

Newton e l'Alchimia: una possibile ipotesi circa la ricerca newtoniana.

Vincenzo Calabrò

Liceo-Ginnasio «B. Russell» di Roma - Marzo 2002

<http://users.iol.it/v.calabro> e-mail: v.calabro@iol.it

Abstract

Si tratta di un progetto didattico di sperimentazione di un modulo di compresenza tra le due discipline Fisica e Chimica in una terza classe di liceo scientifico sperimentale. Il progetto, svolto in 11 ore di didattica pluridisciplinare, mira a realizzare le novità innovatrici della scuola dell'Autonomia che costituisce la peculiarità dei curricula scolastici attualmente in uso in questa scuola liceale romana.

1. Premessa

«Stante, dunque, ciò, mi par che nelle dispute di problemi naturali non si dovrebbe cominciare dalle autorità di luoghi delle Scritture, ma dalle sensate esperienze e dalle dimostrazioni necessarie».

(G. Galilei)

È possibile accettare l'idea di un Newton alchimista? Sembra difficile farsi l'idea che il grande Newton sia stato una specie di stregone, un tipo che si interessò indifferentemente di leggi della dinamica e di cronologia di misteri, di fenomeni ottici e di esegesi di testi arcani. Diciamo la verità: chiunque abbia studiato un po' della sua meccanica, o che abbia letto in parte o tutta l'opera contenuta nei *Principia* e nell'*Opticks*, difficilmente accetterà la tesi di un Newton alchimista e mago. Dobbiamo pertanto rassegnarci all'idea che Newton è un *intoccabile* della scienza, come lo fu Aristotele "ai bei tempi", e rifiutare in partenza una sfida basata su un tentativo di ricerca a scuola, con gli alunni, di una risposta all'interrogativo se il creatore della moderna teoria meccanica fu un alchimista convinto, oppure accettare decisamente questa *provocazione* e progettare un modulo didattico di lavoro di ricerca e di analisi di materiali newtoniani con lo scopo

dichiarato di tentare di discutere dell'eventuale influenza delle ricerche alchemiche sul suo lavoro scientifico?

Sia chiaro in partenza che il paradigma che il progetto modulare ha inteso indagare non è quello di Newton stregone. L'idea, sebbene controversa, di un Newton che fece attivamente "alchimismo" costituisce una premessa ipotetica al lavoro didattico pluridisciplinare sviluppato in classe nel corso del trimestre modulare. In realtà, l'argomento "alchimia-Newton", sembra avere qualche possibilità tra gli storici. Tra l'altro l'idea di un Newton che si interessò di esperimenti chimici e perchè no, anche di esperimenti alchemici, lavorando febbrilmente giorno e notte al forno del suo laboratorio a Cambridge, non è una novità. Basta leggere il numero di Aprile 1988 dei Grandi della Scienza di "Le Scienze" dedicato a Newton e curato da N. Guicciardini, o il volume di P. Rossi "*La Nascita della scienza moderna in Europa*" (1997) e si capisce perchè Newton se ne occupò. Secondo Westfall, nell'alchimia Newton trovò una forma di filosofia naturale alternativa alla filosofia meccanicistica allora dominante. Non è vero che lo facesse per ricchezza o per passatempo, come si potrebbe ipotizzare in un primo momento ad una lettura superficiale. Non è però nemmeno vero che gli storici hanno tenuto nascosti certi aspetti del Newton uomo e scienziato. Dunque, la tesi di un Newton mago non è dimostrata. E, tuttavia, può costituire uno stimolo per interessarsi a una possibile esplorazione. La ragione non è quella di volere dimostrare a tutti i costi l'idea che Newton si macchiò del "delitto" di essere un alchimista. Al contrario, la motivazione è semmai quella di confermare, con la scusa di interessarci a una ipotesi negletta, che Newton nonostante qualche peccato veniale rimane sempre, se non il più grande, sicuramente una

pietra angolare (e non *filosofale*) della fisica. Certo, dobbiamo stare in guardia dai pericoli che presenta questo tipo di ricerca. Il rischio è che si possono facilmente sottovalutare le certezze già acquisite e farsi prendere la mano dalle novità in modo tale da arrivare a una frettolosa e scorretta nuova sintesi.

Altro discorso poi è quello che permette di indagare la vita e l'opera del padre della meccanica classica e magari trovare il tempo per riflettere sulle questioni sempre desiderate di storia della fisica e di epistemologia. Parte da qui *un viaggio* che si propone di osservare ed esplorare "terre" culturali di tipo scientifico lontane nel tempo. Terre di cultura della scienza che hanno la caratteristica di permettere di comprendere quali sono le origini della scienza fisica e chimica, senza guardare attraverso la lente opaca e non trasparente di coloro i quali questo viaggio lo hanno già effettuato.

2. Ragioni didattiche

Viviamo in un universo scolastico chiamato della "scuola dell'Autonomia". Si tratta di un mondo fortemente segnato dalla esigenza di rinnovare metodi e contenuti con l'obiettivo dichiarato di conseguire il successo scolastico. Possiamo dire che viviamo in una scuola che è principalmente scuola del cambiamento perché scuola di transizione da un modello ormai superato nei metodi e per alcuni aspetti anche nei contenuti, ad un altro modello da costruire faticosamente, giorno dopo giorno. Non si tratta di un cambiamento effimero, congiunturale ma strutturale e irreversibile, perché la scuola di oggi si confronta con quella di ieri su un terreno che non è più solo contenutistico, ma anche metodologico e comunicativo. In questa prospettiva non è messa in discussione né la validità della cultura cosiddetta classica e della tradizione umanistica, né l'importanza nella società moderna della cultura scientifica con i suoi valori. Quelle che sono messe in discussione sono *la modalità* del fare scuola e *la prassi* didattica e metodologica che devono tenere conto dei cambiamenti avvenuti in questi ultimi anni.

Il *Progetto didattico di compresenza di Fisica e Chimica* previsto dal curriculum quinquennale al 3° anno del nostro liceo nell'indirizzo scientifico che viene proposto qui di seguito, vuole mettere in evidenza il fatto che viviamo in pieno la cosiddetta "rivoluzione della scuola dell'Autonomia" che attiene alla sfera delle nuove prassi didattiche di cui questo Progetto ne è un segmento, modesto ma significativo e, soprattutto, indicativo della nuova tendenza verso la quale la scuola moderna italiana si è incamminata da qualche anno. La scuola italiana, per essere fedele al suo compito tradizionale, relativo cioè alla trasmissione del sapere in forme adeguate ai tempi che viviamo e allo studio dei grandi temi della cultura umanistica e scientifica, ha la necessità di avere insegnanti che utilizzino consapevolmente, e in modo appropriato, le più moderne tecniche di didattica applicata, di cui la condivisione e la pluridisciplinarietà, realizzate mediante le compresenze, ne sono una espressione ben precisa e significativa.

L'insegnamento (e l'apprendimento) impartito con segmenti di didattica modulare di compresenza è in grado di sfruttare, molto più di prima, le professionalità dei diversi docenti. La conseguenza di questo fatto porta ad arricchire la didattica con l'apporto comune di tutte e due i docenti partecipanti e propone un modello psicopedagogico e didattico, in grado di produrre maggiore efficacia ed efficienza nell'insegnamento-apprendimento. La ragione di questo fatto è che questo modello è basato sull'uso di una nuova ed efficace cultura della *comunicazione pluridisciplinare* che ha, come è noto, la capacità di esaltare la componente condivisa e collettiva come mezzo per conseguire importanti fini didattici ed educativi.

Questo nuovo "ambiente di apprendimento e di insegnamento", ricco di stimoli, formato dalla contemporanea presenza di due docenti di discipline diverse, può sollecitare, se correttamente programmati, interventi mirati che al di là della insufficiente disponibilità oraria, possono portare a migliorare l'efficacia della didattica della nuova scuola.

Altro discorso è poi quello che, dal punto di vista delle scienze empiriche, questo nuovo modello di didattica, da solo, non è in grado di

colmare la principale lacuna che la scuola dell'Autonomia manifesta. Ci si riferisce alla cosiddetta mancanza di una adeguata "cultura del laboratorio" che è sostanzialmente estranea alla scuola italiana e che a tutt'oggi le Autorità politiche e scolastiche non sono riuscite a comprenderne fino in fondo il valore formativo, educativo e, in definitiva, culturale del fare scienza in laboratorio. Nonostante questa limitazione, rimane concreta la consapevolezza che il modulo, se correttamente interpretato, può esercitare una considerevole e positiva influenza di metodo sui giovani.

3. Coordinate didattiche del progetto

Anno scolastico: 2001-2002

Piano di lavoro: modulare

Discipline coinvolte: Fisica e Chimica

Insegnanti: Vincenzo Calabrò, Giancarlo

Fiaschetti e Maria Teresa Verna

Classe: 3^a Sez. C/D

Ore del modulo: 11

Periodo: Dicembre 2001-Marzo 2002

Valutazione finale: test a risposta aperta

4. Obiettivi

La finalità del progetto è duplice. Da una parte vi è l'esigenza di sviluppare l'uso di attività contemporanee e sincrone, nel senso di una modalità innovativa di didattica in grado di migliorare l'insegnamento tradizionale della fisica e della chimica, fornendo agli studenti stimoli nuovi per sviluppare al meglio l'apprendimento delle due scienze. Da questo punto di vista, si può dire che lo scopo principale del Progetto è quello di sfruttare la contemporanea presenza dei due docenti e la scelta di temi di ampio respiro culturale per favorire una intensa attività di socializzazione del sapere attraverso la discussione in comune, la ricerca e il dibattito concreto di tematiche appartenenti a entrambe le discipline. Dall'altra, vi è l'esigenza di affrontare tematiche di grande respiro culturale che interessino tangibilmente i corsi di fisica e chimica, in grado di lasciare traccia duratura sugli studenti. Da questo punto di vista è sembrato interessante, oltrechè formativo, affrontare la tematica legata agli "studi

alchemici" di Newton perchè si ha la possibilità di discutere contemporaneamente sia di un segmento di cultura fisica afferente alla meccanica classica, e quindi agganciarsi concretamente e non artificiosamente ai temi del programma annuale di studio, sia di un segmento a forte valenza chimica, propedeutico oltrechè euristico al programma del corso di chimica. Inoltre, si riconosce importanza all'idea di far riflettere i giovani sulla genesi delle idee scientifiche di fisica e chimica attraverso una corretta analisi storica della vita e della personalità delle figure più rappresentative delle due scienze empiriche. Accanto al nome di Newton saranno indagati dunque figure notevoli come Hooke, Boyle, Halley, Van Helmont e Stahl.

Più specificamente, il progetto si propone di conseguire i seguenti obiettivi:

- Acquisire abitudine critica allo studio disciplinare mediante esperienze di attività pluridisciplinari e saper acquisire apprendimenti pluridisciplinari mediante metodologie che prevedono la compresenza per andare oltre le limitazioni della didattica tradizionale basata sul modello trasmissivo e del libro di testo;
- Saper produrre documenti di sintesi del lavoro svolto mediante ricerche di gruppo in internet e verbalizzazione delle lezioni;
- Saper gestire la comunicazione in presenza di più insegnanti e saper controllare i codici di comunicazione di più discipline contemporaneamente;
- Saper approfondire le idee di base della scienza e comprendere che la scienza medesima è il risultato di un'opera di sviluppo di idee che hanno una genesi e che si producono in un contesto che non è solo scientifico ma che spesso si identificano con le ragioni del contesto storico e culturale che, nel nostro caso, facevano accettare l'*alchimismo* come un aspetto ineludibile della ricerca scientifica del tempo;
- Comprendere l'importanza che ha avuto l'alchimia negli interessi e nelle scoperte di Newton;
- Conoscere le origini della Chimica e comprendere quanto incidono gli elementi

extra-scientifici sulla vita degli scienziati e sullo sviluppo della scienza;

- Conoscere gli elementi fondamentali dell'opera newtoniana per quanto riguarda il corso di meccanica classica (principi della dinamica e gravitazione universale)
- Conoscere la vita di Newton, sfrondata dagli elementi di mancanza di obiettività e spesso di falsità che l'hanno circondata, sapendo che fu caratterizzata da un primo periodo (d'oro) e da un successivo periodo (di crisi) nel quale nacque e si sviluppò il suo interesse per le tematiche alchemiche e magiche a causa della sua avversione ai moderni;
- Prendere atto che anche lo scienziato più rispettato della storia, che ha incarnato il massimo della razionalità, ebbe segretamente una concezione misteriosa dei canoni della scienza.

5. Conoscenze

Conoscenza essenziale, ma sicura, degli argomenti proposti. In particolare:

- massa inerziale e gravitazionale,
- principi di Newton e legge di gravitazione universale,
- quantità di materia, unità di misura locali e del sistema internazionale,
- struttura molecolare e atomica,
- numero di Avogadro e proprietà fisiche e chimiche di elementi e composti;
- reazioni chimiche;
- i paradigmi dell'atomismo e del continuismo;
- la concezione corpuscolare e ondulatoria della luce e della materia.

6. Competenze

- Riconoscere che la massa inerziale, quella gravitazionale e la quantità di materia sono concetti teorici diversi nelle due discipline;
- Utilizzo di un linguaggio (terminologia specifica) aderente ai contenuti presentati;
- Comprendere che le leggi fondamentali della scienza fisica e chimica sono basate su asserzioni che hanno validità universale, in cui il processo di conferma deve essere

sia assiomatico-deduttivo, sia sperimentale;

7. Capacità

Saper inquadrare alcuni semplici fenomeni naturali (fisici e chimici) da entrambi i punti di vista proposti dalle due discipline;

8. Motivazioni e finalità

- Necessità di chiarire il quadro concettuale che lega la Fisica con la Chimica nella prospettiva di un sapere unitario che ha costruito il proprio edificio su contenuti e metodi scientificamente fondati sulle idee newtoniane per permettere di fornire agli studenti una visione organica e coerente delle due discipline;
- Esigenza di evidenziare la natura del rapporto fisica-chimica dal punto di vista della loro struttura interna come scienze empiriche che hanno una visione comune e simile in molte questioni dell'indagine teorica e sperimentale, soprattutto partendo dalla genesi delle idee scientifiche che prevedono una riflessione storica sul valore di un approfondimento della fisica newtoniana e della chimica alchemica;
- Chiarificazione di alcuni concetti che vengono adoperati nelle due discipline: dal concetto di *massa* alla *quantità di materia*; dalle *proprietà fisiche* della materia allo studio *atomico e particellare* delle sostanze; dal *modello planetario* a quello *atomico quantistico*, dal concetto pre-scientifico di *trasmutazioni alchemiche* dei metalli al concetto scientifico di *reazioni chimiche* fra reagenti con produzione di prodotti delle reazioni.

9. Destinatari

Studenti di terzo anno di liceo scientifico sperimentale della scuola dell'Autonomia che affrontano per la prima volta lo studio sistematico della meccanica classica e della chimica generale e inorganica e intendono migliorare l'apprendimento delle due discipline mediante nuove prassi didattiche

che si realizzano con le compresenze per migliorare il successo scolastico a scuola.

10. Prerequisiti

Conoscenza delle basi metodologiche e dei fondamenti della fisica e della chimica. In particolare:

- Grandezze fisiche e chimiche;
- Elementi di base della struttura atomica e molecolare della materia;
- La ricerca fisica e chimica: esigenze, necessità e metodologia di indagine teorica e sperimentale.

11. Metodologia

Gli studenti imparano un segmento basilare della cultura scientifica della fisica e della chimica, mediante attività pluridisciplinari. Gli insegnanti propongono, nell'ambito della loro specificità disciplinare e attraverso lezioni di presentazione, teoriche e sperimentali, un segmento di studio ben preciso e delineato con lo scopo mirato di sviluppare apprendimenti che riguardano le basi delle due discipline.

12. Contenuti modulari del progetto

Isaac Newton è stato riconosciuto unanimemente come il vero fondatore della scienza moderna. Se quest'ultima affermazione ha un senso si deve a Newton e alle sue scoperte la ragione del successo universale della scienza. L'invenzione del calcolo infinitesimale, la scoperta del suo binomio in matematica, delle tre leggi della dinamica, della profonda differenza di significato tra massa inerziale e massa gravitazionale, della quarta legge della meccanica classica, altrimenti chiamata legge della gravitazione universale, della fisica degli urti, della dinamica del moto circolare, della concezione corpuscolare della luce nell'ottica, dell'analisi della luce bianca mediante lo spettro, delle nuove ipotesi sulla natura e sulle proprietà dei colori con i relativi anelli, della granularità della materia, della realizzazione del cannocchiale riflettore fondato sul principio dello specchio e, *dulcis in fundo*, del metodo scientifico proposto molto chiaramente dalle

"hypotheses non fingo" sono alcune tra le sue più grandi invenzioni che hanno trasformato il mondo così come lo conosciamo oggi. Tutto questo fu possibile perché Newton fu un genio scientifico, dai numerosi interessi, ma anche perché, forse, studiò per molti lustri l'alchimia, immergendosi in studi che apparentemente non avevano nulla in comune con la scienza ufficiale: parliamo di magia e di pratiche alchimistiche, di bibliologia e teologia, di numerologia e di libri sacri, di scale cronologiche e tradizione ermetica degli antichi. Le scienze fisiche e quelle chimiche, così come le conosciamo, non sarebbero mai potute esistere senza il suo impegno di uomo di scienza e probabilmente senza l'influsso, certamente non decisivo, che su di esse ebbero gli studi alchemici ed esoterici che Newton, credendo fortemente nel valore euristico dell'alchimia, portò avanti in segreto con molta contraddizione. Quest'ultima è la molla del progetto e rappresenta, se si vuole, la *giustificazione* della ricerca così come essa è stata progettata.

Quali pertanto le ragioni del modulo di fisica-chimica? Innanzitutto l'esigenza di affrontare, come è stato già detto in precedenza, tematiche di grande respiro culturale (la Meccanica, la genesi delle idee della Chimica, l'importanza del contesto storico sugli studi degli scienziati dei secoli passati, ecc..) al di fuori delle attività mono-disciplinari e con il contributo di entrambi i docenti di fisica e di chimica. Da questo punto di vista è sembrato interessante, oltrechè formativo, proporre agli allievi di affrontare la tematica legata agli studi alchemici di Newton perchè si ha la possibilità di far vedere come in realtà è sempre difficile far emergere una corretta analisi storica della vita e della personalità delle figure più rappresentative della scienza se non si effettua un lavoro coerente e lineare di analisi, evitando conclusioni affrettate e non si ricorre a un'attenta ricerca di fonti di informazioni adeguate per costruire un'opinione personale, non mediata. Coerentemente con uno degli obiettivi generali dell'insegnamento della fisica e della chimica presente nei piani di lavoro dei due docenti di discipline empiriche, e cioè che l'insegnamento della fisica e della chimica al triennio si propongono di formare,

attraverso un curriculum equilibrato, “una personalità flessibile, in grado di affrontare situazioni problematiche in contesti diversi e che sia capace di autoapprendere”, lo studio del ruolo avuto da Newton nello sviluppo del pensiero scientifico nei due secoli XVII e XVIII attraverso il contesto scientifico e lo sviluppo avuto dalla stessa alchimia rappresentano una possibile pista di lavoro adeguata per raggiungere l’obiettivo citato in precedenza. In più, conoscere le origini della Chimica e comprendere quanto incidono gli elementi extra-scientifici sulla vita degli scienziati, nonché conoscere la vita di Newton, sfrondata dagli elementi di mancanza di obiettività e alcune volte di falsità che l’hanno circondata, sapendo che fu caratterizzata da un primo periodo (d’oro) e da un successivo periodo (di crisi) nel quale nacque e si sviluppò il suo interesse per le tematiche alchemiche e magiche a causa della sua avversione ai moderni, sono sembrati obiettivi didattici validi da perseguire.

Modulo Unico (11 H)-Fisica E Chimica

13. Fisica – Parte storica

1. Il perché di questo lavoro modulare di approfondimento che investe un particolare aspetto degli interessi di Newton;
2. Newton e le sue attenzioni al campo della alchimia;
3. Le origini storiche, metodologiche, teoriche e sperimentali della scienza fisica;
4. Differenze e analogie tra fisica e chimica: epistemologia e storia della fisica;
5. Il ruolo di Newton nello sviluppo del pensiero scientifico nei due secoli XVII e XVIII: il contesto scientifico e lo sviluppo della alchimia;
6. Ruolo avuto da Newton nel chiarire il passaggio dalla fase alchemica, pionieristica e pre-scientifica della scienza alla fase di sviluppo vero e proprio come scienza galileiana;
7. La vita di Newton: il periodo d’oro;
8. La vita di Newton: il periodo della crisi (avversione ai moderni e studi di alchimia, la trasmutazione dei metalli);

9. Il mito di Newton nell’Inghilterra dopo la sua morte: Voltaire.

14. Fisica - Parte contenutistica

- Proprietà fisiche della materia;
- Le caratteristiche fisiche della materia: densità e peso specifico;
- Le leggi della dinamica;
- Massa e peso dei corpi;
- Massa inerziale e massa gravitazionale;
- La legge della gravitazione universale;
- Forze di pressione;
- Concezione particellare;

15. Bibliografia di Fisica

1. N. GUICCIARDINI, *Newton un filosofo della natura e il sistema del mondo*, in «Le Scienze», anno I, n.2, aprile 1998;
2. I. B. COHEN, *Newton e la scoperta della gravità*, in “Le Scienze”, Maggio 1981;
3. R. S. WESTFALL, *Newton*, Torino, Einaudi, 1989;
4. A. KOIRÈ, *Studi newtoniani*, Torino, Einaudi, 1972;
5. E. N. DA COSTA ANDRADE, *Isaac Newton*, Bologna, Bologna, Zanichelli, 1972;
6. VAVILOV, *Isaac Newton*, Torino, 1954;
7. M. MAMIANI, *Introduzione a Newton*, Laterza, Bari, 1986;
8. R. WESTFALL, *Newton*, Torino, 1968;
9. PRETI G., *Newton*, Milano, 1981;
10. A. R. HALL, *Da Galileo a Newton (1630/1720)*, Milano, Feltrinelli, 1978;
11. E. NAGEL, *La struttura della scienza. Problemi di logica della scoperta scientifica*, Milano, Feltrinelli, 1984;
12. E. MACH, *La meccanica nel suo sviluppo storico critico*, Torino, Einaudi, 1977;
13. M. JAMMER, *Storia del concetto di spazio*, Milano, 1963;
14. M. JAMMER, *Storia del concetto di forza*, Milano, 1971;
15. M. JAMMER, *Storia del concetto di massa*, Milano, 1974;

16. P. ROSSI, *La rivoluzione scientifica da Copernico a Newton*, Torino, Loesher, 1974;
17. M. BOAS, *Il Rinascimento scientifico 1450/1630*, Milano, Feltrinelli, 1981;
18. C. WEBSTER, *La grande instaurazione: scienza e riforma sociale nella rivoluzione puritana*, Milano, Feltrinelli, 1980;
19. I. B. COHEN, *La rivoluzione newtoniana*, Milano, Feltrinelli, 1982;
20. M. CLAGETT, *La scienza della meccanica nel Medioevo*, Milano, Feltrinelli, 1980;
21. A. C. CROMBIE, *Da S. Agostino a Galileo. Storia della scienza dal V al XVII secolo*, Milano, Feltrinelli, 1979;
22. B. CARAZZA, *Da Galileo a Einstein*, Parma, Edizioni Zara, 1982;
23. A. R. HALL, *Filosofi in guerra. La polemica tra Newton e Leibniz*, Bologna, Il Mulino, 1982;
24. R. F. JONES, *Antichi e moderni. La nascita del movimento scientifico nell'Inghilterra del XVII secolo*;
25. R. H. KARGON, *L'atomismo in Inghilterra da Hariot a Newton*;
26. S. H. NASR, *Scienza e civiltà nell'Islam*, Milano, Feltrinelli, 1980;
27. P. CASINI, *Newton e la coscienza europea*, Il Mulino, 1983;
28. P. CASINI, *Isaac Newton in Storia delle scienze*, Torino, Einaudi, 1992;
29. A. R. HALL, *La rivoluzione scientifica 1500/1800. La formazione dell'atteggiamento scientifico moderno*, Milano, Feltrinelli, 1979;
30. M. C. JACOB, *I newtoniani e la rivoluzione inglese 1689-1720*, Milano, Feltrinelli, 1980;
31. NEWTON, *Principi matematici della filosofia naturale*, Torino, UTET, 1965;
32. NEWTON, *Scritti di ottica*, Torino, UTET, 1978;
33. E. BELLONE, *Caos e armonia. Storia della Fisica moderna e contemporanea*, Torino, UTET, 1990, pp.69-70,81-82;
34. M. WHITE, *Newton l'ultimo mago*, Milano, Rizzoli, 2001;
35. DOBBS, BETTY JO TEETER, *The Janus faces of Genius: the role of alchemy in Newton's thought*, Cambridge, Cambridge Press University, 1991;
36. DOBBS, BETTY JO TEETER, *The foundations of Newton's alchemy*, Cambridge, Cambridge Press University, 1975;
37. V. I. ARNOL'D, *Huygens & Barrow, Newton & Hooke*, Torino, Bollati Boringhieri, 1996;
38. G. TAROZZI-M. VLOTEN, *Radici, significato, retaggio dell'opera newtoniana*, Bologna, SIF, 1998;
39. C. FERRANDI, *Filosofia e Scienza. Un intreccio fecondo*, Torino, Ed. Il Capitello, 1991;
40. P. H. HARMANN, *Energia, forza e materia*, Bologna, Il Mulino, 1984, pp.149-158;
41. E. GARIN, *Lo zodiaco della vita*, Bari, Laterza, 1976;
42. E. GARIN, *L'uomo del Rinascimento*, (Cap. V-"Il filosofo e il mago"), Bari, Laterza;
43. E. GARIN, *Medioevo e Rinascimento*, (Capp. III e IV), Bari, Laterza;
44. P. ROSSI, *Francesco Bacone, Dalla magia alla scienza*, Torino, Einaudi, P.B.E.;
45. AGNES HELLER, *L'uomo del Rinascimento*, Milano, Sansoni;
46. E. GARIN, *La cultura del Rinascimento* (Cap. XII - *La nuova scienza: la conoscenza dell'uomo e del mondo*), Milano, Il Saggiatore EST;
47. B. FARRINGTON, *Francesco Bacone filosofo dell'età industriale*, Torino, P.B.E.;
48. CHARLES SINGER, *Breve storia del pensiero scientifico*, Torino, Einaudi, P.B.E.;
49. C. F. MANARA, *Metodi della scienza dal Rinascimento ad oggi*, Milano, Vita e Pensiero, 1975;
50. G. PRETI, *Storia del pensiero scientifico*, Trento, N. S. Mondadori, 1980;
51. M. BOAS-A. R. HALL, *Storia della Scienza*, Milano, Ed. C.D.E., 1984;

52. U. ECO, Le credenze di Newton, *La Bustina di Minerva*, in «L'Espresso», 8 Marzo 2001;
53. J. G. FRAZER, *Il ramo d'oro*, Torino, Boringhieri, 1981;
54. S. H. GLASHOW, *From alchemy to quarks: the study of physics as a liberal art*, Pacific Grove, Brooks/Cole, 1994;

16. Bibliografia in rete con internet

- <http://digilander.iol.it/alessiaguidi/ciarlatan/i/econewage.htm> (articolo di U. Eco - Le credenze di Newton)
- <http://www.newton.6go.net> (la rivoluzione scientifica e Newton)
- <http://www.kiashan.com/Tracedelpassato/Scenziatiomaghi.htm> (recensione del libro su Newton ultimo mago)
- <http://www.racine.ra.it/planet/testi/newton.htm> (Newton e la gravitazione)
- <http://www.lucisullest.it/news/2001/marzo/20010302.htm> (articolo sull'esoterismo di Newton)
- <http://www.geocities.com/Athens/Oracle/8612/tarot3i.htm> (storia dell'alchimia)
- <http://www.stregoneria.it/indicealch.htm> (storia e fasi del processo alchemico)
- <http://www.swif.uniba.it/lei/storiase/scienzaantica.htm> (scienza antica e alchimia)
- <http://www.healthservice.it/b/solanimus.htm> (un intero libro sull'alchimia)
- <http://www.dimoradeisaggi.it/alchimia.htm> (storia dell'alchimia)
- <http://www.diel.it/helios/96/2/alchimia.htm> (l'alchimia di Paracelso)
- <http://www.geomin.unibo.it/Musei/bombicci/Bo12000/volantino.htm> (i misteri dell'alchimia)
- <http://www.ilcerchio.it/asp/risultaticatalogo.asp?G1=ERMETISMO&G2=ALCHIMIA> (bibliografia di libri sull'alchimia)
- <http://www.vialattea.net/esperti/paranorm/alchimica.htm> (chimica e pseudoscienza)
- <http://www.itcg.chiavari.ge.it/chimica/index2.html> (didattica della chimica)
- <http://www.levity.com/alchemy/index.html> (introduzione allo studio dell'alchimia)

- <http://www.cronologia.it/mondo42.htm> (le radici concettuali dell'alchimia)
- <http://www.esonet.org/encyclopedia/alchimia.asp> (sito generale sull'alchimia)
- http://www.esonet.org/encyclopedia/Alchimia/Personaggi/I_Newton.htm (scheda biografica di Newton alchimista)
- <http://digilander.iol.it/gibovo/newton.html> (scheda su Newton e le sue opere)
- <http://lucapinter.interfree.it/alchimia.htm> (alchimia e Newton)
- http://guide.supereva.it/porta_dell_alchimia/luoghi/ (monumento alchemico a Roma)
- <http://www.cronologia.it/> (I rapporti tra alchimia e chimica)
- <http://www.teleradiostereo.it/chimica.htm> (storia della chimica)
- <http://www.aemetra.it/> (comunità di medicina alternativa)
- <http://www.thanatos.it/società/costume/esoterismo/alchimia> (definizione di alchimia)
- <http://www.sapere.it/> (definizioni di alchimia, chimica, epistemologia)
- <http://www.storia.htm/> (storia e epistemologia della chimica di L. Cerreti)
- <http://www.vialattea.net/wpwesrti/paranorm/alchimia.htm> (alchimia e chimica)
- <http://www.esonet.org/pinacoteca/alchimia/Libavius/index.htm> (immagini di apparati alchemici)

17. Chimica – Parte storica

- Le origini storiche, metodologiche, teoriche e sperimentali della scienza chimica;
- La nascita della moderna chimica e il ruolo avuto dall'alchimia nello sviluppo di questa scienza;
- Le idee di Van Helmont, di Stahl, di Maquer e di Fourcroy;
- L'alchimia come complesso di dottrine filosofiche, di pratiche magiche e di investigazioni dirette della natura, tese alla ricerca della pietra filosofale, e cioè del principio in grado di spiegare i segreti della vita e di trasformare in oro i metalli;
- L'alchimia come scienza pre-scientifica che si propone di studiare in maniera

sistematica le proprietà chimiche della materia;

- Differenze e analogie tra chimica e alchimia: loro rapporti ed epistemologia e storia della chimica;
- Introduzione all'alchimia: gli scopi dell'alchimia e i procedimenti alchemici;
- Le grandi figure dell'alchimia;
- Teoria di elementi e metalli: linguaggio e simbologia (glossario alchemico e chimico);
- Motivazioni e ricadute dell'alchimia nella scienza;
- Materiali e apparecchiatura adoperati dagli alchimisti nella loro opera di sperimentazione e confronto con quelli adoperati dalla chimica;
- L'alchimia come premessa ipotetica alla scoperta della tabella periodica degli elementi;
- Evoluzione storica e culturale dell'alchimia (greco-alessandrina, arabo-islamica, medioevo latino e rinascimento);
- Un esperimento alchemico e uno chimico: differenze metodologiche, linguistiche e protocollari che emergono da una analisi scientifica di entrambi;
- Un esempio di differenza nella definizione del Mercurio: definizione chimica e definizione alchemica.

18. Chimica - Parte contenutistica

- Tabella periodica degli elementi.
- Trasmutazione dei metalli e ricerca delle tematiche inerenti alle trasformazioni della materia mediante reazioni chimiche
- Reazioni chimiche.

19. Bibliografia di Chimica

1. E. J. HOLMYARD, *Storia dell'alchimia*, Firenze, Sansoni, 1972;
2. F. ABBRI, *Elementi, principi e particelle. Le teorie chimiche da Paracelso a Stahl*, Torino, Loesher, 1980;
3. A. AROMATICO, *Alchimia l'oro della conoscenza*, Trieste, Electa Gallimard;

4. I. ASIMOV, *Breve storia della Chimica*, Bologna, Zanichelli, 1989;
5. M. CALVESI, *Arte e alchimia*, Giunti;
6. CANSELIET, *Alchimia 1*, Roma, Mediterranee;
7. F. CARDONE, *Robert Boyle. L'importanza della sua opera scientifica in chimica*, in «Didattica delle Scienze», n.181, Gennaio 1996;
8. M. CHIAPPARELLI SBRANA, *Il chimico scettico, R.Boyle "Il complesso itinerario dall'alchimia alla chimica moderna*, Roma-Napoli, Theoria, 1985;
9. P. CORTESI, *Alla ricerca della pietra filosofale. Storia e segreti dell'alchimia*, Roma, Newton & Compton, 2002;
10. TOMMASO D'AQUINO, *Alchimia*, Roma, Newton & Compton;
11. KARL von ECKARTSHAUSEN, *Catechismo della Chimica superiore*, in «Alchimia», Genova, ECIG, 1997;
12. FABRICIUS, *Alchimia*, Mediterranee;
13. A. FAIVRE-TRISTAN, *Alchimia*, Genova, ECIG;
14. J. M. FUMAGALLI, *Dizionario di alchimia e di chimica farmaceutica antica*, Roma, Mediterranee;
15. C. GILCHRIST, *L'alchimia, una scienza segreta*, Xenia;
16. C. GILCHRIST, *Alchimia. Storia della pratica alchemica dalle origini*, Nardini;
17. F. HARTMANN, *Il mondo magico di Paracelso*, Roma, Ed. Mediterranee, 1982;
18. S. KLOSSOWSKY DE ROLA, *Alchimia. Dall'esperienza all'occulto*, Studio Redazionale;
19. A. MIOTTO, *Paracelso, il medico stregone*, Milano, Frat. Melita Editori, 1988;
20. G. MALVANI, *De Alchimia*, Ist. Enciclopedia Italiano;
21. B. NARDINI, *Zoroasterismo, Ermetismo e Alchimia nelle miniature*, Nardini;
22. S. DE ROLA KLOSSOVSKY, *Alchimia, dall'esperienza all'occulto*, Red. Studio redazionale;

23. C. G. JUNG, *Opere 13. Studi sull'alchimia*, Torino, Bollati Boringhieri, 1993;
24. E. MIRCEA, *Arti del metallo e alchimia*, Torino, Bollati Boringhieri;
25. J. LINDSAY, *Origini dell'alchimia nell'Egitto greco romano*, Roma, Mediterranee;
26. J. RAMSAY, *Alchimia. L'arte della trasformazione*, Tecniche Nuove, Milano, 1999;
27. V. SCHEMBARI, *Scienza orientale e tradizione occidentale*, Milano, Fratelli Melita Editori, 1987;
28. A. SCHWARZ, *Introduzione all'alchimia indiana*, Bari, Laterza;
29. WADUD E WADUDA, *Alchimia della trasformazione*, Milano, Apogeo;
30. J. READ, *Through alchemy to chemistry; a procession of ideas & personalities*, London, G. Bell, 1957 ;
31. W. ALICKE, *From alchemy to atoms*, Vaduz, Interlibrium, 1975;

20. Articolazione attività

Seguendo i suggerimenti mirati dei due docenti, gli studenti percorrono piste di lavoro trasversali alle due discipline mediante ricerche specifiche individuali e di gruppo. L'insegnamento pluridisciplinare che così ne deriva, ottenuto cioè mediante una visione d'insieme dei due campi del sapere, è arricchito e migliorato grazie al contributo dei due insegnanti e delle ricerche degli studenti che costituiscono parte essenziale del processo educativo modulare. Queste ricerche, possono utilizzare sia i canali tradizionali delle biblioteche cartacee, sia i canali telematici dei motori di ricerca in internet e delle OPAC. Altro non trascurabile vantaggio è quello che può aiutare i giovani a comprendere l'importanza di evitare la separatezza della cultura scientifica tra le diverse discipline per permettere di aprire gli apprendimenti verso una visione pluridisciplinare della cultura scientifica.

CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ

1. *Prima ora:*

- presentazione del progetto;
- analisi dei temi e delle implicazioni;
- calendarizzazione delle attività;

2. *Seconda ora:*

- panoramica dell'argomento;
- genesi e ragioni del tema;
- ripartizione della classe in gruppi di lavoro e assegnazione dei temi da sviluppare attraverso le due attività complementari di ricerca in Internet e nelle Biblioteche;

3. *Terza ora:*

ricerca (prima parte) sui seguenti argomenti:

- Alchimia e Chimica;
- Newton e la sua vita;
- Newton e le sue idee;
- Il rapporto Newton-alchimia;

4. *Quarta ora:* ricerca come sopra (seconda parte);

5. *Quinta ora:* indagine e riflessione sui materiali e sulle fonti di informazione presentati per costruire un'opinione personale non mediata;

6. *Sesta ora:* presentazione dei lavori di ricerca svolti dai vari gruppi (bozza) e primo momento di sintesi (1^a parte);

7. *Settima ora:* presentazione dei lavori di ricerca svolti dai vari gruppi (bozza) e secondo momento di sintesi (2^a parte);

8. *Ottava ora:* un esempio di esperimento alchemico e continuazione del lavoro di gruppo;

9. *Nona ora:* attività conclusiva finalizzata alla produzione del documento finale, sintesi del lavoro svolto e preparazione alla prova di verifica sommativa;

10. *Decima ora:* svolgimento della verifica sommativa, consistente in una prova

scritta mediante test a risposta multipla;

11. **Undicesima ora:** analisi dei risultati e valutazioni conclusive del modulo.

21. Possibili temi di ricerca dei gruppi di lavoro.

1° Gruppo - L'alchimia e la Chimica: differenze, rapporto e logica della loro struttura interna (alla ricerca della genesi e dell'epistemologia della Chimica)

2° Gruppo - Scoperte scientifiche di valore fatte dagli alchimisti e i nomi dei più famosi alchimisti italiani, nonché lista delle principali opere italiane di alchimia (alla ricerca di una possibile bibliografia)

3° Gruppo - Un possibile rapporto tra i risultati dell'alchimia e la scoperta della tabella periodica degli elementi: gli ingredienti più importanti nei lavori sperimentali degli alchimisti

4° Gruppo - L'opera newtoniana nel campo della gravitazione universale: aspetti scientifici ed esoterici della scoperta di Newton

5° Gruppo - Tentativo di conferma dell'ipotesi che l'alchimia influenzò direttamente l'opera di chiarimento che portò allo sviluppo delle teorie matematiche e fisiche di Newton, come il calcolo infinitesimale, la meccanica e l'ottica: il caso gravitazionale come caso emblematico

6° Gruppo - Alla ricerca delle diversità: un esperimento alchemico e uno chimico come riflessione sulle differenze metodologiche, linguistiche e protocollari che emergono da una analisi scientifica di entrambi gli interventi empirici (apparecchiature e materiali adoperati dagli alchimisti nella loro opera di sperimentazione).

22. Tempi

Il progetto si svilupperà lungo i mesi che andranno da Dicembre 2001 a Febbraio 2002.

I tempi di attuazione del progetto prevedono un modulo di 11 ore da svolgere nel trimestre con cadenza oraria di un'ora settimanale.

23. Mezzi e strumenti tecnologici

a) parte hardware

- videoproiettore
- personal computer in rete

b) parte software

- powerpoint
- browser internet

c) laboratorio di fisica e chimica

- un esperimento di fisica (equivalenza delle masse inerziali e gravitazionali mediante lo studio della invariabilità del periodo di oscillazione di un pendolo semplice al variare della natura della sostanza del corpo oscillante), uno di chimica e un altro di alchimia

24. Verifiche e valutazione

Ecco gli strumenti predisposti per la verifica sommativa, sintonizzate secondo la griglia di valutazione d'Istituto.

Test di valutazione delle condizioni di uscita degli studenti: tipologia A, a risposta aperta, composto da 4 domande (due di fisica e due di chimica).

Verifica del possesso delle seguenti capacità e competenze:

- aderenza della risposta alla domanda;
- correttezza della risposta alla domanda;
- completezza della risposta alla domanda;
- significatività della risposta alla domanda;
- adeguatezza del livello di formalizzazione matematico;

25. Griglia di valutazione

La griglia di valutazione prevede tre sole alternative per ogni descrittore:

- Risposta insufficiente: 0 punti;
- Risposta inadeguata: 1 punto;
- Risposta adeguata: 2 punti;

Ecco un esempio di prova: i candidati trattino sinteticamente i seguenti quattro argomenti:

- *“Descrivi e spiega i principi della dinamica di Newton” (risposta in 10 righe);*
- *“Illustra matematicamente e graficamente la legge della gravitazione universale di Newton mettendo in risalto l'importanza che essa riveste nella scienza astronomica” (risposta in 10 righe);*
- *“Illustra quali sono i campi di indagine dell'alchimia e della chimica fornendo un breve commento sull'evoluzione storica e culturale dell'alchimia”;*
- *“Spiega le ragioni che indussero numerosi studiosi ad occuparsi dell'alchimia”.*

Roma, Dicembre 2001 - Vincenzo Calabrò