputa, e chiede un po' di

tempo e il permesso ai compagni del gruppo 3 di utilizzare le loro immagini, usano la LIM, per esprimere meglio il concetto, il gruppo infatti sostiene che entrambi hanno ragione e che dipende "dal punto in cui tu prendi la questione" (testuali parole). Di seguito i risultati:



QUINDI

considerando anche i nonni: essi sono F2; considerando solo i genitori: sono F1

I gruppi hanno accettato come plausibile la spiegazione del gruppo 4, e cioè che tutti e due avevano ragione.

Il gruppo 4 però dichiara di non essere d'accordo con il gruppo 3 quando dice "Pensiamo che le cellule rosse si siano sovrapposte a quelle bianche". Testualmente il gruppo 4 dice:

*Sosteniamo che non si può parlare di "cellule" per i caratteri perché questi sono contenuti nelle cellule: lo spermatozoo e la cellula uovo, infatti noi abbiamo visto che il polline, ad esempio del fiore bianco, è importante per fecondare l'ovario del fiore rosso e nell'ovario ci sono gli ovuli che sono cellule, e il polline fa la funzione dello spermatozoo che è cellula.*

Tutti sono d'accordo con l'apportare questa correzione: "carattere", invece di "cellule", anche quelli del gruppo 3.

Il gruppo 1 chiede a proposito di quello che il gruppo 4 ha scritto:

"Genitori e figli della prima generazione SONO TUTTE RAZZE PURE" se si parlava di "razze" anche per le piante, perché loro non lo avevano mai sentito.

Qui sono intervenuta dicendo semplicemente che per le piante e per gli animali si parla di LINEA PURA, non di razza, e quando si parla di "linea pura" si intende il concetto che era stato intuito dal gruppo 4. Quindi ho selezionato il testo del gruppo 4 e l'ho mostrato:

*Se c'è ancora il carattere bianco questo riappare nelle piante della seconda figliata, e appare così com'era nel genitore, integro, senza essere toccato, però non sarà mai insieme al rosso altrimenti questo lo nasconde, sarà puro e basta.*

Chiedendo a tutti di esprimere il concetto di linea pura che era presente nel breve testo scritto dai compagni, i risultati sono stati:

*il carattere bianco integro, senza essere toccato sarà puro e basta.*

*Il carattere rosso integro, senza essere toccato sarà puro e basta*

*Quindi, si parla di linea pura riferendosi a un carattere, non si parla di razza, perché racchiude un insieme di caratteri questo concetto, ma allora non c'è in ereditarietà, c'è solo quello di linea pura.*

Ho scelto di mantenere e non correggere il termine "figliata" perché anche se non corretto geneticamente, presentava comunque una correttezza concettuale, quindi ho mantenuto il carattere spontaneo del linguaggio, scegliendo di tornare dopo l'attività della lettura dei dati mendeliani sia su questo aspetto che sul concetto di generazione parentale e filiale.

## **Allegato 77. Conversazione clinica sui Modelli scientifici e Mappa degli studenti**

Che cos'è un modello?

È una cosa reale più piccola rispetto alle cose normali, es un condominio, un quartiere nuovo dove si abiterà. Un mobile.

È un prototipo di una cosa che si fa per vedere se funziona, esempio un auto.

Lo facciamo in educazione tecnica

In educazione tecnica?

Sì, il prof ci ha fatto fare, per esempio, un modello di libreria, lo abbiamo fatto prima sulla carta, il progetto il legno.

Sì, facciamo i progetti degli oggetti e poi i modellini.

Gli altri cosa dicono?

Io sono d'accordo, i modelli sono proprio così

Anch'io

Anch'io

Posso dire che fare i modelli è una noia, perché prima devi fare il disegno con tutte le misure e poi tagli e poi incollì e colori, uffa, ma si potrebbe prendere le case delle bambole? Non facciamo prima?

Qual è lo scopo dei modelli scientifici?

Lo abbiamo detto, servono per realizzare modelli.

Ma vah, ha detto scientifici, secondo me servono per vedere come le cose funzionano.

Per esempio?

Il modello del ciclo dell'acqua o delle rocce, questo serve per spiegare come fa l'acqua ad essere sempre quella sulla Terra, da evaporazione a pioggia per esempio.

Secondo me servono per schematizzare una cosa complicata

Complicata dici?

Sì, perché tante cose scientifiche non sono semplici ma difficili, allora le rendi più semplici con un modello.

Chi le rende più semplici?

Gli scienziati e i modelli servono agli insegnanti per spiegare le cose di scienze

Quindi se ho capito bene, gli scienziati li fanno solo per gli insegnanti?

No, è che loro li fanno perché così semplificano le cose reali che studiano e loro mettono anche in evidenza le cose più importanti così possono capire tutti quando loro dicono le cose come stanno, poi però gli scienziati insegnano i modelli che fanno all'Università ai nostri insegnanti che li insegnano a noi.

Quale caratteristica deve avere un modello per essere scientifico?

Deve essere fatto dagli scienziati se no non lo è

Devono essere chiari e capibili da tutti, anche se sono cose complicate

Per esempio?

Un impianto

Sì, sono d'accordo, un processo per produrre qualcosa è complicato.

Per esempio cosa?

Energia, una centrale nucleare è difficile, anche una centrale elettrica

Un modello scientifico può cambiare?

Dipende, se è di macchina sì, per esempio, i modelli cambiano, sono anche cambiati nel tempo, infatti ci sono le macchine d'epoca.

Cambia, ma resta però un modo generale di costruzione, resta valido.

Resta valido dici?

per esempio il motore, è sempre valido, oggi, può essere più potente o no, ma la struttura di funzionamento è lì, cambia la carrozzeria spesso, appunto il modello.

Sì, il motore può avere piccole variazioni, ma lo schema è quello



Secondo me, un modello si può modificare se si vede che in un altro modo funziona meglio

Secondo me un modello è quello le caratteristiche di base restano uguali, cambiano i dettagli.

Per uno stesso fenomeno scientifico possono esserci più modelli?

No, c'è un solo ciclo dell'acqua

No, i modelli sono unici

Ma se si tratta di macchine, televisori, cellulare, li fanno gli ingegneri che sono scientifici, i modelli cambiano

Ma anche qui la costruzione di base rimane

Eh sì ma le linee cambiano

Cambiano anche quando si scopre qualcosa di nuovo

[Per esempio?](#)

Una linea di creme

Ma le creme non sono un modello, sono cose concrete, i modelli sono modelli non cose concrete, voglio dire che si fanno in piccolo, delle cose vere.

[Ma come chiamiamo le creme allora?](#)

Secondo me sono campioncini, infatti la crema che c'è dentro è uguale a quella nella scatola o tubo grande.

Allora ho ragione quelli sono prototipi, ma i prototipi sono modelli.

Sì. È vero.



## Allegato 78. Compito di apprendimento dati risultati incroci mendeliani

*(in nero le domande in rosso le risposte degli studenti)*

Mendel condusse molti esperimenti sulle piante di Piselli ed effettuò molti incroci per capire come funzionava il meccanismo dell'ereditarietà, egli voleva formulare un modello e trovare le regole dell'ereditarietà. Per fare questo selezionò molte linee pure di piante di piselli che presentavano un carattere facilmente identificabile e con chiare alternative.

Oltre al carattere colore del fiore che aveva visto possedere due alternative "rosso e bianco", notò 5 altri caratteri con lo stesso comportamento che leggi in tabella.

Ti viene fornita la seguente tabella di dati:

incrocio P(parentale), da parens, parentis= genitore	Generazione F1	Generazione F2	Rapporti
Semi lisci x grinzosi	Tutti lisci	5474 lisci 1850 grinzosi	2.96 : 1
Semi gialli x semi verdi	Tutti gialli	6022 gialli 2001 verdi	3.01 : 1
Fiori rossi x fiori bianchi	Tutti rossi	705 viola 224 bianchi	3.15 : 1
	Tutti verdi	428 verdi 152 gialli	2.82 : 1
Bacelli verdi x bacelli gialli	Tutti lisci	882 lisci 299 gibbosi	2.95 : 1
Bacello liscio x bacello gibboso	Tutti alti	787 alti 277 bassi	2.84 : 1
Gambo alto x gambo basso			

Quel che devi fare è:

Considerare oltre al colore del fiore quali sono gli altri caratteri che nella pianta di piselli si presentano con due alternative facilmente identificabili

Leggere, con i tuoi compagni del gruppo, attentamente i risultati dei differenti incroci riportati in tabella e rispondere alle domande proposte:

considerando le piante genitrici che nella tabella sono indicate rispettivamente con "semi lisci" "semi grinzosi", quali informazioni nascoste puoi scoprire?

Quali sono, oltre al carattere colore del fiore, gli altri caratteri e quali sono le due alternative?

i rapporti che leggi sono compatibili con un meccanismo ereditario di mescolamento? Motivate la risposta

Leggi i risultati degli incroci parentali relativi alla prima generazione (F1), cosa si può concludere?

Leggi i risultati degli incroci parentali relativi alla seconda generazione filiale( F2), cosa si può concludere?

Stando a questi risultati un carattere ereditario si può modificare nella trasmissione da una generazione alla successiva? Motivate la risposta.

Se doveste etichettare la teoria di ereditarietà dei caratteri di Mendel quale etichetta gli appioppereste? E come la enuncereste?

Quale regola si può dedurre osservando i rapporti dei risultati dei vari incroci nella generazione F2?

Quale relazione può esistere tra i gameti e la trasmissione dei caratteri?

Risultati Lavori di gruppo

### GR. 1

Leggi attentamente i risultati dei differenti incroci e rispondi:

considerando le piante genitrici che nella tabella sono indicate rispettivamente con "semi lisci", "semi grinzosi", quali informazioni nascoste puoi scoprire?

Che queste sono linee pure, perché alla prima F, si hanno piante solo con una alternativa del carattere, per tutti i caratteri considerati, cioè funziona come per il fiore rosso, quindi i genitori sono sicuramente linee pure, per il carattere "come è fatto il seme"

Quali sono, oltre al carattere colore del fiore, gli altri caratteri e quali sono le due alternative?

Carattere "come è fatto il seme"; alternative: "liscio", "grinzoso"

Carattere "colore del seme"; alternative: "giallo", "verde"

Carattere "colore baccello", alternative: "verde", "giallo"

Carattere "come è fatto il baccello", alternative: "liscio", "gibboso"

Carattere "altezza del gambo", alternative; "gambo alto", "gambo basso"

i rapporti sono compatibili con un meccanismo ereditario di mescolamento? Motivate la risposta

No, i caratteri non si mescolano perché sono indipendenti e si manifesta sempre il carattere di uno dei genitori, il "carattere più forte", cioè quello che rispetto all'altro si vede nel fiore o nel gambo o nel baccello o nel seme.

Leggete i risultati degli incroci parentali relativi alla prima generazione filiale(F1), cosa potete concludere?

Nella F1 si vedono visibilmente i caratteri "+ forti"( liscio, giallo, rosso, verde, alto) mentre rimangono nascosti i caratteri "+ deboli"(gibboso, giallo, bianco, giallo, basso).

Leggete i risultati degli incroci parentali relativi alla seconda generazione filiale( F2), cosa potete concludere?

Nella F2 i caratteri "deboli" ritornano nuovamente e visibilmente, la frequenza con cui essi si presentano è che su 4 individui 1 ha il carattere debole di linea pura, quindi su 100 piante 25 lo presentano, la probabilità è quindi circa del 25%. Questo non fa pensare a mescolanza ma a qualcosa di unito che nasconde o che si mostra quando è solo lui , a piccoli pezzettini invisibili di cromosomi, quindi di "cose fisiche" che passano dai genitori ai figli, cioè a pezzetti microscopici di "materia ereditaria", perché i cromosomi sono materia secondo noi e così il DNA e i geni o caratteri.

Stando a questi risultati un carattere ereditario si modifica nella trasmissione da una generazione alla successiva? Motivate la risposta.

non si sono modificati i caratteri, infatti si vede che le alternative ricompaiono così come erano nel genitore, tale e quale: bianco, però ricompaiono in minoranza negli individui, cioè in un numero minore di piante, rispetto a quelle che portano, sempre senza modifica il carattere "più forte": rosso.

Se doveste etichettare la teoria di ereditarietà dei caratteri di Mendel quale etichetta gli appioppereste? E come la enuncereste?

Teoria "pezzettina" dell'eredità e la enuncerei: i pezzetti di materia ereditaria passano senza modificarsi dai parentali ai figli. Nella prima generazione filiare si vede il carattere più Forte.

Quale regola si può dedurre osservando i rapporti dei risultati dei vari incroci nella generazione F2?

Che il rapporto dei caratteri che si ereditano vale 3:1( approssimando un po', per tutti questi incroci), che le piante della F1 non sono più pure ma imbastardite, cioè ibride secondo alcuni di noi.

Quale relazione può esistere tra i gameti e la trasmissione dei caratteri?

Che i gameti portano i caratteri ereditari e a portarli sono i cromosomi

## GR 2

Leggi attentamente i risultati dei differenti incroci e rispondi:  
considerando le piante genitrici che nella tabella sono indicate rispettivamente con "semi lisci", "semi grinzosi", quali informazioni nascoste puoi scoprire?

Le piante parentali contengono solo una alternativa del carattere, quindi i genitori sono linee pure, per ogni carattere

Quali sono, oltre al carattere colore del fiore, gli altri caratteri e quali sono le due alternative?

Carattere "struttura esterna del seme"; alternative: "liscio", "grinzoso"

Carattere "colore del seme"; alternative: "giallo", "verde"

Carattere "colore baccello", alternative: "verde", "giallo"

Carattere "struttura esterna del baccello", alternative: "liscio", "gibboso"

i rapporti sono compatibili con un meccanismo ereditario di mescolamento? Motivate la risposta

No, perché F1 riceve il carattere ereditario da un solo genitore, non è intermedio, per esempio rosa.

Leggi i risultati degli incroci parentali relativi alla prima generazione filiale(F1), cosa potete concludere?

F1 presenta solo un carattere quello "che domina" ed è il carattere di uno dei genitori

Leggi i risultati degli incroci parentali relativi alla seconda generazione filiale( F2), cosa potete concludere?

Nella F2 compare nuovamente il carattere ereditario "che domina" della F1 ma si aggiunge anche il carattere che si "nasconde" quello che "non domina" ma con minor numero di casi

Stando a questi risultati un carattere ereditario si modifica nella trasmissione da una generazione alla successiva o si trasmette senza modificarsi? Motivate la risposta.

Il carattere ereditario non si modifica di generazione in generazione infatti negli incroci c'è sempre il carattere che domina e riappare il carattere che "non domina"

Se doveste etichettare la teoria di ereditarietà dei caratteri di Mendel quale etichetta gli appioppereste? E come la enuncereste?

Fa pensare a un passaggio di "particole di materiale DNA" come dei corpiccioli microscopici che passano, quindi possiamo chiamarla "teoria dei corpiccioli ereditari"

Quale regola si può dedurre osservando i rapporti dei risultati dei vari incroci nella generazione F2?

Se si parte da linee pure →lisci x grinzosi→+ lisci e - grinzosi

Gialli x verde→+ gialli e - verdi

Il carattere che domina nella F1 rimane ma nella F2 si aggiunge il carattere che non domina, il rapporto tra essi è 3:1

Quale relazione può esistere tra i gameti e la trasmissione dei caratteri?

I gameti portano i caratteri ereditari, cioè i caratteri sono presenti nei gameti e sono loro a trasmetterli ai figli.

**Gr 3( è presente un ripetente la classe terza)**

Leggi attentamente i risultati dei differenti incroci e rispondi:

considerando le piante genitrici che nella tabella sono indicate rispettivamente con "semi lisci", "semi grinzosi", quali informazioni nascoste puoi scoprire?

La generazione genitoriale è fatta da linee pure, per ogni carattere presentato.

Quali sono, oltre al carattere colore del fiore, gli altri caratteri e quali sono le due alternative?

Carattere "forma esterna del seme"; alternative: "liscio", "grinzoso"

Carattere "colore del seme"; alternative: "giallo", "verde"

Carattere "colore baccello", alternative: "verde", "giallo"

Carattere "forma esterna del baccello", alternative: "liscio", "gibboso"

i rapporti sono compatibili con un meccanismo ereditario di mescolamento? Motivate la risposta

No, perché nell'F1 compare solo il carattere dominante mentre in F2 un caso su tre si nota il carattere recessivo dell'altro

Leggi i risultati degli incroci parentali relativi alla prima generazione filiale(F1), cosa potete concludere?

Il carattere si trasmette senza modificazione, infatti accoppiando un fiore bianco con uno rosso non si ottiene il rosa ma bensì il rosso con caratteri recessivi bianchi, perché nella meiosi i caratteri non si mescolano se sono diversi tra loro

Leggi i risultati degli incroci parentali relativi alla seconda generazione filiale( F2), cosa potete concludere?

Che il carattere recessivo ricompare, per cui non si vedeva ma rimaneva nascosto sui cromosomi e ricompare in un numero minore di piante.

Stando a questi risultati un carattere ereditario si modifica nella trasmissione da una generazione alla successiva o si trasmette senza modificarsi? Motivate la risposta.

Non si modifica perché ricompare anche il carattere bianco nella F2, sono geni "interi", "uniti" che passano

Se doveste etichettare la teoria di ereditarietà dei caratteri di Mendel quale etichetta gli appioppereste? E come la enuncereste?

**La teoria dei geni dell'ereditarietà**

Quale regola si può dedurre osservando i rapporti dei risultati dei vari incroci nella generazione F2?

C'è un rapporto 3:1, con qualche approssimazione plausibile, tra i risultati della F2, cioè tra i risultati della manifestazione dei caratteri dominanti e recessivi nell'F2.

Quale relazione può esistere tra i gameti e la trasmissione dei caratteri? I gameti portano i caratteri ereditari o i geni responsabili dei caratteri essi sono sui cromosomi e si possono immaginare come corpiccioli microscopici inseriti nei cromosomi.

**Gr4**

Leggi attentamente i risultati dei differenti incroci e rispondi:

considerando le piante genitrici che nella tabella sono indicate rispettivamente con "semi lisci", "semi grinzosi", quali informazioni nascoste puoi scoprire?

I parenti, cioè i genitori sono per tutti i caratteri considerati di linee pure.

Quali sono, oltre al carattere colore del fiore, gli altri caratteri e quali sono le due alternative?

Carattere "superficie esterna del seme"; alternative: "liscio", "grinzoso"

Carattere "colore del seme"; alternative: "giallo", "verde"

Carattere "colore baccello", alternative: "verde", "giallo"

Carattere "superficie del baccello", alternative: "liscio", "gibboso"

i rapporti sono compatibili con un meccanismo ereditario di mescolamento? Motivate la risposta

No perché nella prima generazione di figli che vengono fuori da incroci di linee pure di genitori si presenta uno solo dei due caratteri che ci sono nei due genitori e precisamente quello più forte, cioè che contrasta, sovrasta l'altro più debole che non può uscire nell'aspetto.

Leggi i risultati degli incroci parentali relativi alla prima generazione filiale(F1), cosa potete concludere?

Notiamo che il carattere che sovrasta impedisce a uscire il carattere più debole nella F1.

Leggi i risultati degli incroci parentali relativi alla seconda generazione filiale( F2), cosa potete concludere?

Notiamo che il carattere impedito ricompare nella F2 in un numero minore di piante o semi

Stando a questi risultati un carattere ereditario si modifica nella trasmissione da una generazione alla successiva o si trasmette senza modificarsi? Motivate la risposta.

Il carattere non si modifica perché il rosso resta rosso e il bianco resta bianco, in F1 emerge quello che sovrasta mentre il più debole resta ma impedito di uscire, e nella F2 ricompare come era prima perché non è più insieme a quello che lo impedisce, compare tale e quale ma in meno individui, cioè 1/4 di questi, se abbiamo 4, su 100 piante ne abbiamo 25, 25%.

Se doveste etichettare la teoria di ereditarietà dei caratteri di Mendel quale etichetta gli appioppereste? E come la enuncereste?

La teoria della trasmissione del carattere che sovrastà nella F1 ma poiché si trasmette insieme anche l'impedito perché altrimenti non sarebbe ricomparso è come se fossero piccoli pezzetti che passano dai genitori ai figli e che restano interi, questi non si mescolano, sono corpi minuscoli unitari che si trasmettono senza fare una miscela, sono "i geni"

Quale regola si può dedurre osservando i rapporti dei risultati dei vari incroci nella generazione F2?

Nella F2 il carattere che sovrastà appare più volte di quello impedito nel rapporto 3:1.

Quale relazione può esistere tra i gameti e la trasmissione dei caratteri?

I corpi minuscoli responsabili dei caratteri, cioè i geni si ritrovano nei gameti, ma i gameti hanno i cromosomi, quindi noi ci immaginiamo i cromosomi contenuti nei gameti, che sono le cellule e sui cromosomi che stanno nei gameti ci sono i geni, questi piccoli corpi, ma ci siamo detti anche: stanno sopra ai cromosomi o li formano?.

## Allegato 79. Presentazione lavori e discussione per modellizzazione

Questa parte dell'attività è stata svolta nell'aula di informatica munita della LIM, la documentazione dell'attività è stata fatta per mezzo di

**Computer: ogni gruppo ne aveva due a disposizione**

**Registrazione della discussione, i testi sono stati sbobinati**

**LIM, gli studenti potevano usare il computer ad essa collegato per mostrare le loro rappresentazioni, sintesi o quant'altro**

**Si è attivata l'abilità degli studenti nell'utilizzo delle Forme di Word, non erano molto abili nell'utilizzo della LIM e della capacità di scrivere, per cui l'abbiamo utilizzata per più attraverso il computer.**

Regole della discussione: sempre la stessa. Si interviene dopo, durante la presentazione si prendono appunti.

Risultati:

Durante la presentazione e dopo la presentazione di ogni gruppo, i ragazzi non sono intervenuti molto, si riconoscevano nei lavori reciproci ed approvavano, la discussione più interessante è stata quando ho ripreso alcuni pezzi di ciò che essi avevano scritto, li ho selezionati e glie li ho riproposti:

AVETE DETTO

**Mi avete detto che:**

alla F1, si hanno piante solo con una alternativa del carattere, per tutti i caratteri considerati, cioè funziona come per il fiore rosso, quindi i genitori sono sicuramente linee pure, per il carattere "come è fatto il seme"

**Mi avete detto che i caratteri in questione si presentano con due alternative ed avete individuato sia i caratteri che le alternative, ad esempio:**

Carattere "superficie esterna del seme"; alternative: "liscio", "grinzoso"

Carattere "colore del seme"; alternative: "giallo", "verde"

Carattere "colore baccello", alternative: "verde", "giallo"

Carattere "superficie del baccello", alternative: "liscio", "gibboso"

Carattere "forma esterna del seme"; alternative: "liscio", "grinzoso"

Carattere "colore del seme"; alternative: "giallo", "verde"

Carattere "colore baccello", alternative: "verde", "giallo"

Carattere "forma esterna del baccello", alternative: "liscio", "gibboso"

Carattere "struttura esterna del seme"; alternative: "liscio", "grinzoso"

Carattere "colore del seme"; alternative: "giallo", "verde"

Carattere "colore baccello", alternative: "verde", "giallo"

Carattere "struttura esterna del baccello", alternative: "liscio", "gibboso"

**Avete detto ancora che:**

**i rapporti non sono compatibili con un meccanismo ereditario di mescolamento e lo avete motivato, ad esempio così:**

perché sono indipendenti e si manifesta sempre il carattere di uno dei genitori, il "carattere più forte", cioè quello che rispetto all'altro si vede nel fiore o nel gambo o nel baccello o nel seme.

perché F1 riceve il carattere ereditario da un solo genitore, non è intermedio, per esempio rosa.

perché nell'F1 compare solo il carattere dominante mentre in F2 un caso su tre si nota il carattere recessivo dell'altro

perché nella prima generazione di figli che vengono fuori da incroci di linee pure di genitori si presenta uno solo dei due caratteri che ci sono nei due genitori e precisamente quello più forte, cioè che contrasta, sovrasta l'altro più debole che non può uscire nell'aspetto.

**Ma ora vi chiedo di riflettere su questo: "l'altra alternativa" c'è ancora o scompare e se c'è dove pensate che sia?**



Noi lo abbiamo detto, infatti:

Nella F2 i caratteri "deboli" si manifestano nuovamente e visibilmente, la frequenza con cui essi si presentano è che su 4 individui 1 ha il carattere debole di linea pura, quindi su 100 piante 25, lo presentano, la probabilità è quindi circa del 25%. Questo non fa pensare a mescolanza ma a qualcosa di unito, a piccoli pezzettini invisibili di cromosomi, quindi di "cose fisiche" che passano dai genitori ai figli, cioè a pezzetti microscopici di "materia ereditaria", perché i cromosomi sono materia secondo noi e così il DNA e i geni o caratteri.

Anche noi lo abbiamo detto:

I corpiccioli responsabili dei caratteri, cioè i geni si ritrovano nei gameti, ma i gameti hanno i cromosomi, quindi noi ci immaginiamo i cromosomi contenuti nei gameti, che sono le cellule e sui cromosomi che stanno nei gameti ci sono i geni, questi piccoli corpuscoli.

Sì, ma loro non hanno risposto se l'altra alternativa c'è ancora o scompare e se c'è dove è!

Un momento! certo ora sono illuminato!

**ragazzi, sentiamo tutti "l'illuminato".**

Ma, mi ricordo che i gameti hanno i cromosomi che sono fatti di DNA che è "materia ereditaria", come dicono loro nello scritto, i cromosomi ai figli li forniscono i genitori, e se fosse che li forniscono uno ciascuno? Infatti abbiamo due alternative per i caratteri dei piselli!

**Cioè, spiegami meglio cosa vorresti dire?**

**Un compagno viene in aiuto dell'"illuminato":**

Ma sì, è vero, vuole dire che nelle piante della F1, ci sono nei cromosomi sia l'alternativa "rossa" sia "bianca" e quindi che la rossa nasconde la bianca, e che comanda, quando poi i figli che diventano genitori passano i caratteri ai loro figli nella generazione F2, passano solo una alternativa, o una o l'altra, quindi o il bianco o il rosso e il risultato del figlio dipende dalla coppia che gli arriva, di cui una a caso dal padre e una a caso dalla madre.

Sì, può funzionare!

E' vero come non abbiamo pensato prima!!

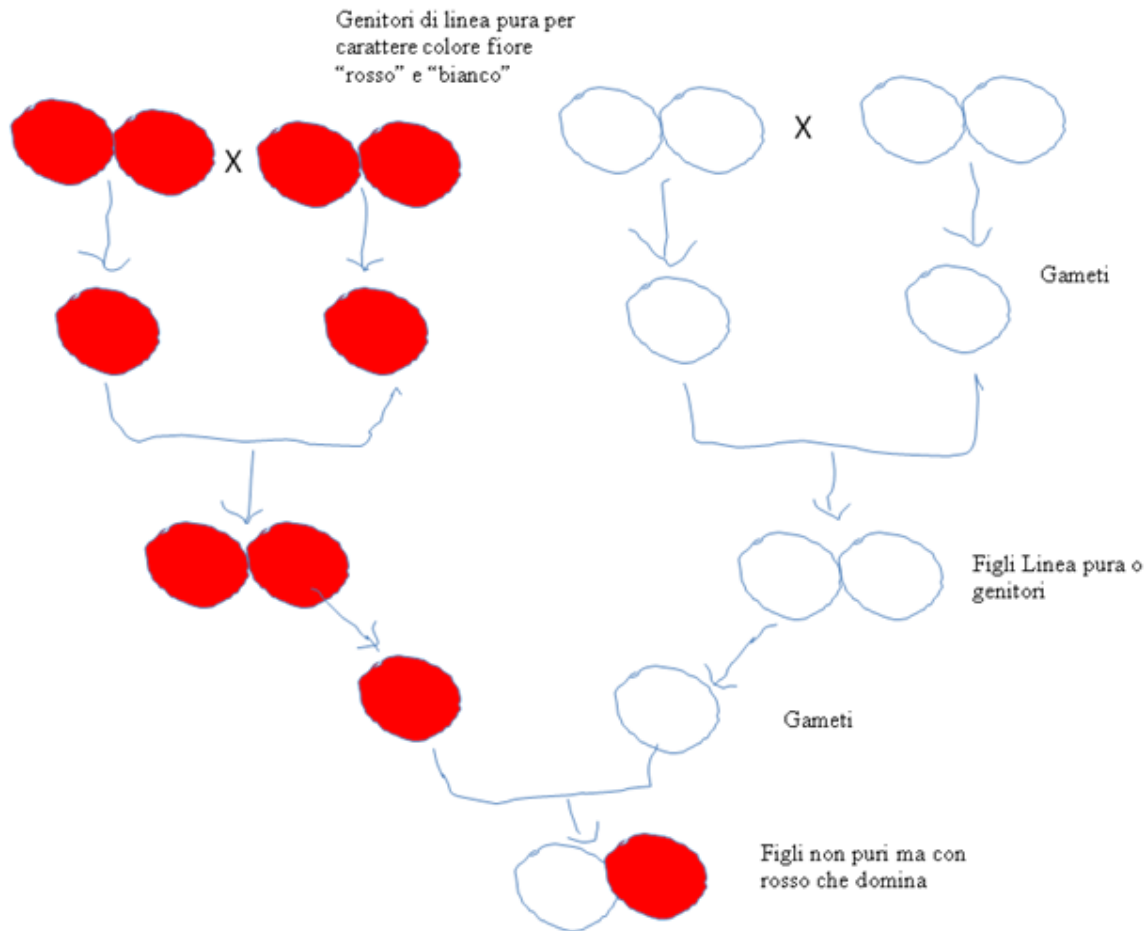
Ho capito, siamo uno a caso!

Ma io non ho capito!

E nemmeno io, cosa facciamo, ci ripeti?

Prof, posso fare un disegno di quello che ho in testa? Posso andare alla LIM? Così lo faccio?

**Certo, certo!**



### Cosa pensate di quello che dice il vostro compagno?

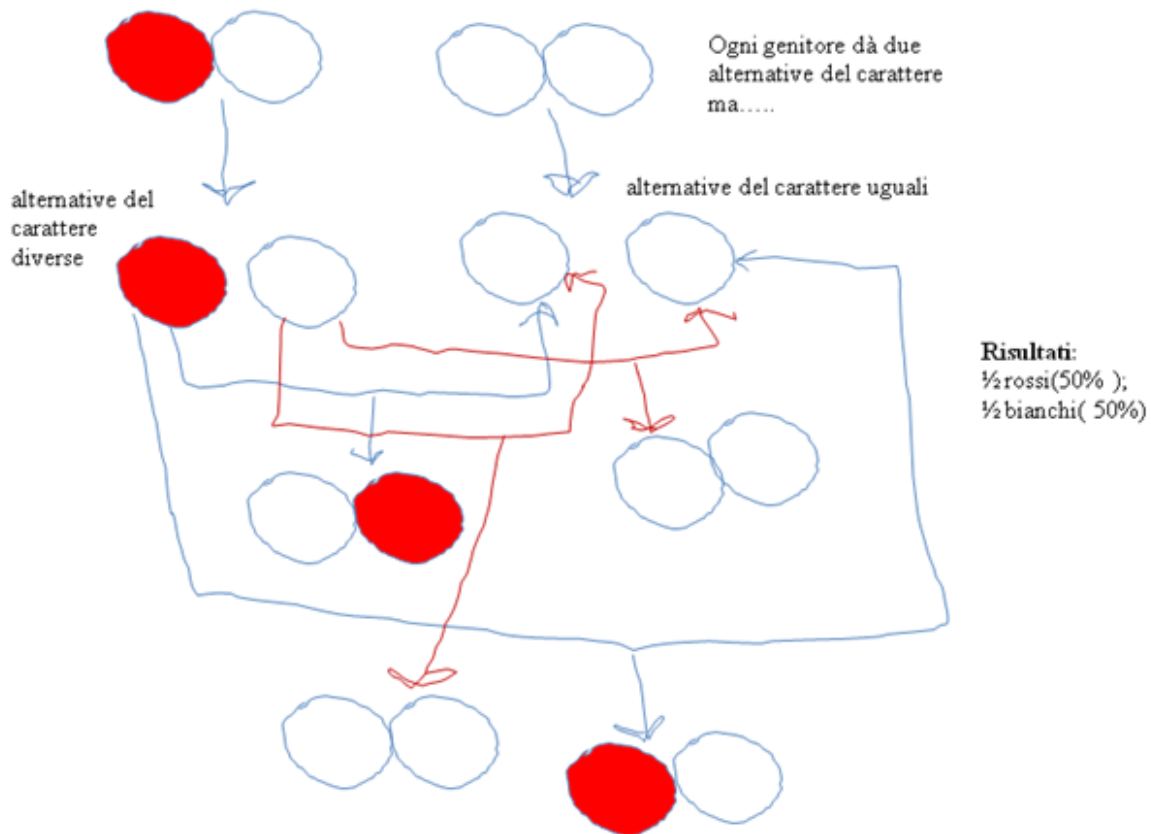
Si funziona, perché lo stesso vale per tutti i caratteri, infatti io ho fatto e viene anche per il controllo che abbiamo pensato l'altra volta.

#### In che senso?

Sa, quando abbiamo detto, durante il problema come potevamo fare per sapere dove era finito il carattere bianco? E alcuni di noi avevano detto di incrociare un figlio non puro ma rosso con un puro bianco, oppure un figlio non puro con un altro non puro? Quando abbiamo detto di fare il primo incrocio, la prof di scienze ci aveva detto che era sbagliato fare così, e invece è giusto, l'alternativa bianca ricompare, anzi lo fa di più rispetto all'incrocio di un impuro con un puro; Io l'ho fatto e viene tutte e due le volte, il bianco ricompare facendo così, nel primo 1 su 4 e nel secondo 2 su 4, cioè 50%; ma dobbiamo pensare che il figlio impuro faccia due tipi di gameti e che l'incrocio è casuale, si ho applicato il calcolo combinatorio della matematica e viene tutto, quindi il mio amico ha ragione.

#### Mostraci la tua idea.





A questo punto si è detto agli studenti che avevano sperimentato un vero modello scientifico e si è chiesto loro :

**illustrateci la differenza tra quanto avete sperimentato ora, riguardo al modello e quello che invece pensavate che fosse un modello.**

*Prima pensavamo che fosse la copia delle cose, ora pensiamo che sia il pensiero di cose che prende la forma e le immagini e poi vedi se può essere ma allora un modello non è sempre una copia in piccolo di una cosa, un attrezzo, un mobile, una macchina*

*un modello può essere una pensata che fai e poi ti convinci che la pensata potrebbe funzionare quando sperimenti o raccogli i dati. Ma allora vai a raccogliere i dati perché hai avuto una pensata, che poi però devi lasciare con tristezza se non trovi nulla che te li conforti...non è un bell'affare, ci lavori per anni magari e poi...*

*...e poi, vuoi mettere però se ci lavori e cominci a vedere l'idea che diventa modello e che funziona per quante cose fai...credo che è una soddisfazione, perché vedi il tuo talento.*

*Si, ma può essere però anche quello, cioè una realizzazione di qualcosa che esiste nella realtà, ma non solo quello, può esistere nella testa e tu lo porti a conoscenza di tutti quando hai capito che puoi aver ragione che il tuo pensiero su quella cosa trova riscontri nelle cose che misuri.*

*Insomma un modello è una cosa complessa*

*Si però se pensi non è difficile da fare, e certo non è per semplicizzare, ma è per vedere il complesso*

**Cioè? Cosa intendi per "il complesso?"**

*Intendo la cosa complessa*

**La professoressa di scienze riferendosi all'intervento del suo studente che le aveva sottolineato che riguardo al test cross lei aveva sbagliato è intervenuta dicendo: "bravo, F. io avevo detto che era sbagliato perché non lo sapevo, siete stati bravi a insistere, così l'ho imparato anch'io!". Aveva appena finito di parlare che una studentessa aggiunge:**

Ma allora prof, un aspetto fisico che noi vediamo in un fiore se è il carattere che domina potrebbe essere sia puro sia impuro?

**Tu cosa dici?**

Grande risata...

Poi l'intervento di un compagno

Si, secondo me si.

**e gli altri?**

Logico se no non avremmo fatto il problema "dove è finito il carattere bianco"?

**Anche gli altri?**

Si. Si.

**Bene.**

**La stessa alunna che aveva fatto la domanda salta fuori:**

Se è così però, se io ho un aspetto fisico

**Tu come persona?**

No, un carattere che è nel fiore, un carattere fisico, visibile e...e voglio essere sicura che sia puro, oppure che sia impuro, posso fare sempre un incrocio con un puro che non domina! Per esempio per il colore dei fiori posso fare così!

È vero, è proprio vero, ha ragione, ma guarda ecco che si svelano i segreti dei scientifici...

Degli scienziati vorrai dire, non degli scientifici.

Si, degli scienziati, i cervelloni! Hai capito, loro trovano i sotterfugi per capire come funziona, pensano una cosa e poi la provano e vedono se funziona...

Eh, si, qui l'esperimento lo puoi fare dopo che hai pensato, mica sempre prima!

Ma allora prof, possiamo immaginare i caratteri come pallini del filo del DNA, ma allora i caratteri sono materia concreta che c'è nelle cellule, sono materia organica perché noi siamo viventi, si ora so concretamente cos'è, è materia invisibile, che i genitori ci passano con le cellule gametiche. Quindi non era vero come dicevamo la prima volta che il DNA non ha consistenza fisica e che non è materia! Ora abbiamo avuto ragione a chiamare i caratteri corpiccioli!? Ma prof. questo Mendel come l'ha chiamato il suo modello di ereditarietà?

**L'ha chiamata "teoria corpuscolare dell'ereditarietà" proprio più o meno come avete fatto voi, perché come voi si è convinto che i caratteri erano "corpuscoli" che passavano interi, delle "unità" di materia trasmesse con i gameti, proprio come avete detto voi, quindi aveva una ottica diversa dalle idee scientifiche del tempo che pensavano al mescolamento.**

Si, veramente vedi con un altro modo, ora so perché il naso aquilino di mio nonno è arrivato a mio cugino, perché suo padre aveva due alternative materiali del carattere, quello normale e quello aquilino che era nascosto e casualmente mio cugino su due probabilità l'avrà ereditato!

Eh, però allora il carattere doveva averlo anche tua mamma...sarà più debole, cioè non domina, no prof?

**Tu cosa dici?**

Ecco che ci risiamo! "Io cosa dico", "noi cosa diciamo"...

E la lezione è finita!

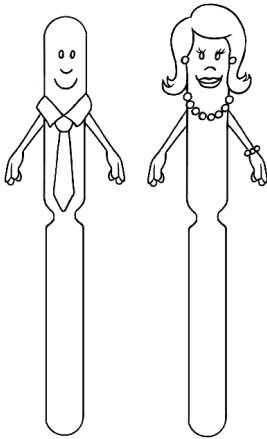
## Allegato 80. Compito di apprendimento: attività sulla mitosi

### PREMESSA

Avete proposto che i caratteri sono corpiccioli o piccoli pezzettini, che avete chiamato "geni" e avete pensato che essi sono posti sui cromosomi, uno di origine paterna e l'altro materna, sempre presenti nelle cellule di ogni organismo, mi avete detto che i cromosomi sono nel nucleo. Dallo studio dell'anatomia avete appreso che le cellule si riproducono e quindi che da una se ne formano due, i caratteri passano da una cellula madre a due cellule figlie.

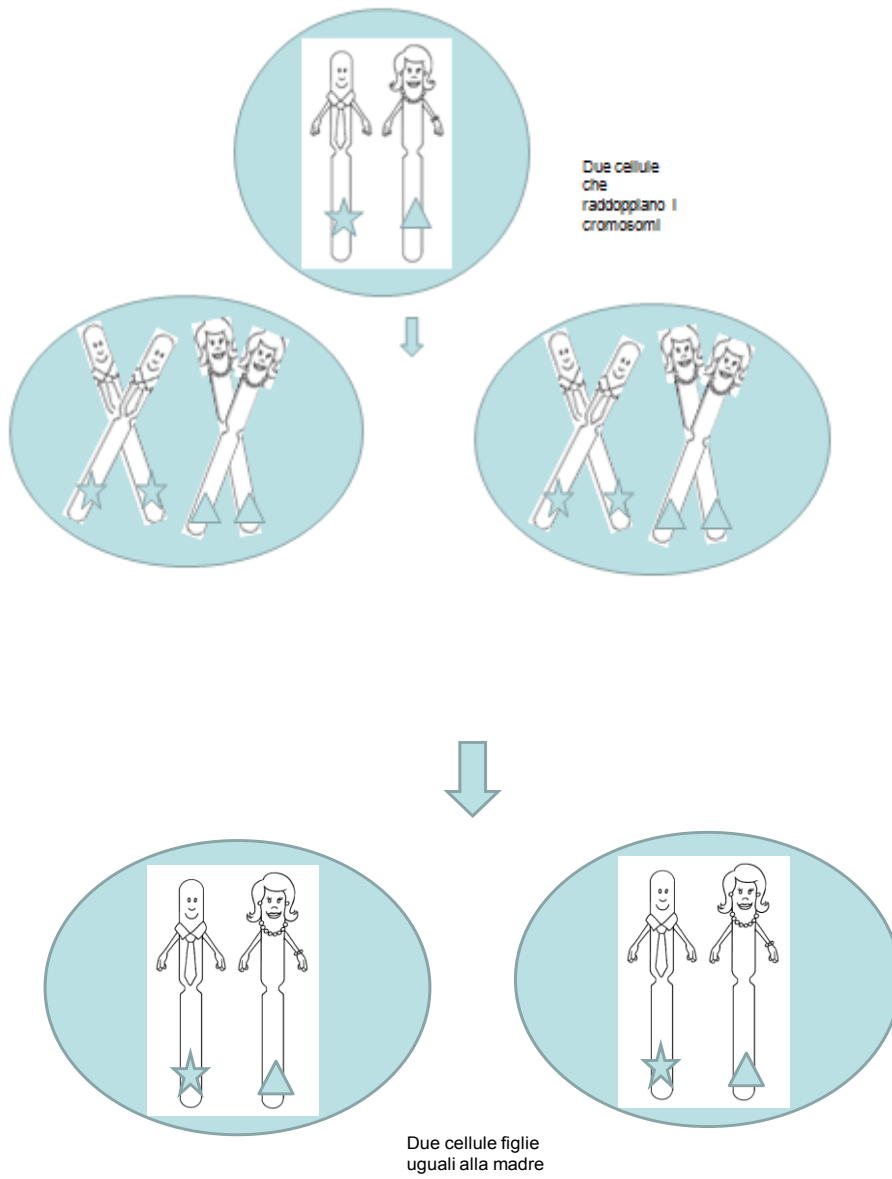
Quel che il gruppo deve fare è:

*Pensare a una rappresentazione di come sia possibile che da una cellula madre con due cromosomi, ad esempio uno di origine paterna e una materna, si possano avere due cellule figlie, perfettamente uguali nel numero di cromosomi alla cellula madre. Di seguito avete la rappresentazione dei cromosomi ma potete scegliere una vostra rappresentazione:*

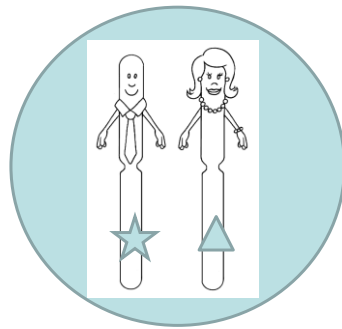


# Allegato 81. Risultati compito apprendimento attività mitosi

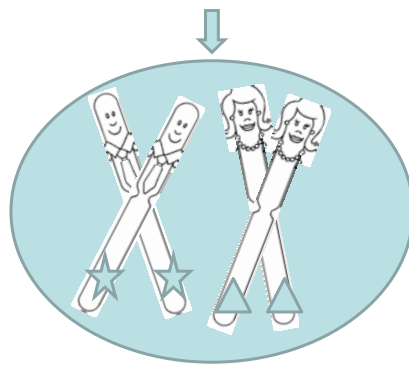
## Risultati Gruppo 1



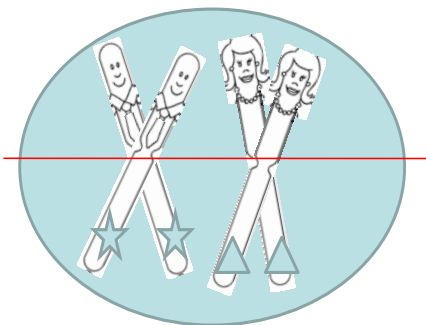
## Risultati Gruppo 2



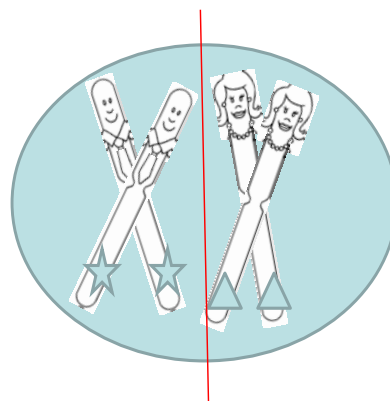
Nella cellula madre raddoppiano i cromosomi



Problema:  
Come si separano?  
Come si divide la cellula madre?



1. Abbiamo pensato così, per cui succede...



2. Se è invece così, per succede...

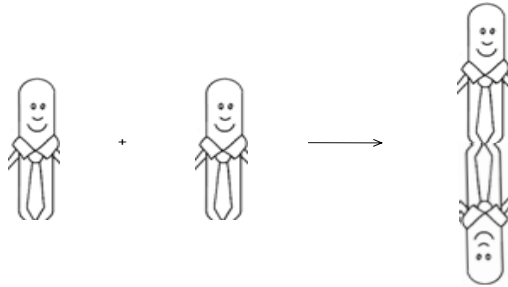


*Proposta 1 e ragionamento del gruppo:*

*se la cellula madre si divide secondo il verso che abbiamo pensato, cioè orizzontale, succede che:*

*a) il carattere stella e il carattere triangolo vengono ereditati da una cellula figlia, ma l'altra non li riceve, tutte e due le cellule ricevono mezzo doppio cromosoma? Ci chiediamo: possono fare 1, due mezzi cromosomi uguali?*

*Cioè:*



*Ma anche se fosse, abbiamo il carattere stella e il carattere triangolo solo da una parte, ma il numero di cromosomi sarebbe uguale a quello della cellula madre.*

*Proposta 2. Ragionamento del gruppo:*

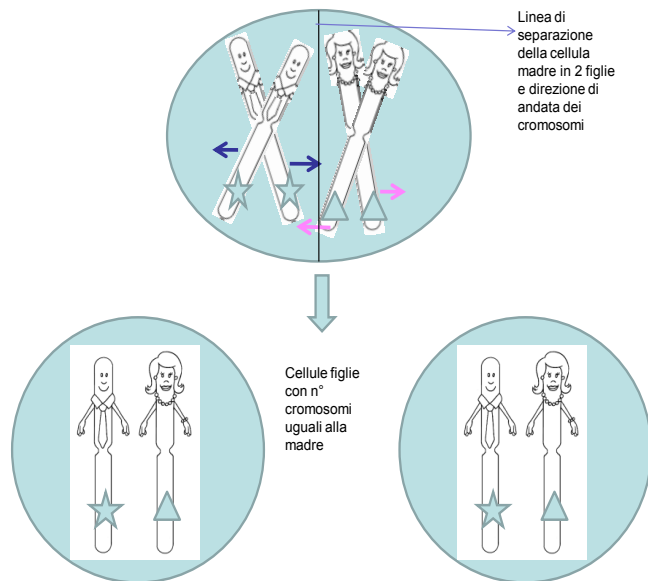
*Quindi uno di noi ha fatto un altro pensiero su cui siamo stati d'accordo e forse pensiamo che può funzionare, cioè:*

*Siamo d'accordo sul raddoppio dei cromosomi della cellula madre, infatti alcuni sanno che il DNA si può raddoppiare e anche i cromosomi che sono di lui fatti.*

*Così il cromosoma paterno diventa doppio, e il cromosoma materno diventa doppio, allora abbiamo 4 cromosomi, li abbiamo legati perché alcuni di noi hanno visto a super Quark che restano uniti, prima, poi si slegano*

*Quando si slegano un cromosoma paterno va con uno materno da una cellula figlia e un cromosoma materno va con uno paterno in un'altra cellula figlia, ma ci va il cromosoma intero, per capirci quello con testa-stella del papà e testa-triangolo della mamma.*

*Cioè così:*



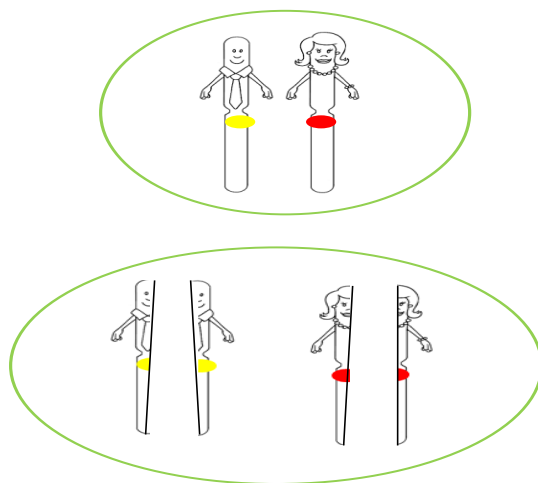
### Risultati Gruppo 3

Secondo noi i cromosomi dalla cellula madre possono fare due cose: vengono a raddoppiarsi e poi si separano di nuovo, vengono a dividersi nel senso della lunghezza

e un pezzo diviso va in una cellula e un pezzo diviso va nell'altra cellula e questo succede nel cromosoma paterno e materno, così la cellula madre passa i caratteri a tutte e due le figlie, poi siccome le figlie lo ricevono il cromosoma e questo è fatto di DNA che ha il carattere di duplicare (in prima media abbiamo studiato il DNA come filamento che può AUTODUPLICARE, esso rifà il cromosoma intero).

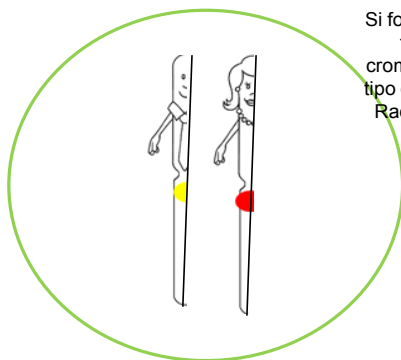
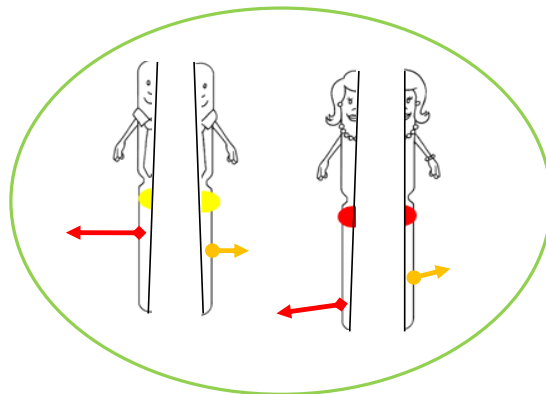
Ci sono molti pensieri nel gruppo e non siamo d'accordo. Siamo d'accordo solo che i cromosomi paterni e materni sia che raddoppiano, sia che si dividono per la lunghezza poi devono andare, come migrare da parti opposte, cioè uno in una cellula e uno nell'altra, sempre.

Oppure:

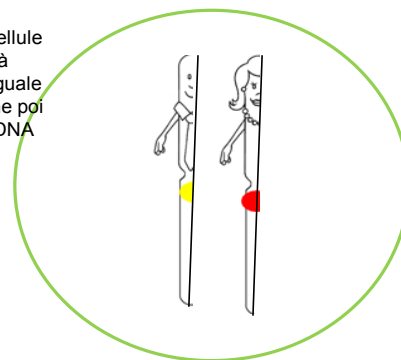


I cromosomi prendono la direzione di una parte o dell'altra opposta e poi la cellula madre si separa in due figlie

Le due figlie sono uguali per numero di cromosomi e tipo di caratteri



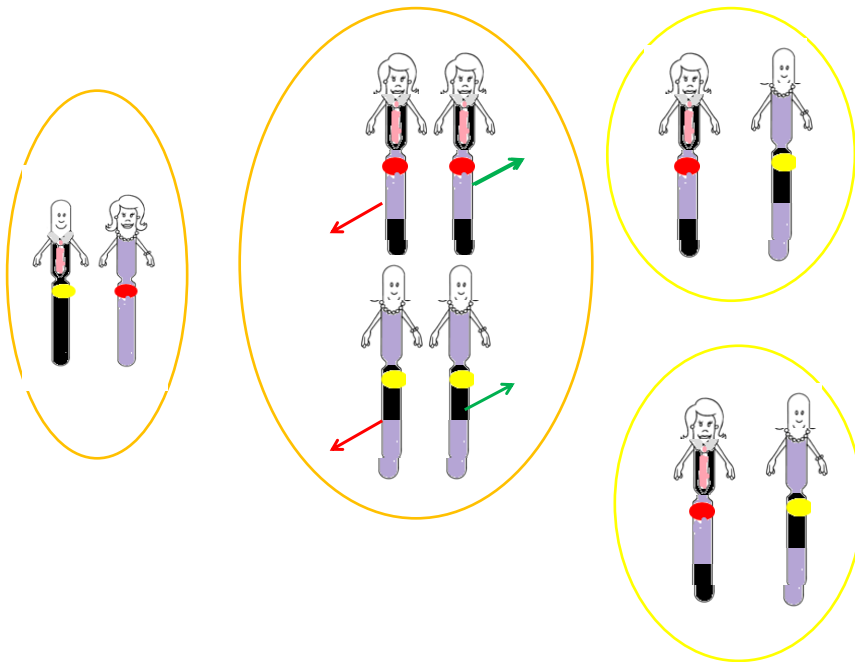
Si formano due cellule figlie con metà cromosomi ma uguale tipo di caratteri che poi Raddoppiano il DNA



#### Risultati Gruppo 4

Noi abbiamo pensato a un rimescolamento dei caratteri contenuti nei cromosomi, come se pezzi di cromosomi dei genitori si potessero risistemare formando un mosaico di pezzi e dando luogo a cromosomi nuovi, cioè sempre cromosomi, ma con caratteri paterni e materni sullo stesso cromosoma, se no non si spiega che i figli possono somigliare a tutti e due e anche ai nonni e mescolarsi come caratteri.

Poi abbiamo pensato che i cromosomi della cellula raddoppiano, poi si separano in due cellule figlie andando in parte opposte e la cellula si divide lungo la lunghezza dei cromosomi, cioè il piano è verticale, così si hanno due cellule figlie uguali. Abbiamo pensato e rappresentato sotto.



## Allegato 82. Il laboratorio classe della classe terza





## Allegato 83. Compito di apprendimento. Il lavoro sul linguaggio

Risolvendo i problemi sugli incroci avete usato alcuni termini, specificate il significato con cui li avete utilizzati

Risolvendo i problemi sugli incroci avete usato alcuni termini, specificate il significato con cui li avete utilizzati

TERMINI CHE ABBIAMO USATO	SIGNIFICATO CHE ABBIAMO DATO
Incrocio crociato	
Carattere	
Alternativa del carattere	
Carattere puro	
Carattere ibrido	
Carattere che domina	
Carattere che "non domina"	
Linea pura	
ibrido	

## Allegato 84. Risultati compito di apprendimento linguaggio

### GRUPPO 1

TERMINI CHE ABBIAMO USATO	SIGNIFICATO CHE ABBIAMO DATO
Incrocio	Incontro di due cellule riproduttive di due genitori con caratteri uguali o diversi
Carattere	Caratteristica determinata geneticamente, solo ciò che è determinato geneticamente è un carattere
Alternativa del carattere	Caratteristica genetica che cambia in qualità ma non cambia il tipo.
Carattere puro	Caratteristica genetica con le due alternative uguali
Carattere ibrido	Caratteristica genetica con le due alternative diverse
Carattere che domina	Alternativa che prevale su due alternative diverse di uno stesso carattere
Carattere che "non domina"	Alternativa che non prevale su due alternative diverse di uno stesso carattere che può rimanere come "corpicciolo" di materia anche se non si vede nell'aspetto esterno e può essere perciò trasmesso con i gameti
Linea pura	Caratteristica genetica con le due alternative uguali
ibrido	Caratteristica genetica con le due alternative diverse



**GRUPPO 2**

TERMINI CHE ABBIAMO USATO	SIGNIFICATO CHE ABBIAMO DATO
Incrocio	Unione di due gameti, uno maschile e uno femminile di due genitori con caratteri uguali o diversi
Carattere	È come dire "gene", solo ciò che è individuato da un gene è un carattere( es colore fiore, forma seme, ecc)
Alternativa del carattere	qualità di un carattere che mantiene il tipo.
Carattere puro	Carattere che si presenta con due qualità uguali
Carattere ibrido	Il tipo di carattere con le due qualità diverse
Carattere che domina	Qualità che si impone su due qualità diverse di uno stesso tipo di carattere
Carattere che "non domina"	Qualità che non si impone su due qualità diverse di uno stesso carattere
Linea pura	È come carattere puro
ibrido	È come carattere ibrido

**GRUPPO 3**

TERMINI CHE ABBIAMO USATO	SIGNIFICATO CHE ABBIAMO DATO
Incrocio	Fecondazione di spermatozoo o cellula uovo, o polline e ovulo di due genitori che sono diversi per una alternativa di un carattere
Carattere	È un "gene"
Alternativa del carattere	Una delle due varietà di uno stesso gene
Carattere puro	gene che ha le due varietà che sono uguali
Carattere ibrido	Le due varietà sono diverse
Carattere che domina	Varietà di un gene che Qualità che si mette sopra l'altra varietà, cioè nell'aspetto fisico si trova quella.
Carattere che "non domina"	Varietà di un gene che retrocede rispetto all'altra, che rimane nel cromosoma e può essere ereditata
Linea pura	Si intende che per quel carattere le due varietà sono uguali
ibrido	Si intende che per quel carattere le due varietà sono diverse  NB. Noi pensiamo che linea pura e Ibrido sono la stessa cosa di dire "carattere puro" o "carattere ibrido" perché comunque quando si parla di linea pura si intende sempre per quel dato carattere per esempio il colore del fiore, o l'altezza del fusto.

**GRUPPO 4**

TERMINI CHE ABBIAMO USATO	SIGNIFICATO CHE ABBIAMO DATO
Incrocio	Si ha quando due cellule genitrici sessuali, una del maschio e una femmina con caratteri genetici uguali o diversi si fecondano
Carattere	È un "corpuscolo", una unità fisica responsabile di caratteristiche che si ereditano dai genitori (piante, animali)
Alternativa del carattere	particolarità posseduta dal corpuscolo, possono essere due, per esempio il "corpuscolo del colore della corolla" ha la particolarità rossa o bianca
Carattere puro	corpuscolo le cui particolarità sono uguali
Carattere ibrido	Le particolarità di un dato corpuscolo che sono diverse
Carattere che domina	Particolarità di un dato corpuscolo che controlla la rivelazione dell'altra, cioè non lascia rivelare l'altra
Carattere che "non domina"	Qualità che si lascia coprire dall'altra
Linea pura	Sinonimo di carattere puro, meglio detto è "linea pura"
ibrido	Sinonimo di carattere ibrido, meglio detto è "ibrido"

## Allegato 85. Costruzione collettiva dei significati

TERMINI CHE ABBIAMO USATO	SIGNIFICATO CHE ABBIAMO DATO
<p>Incrocio</p> <p>Viene scelto questo (evidenziato), perché il gruppo 3 insiste che si parla più di autofecondazione quando si parla di caratteri uguali, i compagni dicono che hanno ragione</p> <p>Scelta dagli studenti nella discussione:</p>	<p>Incontro di due cellule riproduttive di due genitori con caratteri uguali o diversi</p> <p>Unione di due gameti, uno maschile e uno femminile di due genitori con caratteri uguali o diversi</p> <p>Fecondazione di spermatozoo o cellula uovo, o polline e ovulo di due genitori che sono diversi per una alternativa di un carattere</p> <p>Si ha quando due cellule genitrici sessuali, una del maschio e una femmina con caratteri genetici uguali o diversi si fecondano</p>
<p>Carattere</p> <p>È una unità fisica, cioè un “gene” responsabile di caratteristiche che si ereditano dai genitori solo ciò che è determinato geneticamente è un carattere</p>	<p>Caratteristica determinata geneticamente, solo ciò che è determinato geneticamente è un carattere</p> <p>È come dire “gene”, solo ciò che è individuato da un gene è un carattere( es colore fiore, forma seme, ecc)</p> <p>È un “gene”</p> <p>È un “corpuscolo”, una unità fisica responsabile di caratteristiche che si ereditano dai genitori(piante, animali)</p>
<p>Alternativa del carattere</p> <p>Una delle due varietà di uno stesso gene, esempio il colore della corolla” dei fiori di piselli può essere: rossa o bianca</p>	<p>Caratteristica genetica che cambia in qualità ma non cambia il tipo.</p> <p>qualità di un carattere che mantiene il tipo.</p> <p>Una delle due varietà di uno stesso gene</p> <p>particolarità posseduta dal corpuscolo, possono essere due, per esempio il “corpuscolo del colore della corolla” ha la particolarità rossa o bianca</p>
<p>Carattere puro</p> <p>gene o carattere che ha le due varietà che sono uguali</p>	<p>Caratteristica genetica con le due alternative uguali</p> <p>Carattere che si presenta con due qualità uguali</p> <p>gene che ha le due varietà che sono uguali</p> <p>corpuscolo le cui particolarità sono uguali</p>
<p>Carattere ibrido</p> <p>Gene che ha le due varietà sono diverse</p>	<p>Caratteristica genetica con le due alternative diverse</p> <p>Il tipo di carattere con le due qualità diverse</p> <p>Le due varietà sono diverse</p> <p>Le particolarità di un dato corpuscolo che sono diverse</p>

<p>Carattere che domina</p> <p>Varietà di un gene che controlla la rivelazione dell'altra, cioè non lascia rivelare l'altra</p>	<p>Alternativa che prevale su due alternative diverse di uno stesso carattere</p> <p>Qualità che si impone su due qualità diverse di uno stesso tipo di carattere</p> <p>Varietà di un gene che che si mette sopra l'altra varietà, cioè nell'aspetto fisico si trova quella.</p> <p>Particolarità di un dato corpuscolo che controlla la rivelazione dell'altra, cioè non lascia rivelare l'altra</p>
<p>Carattere che "non domina"</p> <p>Varietà di un gene che retrocede rispetto all'altra, che rimane nel cromosoma e può essere ereditata può essere perciò trasmessa con i gameti, non si vede nell'aspetto esterno</p>	<p>Alternativa che non prevale su due alternative diverse di uno stesso carattere che può rimanere come "corpiciolo" di materia anche se non si vede nell'aspetto esterno e può essere perciò trasmesso con i gameti</p> <p>Qualità che si impone su due qualità diverse di uno stesso tipo di carattere</p> <p>Varietà di un gene che retrocede rispetto all'altra, che rimane nel cromosoma e può essere ereditata</p> <p>Qualità che si lascia coprire l'altra</p>
<p>Linea pura</p> <p>Si intende che per quel carattere le due varietà sono uguali usato come sinonimo di carattere puro, meglio parlare di "linea pura"</p>	<p>Caratteristica genetica con le due alternative uguali</p> <p>È come carattere puro</p> <p>Si intende che per quel carattere le due varietà sono uguali</p> <p>Sinonimo di carattere puro, meglio detto è "linea pura"</p>
<p>Ibrido</p> <p>Si intende che per quel carattere le due varietà sono diverse usato come sinonimo di carattere ibrido, meglio parlare di "ibrido"</p>	<p>Caratteristica genetica con le due alternative diverse</p> <p>È come carattere ibrido</p> <p>Si intende che per quel carattere le due varietà sono diverse</p> <p>Sinonimo di carattere ibrido, meglio detto è "ibrido"</p>

## Allegato 86. Concetti genetici specifici

TERMINI CHE ABBIAMO USATO	SIGNIFICATO CHE ABBIAMO DATO	I concetti della genetica
<p>Incrocio</p> <p>Viene scelto questo, perché il gruppo 3 insiste che si parla più di autofecondazione quando si parla di caratteri uguali, i compagni dicono che hanno ragione</p>	<p>Incontro di due cellule riproduttive di due genitori con caratteri uguali o diversi</p> <p>Unione di due gameti, uno maschile e uno femminile di due genitori con caratteri uguali o diversi</p> <p>Fecondazione di spermatozoo o cellula uovo, o polline e ovulo di due genitori che sono diversi per una alternativa di un carattere</p> <p>Si ha quando due cellule genitrici sessuali, una del maschio e una femmina con caratteri genetici uguali o diversi si fecondano</p>	<p>incrocio</p>
<p>Carattere</p> <p>È una unità fisica, cioè un "gene" responsabile di caratteristiche che si ereditano dai genitori solo ciò che è determinato geneticamente è un carattere</p>	<p>Caratteristica determinata geneticamente, solo ciò che è determinato geneticamente è un carattere</p> <p>È come dire "gene", solo ciò che è individuato da un gene è un carattere( es colore fiore, forma seme, ecc)</p> <p>È un "gene"</p> <p>È un "corpuscolo", una unità fisica responsabile di caratteristiche che si ereditano dai genitori(piante, animali)</p>	<p>Carattere</p> <p>gene</p>
<p>Alternativa del carattere</p> <p>Una delle due varietà di uno stesso gene, esempio il colore della corolla" dei fiori di piselli può essere: rossa o bianca</p>	<p>Caratteristica genetica che cambia in qualità ma non cambia il tipo.</p> <p>qualità di un carattere che mantiene il tipo.</p> <p>Una delle due varietà di uno stesso gene</p> <p>particolarità posseduta dal corpuscolo, possono essere due, per esempio il "corpuscolo del colore della corolla" ha la particolarità rossa o bianca</p>	<p>allele</p>

<p>Carattere puro</p> <p>gene o carattere che ha le due varietà che sono uguali</p>	<p>Caratteristica genetica con le due alternative uguali</p> <p>Carattere che si presenta con due qualità uguali</p> <p>gene che ha le due varietà che sono uguali</p> <p>corpuscolo le cui particolarità sono uguali</p>	<p>Carattere o gene</p> <p>OMOZIGOTE</p>
<p>Carattere ibrido</p> <p>Gene che ha le due varietà sono diverse</p>	<p>Caratteristica genetica con le due alternative diverse</p> <p>Il tipo di carattere con le due qualità diverse</p> <p>Le due varietà sono diverse</p> <p>Le particolarità di un dato corpuscolo che sono diverse</p>	<p>Gene o carattere</p> <p>ETEROZIGOTE</p>
<p>Carattere che domina</p> <p>Varietà di un gene che controlla la rivelazione dell'altra, cioè non lascia rivelare l'altra e si vede nell'aspetto esterno(es colore del fiore, struttura seme nei piselli)</p>	<p>Alternativa che prevale su due alternative diverse di uno stesso carattere</p> <p>Qualità che si impone su due qualità diverse di uno stesso tipo di carattere</p> <p>Varietà di un gene che che si mette sopra l'altra varietà, cioè nell'aspetto fisico si trova quella.</p> <p>Particolarità di un dato corpuscolo che controlla la rivelazione dell'altra, cioè non lascia rivelare l'altra</p>	<p>Carattere o gene</p> <p>DOMINANTE</p>
<p>Carattere che "non domina"</p> <p>Varietà di un gene che retrocede rispetto all'altra, che rimane nel cromosoma e può essere ereditata può essere perciò trasmessa con i gameti, non si vede nell'aspetto esterno</p>	<p>Alternativa che non prevale su due alternative diverse di uno stesso carattere che può rimanere come "corpiciolo" di materia anche se non si vede nell'aspetto esterno e può essere perciò trasmesso con i gameti</p> <p>Qualità che si impone su due qualità diverse di uno stesso tipo di carattere</p> <p>Varietà di un gene che retrocede</p>	<p>Gene o carattere</p> <p>RECESSIVO</p>

	<p>rispetto all'altra, che rimane nel cromosoma e può essere ereditata</p> <p>Qualità che si lascia coprire l'altra</p>	
<p>Linea pura</p> <p>Si intende che per quel carattere le due varietà sono uguali usato come sinonimo di carattere puro, meglio parlare di "linea pura"</p>	<p>Caratteristica genetica con le due alternative uguali</p> <p>È come carattere puro</p> <p>Si intende che per quel carattere le due varietà sono uguali</p> <p>Sinonimo di carattere puro, meglio detto è "linea pura"</p>	Linea pura
<p>Ibrido</p> <p>Si intende che per quel carattere le due varietà sono diverse usato come sinonimo di carattere ibrido, meglio parlare di "ibrido"</p>	<p>Caratteristica genetica con le due alternative diverse</p> <p>È come carattere ibrido</p> <p>Si intende che per quel carattere le due varietà sono diverse</p> <p>Sinonimo di carattere ibrido, meglio detto è "ibrido"</p>	ibrido
<p>Avete detto a proposito di...</p>	<p>Carattere che domina</p> <p>Varietà di un gene che controlla la rivelazione dell'altra, cioè non lascia rivelare l'altra e si vede nell'aspetto esterno(es colore del fiore, struttura seme nei piselli)</p> <p>Carattere che "non domina"</p> <p>Varietà di un gene che retrocede rispetto all'altra, che rimane nel cromosoma e può essere ereditata può essere perciò trasmessa con i gameti, <u>non si vede nell'aspetto esterno</u></p> <p>Ibrido</p> <p>Si intende che per quel carattere le due varietà sono diverse usato come sinonimo di carattere ibrido, meglio parlare di "ibrido"</p> <p>Linea pura</p> <p>Si intende che per quel carattere le due varietà sono uguali usato come sinonimo di carattere puro, meglio parlare di "linea pura"</p>	<p>Fenotipo per quel carattere</p> <p>Genotipo per quel carattere</p>



## Allegato 87. Audioregistrazione: il carattere polisemico e monosemico dei linguaggi

ho richiamato l'attenzione sui alcuni concetti, e ne ho scritti alcuni alla lavagna:

**OMOZIGOTE**

**ETEROZIGOTE**

**ALLELE...e**

**INCROCIO**

### Il dialogo:

avete mai sentito o visto scritti questi termini da qualche parte?

io no.

Ma si, il termine che ho sentito è "incrocio"

E con quale significato?

Con il significato di strada che ne incontra un'altra, per esempio

Si, ma significa anche incrociare qualcuno, cioè incontrarlo

Allora anche incrociare le dita

Oppure quando si fa sciopero, si dice che gli operai o le persone hanno "incrociato le braccia", cioè hanno sospeso il lavoro volontariamente per protesta

Allora qual è la differenza tra *incrocio* della genetica e *incrocio* usato nelle lingua comune?

Ah, ci sono! Che nella lingua normale "incrocio vuol dire tante cose"

E cosa pensi per la genetica?

(Risponde una compagna).

Nella genetica vuol dire solo una cosa, quella che abbiamo detto ora vero?

Però ci sono parole che sono inventate da capo.

Cioè?

Beh, se non esiste ETERO..cosa..si, non mi ricordo

ETEROZIGOTE, che significa che il gene ha due varietà diverse!

Ecco si, appunto, alcune parole si devono inventare perché non esistono, e come fanno?

Questa cosa ve la posso dire: Etero significa diverso...

Allora è per questo, cioè si cercano delle parole che significano i significati che si vogliono raccontare, dire, e poi si fa il "significato genetico"?

Proprio vero, perché se etero significa diverso... ma zigote?, si potrebbe cercare in Internet, posso prof?

Certo cerca!

Da ENCARTA

**"Zigote** Cellula formata dalla fusione di un [gamete](#) (cellula germinale) maschile con quello femminile, che avviene al momento della [fecondazione](#) negli organismi con [riproduzione sessuale](#). Lo zigote è una cellula diploide, cioè contiene due copie di ciascun [cromosoma](#), con ciascuna coppia fornita da ciascuno dei due gameti aploidi."

Prof, qui c'è scritto tutto, cioè che zigote è la cellula che si forma dopo che lo spermatozoo è entrato nell'uovo, quindi anche quando il granello pollinico entra nell'ovulo dell'ovario! Ma dice che lo zigote lo fanno solo quelli con riproduzione con i gameti, però c'è un'altra parola che non capisco: diplo...ide!

C'è scritto! viene dopo, vedi dice che "cioè contiene due copie di ciascun cromosoma", il cioè vuole spiegare proprio "diploide"

Ma c'è scritto anche "aploide"; che vuol dire?

Insomma io ho capito che diploide è lo zigote perché contiene due coppie di cromosomi, mentre aploide è il gamete perché contiene solo 1 cromosoma della coppia, sai come abbiamo fatto nella mitosi

Ma allora i gameti contengono solo un cromosoma, avevo ragione!

Ma va, ne contengono nell'uomo 23, mentre nello zigote ce ne sono 46, esattamente il doppio e quindi sono in coppie, è sulla coppia che ci sono le alternative diverse dello stesso gene, sì, le varietà.

Si chiamano alleli! Lo abbiamo scritto nella tabella.

**Si, ma ora torniamo al significato...**

Eh, stavo dicendo che se etero significa diverso, allora se "inventano il termine eterozigote è perché con questo si vuole dire che le varietà del gene sono diverse e solo con quel significato, non ce ne inventeranno altri!

Proprio così, il significato genetico è unico!

**E pensate che funziona così solo la genetica?**

Temo proprio di no! Forse la scienza sarà un po' particolare! Ma perché deve fare così?

Secondo me perché deve creare ordine, rigore! Non si può essere ambigui!

E poi devono capirsi tutti, per esempio mia cugina è in Germania e non la vedo mai, perché sono divisi con mio zio e la madre non è che glie lo fa portare qui, allora l'anno scorso siamo andati noi, lei parla un po' italiano, ma non sa bene proprio tutto, i modi di dire non li sa, e quando gli ho detto "non prendermi in giro" lei mi ha risposto che non mi stava toccando!

**Non capisco, con questo cosa vuoi dirci?**

Eh, che appunto i significati gli scienziati devono intenderli bene, se no non si capisce niente quando si scambiano quello che trovano con le ricerche.

**E i concetti?**

Eterozigote è un concetto, per esempio!

**Eh, ma cosa pensate che sia un concetto scientifico?**

È preciso, si può fare con una parola ma nella parola c'è un significato di qualche cosa, per esempio dei geni, di come essi possono ereditarsi!

Per esempio c'è il modello che noi abbiamo fatto no, quello delle palline per i caratteri?!

Ne abbiamo fatti tanti.

Sì, ma ora se io penso a eterozigote, penso a due caratteri, per esempio che abbiamo fatto con le palline, che sono diverse, e le palline possono significare non un solo carattere, ma tanti, purché diversi!

**Fammi capire bene...**

Sì, per esempio l'altezza del fusto della pianta, il colore del fiore, la superficie del seme ecc.

**Cosa dite di raccogliere ora quanto abbiamo prodotto?**

Perché invece non facciamo uno schema?

Posso fare io a computer così vediamo con la LIM?

E poi facciamo la mappa? La posso fare io con il computer

## Allegato 88. Sintesi della discussione sul linguaggio della genetica

Nel DIALOGO abbiamo detto:

ci sono parole che sono inventate da capo.  
non esiste ETEROZIGOTE, che significa che il gene ha due varietà diverse!  
alcune parole si devono inventare, perché non esistono

alcune parole  
si inventano  
e si trovano  
dal significato

allogar si possono prendere  
dal greco  
ETERO = diverso

DAI TESTI DEL NOSTRO DIALOGO: i Significati del termine INCROCIO nel linguaggio scientifico comune:

CCOMUNE

Con il significato di strada che ne incontra un'altra, per esempio

Si, ma significa anche incrociare qualcuno, cioè incontrarlo

Allora anche incrociare le dita

Oppure quando si fa sciopero, si dice che gli operai o le persone hanno "incrociato le braccia", cioè hanno sospeso il lavoro volontariamente per protesta

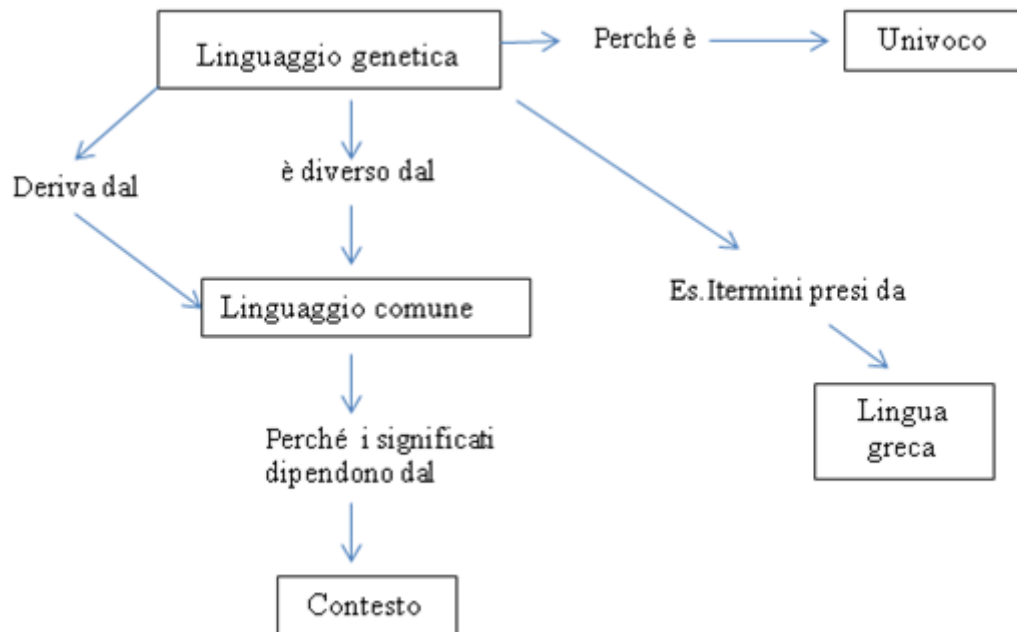
tanto  
dipendono  
dal contesto

SCIENTIFICO

Incontro di due cellule riproduttive di due genitori con caratteri uguali o diversi

→ un significato  
non dipende da contesto  
unico

## Allegato 89. Mappa: le caratteristiche del linguaggio della genetica



## Allegato 90. Audioregistrazione dialogo collettivo: a che serve il linguaggio scientifico?

Abbiamo detto che il linguaggio scientifico è specialistico e ogni termine esprime un concetto che è il risultato della conoscenza cui si è arrivati in quella scienza, ma oltre che a specializzare i termini perché, in generale, a una scienza serve il linguaggio?

Forse perché così può dire quello che fa

Cosa intendi dire con quello che fa?

Per esempio spiegare le cose che riesce a capire, per esempio la genetica deve dire le qualità dei geni, cioè di quali geni si tratta

Sì ma anche dove sono?

Però anche li descrive, per esempio con eterozigote descrivono che un carattere ha due geni diversi

sì ma...

sì è vero

sentiamo tutti cosa vuole dirci Anna (Anna non si era espressa molto poco nel gruppo classe, mentre si esprimeva molto nel piccolo gruppo, per cui per questo motivo ho preferito ridare la parola e richiamare l'attenzione di tutti su di lei), Anna dicevi?

Sì, volevo dire che non solo descrive, ma anche spiega.

E questo tu credi che sia importante...

Sì, perché se io penso a Eterozigote non penso solo al fatto che ci sono due caratteri diversi, ma penso anche a come si comportano, per esempio il rosso del fiore di pisello sarà sempre dominante, mentre il bianco nel fiore di pisello è sempre recessivo.

Cosa dite?

Secondo me ha ragione, io sono proprio d'accordo, è vero, grande Anna! Non ci avevo pensato.

È vero, il termine eterozigote ci può dire quali geni ci sono e allora ce li descrive così: il carattere per il colore rosso e quello per il colore bianco; poi ci dice anche le caratteristiche che hanno, ma spiega anche come loro si comportano e quindi le caratteristiche che succederanno se uno li riceve per trasmissione ereditaria e cioè: "tu ricevi un gene recessivo" o "un gene dominante"

**Come mai hai usato "o" e non "e"?**

Per forza perché se dico "e" li riceve tutti e due, ma questo non può succedere, nei gameti ce n'è uno solo per alternativa

E sì, mentre per chi ha il carattere che poi trasmette, ce ne sono sempre due.

**Quando dici "chi" a cosa ti riferisci?**

La persona, per esempio il padre o la madre

**Quindi ricapitoliamo, a che cosa serve alla scienza la formulazione del linguaggio?**

Indicare le qualità e le proprietà delle "cose"

**Le cose della scienza quali sono?**

I fenomeni per esempio

Descrivere le qualità e i loro comportamenti reciproci

Spiegare le qualità e i comportamenti specifici.

## Allegato 91. La sintesi "a che serve il linguaggio scientifico"

La sintesi prodotta è la seguente:

dire quello che fa  
le cose che riesce a capire, per esempio la genetica deve dire le qualità dei  
geni, cioè di quali geni si tratta

} cioè indicare  
le qualità o  
caratteristiche

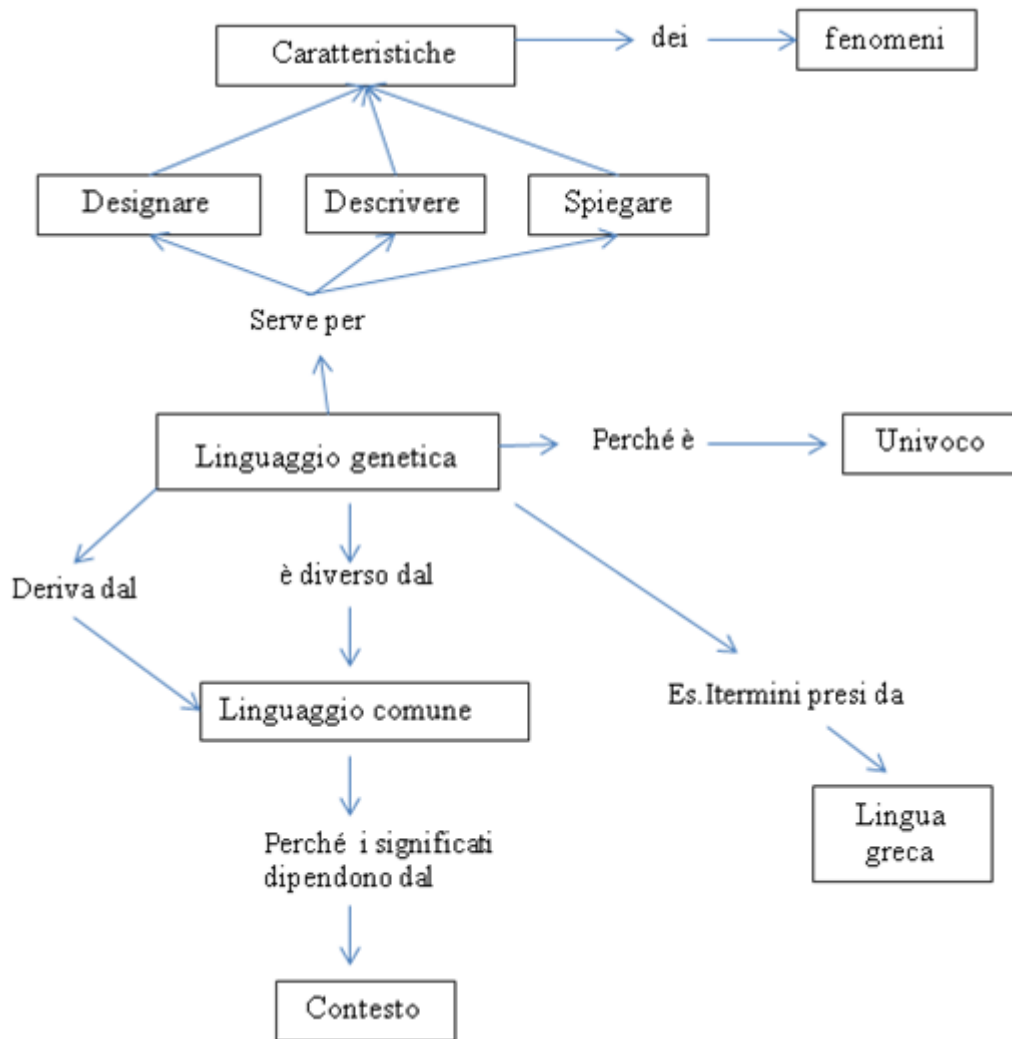
descrive, per esempio con eterozigote descrivono che un carattere ha due  
geni diversi

} cioè descrivere  
le qualità o  
caratteristiche

ma anche spiega.  
perché se io penso a Eterozigote non penso solo al fatto che ci sono due  
caratteri diversi, ma penso anche a come si comportano, per esempio il  
rosso del fiore di pisello sarà sempre dominante, mentre il bianco nel fiore  
di pisello è sempre recessivo.

} cioè spiegare  
le qualità o  
caratteristiche

## Allegato 92. La mappa riformulata sul linguaggio della genetica



## **Allegato 93. Narrazione dell'esperienza da parte dell'insegnante della classe 3<sup>a</sup>**

Considero l'attività didattica sperimentale di laboratorio classe svolta nella classe terza sulla "Genetica" molto positiva sia riguardo ai contenuti trattati che alla metodologia utilizzata. Abituata a svolgere diversamente la lezione, cioè in forma di lezione frontale anche se dialogata, ho avuto all'inizio qualche perplessità riguardo alla proposta, convinta che gli allievi non avrebbero combinato niente di buono, soprattutto se li si faceva lavorare in gruppo.

La mia esperienza di lavori di gruppo fatti su ricerche aveva molto spesso dimostrato che solo alcuni studenti lavorano, non tutti. I ragazzi, contro le mie aspettative, si sono dimostrati interessati e partecipi, mi sbilancerei ad usare il termine "attivi" come non avevo mai potuto sperimentare prima. Credo che proprio la tipologia della proposta in continuità con le loro esperienze, la problematicità di cui era impregnata, il confronto e il continuo rimando di un messaggio positivo di convinzione nelle loro possibilità di riuscita, ha fatto scattare la molla della motivazione e dell'interesse. Ho potuto percepire che con il ricercatore gli allievi non avevano paura di essere giudicati e parlavano volentieri, quello che ho colto nelle proposte è stato il tempo e lo spazio veramente ridotto riservato al docente e lo spazio veramente ampio lasciato ai gruppi, non ai singoli, ai gruppi. Sono consapevole soltanto ora, ripercorrendo l'attività, di questo aspetto veramente singolare. Come mai non avessi concepito un modo di fare scuola così, nonostante tutti gli aggiornamenti sul cooperative learning fatto, mi appariva ora strano. Questa esperienza mi è servita a capire che quello che manca nei corsi di formazione è il vedere e vedersi in opera. L'altro aspetto di questa modalità veramente non facile da adottare è come reagire ad imprevisti, mi rendo conto che occorre avere tanto coraggio per mettersi in gioco, ma tanta tanta conoscenza dei temi che vanno approfonditi; per esempio avrei concluso che era sbagliata la proposta del test cross, se non avessi avuto con me in classe il ricercatore.

Questo mi ha fatto capire come stereotiparsi su un testo non è insegnare. Le attività proposte sono servite da stimolo per realizzare un lavoro veramente in gruppo imparando insieme ed imparando ad esprimere le proprie opinioni, a discuterle senza paura di critiche. Ho potuto capire come in questo modo si inizia, invece, a considerare come siano costruttive le critiche per costruire qualcosa di veramente condiviso. Ho sentito dire spesso, mentre girovagavo nei gruppi, l'espressione: lo abbiamo fatto noi, lo abbiamo detto noi che si sostituiva via via all'espressione più familiare: l'ho detto io, l'ho fatto io. Ho potuto partecipare ad un lavoro in cui i ragazzi sono stati indirizzati a scoprire e sviscerare i contenuti tramite materiale strutturato su cui i ragazzi si sono cimentati in assoluta autonomia e con chiarezza dei compiti da assolvere. In questo processo ho assunto il ruolo di guida senza fornire nozioni preconfezionate, questo fatto è risultato estremamente positivo anche per quei ragazzi che normalmente apparivano deboli, direi che sono stati loro a stupirmi maggiormente. Riflettendo sull'attività, mi sono resa conto di un fatto, assumere la funzione di guida non è l'aspetto più importante di questo modo di operare, ma lo è invece "fare da osservatore" di ciò che accade, infatti svincolata dalla "trasmissività di informazioni" ti concentri sull'aspetto delle dinamiche e cominci a cogliere che ragazzi "catalogati come deboli" in modo inatteso determinano svolte nell'affrontare i problemi, Angela non sa risolvere problemi di matematica ma l'ho vista in opera sui problemi di genetica, risultare la migliore, se qualcuno oggi mi chiede se Angela sa risolvere i problemi, direi sicuramente di sì, o dipende dai problemi, sarei comunque tentata di capire perché non sa risolvere quelli di matematica, quindi sono capace ora di non generalizzare. Alcuni ragazzi "deboli" sono riusciti a dimostrare di aver capito l'argomento meglio di altri, direi che è l'aspetto che più mi ha segnato. L'attività che non avevo mai svolto nel curriculum delle medie è stata quella degli esperimenti di Morgan e la costruzione degli alberi genealogici, questa attività mi ha fornito maggiori riscontri. Non avrei mai pensato che una parte di contenuto considerato così difficile avrebbe potuto essere appreso usando così velocemente analogie. Una specie di transfer emozionale ha guidato la cognizione in questo tratto. Ho visto gli studenti con naturalezza affrontare il problema così come con tutta naturalezza avevano affrontato i problemi degli incroci di Morgan. Il modello, la costruzione del modello è stato l'aspetto fondamentale che li ha portati a risolvere il problema della genetica legata al sesso. Proposta per ultima, tale attività ha costituito la sintesi complessiva del lavoro, ha fornito a me elementi significativi per comprendere l'effettivo raggiungimento della conoscenza dei contenuti, ma anche dell'attivazione della trasposizione delle conoscenze e quindi della reale crescita di autonomia nell'apprendimento. Il ricercatore mi ha chiesto, vedendomi contenta: lo rifaresti? La mia risposta è: "certamente", ma non mi sento ancora pronta ad agire da sola sento di dover fare ancora molta strada nel campo dell'approfondimento, sento ancora bisogno di affiancamento, anche se ora mi sento più forte nell'agire nel gruppo.

L'insegnante di classe 3<sup>a</sup>

## Allegato 94. Applicazione sui concetti dell'ereditarietà mendeliana

### Compito di apprendimento

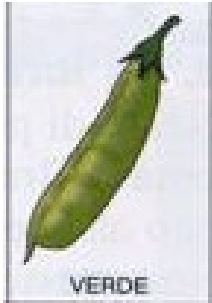
In gruppo Riprendete i dati della Tabella che è già in vostro possesso e proponete una risoluzione degli incroci proposti di seguito.

incrocio P	Generazione F1	Generazione F2	Rapporti
Semi lisci x grinzosi	Tutti lisci	5474 lisci 1850 grinzosi	2.96 : 1
Semi gialli x semi verdi	Tutti gialli	6022 gialli 2001 verdi	3.01 : 1
Fiori viola x fiori bianchi	Tutti viola	705 viola 224 bianchi	3.15 : 1
Baccelli verdi x baccelli gialli	Tutti verdi	428 verdi 152 gialli	2.82 : 1
Baccello liscio x baccello gibboso o rugoso	Tutti lisci	882 lisci 299 gibbosi	2.95 : 1
Gambo alto x gambo basso	Tutti alti	787 alti 277 bassi	2.84 : 1



COLORE DEL BACCELLO

Incrocio Parentale



X



A parole	In simboli:
Fenotipo:.....	Fenotipo:.....
Genotipo.....	Genotipo.....

PREVISIONE INCROCI F1?

A parole	In simboli:
Fenotipo:.....	Fenotipo:.....
Genotipo.....	Genotipo.....

Generazione Parentale

FORMA DEL SEME



X



A parole	In simboli:
Fenotipo:.....	Fenotipo:.....
Genotipo.....	Genotipo.....

PREVISIONE INCROCIO?

A parole	In simboli:
Fenotipo:.....	Fenotipo:.....
Genotipo.....	Genotipo.....

Generazione Parentale

LUNGHEZZA DELLO STELO



X



A parole	In simboli:
Fenotipo:.....	Fenotipo:.....
Genotipo.....	Genotipo.....

PREVISIONE RISULTATI F1?

A parole	In simboli:
Fenotipo:.....	Fenotipo:.....
Genotipo.....	Genotipo.....

## Bibliografia

- Abd-El-Khalick F., V. Anderson. *Learning as conceptual change: Factors mediating the development of preservice teachers' views of nature of science*. Science Education, 2004.
- Abell S., M. Martini, M. George, "That's what scientists have to do". Preservice educational journal of Science Education, 2001.
- Aguirre J. M., S. M. Haggerty e C.J. Linder, 1990. *Student-teachers' conceptions of science, teaching and learning: A case study in preservice science education*. International Journal of Science Education, 1990.
- Ajello A.M. (2000) *Insegnare ad adolescenti in difficoltà: la molteplicità delle variabili in gioco*, Rapporto di ricerca – Arci Progetto Youthstart, Roma, Arci pp26-41
- Ajello A.M., C. Belardi (2007) *Valutare le competenze informali*. Il portfolio digitale Roma: Carocci,
- American Journal of Physics 1999. *Theme Issue on Thermal and Statistical Physics*, Am. J. Phys. 67 (12), 1043-1288 (1999).
- Arons A.B.. *Guida all'insegnamento della fisica*, Zanichelli, Bologna, 1992
- Arnold A.B., *Teaching Introductory Physics* (Wiley, New York, 1997), Part I, p. 139.
- Bady R. A., *Students' understanding of the logic of hypothesis testing*. Journal of Research in Science Teaching, 1979.
- Banerjee A. C., "Teaching chemical equilibrium and thermodynamics to undergraduate general chemistry classes," J. Chem. Educ. 72, 879-887 (1995).
- Barron B.J.S., D.L. Schwartz, N.J. Vye, A. Moore, A. Petrosino, L. Zech et al. *Doing with understanding: Lessons from research on problem and project-based learning*. The Journal of the Learning Science, 1998
- Bartlett, F.C., *La memoria. Studio di psicologia sperimentale e sociale* Franco Angeli, Milano, 1990
- Bateson, G., *Mente e Natura Una unità necessaria*. Adelphi, Milano 1984.
- Bateson, G., *Verso una ecologia della mente*. Adelphi, Milano 1986.
- Beall H., "Probing student misconceptions in thermodynamics with in-class writing," J. Chem. Educ. 71, 1056-1057 (1994).
- Ben-Zvi Ruth, "Non-science oriented students and the second law of thermodynamics," Int. J. Sci. Educ. 21, 1251-1267 (1999).
- Bereiter C., *Education and mind in the Knowledge Age*. Hillsdale, NJ: LEA, 2002.
- Berger R. and H. Wiesner, "Zum Verständnis grundlegender Begriffe und Phänomene der Thermodynamik bei Studierenden," in *Deutsche Physikalische Gesellschaft, Fachverband Didaktik der Physik: Didaktik der Physik* (Technische Universität Berlin, Institut für Fachdidaktik Physik und Lehrerbildung, Berlin, 1997), pp. 736-741.

- Berti A.E., *Storia, teorie, modelli*, Il Mulino, Bologna, 1985.
- Bocchi G. e Ceruti M., *Disordine e costruzione. Un'interpretazione epistemologica dell'opera di Jean Piaget*, Feltrinelli, Milano, 1981.
- Bohren Craig F. and Bruce A. Albrecht, *Atmospheric Thermodynamics* (Oxford, New York, 1998), pp. 150-152.
- Borsese A., *La comunicazione linguistica a scuola, i linguaggi delle scienze e qualche considerazione sul linguaggio chimico*, Scuola e Città, 9, 1993.
- Boscolo P., *Psicologia dell'apprendimento scolastico. Aspetti cognitivi e motivazionali*, UTET, Torino, 1997
- Bransford J.D., A.L. Brown e R.R. Cocking, M.S. Donovan, J.W. Pellegrino, *How people learn. Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC: National Academy Press, 2000.
- Brem S.K., M. Ranney, J. Schindel, *Perceived consequences of evolution: college students perceive negative personal and social impact of evolutionary theory*. Sci Educ.87(2) 2003
- Brown S., A. Collins, and P. Duguid, "Situated cognition and the culture of learning," Educational Researcher 18 (1), 32-42 (1989).
- Bruner J., *Actual Minds, Possible Worlds*, 1986; tr. It. *La mente a più dimensioni*, Editori Laterza, Bari 1988; tr. di Rodolfo Rini
- Bruner. J., *Going Beyond the Information Given*. New York: Norton.1973.
- Bruni A., *Lo studio etnografico delle organizzazioni*, Carocci 2003
- Bybee R., *Teaching science as inquiry*. In J. Minstrel e E. H. Van Zee(Eds), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science*, Washington, DC: American Association for the Advancement of Science, 2000
- Cacciamani S., Giannandrea L., *La classe come comunità di apprendimento*, Roma, Carocci, 2003.
- Carenzi L., *Fare Scienze nella Scuola Primaria*, Milano, CIRI, comunicazione interna, 1993.
- Carey S., *An analysis of the understanding of the nature of science by prospective secondary science teachers*. Science Education, 1968.
- Carey S., *Reorganization of Knowledge in the Course of Acquisition*, in Strauss, 1988.
- Carey S., Smith C., *On understanding the nature of scientific knowledge*, in Educational Psychologist, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 1993.
- Cavallini G., *Formazione dei Concetti Scientifici*, Nuova Italia, Firenze, 1995.
- Cini M., *Dal paradigma galileiano alla cultura della complessità*, in AA. VV, 1990.
- Clifford J., *I frutti puri impazziscono. Etnografia, letteratura e arte nel XX secolo*, Bollati Boringhieri, Torino, p. 50, 1993.

- Cochran Matthew, Paula R. L. Heron, and Lillian C. McDermott, "Identifying student difficulties with heat transfer and temperature," *AAPT Announcer* 33 (2), 125 (2003).
- Collins A., Brown J.S., Newman, S.E., *Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, Writing and Mathematics* in Resnick 1989, pp 453-494.
- Cullen J. F., Jr., "Concept Learning and Problem Solving: The Use of the Entropy Concept in College Chemistry," Ph.D. dissertation, Cornell University, (UMI, Ann Arbor, MI, 1983), UMI #8321833.
- De Kock A., Slegers P. e Voeten M.J.M., *Learning and Classification of Learning Environments in Secondary Education. Review of Educational Research*, pp 141-170, 2004.
- DiSessa, A.A., "Towards an epistemology of physics," *Cognition and Instruction* 10, 105-225 (1993).
- Dole J.A., G.M. Sinatra, *Reconceptualising change in the cognitive construction of knowledge*. *Educ Psychol*, 1998
- Driver R., Leach J., Millar R., Scott P., *Young people's images of science*, Open University, Buckingham(UK), 1996
- Duit Reinders, and Sofia Kesidou, "Students' understanding of basic ideas of the second law of thermodynamics," *J. Res. Sci. Educ.* 18, 186-195 (1988).
- Duranti A., *Etnografia del parlare quotidiano*, La Nuova Italia Scientifica, Roma, p. 20, 1992.
- Duschl R. A., *Restructuring science education: The importance of theories and their development*. New York : Teachers College Press, 1990
- Duschl R. A., *Making the nature of science explicit*. In J. Miller, J. Leach e Osborne(eds), *Improving science education: The contribution of research* . philadelphia: Open University Press, 2000.
- Eccles J.C., *Strutture e Funzioni Cerebrali*, in Popper ed eccles, vol 2°, 1986
- Erikson G.L., *Heat and Temperature, Part A: An Overview of Pupils' Ideas* in Driver, Guesne e Tiberghien, 1985.
- Erlbaum. 1986a; *Event Knowledge and Cognitive Development*,1986b, in Nelson 1986a.
- Evans E.M., *The emergence of beliefs about the origin of species in school-age children*. Merrill- Palmer Q., 2000.
- Evans E.M., *Conceptual change and evolutionary biology: A developmental analysis*. In : Vosniadou S, editor. *International handbook of research on conceptual change*. New York, NY: Routledge, 2008.
- Eylon B., M. Linn., *Learning and instruction. An examination of four research perspectives in science education*. *Review of Educational Research*, 1988

Gardner, H., *The Unschooled Mind: How Children Think and How Schools Should Teach*, New York, Basic Books, 1991.

Geertz C. *Interpretazione di Culture*, Il Mulino, Bologna, 1987.

Gherardi S. *Le microdecisioni nelle organizzazioni*. Il Mulino, Bologna, 1990.

Gobo G., *Descrivere il mondo. Teoria e pratica del metodo etnografico in sociologia*, Carocci, Roma, 2001

Gopnick E., Meltzoff A., *Words, thought, end theories*. MA. MIT Press, 1997; trad.it. *Costruire il mondo. Una teoria dello sviluppo cognitivo*. Mc Graw-Hill, Milano, 2000.

Granville M. F., "Student misconceptions in thermodynamics," J. Chem. Educ. 62, 847-848 (1985).

Greenbowe Thomas J. and David E. Meltzer, "Student learning of thermochemical concepts in the context of solution calorimetry," Int. J. Sci. Ed. 25, 779-800 (2003).

Greeno J. J., *A perspective on thinking*, in American Psychologist, 44, 1989.

Grimberg I.B., E. Mohammed e Hand. *A grade six study of cognitive involvement and attitudes toward scientific inquiry using the swh*. Paper presented at the international conference of the association for educators of teachers of science, nashville, TN, January 8-10, 2004.

Grosslight I., Unger c., Jay E., Smith C. L., *Understanding models and their use in Science: conceptions of middle and high school students and experts*, in Journal of Research in Science Teaching, 9, 1991.

Hammer D., *Epistemological beliefs in introductory physics*, in "Cognition and Instruction", 1994.

Hammer, D., "Student resources for learning introductory physics," Physics Education Research, supplement to the American Journal of Physics 67(7) (supplement 1), S45-S50 (2000).

Hammer D., A. Elby, "On the form of a personal epistemology," In B. K. Hofer, & P. R. Pintrich (Eds.), *Personal Epistemology: The Psychology of Beliefs about Knowledge and Knowing* (Lawrence Erlbaum, Mahway, NJ, 2002), pp. 169-190.

Hand B., C. Wallace, E. Yang., *Using the science writing heuristic to enhance learning outcomes from laboratory activities in seventh grade science: Quantitative and qualitative aspect*. International Journal of Science Education, 2004

Hanson N.R., *Patterns of Discovery. An Inquiry into the Conceptual Foundations of Science* " by the Syndics of the Cambridge University Press, England, 1958. Traduzione Italiana: " *I modelli della scoperta scientifica*" Feltrinelli, Milano, 1978.

Harris P.L., *Children and emotion. The development of psychological understanding*. Oxford: basic blackwell, 1989; trad. It. *Il bambino e le emozioni*. Cortina, Milano, 1991.

Hebb D.O., *Mente e Pensiero*, Il Mulino, Bologna, 1982.

Hipkins R., M. Barker, R. Bolstand., *Teaching the "nature of science": Modest adaptations or radical reconceptions?* International journal of science education, 2005.

Hodson D., *Philosophy of science, scienze and education*. Studies in Science Education, 12, 1985.

Hodson D., *Toward a Philosophically more valid science curriculum*. Science Education, 72, 1988.

Hodson D., *Research on pratical work in school and universities: In pursuit of better questions and better methods*. Proceedings of the 6<sup>th</sup> European conference on research in chemical education. University of Aviero, Portugal, 2001.

Hofstein A. e V.N. Lunetta., *The laboratory in science education: Foundation for the 21st century*. Science Education, 2004.

Jasien Paul G. and Graham E. Oberem, "Understanding of elementary concepts in heat and temperature among college students and K-12 teachers," J. Chem. Ed. 79, 889-895 (2002).

Jehng J.J., Jhonson S.D. Anderson R.C. *Schooling and studebts' epistemological beliefs about learning* in Contemporary Educational Psychology, 1993, pp23-25

Jenkins, E. W., *Constructivism in school science education: Powerful model or the most dangerous intellectual tendency?* Science & Education, 9, 2000.

Jung W., *considerazioni sulle rappresentazioni mentali degli studenti in ottica (scuola secondaria di primo grado)*, La Fisica nella scuola, 2, pp150-159, 1986

Kang S., L. Scharmann e T. Noh., *Examining students'views on the nature of science: Results from Korean 6th, 8th, and 10th, grades*. Science Education, 2004.

Kannari R. e R. Millar., *Reasoning from data: how students collect and interpret data in science investigations*, Journal of Research in Science Teaching, 2004

Kaper Walter H. and Martin J. Goedhart, "*Forms of energy', an intermediary language on the road to thermodynamics? Part II,*" Int. J. Sci. Educ. 24, 119-137 (2002).

Kaye A., *Apprendimento collaborativo basato sul computer*, Tecnologie Didattiche N.4 , Autunno 1994.

Kesidou Sofia and Reinders Duit, "*Students' conceptions of the second law of thermodynamics – an interpretive study,*" J. Res. Sci. Teach. 30, 85-106 (1993).

Knight Randall D., *Instructor's Guidebook for Physics: A Contemporary Perspective*, preliminary edition (Addison-Wesley Longman, Reading, Massachusetts, 1998), p. 163.

Kuhn D., E. Amsel, M. O'Loughlin., *The Development of Scientific Thinking Skills*, San Diego, ACademic Press, 1988.

Labouvie-Vief G., *Beiyond formaloperations: Uses and limits of pure logic in life-span development*, in Human Development pp. 141-161, 1980.

Langer J., *A Note on the Comparative Psychology of Mental Development*, in Strauss,1988



- Larochelle M. Désauteles J., *Of course, it's just obvious: adolescent's ideas of scientific knowledge*, in *International Journal of Science Education*, 4, 1991.
- Lederman N. G., *Relating teaching behavior and classroom climate to change in students' conception of the nature of science*. *Science education*, 1986a.
- Lederman N. G., *Students' and teachers' understanding of the nature of science: a reassessment*. *School science and mathematics*, 1986b.
- Lederman N. G., *Teachers' understanding of the Nature of Science and classroom practice: Factor that facilitate or impede the relationship*. *Journal of Research in Science Teaching*, 1999.
- Lederman J. S. e E.K. Ko., *Views of nature of science*. Form E. Unpublished paper. Illinois Institute of Technology, Chicago, 2004.
- Lemke J., *Talking science, language, learning and values*, Ablex Publishing Corporation, 1990.
- Leont'ev A. N., *Problemi dello sviluppo psichico*, Editori Riuniti, Roma, 1976.
- Lévi-Strauss C. *Mythologique I. Le cru et le cuit*(1964). *Mitologia I. Il crudo e il cotto*. Trad. di A. Bonomi, Il saggiatore, Milano, 1966.
- Lewins Jeffery D., editor, *Teaching Thermodynamics* (Plenum, New York, 1985).
- Ligorio M.B., *Come si insegna, come si apprende*. Roma, Carocci, 2003.
- Lindsay P.H., D.A. Norman. *L'uomo elaboratore di informazioni*, Giunti, Firenze, 1983
- Linehan C. e McCarthy J. (2000), *Positioning in Practice: Understanding Participating in the Social World*. *Journal for the Theory of Social Behaviour*, 30 (4), pp. 435-453.
- Loverude Michael Eric, *"Investigation of Student Understanding of Hydrostatics and Thermal Physics and of the Underlying Concepts from Mechanics,"* Ph.D. dissertation, Department of Physics, University of Washington, 1999 (unpublished).
- Loverude Michael E., Christian H. Kautz, and Paula R. L. Heron, *"Student understanding of the first law of thermodynamics: Relating work to the adiabatic compression of an ideal gas,"* *Am. J. Phys.* 70, 137-148 (2002).
- Lowyck J., Ellen J., *Transitions in the theoretical foundation of instructional design*. In T.M. Duffy, J. Lowyck, D.H. Jonassen(Eds), *Designing environments for constructive learning*, pp213-230. New York: Springer -Verlag, 1993.
- Luccio R., *Rappresentazioni delle conoscenze nell'arco della vita*, in Vertecchi, 1991.
- Lurija A.R., *Le funzioni corticali superiori nell'uomo*. Giunti Barbera, Firenze, 1967.
- Lurija A.R., *Come lavora il cervello*, Il Mulino, Bologna, 1977.
- Mapelli B., *Immagini di cristallo*. Desideri femminili e immaginario scientifico, Milano, 1991.
- Marx G., *Disorder in the School: Essays on Teaching about Thermodynamics* (Educational Branch of the Roland Eötvös Physical Society, Budapest, 1983).
- Mason L., *Verità e Certezze, lo sviluppo delle epistemologie ingenua*, Carocci, 2001

Matthews M., *Science teaching: The role of history and philosophy of science*, New York: Routledge, 1994

Maturana H.R. Varela F.J., *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*, Reidel, Boston 1980, trad. it. *Autopoiesi e Cognizione. La realizzazione del vivente*, Marsilio, Venezia, 1985.

Maturana H. R., Varela F. J., *El árbol del conocimiento*,1987, *L'albero della conoscenza, un nuovo meccanismo per spiegare le radici biologiche della conoscenza umana*, Garzanti, Milano, gli elefanti saggi , trad. Ital.Giulio Melone,1992.

Maturana H.R. , *Autocoscienza e Realtà*, Raffaello Cortina Editore, 1993.

Mayer M., *Conoscenza scientifica e conoscenza di senso comune*, Frascati CEDE,1990)

McCloskey M., *Fisica intuitiva*, le Scienze 4, pp108-118, 1983.

McCloskey M., R. Kargon, *The Meaning and Use of Historical Models in the Study of Instructive Physics*, in Strauss, 1988

McDermott L.C., "*Research on conceptual understanding in mechanics*," *Physics Today* 37, July 1984.

McDermott L.C., *Guest Comment: "How we teach and how students learn -- A mismatch?"* *Am. J. Phys.*60, 4, 1993.

Meltzer David E., "*Student reasoning regarding work, heat, and the first law of thermodynamics in an introductory physics course*," in *Proceedings of the 2001 Physics Education Research Conference*, edited by Scott Franklin, Jeffrey Marx, and Karen Cummings

Meltzer David E., "*Investigation of students' reasoning regarding heat, work, and the first law of thermodynamics in an introductory calculus-based general physics course*," submitted for publication,2003.

Minstrell, J. "*Facets of students' knowledge and relevant instruction*," in R. Duit, F. Goldberg, and H. Niedderer (Eds.), *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies*, *Proceedings of an International Workshop*, Bremen, Germany 1991, pp. 110-128. (Kiel: IPN).

Moss D.M., *Examining student conceptions of the nature of science*. *International Journal of Science Education*, 2001.

Nadeau R., Desautels J., *Epistemology and the teaching of science*. Ottawa: Science Council of Canada,1984.

Nelson K., *The Derivation of Concepts and Categories from Event Representations*, in Scholnick 1983; *Event Knowledge and Cognitive Development*,1986b, in Nelson 1986a.

Nelson K.(editor), *Event Knowledge, Structure and Function in Development* Hillsdale, Erlbaum 1986a.

Newman D. Griffin P and Cole M., *The Construction Zone: Working for Cognitive change in School*, Cambridge University Press, 1989.

Novak J.D., *An alternative to the Piagetian psychology for science and mathematics education*. Science Education, 61, 1977

Novak J. D., Gowin D.B., *Learning how to learn*, Cambridge University Press, 1984; tra. It. *Imparando ad imparare* Silvia Caravita, SEI, Torino 1989;

Olson D. R., *Linguaggi, media e processi educativi*, Loescher, Torino, 1979.

Osborne J., S. Collins, M. Ratcliffe, R. Millar e R. Duschl. *What "ideas-about-science" should be taught in school science? A. Delphi study of the expert community*. Journal of Research in Science Teaching, 2003.

Osborne J., S. Erduran, S. Simon. *Enhancing the quality of argumentation in school science*. Journal of Research in Science Teaching, 2004.

Piaget J., *La psicologia dell'intelligenza*, traduzione italiana Giunti Barbera, Firenze, 1952.

Pintrich P. R., *motivational Beliefs as resources for and constraints on conceptual change*. In Schnotz W., Vosniadou S., Carretero M. ( a cura di). *New perspectives on conceptual change*. Pergamon, Amsterdam, 1999.

Polman J.L., *Designing project-based science: Connecting learners through guided inquiry*. New York: Teachers College Press, 1999

Pontecorvo C., *La condivisione sociale della conoscenza*, La Nuova Italia, Firenze, pp 221-266, 1983.

Posner G.J., Strike K.A., Hewson, P.W., Gertzog, W.A. (1982), Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change, *Science education*, 66, 2, 221-227. *psychoanalysis*.

Pushkin David B., *"The Influence of a Computer-Interfaced Calorimetry Demonstration on General Physics Students' Conceptual Views of Entropy and their Metaphoric Explanations of the Second Law of Thermodynamics,"* Ph.D. dissertation, Pennsylvania State University, 1995 (UMI, Ann Arbor, MI), UMI #9612815.

Ricolfi L. *La ricerca qualitativa*. Carocci, roma, 1997.

Rider J., Leach J., Driver R., *Undergraduate science student's images of science*, in Journal of Reseach in Science Teaching, 36,2, pp 201-219, 1999

Roth W. M., Roychoudhury A. *The nature of scientific Knowledge, knowing and learning: The perspectives of four physics student*, in International Journal of Science Education, 15 (I) pp24-44, 1993

Rozier S. and L. Viennot, *"Students' reasonings in thermodynamics,"* Int. J. Sci. Educ. 13, 159-170 (1991).

Rubba P. A., *The development, field testing and validation of an instrument to assess secondary school students' understanding of the nature of scientific knowledge*. Dissertations Abstracts International, 1977.

Rubba P.A. e H. Anderson, *Development of an instrument to assess secondary school students' understanding of the Nature of scientific knowledge*. Science Education, 1978.

Rudolph J. L., *Portraying epistemology: School science in historical context*. Science education, 87, 2003.

Scardamaglia M., Bereiter C., *Schools as Knowledge-building organization*. In D. health and wealth of nations, pp274-289, New York NY: Guilford, 1999.

Scharman L.C. e M. U. Smith., *Defining versus describing the nature of science: a pragmatic analysis for classroom teachers and science educators*. Science Education, 2001.

Scharmman L. C., M. U. Smith, M. C. James e M. Jensen, *Explicit reflective nature of science instruction. Evolution, intelligent design, and umbrellaology*. Journal of Science Teacher Education, 2005.

Schoenfeld A. H., *Beyond the purely cognitive: Belief system, social cognition and metacognition as driving forces in intellectual performance*, in Cognitive Science, 7, 1983.

Seré G. M., *The Gaseous State*, in Driver, Guesne e Tiberghien, 1985.

Seré G.M., *Towards renewed research questions from outcomes of the European project Lab-work in science education*. Science Education, 2002

Shulman L. S., *Knowledge and teaching: foundations of the new reform*. Harvard Educational Review, n°57, gennaio1987, pag 1-22.

Shultz T. R. and M. Coddington, "Development of the concepts of energy conservation and entropy," J. Exp. Child Psych. 31, 131-153 (1981).

Simons, P.R.J., *Towards a constructivistic theory of self directed learning*. In G.A. Straka (Ed), *Constructions of self-directed learning: Theoretical and conceptual considerations*, pp.155-169, Munster, Germany: Waxmann, 2000.

Sinatra G.M., S. K. Brem, E. M. Evans, *Changing Minds? Implications of conceptual Change for Teaching and learning about Biological Evolution*, Evo Edu Outreach, published online, Spincer Science+Busines Media,LLC, 12 February 2008

Slackman, E.A., Hudson J.A. and Fivush R., *Action, Actors, Links, and Goals: The Structure of Children's Event representations*, in Nelson 1986a pp47-69.

Spence, D. P. (1987), *The Freudian metaphor: Toward paradigm change in*

Starauschek Erich, "W@rmelehre nach dem Karlsruher Physikkurs – Ergebnisse einer empirischen Studie," *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule* 1(1), 12-18 (2002).

- Strike K. A. and G. J. Posner, "A conceptual change view of learning and understanding," in *Cognitive Structure and Conceptual Change*, L. H. T. West and A. L. Pines, ed. Academic Press, New York, 1985, pp 211-231.
- Suppe F., *The search for philosophic understanding of scientific theories-* in F. Suppe (Ed). *The structure of scientific theories*. Urbana e Chicago: University of Illinois Press, 1977.
- Sutherland D. e Dennich R., *Exploring culture, language and perception of the nature of science*. *International Journal of Science Education*, 2002.
- Tao P.K., *Eliciting and developing junior secondary students' understanding of the nature of science through peer collaboration instruction in science stories*. *International Journal of Science Educational*, 2003.
- Thomas P. L. and R. W. Schwenz, "College physical chemistry students' conceptions of equilibrium and fundamental thermodynamics," *J. Res. Sci. Teach.* 35, 1151-1160 (1998).
- Thomas Peter Lynn, "Student Conceptions of Equilibrium and Fundamental Thermodynamic Concepts in College Physical Chemistry," Ph.D. dissertation, University of Northern Colorado (UMI, Ann Arbor, MI, 1997), UMI # 9729078.
- Tibergien A., L. Veillard, J.F. Le Marechal, C. Buty e R. Miller, *An analysis of labwork tasks used in science teaching at upper secondary school and university levels in seven European countries*. *Science Education*, 2001.
- Tota A. La scrittura. L'etnografia come pratica testuale. In Giampietro Gobo (Ed), *Descrivere il mondo*, pp 181-202, Carocci, Roma, 2001.
- Tota A. *Politiche e poetiche del testo sociologico: retoriche dell'argomentazione scientifica*. In Alberto Melucci (Ed). *Verso una sociologia riflessiva* (pp.149-72) Il mulino, Bologna, 1998.
- Van Roon P. H., H. F. van Sprang, and A. H. Verdonk, " 'Work' and 'heat': on the road towards thermodynamics," *Int. J. Sci. Educ.* 16, 131-144 (1994).
- Velarde Manuel G. and Francisco Cuadros, *Thermodynamics and Statistical Physics: Teaching Modern Physics* (World Scientific, Singapore, 1995).
- Vergnaud G., *About Constructivism, Proceedings of Eleventh Meeting of Psychology of Mathematis Education*, Montreal, 1987.
- Viennot L., *Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire*, Paris Hermann, 1979.
- Viennot L., *Raisonnement en physique* (De Boeck Université, Brussels, 1996), pp. 118-123; *Reasoning in Physics* (Kluwer, Dordrecht, 2001), pp. 105-110.
- Vygotskij L.S., *Pensiero e linguaggio*, Giunti-Barbera, Firenze, 1966
- Vygotsky L. S., *Mind in society: the development of higher psychological processes*, Harvard University Press, Cambridge, 1978.

Waddington C.H., *Strumenti per pensare*, Milano, Mondadori, 1977

Warren J. W., "The teaching of the concept of heat," *Phys. Educ.* 7, 41-44 (1972).

Windschitl M., *Framing constructivism in practice as the negotiation of dilemmas: An analysis of the conceptual, pedagogical, cultural, and political challenges facing teachers*, *Review of Educational Research*, 2002.

Wiser M., *The Differentiation of Heat and Temperature: History of Science and Novice – Expert Shift*, in Stauss, 1988

Worf B. L., *Linguaggio, pensiero e realtà*, Boringhieri, Torino, 1970.

Yeo Shelley and Marjan Zadnik, "Introductory thermal concept evaluation: Assessing students' understanding," *Phys. Teach.* 39, 496-504 (2001);

## **Estratto per riassunto della tesi di dottorato**

Studente: Maria Antonietta Carrozza      matricola: 955309

Dottorato: Scienze Cognizione, Formazione

Ciclo: XXII

Titolo della tesi<sup>1</sup> : La conoscenza scientifica a scuola: problemi concettuali, metodologici e didattici

### **Abstract**

Una grande messe di dati ha messo in evidenza che l'insegnamento delle scienze a scuola appare problematico per una molteplicità di fattori; in primo luogo le pratiche di insegnamento/apprendimento sono epistemologicamente scorrette, nella realizzazione infatti mirano maggiormente alla ricezione delle informazioni piuttosto che porre attenzione ai processi di produzione della conoscenza. Si è proposto un modello di laboratorio scientifico come modo tipico del procedere epistemologico. Le ipotesi che hanno guidato il percorso di ricerca si sono incentrate sulla formulazione e sperimentazione di un modello di laboratorio scientifico messo in pratica da azioni didattiche incentrate sulla ricostruzione dei concetti scientifici e sul mutamento concettuale. Sulla base degli esiti di molte indagini attuali che mettono in evidenza l'esistenza di teorie naif sulla concezione dei fenomeni scientifici che compromettono l'apprendimento delle teorie della scienza accreditata, si è ideato e realizzato un modello che ha comportato un lavoro su due piani, quello degli studenti della secondaria inferiore della comunità in cui è stata svolta la ricerca e quello degli insegnanti. Gli studenti sono stati coinvolti in attività sperimentali o problemi concettuali che hanno consentito la ristrutturazione dei concetti scientifici o il mutamento delle concezioni naif, come ad esempio la concezione della materia, in favore delle teorie scientificamente accreditate. Gli studenti sono stati impegnati con attività che hanno sfruttato l'interazione cognitiva e la progettualità dei gruppi. I docenti sono stati coinvolti, con incontri fuori d'aula, in azioni di riflessività sulla disciplina e sulle pratiche didattiche per attivare l'evoluzione di nuovi modi di concepire "l'insegnabilità" delle

discipline scientifiche e per ricercare pratiche più efficaci nell'insegnamento/apprendimento delle scienze. In affiancamento in aula, infatti, sono stati coinvolti in azioni di osservazione/dimostrazione dell'efficacia di nuovi modelli di insegnamento delle scienze sul campo.

### **Abstract**

A large amount of data has shown that science teaching in schools is problematic for a variety of factors; at first, the practice of teaching / learning are epistemologically incorrect because aimed more to the receipt of information rather than to pay attention to the processes of knowledge production. We proposed a model of scientific laboratory as a typical way for the epistemological proceed. The research basic assumptions have been focused on the formulation and testing of a laboratory model of science where the teaching actions are finalized to the reconstruction of scientific concepts and conceptual change. Based on the results of many surveys which show the existence of naive theories on the conception of scientific phenomena that undermine the learning of scientific theories, a model was designed and realized that has led to work on two levels, the level of students of secondary school (age 11<sup>th</sup>-14<sup>th</sup>) and the level of teachers. The students were involved in practical experimental activity or in conceptual problems solution that allowed the restructuring of scientific concepts or the change of naive conceptions, such as the conception of matter, to scientific theories. Students were busy with activities that have exploited the cognitive interaction and the groups planning. The teachers have been involved, outside of the classroom, in reflexivity actions on the teaching discipline and the teaching practices to enable the development of new ways of conceiving the "ability to teach" science and to research the best practice in teaching and learning of science. Moreover, with a tutor supervision in the classroom, teachers have been involved in actions to observe and demonstrate the in-field effectiveness of science education new models.

---