



*Università degli Studi di Cagliari*

**DOTTORATO DI RICERCA**

STORIA FILOSOFIA E DIDATTICA DELLE SCIENZE

Ciclo XXIII

DIFFUSIONE E DIVULGAZIONE DELLA SCIENZA

IL CASO DELLA MATEMATICA

Settore scientifico disciplinare di afferenza

MAT/04

Presentata da  
Coordinatore Dottorato  
Relatore

Dott. Maria Maddalena Becchere  
Prof. Roberto Giuntini  
Prof. Maria Polo

Esame finale anno accademico 2009 – 2010



## Indice

### *Introduzione*

#### *Capitolo 1. Questioni iniziali sulla divulgazione scientifica* ..... 1

1.1 The Public understanding of science .....	2
1.1.1 Il rapporto Bodmer: ascesa e declino.....	3
1.1.2 Le inchieste di Eurobarometro.....	7
1.2 Quale definizione di divulgazione scientifica?.....	8
1.3 Apprendimento informale e non formale.....	13
1.4 Verso un paradigma per la divulgazione della scienza.....	14
1.4.1 Sulle teorie dell'apprendimento.....	17
1.4.2 Trasposizione e divulgazione scientifica .....	19
1.4.3 Teoria delle Situazioni e divulgazione.....	21
1.4.4 Apprendimento delle conoscenze scientifiche.....	23
1.5 Piano della tesi e ipotesi.....	27

#### *Capitolo 2. Genesi della divulgazione scientifica* ..... 31

2.1 La divulgazione scientifica prima del 1923.....	32
2.1.1 Le origini del sapere e i suoi produttori.....	32
2.1.2 Enciclopedie, testi e periodici scientifici .....	36
2.1.2.1 L'Enciclopedie.....	37
2.1.2.2 Testi .....	40
2.1.2.3 Periodici scientifici e giornali .....	43
2.2 Le scuole le accademie e le università.....	45
2.2.1 Le scuole.....	45
2.2.2 Le Accademie .....	47
2.2.3 Le università .....	49
2.3 Verso una stampa a carattere divulgativo .....	50
2.4 Orti botanici .....	53
2.5 Congressi – convegni e associazioni .....	56
2.5.1 Congressi .....	56

2.5.2	Associazioni e riviste matematiche .....	58
2.6	Strumenti, manifestazioni ricreative e spettacoli .....	60
2.6.1	Dalle collezioni ai musei .....	62
<i>Capitolo 3. La divulgazione scientifica dal 1924 ad oggi.....</i>		65
3.1	La divulgazione scientifica dal 1924 al 1945 .....	65
3.1.1	La scuola .....	66
3.1.2	Gli scienziati.....	68
3.1.3	La stampa .....	70
3.1.4	I giornali e le riviste .....	70
3.2	La divulgazione scientifica dal 1946 al 1979 .....	72
3.3	La divulgazione dopo il 1980.....	77
3.4	Cosa dicono gli esperti e i divulgatori quando parlano di scienza .....	80
3.5	La Matematica come processo divulgativo .....	84
<i>Capitolo 4. Scenari e contesti di divulgazione Matematica.....</i>		87
4.1	Musei italiani .....	88
4.2	Musei scientifici permanenti .....	89
4.2.1	Museo Della Scienza e della Tecnologia Leonardo Da Vinci .....	90
4.2.2	Il giardino di Archimede .....	93
4.2.3	Museo delle Macchine Matematiche.....	94
4.3	La divulgazione virtuale: i siti web .....	94
4.3.1	Siti Musei italiani .....	100
4.3.2	Musei.it .....	100
4.3.3	Museionline.....	103
4.4	Musei on-line e mostre temporanee di matematica.....	106
4.5	Museo Della Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci .....	108
4.5.1	Percorsi .....	111
4.5.2	Laboratori .....	116
4.5.3	Analisi di contesto: un'attività .....	117
4.5.3.1	Scheda per laboratorio.....	117
4.6	Il giardino di Archimede .....	123
4.7	Laboratorio delle Macchine Matematiche.....	126

4.8	Scienza e società	130
4.9	Festival della Matematica a Roma	133
4.10	Do you play Mathematics?	138
<i>Capitolo 5. Studio di caso: interazione in presenza</i>		143
5.1	Lectio Magistralis di Umberto Eco	143
5.1.1	Diffusione di conoscenze senza intenzionalità didattica	144
5.1.2	Lectio Magistralis di Umberto Eco	147
5.2	Una esperienza laboratoriale	154
5.2.1	Le conoscenze prima della visita alla mostra	155
5.2.2	Le conoscenze dopo la visita alla mostra	159
5.2.2.1	Confronto tra le risposte	160
5.3	Il punto di vista di visitatori	163
5.3.1	Il punto di vista degli studenti	163
<i>Capitolo 6. Conclusione</i>		173
<i>Bibliografia</i>		177
<i>Indice dei Siti</i>		181
<i>Allegati</i>		185
<i>Indice dei nomi</i>		231



## **Capitolo 1. Questioni iniziali sulla divulgazione scientifica**

*La posizione assunta in Inghilterra, dai ricercatori John Ziman, David Attenborough, Walter Bodmer, nel 1985 per conto della Royal Society nel “The Public Understanding of Science”, ha influenzato il comportamento degli scienziati sia a livello nazionale che internazionale. Per la prima volta, la “Scienza” si trova ad affrontare criticamente il problema della diffusione delle conoscenze scientifiche presso il grande pubblico.*

*Il rapporto “Science and Society” del 2000 ha decretato, almeno in parte, il fallimento del progetto inglese a causa della scarsa alfabetizzazione riscontrata nel grande pubblico.*

*Nel Marzo del 2000 anche il Consiglio Europeo di Lisbona ha stabilito una nuova strategia complessiva con l’obiettivo di fare dell’Europa l’Economia basata sulla conoscenza competitiva e dinamica del mondo in cui il concetto di apprendimento, che abbraccia tutti gli aspetti della vita, risulta centrale. Il documento di Lisbona fornisce una classificazione e definizione di apprendimento formale, informale e non formale. Questa distinzione è stata utilizzata e in parte condivisa dalla nostra ricerca per analizzare la trasposizione dei saperi scientifici in contesti diversi, dentro e fuori della scuola.*

*L’apprendimento è descritto nelle diverse teorie cognitive, secondo modelli relativamente condivisi. Meno condivisi, nei diversi settori disciplinari, sono gli assunti teorici atti a descrivere il funzionamento del processo di insegnamento apprendimento in situazione scolastica.*

*Il nostro lavoro parte dall’assumere come inesistente uno specifico quadro teorico atto a descrivere e predire il fenomeno della divulgazione scientifica.*

*L’ipotesi di base della nostra ricerca è la possibilità di costruzione di tale paradigma; in altri termini, cercheremo di verificare la possibilità dell’esistenza della divulgazione scientifica come disciplina a se stante.*

### **Introduzione**

L’appello lanciato dalla Royal Society con il rapporto *Public understanding of science*<sup>1</sup> (PUS) del 1985, ha posto per primo il problema della incomunicabilità fra scienza e pubblico: “*Il nostro messaggio più urgente e diretto è quello rivolto agli scienziati stessi: imparate a comunicare con il pubblico, siate disposti a farlo e considerate vostro dovere farlo*”. L’appello è attuale ancora oggi. Sono chiamati in causa, non solo gli scienziati, ma tutti coloro che s’interessano di divulgazione scientifica: divulgatori, comunicatori e giornalisti scientifici.

Il bisogno e la necessità di comunicare sono esigenze radicate negli strati più profondi degli organismi viventi, così come il bisogno naturale di un continuum educativo - formativo accompagna l’essere umano in tutto il suo sviluppo biologico.

---

<sup>1</sup> *Public understanding of science*, <http://www.sagepublications.com> e in *Storia della Scienza*, 2003, pp.811-817, vol. IX, Istituto dell’Enciclopedia Italiana, Treccani, Roma

La divulgazione scientifica si configura oggi come uno dei fenomeni attraverso i quali si realizza il continuum educativo; un nuovo “luogo” che contribuisce alla formazione scientifica e per questo entra a pieno titolo fra i processi che portano all’apprendimento scientifico.

Secondo Tullio De Mauro<sup>2</sup> negli anni cinquanta la famiglia contadina costituiva una vera e propria bottega di apprendimento e costruzione; garantiva agli esclusi dalle scuole un tessuto di competenze che, capitalizzate, finivano per essere investite nel mondo industriale del nord.

Nella realtà familiare avveniva, più che a scuola, l’elaborazione del sapere, del saper fare e soprattutto del sapersi orientare nel mondo delle relazioni.

La nostra ricerca studia la divulgazione scientifica partendo dall’ipotesi che questa si possa considerare come una delle modalità con cui oggi si realizza la costruzione della conoscenza nel grande pubblico e si inserisce fra quei processi denominati apprendimenti informali e non formali.

È importante, prima di proseguire, chiarire che non intendiamo e non vogliamo affermare che attraverso la divulgazione scientifica tutti debbano diventare scienziati o intellettuali solo perché possessori di una “certa” cultura. La nostra posizione ricalca, all’opposto, la posizione e visione del significato di *persona di cultura* nell’accezione intesa e presentata da Gramsci nella sua opera *Gli Intellettuali*, dove, il politico-scrittore sardo, afferma che: “*Tutti gli uomini sono intellettuali, si potrebbe dire perciò; ma non tutti gli uomini hanno nella società la funzione di intellettuali*”<sup>3</sup>. Anche secondo noi è la funzione sociale ad imporre il riconoscimento dei ruoli e quindi “[...] *si tiene conto della direzione in cui grava il peso maggiore della attività specifica professionale, se nell’elaborazione intellettuale o nello sforzo muscolare-nervoso. [...] ogni uomo esplica una qualche attività intellettuale [...] contribuisce a sostenere o a modificare una concezione del mondo, cioè a suscitare nuovi modi di pensare*”<sup>4</sup>.

La nostra ricerca studia il fenomeno della divulgazione che ha preso forza a partire dagli anni ottanta del secolo scorso e il modo in cui essa funziona negli scenari e contesti<sup>5</sup> dove chi emette è consapevole e lo fa con finalità divulgativa.

L’assenza di un quadro teorico ufficialmente condiviso, capace di fornire un punto di vista specifico sulle interazioni fra scienza, pubblico e ambiente, ci ha posto davanti alla necessità di chiederci esplicitamente se è possibile costruirne uno per la divulgazione della scienza.

## **1.1 Public understanding of science**

Nel 1985 un importante documento redatto da eminenti ricercatori, il genetista Sir Walter Bodmer<sup>6</sup>, John Ziman<sup>7</sup> e David Attenborough<sup>8</sup>, denuncia, per conto della

---

<sup>2</sup> De Mauro Tullio, 2004, p. 78

<sup>3</sup> Antonio Gramsci, 1955, p. 6

<sup>4</sup> idem

<sup>5</sup> Capitolo 5, §.5.1.1 p. 142

<sup>6</sup> Walter Bodmer, Fisico inglese

<sup>7</sup> John Ziman, Professore di Fisica Teoretica a Bristol dal 1964, membro della Royal Society dal 1967, autore di manuali di Fisica e testi divulgativi Dal 1980 si è dedicato interamente all’analisi sistematica e alla comunicazione pubblica dei temi riguardanti le relazioni fra scienza, tecnologia e società.



Royal Society, il forte scarto esistente tra le conoscenze scientifiche e quelle in possesso del pubblico.

### **1.1.1 Il rapporto Bodmer: ascesa e declino**

Il documento, chiamato rapporto Bodmer, dal titolo *The Public Understanding of Science* “[...] viene introdotto in Gran Bretagna, si istituzionalizza e si traduce in movimento che si diffonde immediatamente in tutto mondo con l’obiettivo prioritario di far apprezzare, ammirare e sostenere la scienza dalla società [...] il pubblico dei non esperti occupa un ruolo cruciale nella posizione che la scienza deve avere nella società”.<sup>9</sup>

Un esempio del ruolo cruciale di cui parla il documento può essere attinto dal sociale stesso. Le abitudini e richieste alimentari spesso, inconsapevolmente, creano veri e propri disastri ecologici. Il semplice consumo di un certo prodotto indirizza il produttore o il procacciatore, altro anello della catena spesso inconsapevole, a procurare quanto richiesto dal consumatore arrivando all’estinzione, in determinate zone, di un prodotto. Un semplice esempio è dato dal merluzzo, dichiarato estinto su basi commerciali nei nostri mari. Per offrirlo ai consumatori i pescatori si spostano centinaia di chilometri con il conseguente inquinamento e rischio di estinzione anche in nuove zone.

Il documento Bodmer nasce a seguito del calo degli iscritti nelle facoltà scientifiche e degli scarsi finanziamenti pubblici. Circa 150, fra scienziati e ingegneri, lanciarono un appello pubblico sul Times<sup>10</sup> dal titolo: *Save British Science*. Le preoccupazioni manifeste sul futuro della ricerca diedero l’avvio ad un cambiamento radicale nella riflessione sul rapporto fra scienza e pubblico.

Il principio base per il superamento della crisi è combattere la scarsa alfabetizzazione scientifica del pubblico. Le controversie si sarebbero automaticamente superate<sup>11</sup> attraverso maggiore conoscenza della scienza e maggiore conoscenza e comprensione delle teorie e metodologie scientifiche. Questa sequenza di “maggiore” era intesa come necessità di tradurre e comunicare al pubblico non utilizzando un linguaggio specialistico ma divulgativo.

Il modello assunto da *Public Understanding of Science*, è basato sull’idea che la società presenta un intrinseco deficit conoscitivo, colmabile con un’idonea semplificazione del messaggio scientifico “*modello lineare di diffusione*”. Scienza e società sono considerate due corpi sociali separati da una sorta di membrana semipermeabile che lascia passare il flusso d’informazioni, azioni, divulgazione e innovazione tecnologica, dalla scienza alla società, senza permettere flussi nella direzione opposta. Le uniche lacune si ricercavano esclusivamente nel pubblico trascurando di studiare domande, interessi e competenze possedute dalla società.

Il rapporto Bodmer, documento di riferimento per coloro che si dedicheranno a studiare le interazioni fra scienza e società, sarà in seguito ferocemente criticato e

---

<sup>8</sup> David Attenborough, Documentarista inglese. Uno dei più importanti divulgatori scientifici del mondo. Vincitore del premio Principe delle Asturie 2009 per le Scienze Sociali, <http://it.wikipedia.org>

<sup>9</sup> Nico Pitrelli, Fisico e Ricercatore presso la SISSA di Trieste, autore di libri, articoli e recensioni, <http://people.sissa.it>

<sup>10</sup> 13 gennaio 1986

<sup>11</sup> Nico Pitrelli, <http://people.sissa.it>

parzialmente superato, ma sempre con il merito di essere riuscito a spostare l'attenzione degli analisti e dei politici sul pubblico, sulla scienza e tecnologia<sup>12</sup>. Lo sviluppo della scienza, è legato a doppio filo con la società, pertanto la scienza deve curare le relazioni con la collettività.

Nico Pitrelli<sup>13</sup> commenta l'idea già di Brian Wynne<sup>14</sup>: *“Nel 1985, era stata pubblicata un'importante raccolta di saggi dedicati alle forme e alle funzioni della divulgazione scientifica che mostrava come la diffusione lineare dell'informazione scientifica fosse tutt'altro che un semplice e neutro processo di traduzione”*. Le ricerche non mettevano in discussione il ruolo della scienza con le sue regole, ma il ruolo di spettatore passivo assunto dal pubblico. Solo negli anni novanta è stata dimostrata la non consistenza della formula: *più comunicazione più comprensione*. Curando contenuti e modi di fare comunicazione e valutazione dell'inadeguatezza della preparazione di scienziati, giornalisti scientifici ed expertise a svolgere il ruolo di divulgatori.

È ancora il Regno Unito a mettere per primo l'accento sui vecchi problemi ancora non risolti e sui nuovi che andavano emergendo. La popolazione del 2000 era rimasta scarsamente alfabetizzata e il numero delle persone tra i 25 e i 64 anni nell'UE, in possesso almeno di un livello di istruzione secondaria superiore, era soltanto il 60,3%; quelle partecipanti ai corsi di istruzione e formazione si attestavano al 8% e circa 150 milioni restavano esposte ad un alto rischio di emarginazione perché prive di istruzione di base<sup>15</sup>. *“Siamo ben lontani dall'ideale dell'apprendimento permanente per tutti”*<sup>16</sup>. Non solo era riconfermata la scarsa alfabetizzazione del grande pubblico, a questa si aggiungeva un nuovo problema: la diffidenza e l'avversità nei confronti della scienza.

*“C'era una volta un'epoca in cui, quando parlava la scienza, i cittadini si toglievano il cappello e ascoltavano il Verbo senza fiatare. Era l'epoca di The World of Tomorrow, la fiera di New York del 1939, l'epoca della costruzione dell'Atomium di Bruxelles, nel 1958, dello sbarco sulla Luna del 1969. L'epoca in cui al medico, come al fisico o all'agronomo, si credeva sulla parola”*<sup>17</sup>.

Negli anni successivi il termine *scientifico* ha iniziato ad assumere una connotazione negativa al ricordo di Hiroshima e Nagasaki, dei risultati emersi da ricerche sulle responsabilità dell'uso del D.D.T<sup>18</sup>, del Talidomile<sup>19</sup>, degli anticrittogamici, erbicidi in agricoltura è infine la sciagura di Chernobyl. Da questo punto in poi la scienza ha iniziato a fare i conti con la diffidenza che la società ha maturato nei suoi confronti prendendo atto che, da quel punto in poi avrebbe dovuto rendere conto del suo comportamento ai cittadini. Il contratto fra scienza e società era tale che se prima la società aveva consegnato alla scienza una delega indiscussa e incondizionata; oggi, pretende di sapere che cosa fa e quali saranno le conseguenze del suo operato.

La comunicazione da parte dei ricercatori non è più soltanto una divulgazione scientifica, ma un processo in cui diversi soggetti producono conoscenza, messaggi, atteggiamenti preoccupandosi di cosa sa, crede, deve sapere il pubblico.

---

<sup>12</sup> Giovanni Carrada, 2005, [www.mestierediscrivere.com](http://www.mestierediscrivere.com)

<sup>13</sup> Nico Pitrelli, <http://people.sissa.it>

<sup>14</sup> Wynne Brian, 1989, pp.10-39

<sup>15</sup> Eurobarometro [http://www.ec.europa.eu/public\\_opinion](http://www.ec.europa.eu/public_opinion)

<sup>16</sup> Comunicazione della Commissione, Bruxelles, 21.11.2001, P. 8. Fonte: Indagine Fonte Lavoro, 2000

<sup>17</sup> Giovanni Carrada, 2005, p. 22

<sup>18</sup> Daniele Fabbri, Piccola storia del D.D.T., [www.ambra.unibo.it](http://www.ambra.unibo.it)

<sup>19</sup> Talidomile, impiegato durante la seconda guerra mondiale e come antidolorifico con la conseguente menomazione di migliaia di bambini, <http://gokux.whats-up.it>

Il rapporto Bodmer si è modificato nel tempo sempre alla ricerca di nuove soluzioni, da *Public Understanding of Science* si è trasformato in *Public Understanding of Current Research* pur fisso nelle sue convinzioni: ripristinare il rapporto con il pubblico, studiare l'aspetto che vede la comunicazione agire in uno sfondo più complesso di quanto era stato supposto nei decenni precedenti e la comunità scientifica vista come non unica protagonista nello scenario della comunicazione.

Brian Wynne<sup>20</sup>, esperto di problemi riguardanti il pubblico, individuò una *forma d'intelligenza sociale e comprensione della scienza nel senso delle sue dimensioni istituzionali*. Per lo studioso, se le implicazioni sociali della tecnoscienza toccavano da vicino gli interessi personali dei cittadini, la valutazione che questi esprimevano era negativa e accompagnata da manifestazioni di scarsa fiducia proprio perché lontane dai loro interessi<sup>21</sup>. Ciò che lo studioso ha messo in risalto era la discrasia tra le stime astratte e sofisticate degli esperti e la percezione di chi fa affidamento sul vissuto, sull'esperienza, sull'apprendimento informale e non formale. Il primo aspetto è emerso nel 1986 dopo i fatti di Chernobyl. Gli allevatori di pecore di Cumberland, grazie alle conoscenze dirette basate sul vissuto, non avevano tenuto conto dei consigli degli esperti evitando di immettere nel mercato la carne ovina esposta alle radiazioni, costringendo il governo a bandire, per due anni, la vendita di questa nella zona coinvolta dal disastro. Il secondo quando gli elettricisti che lavoravano nella centrale di Sellafield (Gran Bretagna) avevano manifestato disinteresse ad acquisire informazioni scientifiche sui rischi da radiazione. Le giustificazioni andavano nella direzione che le argomentazioni e discussioni avrebbero creato inquietudine, panico, quindi il rischio di mettere in dubbio le relazioni di fiducia e autorità già consolidate nell'ambiente di lavoro: l'ignoranza tecnica era ora apparsa come funzione d'intelligenza sociale.

L'assenza di correlazione fra livello di alfabetizzazione scientifica, atteggiamenti e opinioni sulla scienza già emersi erano oggi convalidati. Il perché era e lo è ancora dovuto al fatto che: *“Atteggiamenti ed opinioni sono il prodotto di processi complessi che dipendono dai modelli mentali individuali, che oltre ad elementi fattuali comprendono emozioni, considerazioni etiche, conoscenze precedenti, giudizi di valore, tutte cose che, non possono essere modificate con la semplice aggiunta di qualche informazione in più”*.<sup>22</sup>

Le obiezioni poste al *Public Understanding of Science* sulle attività di comunicazione pubblica della scienza non hanno modificato la situazione: i dati riportati nel rapporto *Science and Society*<sup>23</sup> mostrano che le persone alfabetizzate sono ancora poche. Secondo Pitrelli e Castelfranchi<sup>24</sup> ciò che è messo sotto osservazione è il legame tra conoscenza e atteggiamento nei confronti della scienza. Wynne<sup>25</sup> contesta la valutazione attraverso i questionari come strumento di ricerca. Egli sul piano metodologico riscontra due grandi difetti: i questionari sono costruiti in modo da rispondere alle attese dei loro ideatori e sono più adatti a misurare la diffusione di un tipo di visione della scienza che a fornire una misura oggettiva delle competenze o della comprensione che le persone hanno di questa. Le domande nei questionari sono lontane dalle situazioni vissute quotidianamente e per questo prive

---

<sup>20</sup> Wynne, Brian, 1995

<sup>21</sup> Massimiano Bucchi, <http://www.massimianobucchi.nova100.ilsole24ore.com>

<sup>22</sup> Carrada, 2005, p.27

<sup>23</sup> Science and Society, <http://dti.gov.uk/ost/aboutost/dtiwhite/>

<sup>24</sup> Yuriy Castelfranchi Nico Pitrelli, 2007, p.148

<sup>25</sup> Wynne Brian, 1989

di rilevante significato per la persona chiamata a dare risposte. Il pubblico secondo Wynne é attento, variegato e anche mutevole se il problema preso in esame é condiviso anche con altri. Da questo momento in poi si parla di pubblici diversificati e non di pubblico al singolare. Ciò che definisce la natura del pubblico è il raccordo e l'interazione fra ricercatore e società. Mentre ciò che accelera il processo di apprendimento e l'acquisizione del linguaggio condiviso con la Comunità scientifica è il coinvolgimento del pubblico da parte della stessa Comunità. Il sapere *ingenuo, semplice, laico* della conoscenza popolare non sempre trova risposte da parte degli esperti dei diversi settori, risposte che porterebbero a stabilire un rapporto di fiducia fra gli uni e gli altri, anche se a distanza. Le parti, di volta in volta, messe al centro dell'attenzione come responsabili di una scarsa e inefficiente divulgazione scientifica sono stati prima il pubblico non alfabetizzato (la lotta all'analfabetismo in Italia si è protratta fino agli anni sessanta del secolo scorso)<sup>26</sup>, poi l'expertise ed, infine, i mezzi di divulgazione, soprattutto i media.

Nel 1996 è emerso il problema dell'Expertise delle scuole e dei percorsi formativi in comunicazione, dei Master in Comunicazione e Divulgazione Scientifica. L'offerta è ancora oggi disomogenea e rispecchia obiettivi e aspettative differenti a seconda di chi li propone: Università pubbliche o private, enti riconosciuti e non o industrie. In Italia il primo Master in Comunicazione della Scienza è stato istituito dalla SISSA<sup>27</sup> di Trieste. Oggi sono molte le Università italiane a proporre Master e corsi<sup>28</sup>. Lo studio realizzato da Jon Turney<sup>29</sup> evidenzia come la comunicazione e il suo insegnamento assumono tanti significati quanti sono i gruppi che si interessano ad esso. Non esiste un modello condiviso, come e con quali contenuti e chi deve insegnare comunicazione scientifica. Quello che emerge complessivamente è una “*rumorosa confusione*”, ma in qualche modo tutte le proposte appaiono egualmente rilevanti.

Il problema coinvolge direttamente scienziati e divulgatori. Gli scienziati si lamentano della cattiva informazione scientifica, attribuendo ai giornalisti la propensione a privilegiare l'emotività e il sensazionalismo, portati a distorcere le verità scientifiche e ad affrontare gli argomenti con superficialità. Da canto loro i giornalisti scientifici percepiscono “*l'arroganza*” e la scarsa voglia di comunicare degli scienziati. A queste recriminazioni e polemiche di rado segue un'obiettiva riflessione, il desiderio di capire e approfondire i motivi di una situazione paradossale dove due classi di esperti, interessati allo stesso problema e con gli stessi obiettivi, non si scambiano sensazioni e punti di vista, non stabiliscano quali spazi competono a ciascuna delle due parti e, quali spazi non devono essere percorsi perché, correttezza vuole, siano lasciati all'esperto del settore. Questo il nostro punto di vista avallato anche dai risultati pubblicati da Giovanni Austori<sup>30</sup> dove é emersa “[...] *un'inedita e forse inaspettata autocritica sia da parte di chi fa Scienza e di chi*

---

<sup>26</sup> Il problema dell'alfabetizzazione Italiana e estera è analizzata nel cap.2

<sup>27</sup> Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati

<sup>28</sup> Milano, Pisa, Napoli, Padova, Ferrara

<sup>29</sup> Jon Turney, Ricercatore e docente presso l'University College di Londra in Teaching science communication: courses, curricula, theory and practice, Public understanding of Science 3 (4), pp.435-443 (1994)

<sup>30</sup> Capitolo 3, § 3.4 pp.72-73

*la comunica: la necessità imprescindibile di una maggiore umiltà nella valutazione reciproca”*.<sup>31</sup>

Oggi tutte le università avviano corsi di laurea, master e dottorati, propongono programmi interdisciplinari, congressi, incontri di vario tipo per facilitare lo scambio e la comunicazione fra studiosi di scienza, analisti politici e storici di tecnologia. Sono tanti gli appuntamenti anche internazionali e locali, periodici e annuali di divulgazione. La rivista *Science, Technology and Human values* afferma che dal 2006 in poi sono frequentati anche da non esperti del settore quali imprenditori, politici e cittadini interessati.

Questo interessamento da parte del pubblico sta a dimostrare che la scienza si incontra nella vita quotidiana indipendentemente dalle capacità individuali di definirla e riconoscerla e ci sono canali e scambi non solo a livello verticale ma soprattutto orizzontale. I vari pubblici parlano fra loro, interagiscono anche se, non sempre, in modo consapevole. Ziman<sup>32</sup> è dell'idea che occorre partire dall'analisi di questo scambio per studiare la comunicazione, prendendo atto della sua esistenza e del suo contributo. Si deve guardare ai pubblici come composti da soggetti che comunicano la scienza e non solo come soggetti a cui va comunicata la scienza. Questo permetterebbe di uscire dai limiti di una visione strumentale della comunicazione scientifica che, nonostante tutto, sembra caratterizzare i tentativi di modifica del *Public Understanding of Science*

### **1.1.2 Le inchieste di Eurobarometro**

Il rapporto Bodmer è stato il punto di partenza da cui si sono sviluppate, nell'ambito degli studi sul rapporto fra scienza e pubblico, due linee di ricerca molto differenti.

La prima riferita, alle inchieste per conoscere quali sono le loro conoscenze in campo scientifico e la seconda, di natura più qualitativa, per conoscere i modi in cui i non-scienziati interpretano l'informazione scientifica nei contesti socio-culturali di appartenenza, quindi, che cosa ci si attende dalla scienza e dalla tecnologia. Questi punti sono diventati oggetto di ricerca anche da parte di Eurobarometro<sup>33</sup> che regolarmente studia le conoscenze e le opinioni che il grande pubblico possiede ed è in grado di esprimere su alcune tematiche.

L'Eurobarometro ha pubblicato un'indagine presentata in occasione del Primo Forum europeo sul giornalismo scientifico<sup>34</sup>, unitamente ad altri due studi che hanno raccolto le opinioni di ricercatori e professionisti dei media sulle loro esperienze e punti di vista in materia di comunicazione scientifica e mezzi di comunicazione.

L'ultima pubblicazione dell'Eurobarometro, sezione della Commissione Europea che si occupa d'indagini sull'opinione pubblica dei cittadini e sulla ricerca scientifica nei mezzi di comunicazione, rivela che la maggioranza degli europei è interessata alla scienza e che oltre la metà degli intervistati è abbastanza soddisfatta per come i mezzi di comunicazione la trattano e in particolare la medicina, l'ambiente e l'energia.

---

<sup>31</sup> I partecipanti, intervistati virtualmente (45 minuti, in media) hanno seguito una traccia articolata su una serie di 19 domande standard a partire dalla panoramica del giornalismo scientifico fino al successo della scienza divulgata e all'autocritica. Vedi cap.3, § 3.4

<sup>32</sup>Ziman, 2002

<sup>33</sup> [http://www.ec.europa.eu/public\\_opinion](http://www.ec.europa.eu/public_opinion). I risultati sono riportati in allegato n°1, p.185-197

<sup>34</sup> Forum europeo sul giornalismo scientifico, Barcellona, 3 e 4 dicembre 2007

Janez Potocnik<sup>35</sup> è del parere che la produzione scientifica è molto elevata, tanto da riflettersi inevitabilmente, in modo diretto, sulla nostra vita quotidiana; per questo è importante che il pubblico riesca ad avere informazioni e a interagire con gli scienziati.

I media hanno, quindi, un ruolo importantissimo da svolgere in tal senso, sia per tenere informati i cittadini sugli sviluppi scientifici, sia per influire sul modo in cui la società percepisce gli scienziati e il loro lavoro.

Secondo Eurobarometro, il 57% circa degli europei sostiene di essere interessato alla ricerca scientifica: il 56% degli intervistati si dichiara soddisfatto, un quarto insoddisfatto e il 20% non ha un'opinione al riguardo. Un'analisi ulteriormente approfondita ha rivelato che i più soddisfatti dell'operato dei media sono coloro che avevano dimostrato già un certo interesse per la scienza. La televisione è stato il mezzo più apprezzato (61%) e più affidabile per l'informazione scientifica (47%). I canali preferiti sono quelli tradizionali (47%); sceglie quelli tematici il 27% degli intervistati. Un europeo su due legge gli articoli scientifici sui quotidiani o sulle riviste (49%); uno su tre apprende le notizie dalla radio (26%) o consulta internet (28%).

Il 60% degli intervistati ritiene che i media quando parlano di scienza siano affidabili, obiettivi e utili, ma oltre il 50% denuncia difficoltà di comprensione dei contenuti. Alla domanda: *Quale fattore ritieni più importante al momento della lettura di una notizia di carattere scientifico?* Le risposte sono state nell'ordine: facilità di comprensione, argomento e utilità della notizia.

La discussione sulla facilità di comprensione è stata sollevata anche dai professionisti dei media intervistati i quali, in maggioranza, hanno indicato le pubblicazioni scientifiche specializzate e i ricercatori, quali fonti migliori da cui attingere informazioni interessanti. La maggior parte dei giornalisti tuttavia, le ha descritte difficili da interpretare.

Alla luce delle difficoltà riscontrate da molti giornalisti nel comprendere quanto scritto o affermato dai ricercatori e scienziati, una delle conclusioni principali dell'Eurobarometro ha sorpreso molti partecipanti al Forum europeo sul giornalismo scientifico che si propone di rinnovare e rinforzare il dialogo tra scienziati e mezzi di comunicazione.

Alla domanda: *Preferisce che le informazioni scientifiche le vengano presentate da giornalisti o da scienziati?*, il 52% ha scelto gli scienziati, il 14% i giornalisti. Chi ha scelto gli scienziati ha dichiarato che le informazioni erano più affidabili e precise.

La maggioranza dei ricercatori è consapevole dell'importanza del proprio ruolo e lavoro per il grande pubblico, tuttavia afferma: *“Mancano le competenze, per cui gli scienziati hanno difficoltà a trovare il linguaggio adatto per comunicare col pubblico più vasto, oltre che a capire quali argomenti siano pertinenti e utilizzabili dai media”*.

Nella relazione presentata si legge: *“Nel contempo, i giornalisti non sono in grado di utilizzare argomenti di carattere scientifico sovraccarichi d'informazioni complesse che non sono interessanti, verificabili o facilmente traducibili in articoli”*.

## **1.2 Quale definizione di divulgazione scientifica?**

Il termine *divulgare* nel secolo XIII è usato con l'accezione di *raffinato, diffondere a tutti, rendere di pubblico dominio, esporre in modo non specialistico*<sup>36</sup>.

---

<sup>35</sup> Janez Potocnik, Commissario europeo per la Scienza e la ricerca

A partire dal XIV secolo *divulgazione* è usato con valore spregiativo nell'accezione di *eccessivamente semplice e scarso valore scientifico*.

I termini *diffusione della cultura scientifica, comunicazione scientifica* hanno giocato un importantissimo ruolo determinando, a loro volta, l'abbandono dei vecchi termini che richiavano il termine *volgo, divulgazione, popularisation, vulgarisation*, per attribuire a questo genere di comunicazione il suo complesso valore formativo.

Il termine *divulgare* è da noi inteso nell'accezione maturata in seguito alla diffusione del rapporto w. Bodmer (1985) *The Public Understanding of Science*, come azione finalizzata a comprendere, spiegare e migliorare i rapporti tra il pubblico e la scienza.

Per affrontare la complessa questione su ciò che è stata e su ciò che oggi rappresenta la divulgazione scientifica proviamo ad introdurre una prima definizione.

Consideriamo la divulgazione come:

*“Il processo-strumento di comunicazione, che coinvolge un emittente e un ricevente, finalizzato alla diffusione di saperi scientifici”.*

L'utilizzo contemporaneo dei termini processo-strumento sta a significare che non si tratta di una semplice operazione di diffusione o trasferimento di un sapere da un ambiente ad un altro, o dominio conoscitivo ad un altro, ma presuppone un processo di trasformazione del sapere che guida e accompagna la maturazione e l'elaborazione delle stesse idee perché arrivino al più grande spazio culturale e sociale.

La definizione pur sembrando ingenua si discosta dal modo tradizionale di intendere la divulgazione che la assimila al principio dei vasi comunicanti: corrente che scorre dall'emittente, caratterizzato da una maggior dotazione di conoscenza, al ricevente, caratterizzato da una minor dotazione. Il comunicatore o scienziato possiede maggiori conoscenze, ma il pubblico non è da noi considerato privo di bagaglio culturale.

Le principali fonti di riferimento prese in esame in questa ricerca di una possibile definizione sono: Paola Govoni (2002)<sup>37</sup>, Paolo Rossi (2000), John Ziman (2000) e Andrea Cerroni (2006)<sup>38</sup>.

Paola Govoni (2002) definisce la divulgazione scientifica facendo riferimento al paese e alla data in cui la definizione è maturata.

Negli anni ottanta del secolo scorso negli Stati Uniti la divulgazione era presentata come:

*“Lo strumento ideologico della propaganda scienziata, mirata a manipolare l'opinione pubblica per convogliare il consenso sugli investimenti enormi in alcuni settori della ricerca, piuttosto che in campo sociale”.*<sup>39</sup>

La divulgazione scientifica si rivela come un fenomeno formatosi al crocevia tra le esigenze degli scienziati di comunicare con i colleghi di altre specialità e con la

---

<sup>36</sup> Tullio de Mauro, 1989

<sup>37</sup> Paola Govoni è autrice del primo studio sulla storia della divulgazione scientifica in Italia, in particolare ha studiato la divulgazione nell'Italia in formazione e, come storica, ha affrontato lo studio delle sfide intellettuali degli ultimi cinque secoli rilevando l'intreccio tra scienza, istruzione e sviluppo; dove esplicita la sua visione sulla nascita e genesi della divulgazione scientifica fra pari e rivolta al grande pubblico. Profilo tratto da [www.explora.it](http://www.explora.it)

<sup>38</sup> Andrea Cerroni, fisico, sociologo nell'Università di Milano Bicocca. Delegato Nazionale per il Comitato “*Science in Society*”. Autore di saggi su comunicazione scientifica e sociologia della conoscenza. Profilo tratto da Pietro Greco, <http://jcomsissa.it>

<sup>39</sup> Govoni, 2002 p. 39

società<sup>40</sup>; come superamento dell'uso di un linguaggio per soli esperti; come semplificazioni a carattere cognitivo, epistemologico e sociale, con metodi e pratiche differenziate a seconda del pubblico. Ogni genere di comunicazione corrisponde ad una "classe" di persone che ne guida e determina l'elaborazione delle idee che andranno trasmesse.

John Ziman non riporta una esplicita definizione di divulgazione scientifica rivolta al grande pubblico. Nella sua opera *La vera scienza* descrive come gli scienziati comunicano le loro scoperte e lo fanno partendo da quella che chiamano scienza *accademica* (fase privata: lo scienziato nel suo laboratorio chiamato *torre d'avorio* non aveva l'esigenza di comunicare ad altri che non fossero i suoi pari i risultati delle sue ricerche) fino alla nascita della scienza *post-accademica o pubblica o collettivizzata*<sup>41</sup>. Lo scienziato ha assunto un nuovo ruolo: comunicare la scienza al pubblico, ai vari pubblici di "non esperti" nella seconda fase.

Ziman scrive:

*"Non è un caso che la scienza moderna sia nata dopo l'invenzione della stampa e, quindi, dopo che si è creata una possibilità tecnica di una comunicazione pubblica e rapida, che consente di riferire, registrare e discutere i risultati dell'osservazione della natura"*.<sup>42</sup>

Per Paolo Rossi

*"La scienza moderna non è nata nei campus o nell'atmosfera un po' artificiale dei laboratori. [...] accomuna i protagonisti della rivoluzione scientifica: la consapevolezza che attraverso la loro opera sta nascendo qualcosa. [...] una forma di sapere. Questo sapere richiede <<sensate esperienze>> e <<certe dimostrazioni>>. Ogni affermazione deve essere <<pubblica>>, cioè legata al controllo da parte di altri, deve essere presentata e dimostrata ad altri, discussa e soggetta a possibili confutazioni"*.<sup>43</sup>

La definizione mette in evidenza alcuni passaggi, importanti ma non sufficienti per parlare di divulgazione. È necessario avere una consapevolezza di una forma di sapere che deve essere comunicato per essere recepito. Il sapere deve avere determinati connotati: provenire da *sensate esperienze* e *certe dimostrazioni*, sottoposte a *confutazione*, controllo e discussione. La dimostrazione è essenzialmente una comunicazione di un percorso seguito per arrivare alla costruzione di un sapere condivisibile. Perché la comunicazione diventi divulgazione è necessaria una "traduzione" che possa permettere ad un pubblico indifferenziato la comprensione dei concetti e saperi in essi implicati.

Andrea Cerroni afferma:

*"Per comunicazione della scienza si potrebbe intendere un'attività (filantropica o a certe condizioni lucrativa) pensata di corredo dell'educazione obbligatoria, a vantaggio di giovani poco informati o male informati o di più o meno giovani curiosi, appassionati, amatori. Oppure, più cinicamente, un ritrovato di successo infontainment (fra informazione e intrattenimento), o un veicolo pubblicitario per prodotti o corsi universitari poco appetibili. O, infine, uno strumento per fare cassa di risonanza ai **cahiers de doléances** (diari di **lagnanze**) dei ricercatori per sollecitare più cospicui finanziamenti pubblici.*

---

<sup>40</sup> Ibidem p. 19

<sup>41</sup> Ziman, 2006, pp. 54-56

<sup>42</sup> idem

<sup>43</sup> P. Rossi, 2004 pp. IX-XIII, premessa



*[...] Comunicare la scienza vuol dire, allora, far sì che il maggior numero possibile di individui partecipi a questa fruizione. E precisamente, che ogni **knowledgeable citizen (cittadino ben informato)** sia -letteralmente- abile e abilitato a partecipare alle quattro fasi della circolazione della conoscenza: produzione di nuova conoscenza attraverso lavoro e attività quotidiana; validazione, legittimazione e istituzionalizzazione dell'episteme (conoscenza scientifica, contrario di credenza); diffusione in termini di risposte a bisogni materiali e intellettuali; formazione dei suoi concittadini vecchi e nuovi".<sup>44</sup>*

Questa definizione pone la divulgazione fra le attività che rendono la conoscenza un bene pubblico con una portata sociale decisiva.

Al fare divulgazione significa fare in modo che il maggior numero di cittadini partecipi alla sua fruizione, ma questi debbono essere in grado di partecipare alle quattro fasi attraverso le quali la scienza circola: generazione, istituzionalizzazione, diffusione e socializzazione. In risposta alle esigenze sia materiali che intellettuali, in sintesi che contribuiscano alla formazione del cittadino.

Noi pensiamo alla divulgazione anche come un processo che risponde, oltre all'esigenza di avvicinare ad un sapere, anche ad interessare e creare curiosità.

Maria Dedò<sup>45</sup> vede la divulgazione scientifica così come è l'attività di sensibilizzazione rivolta al pubblico.

*"[...] una trasmissione di conoscenze sistematica, critica e creativa; un servizio per l'uomo che vuole sapere e partecipare, come cittadino del "villaggio globale"*

Carlo Rubbia<sup>46</sup>, premio Nobel per la fisica, commentando le capacità divulgative e la forza comunicativa di Galileo, scrive:

*"Nel divulgare la scienza Galileo cercava di risvegliare lo spirito scientifico moderno nelle menti del maggior numero possibile di persone. Cercò di portare la scienza fuori dalla cerchia ristretta degli scienziati facendone un fenomeno di interesse generale che permeasse tutti i livelli della società. E mise un'energia straordinaria in questo tentativo. [...] Imitiamolo in maniera più umile ma ugualmente infaticabile".*

Il fisico Carlo Bernardini<sup>47</sup> scrive:

*"[...] è un ibrido che richiede il possesso di molte qualità spesso incompatibili. Uno stile accattivante spesso introduce suggestioni fuorvianti, ma uno stile rigoroso annoia o richiede uno sforzo mentale eccessivo. [...] Non credo che una ricetta ci sia. Conosco persone che sono favorevoli all'uso della metafora; personalmente, non sono favorevole a questa pratica, che produce illusioni spesso devianti. Altro è semmai l'analogia, che spesso ha un ruolo nella scoperta stessa".*

Piero Angela<sup>48</sup> nella registrazione della trasmissione *Il Grillo*, Rai Educational, afferma:

*"Esistono quindi diversi tipi di divulgazione scientifica, corrispondenti a diversi livelli di approfondimento di un tema, ciascuno con il proprio linguaggio fatto di definizioni esatte o di metafore o di entrambe. [...] La metafora e, più in generale, le figure d'analogia hanno un enorme vantaggio, quello di dare un*

---

<sup>44</sup> A. Cerroni, 2007, p. 135-138

<sup>45</sup> <http://www.quadernoaquadretti.it>

<sup>46</sup> Carlo Rubbia, <http://www.galileonet.it>

<sup>47</sup> Carlo Bernardini, <http://www.galileonet.it>

<sup>48</sup> Piero Angela, <http://www.emsf.rai.it/grillo/trasmissioni.asp?d=910>

*taglio secco, una prima approssimazione che consente di stabilire alcuni punti di riferimento, indispensabili per chi ha poca familiarità con l'argomento".*

*"[...] divulgazione scientifica, sia come trasmissione suggestiva e stimolante alla conoscenza comune dei risultati specialistici di particolari discipline scientifiche, sia come riflessione dal punto di vista della conoscenza comune su questi risultati".<sup>49</sup>*

Le definizioni dei nove studiosi da noi intervistati virtualmente attraverso le loro opere, interviste e conferenze non presentano punti comuni anche se si tratta di cultori della scienza e studiosi che hanno assunto e, ancora ricoprono, il ruolo di divulgatori, anche se non sempre, come professione primaria. Quello che si percepisce è una visione condizionata dagli interessi e dal ruolo che ciascuno ricopre. P. Govoni inquadra la divulgazione nel periodo in cui la scienza era *"mirata a manipolare l'opinione pubblica"*; Carlo Rubbia segue gli insegnamenti di Galileo in *"maniera più umile ma ugualmente infaticabile"*; Carlo Bernardini la lega alle capacità e doti che deve possedere un divulgatore, spesso incompatibili. Ecco perché la definisce *"un ibrido"*.

Tutti però sono concordi sull'obiettivo da raggiungere e sull'importanza del fenomeno divulgativo. *"[...] riferire, registrare, e discutere i risultati dell'osservazione della natura"* (J. Ziman); *"[...] diffusione in termini di risposte a bisogni materiali e intellettuali; formazione dei concittadini"* (A. Cerroni); *"[...] un servizio per l'uomo che vuole sapere e partecipare, come cittadino"* (M. Dedò); *"[...] trasmissione suggestiva e stimolante alla conoscenza comune dei risultati specialistici"* (P. Angela).

La stessa varietà è confermata dai dati raccolti attraverso un questionario composto da 5 domande<sup>50</sup>, alle quali hanno risposto 13 fra studenti, Dottorandi ed esperti di estrazione diversa: insegnanti di Scuola Primaria, Secondaria e Universitari, Ricercatori con esperienza come divulgatori, come emerge dalle risposte alla prima domanda:

**Ha avuto esperienze in attività di Divulgazione Scientifica? In quale/i contesto/i? Rivolta/e a chi? Con quale/i ruoli?**

Hanno fornito una risposta negativa solo 2/14. i rimanenti 11 hanno dichiarato di aver svolto attività divulgativa in diversi contesti quali: *"Storia della Scienza a Brera"*, *"Mostra per la divulgazione Scientifica"*, Autori di libri divulgativi, di pubblicazioni varie a carattere divulgativo, attraverso giornali, conferenze, convegni, mostre quali Scienza Società Scienza, Centro Pristem Bocconi Milano, Radio. Rivolta al grande pubblico, alle classi di diversi grado. Il ruolo ricoperto è anch'esso vario: relatore, conferenziere, guida, coordinatore autore di testi e libri. L'esperienza è stata soprattutto a carattere nazionale e locale ma non sono assenti anche esperienze a carattere internazionale.

**Alla domanda Chiamata/o a dare una definizione di Divulgazione scientifica ne darebbe una o più di una? Quale/i?"**

le risposte sono state: *"[...] qualsiasi forma di comunicazione tesa a diffondere cultura. Quindi il giornalismo, le mostre, i libri, i festival, le trasmissioni televisive etc. La divulgazione scientifica è pertanto la comunicazione, nelle sue varie forme, rivolta ad un pubblico grande"*; *"Attività mirante a diffondere [...] un'immagine corretta della scienza, senza il prerequisito di una specifica preparazione disciplinare"*; *"[...]*

---

<sup>49</sup> AA. VV., 1982

<sup>50</sup> Qui abbiamo preso in esame e analizzato le risposte alla prima e terza domanda. In allegato sono riportate le risposte alle altre tre domande, p. 202

*trasferire concetti fondanti in modo semplice ma con rigore scientifico[...]*"; “[...] contribuire alla crescita culturale e tecnologica della società che necessita di corrette informazioni in settori [...] ambiente ed energia ma significa anche ripercorrere le tappe storiche più significative della ricerca scientifica”; “Possiamo definire divulgazione scientifica tutta quella serie di attività che consentono di sviluppare una cultura scientifica diffusa e un apprezzamento della scienza a livello sociale”; “Tradurre in linguaggio semplice i risultati più importanti della ricerca scientifica”.

Il numero abbastanza limitato delle risposte non ci permette di attribuire a queste un valore quantitativo. Dal punto di vista qualitativo tutti hanno messo in evidenza che si tratta di un fenomeno rivolto a diffondere, comunicare, trasferire, tradurre al grande pubblico un sapere scientifico. Con l'espressione grande pubblico includono anche coloro, se pur specialisti in un settore, hanno l'opportunità di ampliare e approfondire le loro conoscenze in altri settori della scienza.

L'altro aspetto messo in evidenza è la necessità di *tradurre in linguaggio semplice* i saperi prodotti come risultati di una ricerca scientifica. Il parere condiviso è che la divulgazione debba contribuire alla crescita culturale e tecnologica della società.

Dalla ricchezza derivante dalle prime definizioni e dalla eterogeneità di queste ultime risposte abbiamo formulato una seconda definizione:

*“La divulgazione è uno dei mezzi che consentono al sapere di varcare i confini della ristretta comunità degli scienziati. È un processo di trasformazione del sapere condizionato dalle relazioni che si instaurano tra gli scienziati e loro diversi pubblici”.*

Questa definizione introduce una prima importante connotazione alla divulgazione come forma di trasposizione del sapere. Trasformazione dipendente dall'interazione tra gli attori in gioco e i diversi mezzi a disposizione.

Il nostro lavoro affronta l'analisi delle condizioni necessarie perché tale trasformazione possa rivelarsi efficace per una diffusione dei saperi che non si limiti ad avere un carattere informativo, ma realizzi l'apprendimento informale e non formale delle conoscenze scientifiche.

### **1.3 Apprendimento informale e non formale**

Gli apprendimenti informale e non formale hanno vita nel complesso intreccio di elaborazioni e connessioni, che si costruiscono fra famiglia, società, politica e media. L'informale coinvolge soprattutto famiglia e società, il non formale società e media. Le esperienze di apprendimento informale e non formale sono molteplici, distribuite nel tempo, dipendenti dal grado d'istruzione degli individui e dalla situazione economica del paese.

Dagli anni sessanta del secolo scorso lo sviluppo dell'apprendimento non formale ha avuto un grosso contributo dai programmi televisivi che, oltre ad incrementare l'alfabetizzazione del pubblico non raggiunto dall'Istituzione Scuola, ha dato a molti la possibilità di acquisire diverse competenze, non solo di carattere linguistico, e ha consentito e agevolato anche il processo di socializzazione; molte persone si riunivano all'interno dei gruppi familiari e presso gli oratori per seguire i programmi più popolari.

La fine degli anni ottanta é caratterizzata dalla nascita del Cedefop<sup>51</sup>, una agenzia istituita dall'Unione Europea nel 1975, comprendente a sua volta 29 agenzie comunitarie incaricate di promuovere e sviluppare l'istruzione e la formazione professionale lungo tutto l'arco della vita dei cittadini. Il Cedefop, atto a fornire informazioni e analisi su sistemi, sulle politiche, ricerche, raccoglie tutta la documentazione e provvede anche all'analisi dei dati, e ancora oggi contribuisce, allo sviluppo e al coordinamento della ricerca, garantisce l'utilizzazione e la diffusione delle informazioni, promuove un'impostazione concertata dei problemi dell'istruzione e la formazione professionale: é anche un Forum di discussione e scambio di idee.

Nel 2000 l'Unione Europea, con il trattato di Lisbona, si é posta l'obiettivo di: “[...] fare dell'Europa l'economia basata sulla conoscenza più competitiva e dinamica del mondo”.<sup>52</sup> Sempre nel 2000 il Consiglio Europeo di Feira ha invitato gli Stati membri ad “*identificare strategie coerenti e misure pratiche al fine di favorire la formazione permanente per tutti*”.<sup>53</sup> Il documento mette al *centro delle sue preoccupazioni il cittadino*. I “[...] *cambiamenti socioeconomici legati alla transizione verso una società della conoscenza recano all'Unione Europea e ai suoi cittadini vantaggi in termini di accresciute opportunità di comunicazione, viaggi e occupazione*”.<sup>54</sup> Per questo sono necessari, continua il documento, nuovi cambiamenti, approcci e scelte nel campo dell'istruzione e della formazione, è “quindi” importante l'apprendimento permanente: il futuro dell'Europa dipende dai suoi cittadini, dalle loro conoscenze e competenze. L'apprendimento permanente fornisce gli strumenti e mette in grado i cittadini di spostarsi a loro agio tra i diversi contesti di apprendimento, favorisce nuovi lavori nelle diverse regioni e paesi e consente di trarre il massimo profitto dalle nuove conoscenze e competenze. Il documento sottolinea che sull'apprendimento permanente si deve far confluire l'istruzione e la formazione, i processi che trattano di occupazione, l'inserimento dei giovani e una politica basata sulla ricerca. Il documento di Lisbona, unico a livello europeo, non si è mai posto il problema che anche attraverso il canale della divulgazione scientifica si può costruire apprendimento e raggiungere tutti gli obiettivi citati nel documento, compreso l'ampliamento delle conoscenze, ma fornisce solo una classificazione e definizione di apprendimento formale, informale e non formale.

Fra le diverse definizioni esistenti di apprendimento informale e non formale consideriamo quella riportata nell'Agenda 21<sup>55</sup> del Consiglio Europeo di Lisbona (Marzo 2000). L'Agenda 21 a partire dai risultati a livello mondiale sull'apprendimento, tratta gli intenti socio-politici e le direttive verso cui deve andare tutta l'umanità, Europa compresa, in termini di conoscenza.

L'agenda sociale europea intende ridurre le disuguaglianze e promuovere la coesione sociale, anche tramite l'apprendimento permanente. Le conoscenze e le competenze sono ritenute un importante motore della crescita economica e sociale. Concetto condiviso da questa ricerca unitamente al fatto che “[...] *i cittadini abbiano la*

---

<sup>51</sup> Cedefop, Centro europeo per lo sviluppo della formazione professionale

<sup>52</sup> Commissione delle Comunità Europee, Bruxelles, 21.11.2001, Comunicazione della Commissione, <http://europa.eu>, p. 3

<sup>53</sup> Idem

<sup>54</sup> Idem

<sup>55</sup> L'Agenda 21, è un documento di propositi e obiettivi programmatici su ambiente, economia e società, che riunisce i progetti di sviluppo sostenibile definiti a livello internazionale. Venne sottoscritto da oltre 170 paesi di tutto il mondo durante la Conferenza su Ambiente e Sviluppo (UNCED) svoltosi a Rio de Janeiro (Brasile) nel Giugno del 1992, <http://www.un.org.esa/sustdev/agenda21.htm>

*possibilità di sviluppare e combinare le conoscenze acquisite nelle scuole, nelle università e negli organismi di formazione, sul lavoro, nel tempo libero e nelle attività familiari, bisogna che tutte le forme di apprendimento possano essere identificate, valutate e riconosciute*".<sup>56</sup> I tipi di apprendimento atti a raggiungere gli obiettivi sopra espressi sono: l'apprendimento *compensativo*, acquisito nel corso della scuola dell'obbligo, il *lifewide learning*, che abbraccia tutti gli aspetti della vita e quello dato da qualsiasi attività di apprendimento formale, informale e non formale. L'Agenda 21 fornisce il glossario dei termini chiave utilizzati dalla Commissione delle Comunità Europee<sup>57</sup> e le definizioni seguenti di apprendimento formale, informale e non formale.

L'apprendimento formale è quello

*"[...] erogato tradizionalmente da un'istituzione di istruzione o formazione, strutturato (in termini di obiettivi di apprendimento e tempi o risorse per l'apprendimento) e sfociante in una certificazione. L'apprendimento formale è intenzionale dal punto di vista del discente"*

L'apprendimento informale è quello

*"[...] risultante dalle attività della vita quotidiana legate al lavoro, alla famiglia o al tempo libero. Non è strutturato (in termini di obiettivi di apprendimento, di tempi o di risorse) e di norma non sfocia in una certificazione. L'apprendimento informale può essere intenzionale, ma nella maggior parte dei casi non lo è (ovvero è "fortuito" o casuale)"*.

L'apprendimento non formale è quello:

*"[...] non è erogato da un'istituzione d'istruzione o formazione e che non sfocia di norma in una certificazione. Esso è peraltro strutturato (in termini di obiettivi di apprendimento, di tempi o di risorse per l'apprendimento). L'apprendimento non formale è intenzionale dal punto di vista del discente"*.

Questa ricerca non studia e analizza le scelte fatte dagli autori del documento della Commissione delle Comunità Europee<sup>58</sup> nella ricerca della definizione dei tre tipi di apprendimento, lavoro che esula dagli obiettivi di ricerca, ma si limita a utilizzarle. Condivide la distinzione fra apprendimento formale e non formale e la definizione di apprendimento informale che non può non avere quelle peculiarità perché la comunicazione dei saperi e l'apprendimento informale degli stessi sono inconsci sia per il fruitore sia per chi lo eroga. Il tutto si svolge nella contemporaneità di molte azioni, messaggi inviati e ricevuti senza che la mente abbia il tempo e la consapevolezza dell'acquisizione degli stessi. Condivide anche la definizione di apprendimento non formale, ma perché questa possa essere estesa anche al processo di divulgazione scientifica, è necessario discutere la seguente affermazione contenuta in tale definizione: *"[...] L'apprendimento non formale è intenzionale dal punto di vista del discente"*.

La definizione attribuisce l'intenzionalità al discente che, nel nostro caso è il fruitore di un evento divulgativo; non si può certo affermare che chi si ritrova a seguire una conferenza, mostra o qualsiasi altra attività divulgativa sia mosso da intenzionalità di apprendimento e ciò non solo in relazione alla occasionalità o estemporaneità che caratterizzano talvolta la partecipazione e la fruizione di eventi divulgativi. La definizione investe implicitamente anche il ruolo del divulgatore, che deve essere in

---

<sup>56</sup> Ibidem p. 18

<sup>57</sup> Allegato II; Bruxelles, 21-11-2001, pp.38-40 in Allegato n° 2 p. 187

<sup>58</sup> idem

grado di coinvolgere tutti, anche quelli “*privi*” dell’intenzione di apprendere. Il ruolo non é facile ma fondamentale.

Queste considerazioni conducono alle seguenti domande cruciali per il nostro lavoro: Che tipo di intenzionalità, consapevole o inconsapevole, possiamo ritenere muova il fruitore e quale ruolo e preparazione deve avere il divulgatore scientifico perché il fruitore raggiunga gli obiettivi di apprendimento?

Che cosa caratterizza una situazione divulgativa, in termini di obiettivi di apprendimento, vista l’assenza di un controllo da parte del divulgatore sulle conoscenze del fruitore?

Quali caratteristiche deve possedere un paradigma per la divulgazione scientifica, atto a fornire concetti e strumenti per rispondere a tali domande?

A tutt’oggi non abbiamo a disposizione una teoria oggettivamente dimostrata e condivisa che descriva e permetta d’interpretare le situazioni di divulgazione scientifica.

Questo studio vuole contribuire all’individuazione delle condizioni fondanti e dei criteri perché si realizzi un processo divulgativo e la fruizione dei contenuti nel rispetto del documento di Lisbona.

L’allegato A del documento di Lisbona specifica che il Libretto Formativo del Cittadino<sup>59</sup> è uno strumento pensato per raccogliere, sintetizzare e documentare le diverse esperienze di apprendimento e le competenze acquisite nella scuola, formazione, lavoro e vita quotidiana, al fine di migliorare la spendibilità delle competenze e l’occupabilità delle persone. Nella definizione di apprendimento si parla di: *“Qualsiasi attività di apprendimento avviata in qualsiasi momento della vita e su base continuativa al fine di migliorare le conoscenze, abilità e competenze”*.<sup>60</sup>

La differenza fra i tre apprendimenti formale, informale e non formale e la divulgazione consiste nel fatto che quest’ultima non viene fornita su base continuativa né dalla stessa struttura né come partecipazione del pubblico. Da segnalare però che in passato i criteri esaminati e monitorati erano il come, dove, quando era stata erogata l’istruzione. Oggi, al contrario, l’interesse è rivolto alle competenze, su ciò che il discente ha appreso, su ciò è in grado di fare al termine di un qualsiasi percorso formativo. Ecco perché secondo il nostro punto di vista la divulgazione deve essere collocata fra l’apprendimento non formale e informale, visto che lo stesso Cedefop ha riconosciuto e convalidato le competenze e conoscenze cercando di individuare il modo per dare maggiore visibilità alle esperienze di apprendimento acquisite al di fuori del circuito formale dell’istruzione e della formazione.

## **1.4 Verso un paradigma per la divulgazione della scienza**

Assunta come ipotesi iniziale la costruibilità di un paradigma per la divulgazione scientifica, per dare consistenza all’ipotesi che la divulgazione possa essere considerata un settore autonomo di ricerca scientifica al pari della didattica disciplinare e delle altre scienze, affrontiamo alcuni aspetti preliminari.

---

<sup>59</sup> Decreto Interministeriale del 10.10.2005, <http://www.programmaleonardo.net>

<sup>60</sup> *Ibidem* p. 41

Consideriamo la divulgazione come processo potenzialmente atto a realizzare un apprendimento informale di conoscenze scientifiche.

L'analogia tra docente e comunicatore, allievo e pubblico che sta alla base del nostro studio ci porta ad analizzare tre aspetti riguardanti: l'apprendimento, la trasposizione dei saperi e le caratteristiche dei contesti in cui l'apprendimento di tali saperi si realizza.

### **1.4.1 Sulle teorie dell'apprendimento**

Non fa parte di questa ricerca né lo studio delle trasformazioni che avvengono nell'atto dell'apprendere e del conoscere, né verificare l'apprendimento abbondantemente descritto dalle diverse teorie cognitive secondo modelli relativamente condivisi, ma si prendono in considerazione alcuni aspetti che, secondo noi caratterizzano l'apprendimento nelle situazioni di divulgazione.

Già negli studi delle teorie cognitive e sociali di J. Piaget (1967) “[...] *l'infanzia viene considerata come dotata di una attività effettiva e l'evoluzione dello spirito compresa nel suo dinamismo, il rapporto tra soggetto da educare e la società diviene reciproco: il fanciullo tende ad avvicinarsi alla condizione di uomo non più ricevendo già pronte la ragione e le regole della buona azione, bensì conquistandole con i propri sforzi e con l'esperienza personale; dal canto suo la società riceve dalle nuove generazioni assai più di un'imitazione: un arricchimento*”.<sup>61</sup>

Ogni individuo (quindi anche l'allievo e il pubblico, ma anche il docente e il comunicatore) possiede un patrimonio di conoscenze frutto dell'esperienza e delle interazioni sociali della vita quotidiana che per A. Cerroni, possono essere dirette o mediate a seconda che di sviluppino con i propri familiari, amici, colleghi di lavoro, o con persone con i quali non vi è spesso un rapporto diretto.

Prendiamo in considerazione alcuni risultati degli studi di psicologia sociale che individuano e distinguono, come parte del patrimonio culturale dell'uomo, le credenze dalle idee.

*Le credenze [...] non sono create da individui isolati, vivono di vita propria, tuttavia una volta create, circolano, si fondono (fig.1.1), si attraggono e si respingono l'un l'altra, e danno origine a nuove rappresentazioni, mentre le vecchie scompaiono*”.<sup>62</sup>

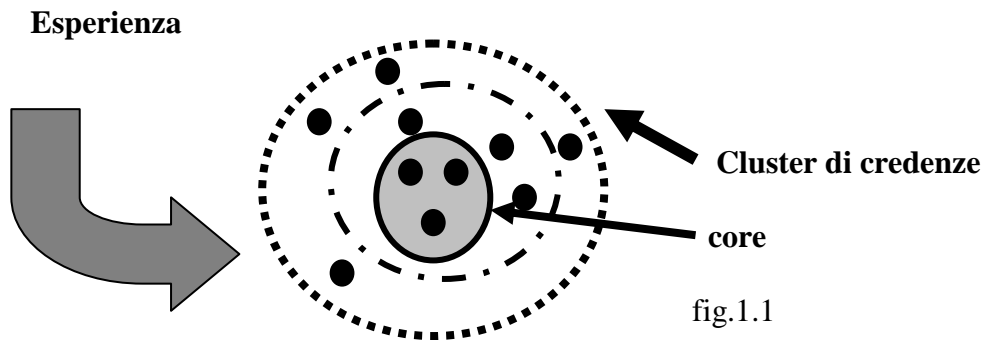
Sono “[...] *un'abitudine della mente, un uso cognitivo non tematizzato, una conoscenza tacita e ampiamente inconsapevole, con forte contiguità con il mondo dell'esperienza sensoriale emotiva*”.<sup>63</sup> L'individuo abbraccia le credenze per istinto, indotto dalle abitudini. Credere è, contemporaneamente, un atto sensitivo e un contenuto. Sono conoscenze non problematizzate perché non sono transitate dalla fase dell'esperienza a quella dell'attenzione; sono date per scontate e per questo trasmesse socialmente. Sono un prodotto anonimo, storicamente determinato che riassume un'enorme quantità di conoscenze implicite. Alcune credenze formano un core molto resistente al cambiamento.

---

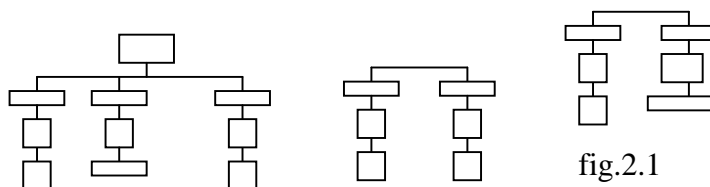
<sup>61</sup> Piaget J., 1967, p. 49

<sup>62</sup> Cerroni, 2002, pp.81 e p. 105

<sup>63</sup> Ibidem p. 11



Le idee, nella riflessione sociale sono “[...] un pensiero consapevole e preferibilmente esposto in forma linguistica pubblica, attraverso un’argomentazione a suo sostegno”.<sup>64</sup> Una concatenazione di idee costruisce un ragionamento, una argomentazione. “La propagazione delle idee avviene esclusivamente attraverso [...] la loro capacità a veicolare argomentazioni razionali e convincenti nel corso della comunicazione esplicita fra gli individui. La produzione razionale e la negoziazione della conoscenza sono il veicolo della propagazione delle idee.[...] non l’imitazione, né l’esportazione. [...] l’irraggiamento razionale e consensuale di mente in mente è la loro forma di comunicazione precipua”.<sup>65</sup>



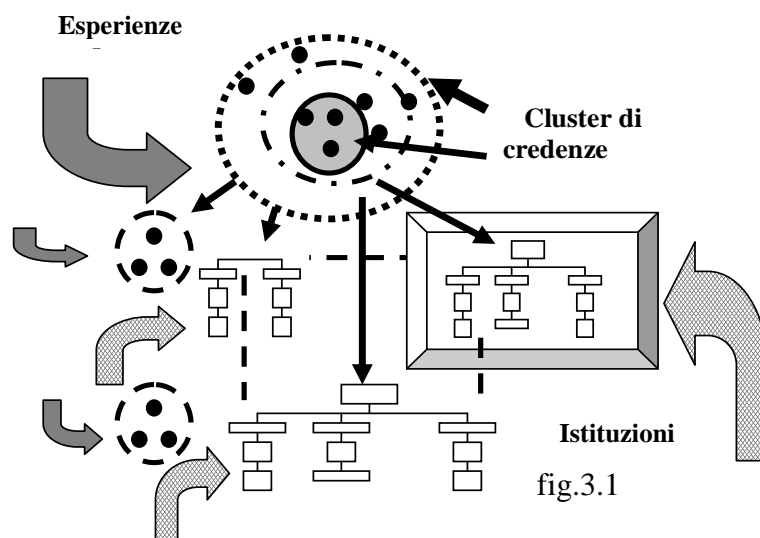
La figura 2.1 rappresenta graficamente l’irraggiamento che è la formazione di nuove idee da un’idea madre. Questa forma di comunicazione partendo da un’idea ne produce altre con proprietà simili o uguali a quella di partenza. Nella riflessione sociale l’esperienza agisce sulle credenze; le istituzioni, in senso lato e non solo quelle preposte all’istruzione formale, agiscono sulle idee. La fig.3.1<sup>66</sup> rappresenta graficamente il quadro complessivo e complesso delle interazioni fra credenze e idee, in quali “punti” agiscono le esperienze e incidono le istituzioni. Le idee si istituzionalizzano attraverso la discussione e sotto il controllo pubblico.

<sup>64</sup> Idem

<sup>65</sup> Ibidem pp. 106-107

<sup>66</sup> Cerroni, 2005, p. 109





In entrambi i casi, sia che si tratti di credenze che di idee, avviene sempre una certa trasposizione. In tale trasposizione talvolta non si tiene conto che “[...] è in termini di ostacoli che bisogna porre il problema della conoscenza scientifica. Si conosce contro conoscenze anteriori distruggendo conoscenze mal fatte. La difficoltà di chi apprende è contraddire il passato che è ciò che apre le porte alla scienza. Spesso si sceglie di conservare il già acquisito piuttosto ciò che lo contraddice e rovesciare gli ostacoli accumulati. Ecco perché si ferma la crescita della conoscenza scientifica. [...] Poco numerosi sono quelli che hanno indagato la psicologia dell’errore, dell’ignoranza e della mancanza di riflessione”.<sup>67</sup>

Nelle discussioni e manifestazioni divulgative scientifiche è facile constatare che le credenze spesso occupano un posto privilegiato rispetto alle idee a causa del poco tempo a disposizione e/o perché si vuole soddisfare immediatamente la curiosità a scapito della conoscenza scientifica. La nostra esperienza condivide l’idea di Bachelard che, nella presentazione di un esperimento, si devono cercare tutte le variabili; cosa che permetterebbe di arricchire la comprensione del concetto e, in molti casi, di spianare la strada alla matematizzazione dell’esperienza.

### 1.4.2 Trasposizione e divulgazione scientifica

Il termine *trasposizione* è entrato a far parte del linguaggio comune in ambito scolastico per descrivere come l’insegnante trasforma un sapere prodotto dalla comunità scientifica, in oggetto di insegnamento/apprendimento<sup>68</sup>. La Teoria della Trasposizione didattica, Chevallard (1989), studia il complesso delle trasformazioni del sapere partendo dall’assumere che il sapere, “*non esiste “in vacuo”, in un vuoto sociale: tutto il sapere appare, a un momento dato, in una società data, come*

<sup>67</sup> Gaston Bachelard (1884–1962), filosofo, epistemologo, critico letterario francese, 1995, 1<sup>a</sup> edizione, p. 30

<sup>68</sup> Sebastiana Lai, 2002

ancorato ad una o più istituzioni”. Un sapere è il sapere di una istituzione; lo stesso sapere per vivere in diverse istituzioni deve subire un processo di trasformazione. In linea teorica gli aspetti che differenziano la comunicazione interna alla comunità dei ricercatori che hanno prodotto e producono il sapere scientifico e la diffusione degli stessi saperi a fini educativi, nell’istituzione scuola o rivolta al grande pubblico si può sintetizzare attraverso la rappresentazione di figura 4.

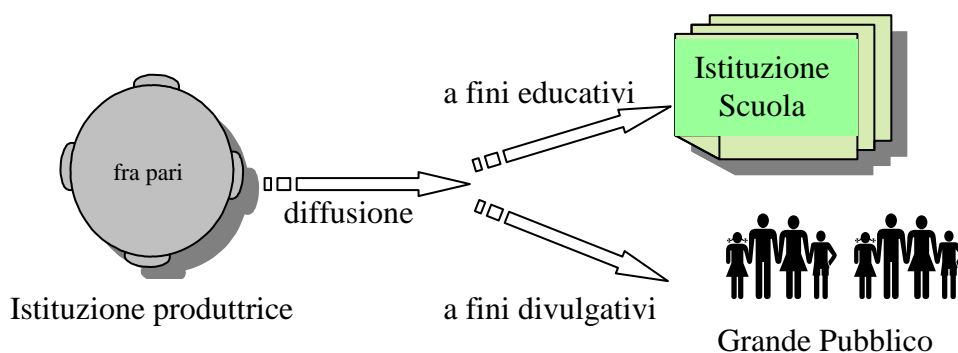


fig.4.1

Secondo la teoria elaborata da Chevallard, un sapere, prodotto dalla comunità scientifica, è trasformato in *sapere da insegnare* e diventa quindi insegnabile, se ha una **legittimità epistemologica** o sociale, se può essere **articolato in sequenze** e se può essere **misurabile il suo apprendimento**. Habitat diversi del *sapere da insegnare* identificano sensi diversi dello stesso sapere e inducono la trasformazione da un funzionamento non lineare del *sapere* nella comunità dei ricercatori ad un funzionamento lineare del *sapere da insegnare*. Perché il sapere diventi insegnabile, inoltre, l’articolazione in sequenza del *sapere da insegnare* si modifica piegandosi ad un altro processo di trasformazione che determina il *sapere insegnato*, cioè quello che può essere identificato nella progettazione dei percorsi di insegnamento.<sup>69</sup>

Anche i divulgatori che hanno il compito di rendere fruibile un sapere scientifico producono una trasformazione dello stesso. In questo ambito il sapere non è predefinito e non è uguale per tutti, come nel caso del sapere da insegnare oggetto di specifici programmi d’insegnamento, ma dipende da molti fattori quali il contesto e le scelte del divulgatore. Anche nel processo divulgativo si producono diverse sequenzializzazioni del sapere riferibili a scelte diverse del divulgatore; una sorta di linearizzazione si produce anche nel *sapere da divulgare*. Il sapere, come già detto, è nei due casi un sapere trasformato. Trattandosi, nel caso della divulgazione, di una trasposizione che investe ambiti non istituzionali (cioè non identificabili in Istituzioni socialmente definite come la Scuola), si rivelano cruciali, per il nostro studio, le seguenti domande: che cosa differenzia il sapere trasmesso nelle Istituzioni che hanno socialmente fini educativi da quello trasmesso attraverso il processo divulgativo? Quale distanza li separa? Quali sono le differenze, le analogie, le somiglianze fra il *sapere insegnato* e quello *divulgato*? Che cosa differenzia i divulgatori/comunicatori dagli insegnanti che operano nell’Istituzione Scuola?

<sup>69</sup> M. Polo, 2005

La Teoria della Trasposizione didattica, basata nell'assumere come oggetto di studio il sistema didattico minimo (costituito da tre elementi, l'Insegnante, l'Alunno e il Sapere nelle loro mutue interazioni), fornisce alcuni elementi di risposta a tali domande attraverso l'analisi dell'analogia da noi introdotta: docente-comunicatore e alunno-pubblico.

Nel caso della divulgazione il sistema minimo<sup>70</sup> è costituito dai tre elementi: il Divulgatore, il Pubblico e il Sapere Scientifico. Il sapere, come già detto, è nei due casi un sapere trasformato che deve soddisfare alcuni requisiti come: l'essere conforme ai risultati della ricerca scientifica, ma "[...] *distante dalle conoscenze "familiari", in senso lato, che si possono ritrovare, su questi stessi saperi, in forme banali nella società*".<sup>71</sup> Tale distanza ha meno ragione d'essere e non è controllabile nella divulgazione scientifica. Il sapere scolastico invece *invecchia* quando non è in accordo con il sapere accademico, mentre il sapere divulgato non invecchia e, per definizione è in accordo.

Il sistema preso in considerazione da Chevallard si completa con il quarto elemento, l'ambiente sociale<sup>72</sup>, che risulta fondamentale prendere in considerazione anche nella costruzione di un modello interpretativo del processo di divulgazione.

Nel sistema didattico l'ambiente è caratterizzato da una complessa struttura organizzata, dove è possibile individuare istituzioni o componenti ufficialmente riconosciute, che hanno un ruolo determinante sul sistema, dove la persistenza e la diffusione di difficoltà abituali d'apprendimento mettono in atto un intervento dall'esterno. La risposta alle difficoltà arriva dall'ambiente (noosfera) con la riorganizzazione e innovazione dei saperi, con la sostituzione di quelli che determinano le difficoltà più evidenti, sostituiti con altri potenzialmente considerati più efficaci per eliminare le difficoltà, più motivanti e in grado di introdurre una diversa scansione didattica. Tipicamente si realizza attraverso riforme dei programmi o innovazioni e sperimentazioni didattiche

Nel sistema divulgativo l'ambiente non è strutturato e organizzato come nell'ambito didattico. Struttura e organizzazione se esistono sono occasionali e non oggettivamente riconosciute. È assente un sistema preposto al riconoscimento del divulgatore nel suo ruolo specifico.

### **1.4.3 Teoria delle Situazioni e divulgazione**

Per approfondire l'analisi delle relazioni che legano gli elementi del sistema divulgativo, al fine d'individuare analogie o differenza fondamentali tra il processo d'insegnamento/apprendimento del sapere da insegnare e il processo di divulgazione, introduciamo una sintesi della *Teoria delle Situazioni Didattiche*<sup>73</sup> elaborata da Guy

---

<sup>70</sup> Denominiamo nel seguito *sistema divulgativo* tale sistema in analogia con la denominazione di sistema didattico nella Teoria della Trasposizione didattica.

<sup>71</sup> Sebastiana Lai, 2002

<sup>72</sup> L'ambiente (Milieu) è per Brousseau l'antagonista dell'alunno nella situazione didattica; per Chevallard gli elementi che costituiscono il milieu sono quelli che, per i soggetti dell'istituzione, sono trasparenti, non problematici, insomma, appaiono andare da sé. (Bessot Annie, 1994)

<sup>73</sup> Nasce all'interno del COREM Centre pour Observation et Recherche en Éducation de Mathématique, aperto nel 1973 nell'Università di Bordeaux presso la scuola Michelet di Talence

Brousseau (1986), teoria che fornisce un modello del funzionamento del sistema didattico.

La Teoria delle Situazioni didattiche, partendo dall'assumere una visione socio-costruttivista dell'apprendimento, afferma che il senso di una conoscenza nasce dalle situazioni in cui la conoscenza interviene come adattamenti pertinenti e individua tre tipi di situazioni: *didattica*, *non didattica* e *a-didattica*.

La situazione *non didattica* è una situazione non esplicitamente organizzata per l'apprendimento di un sapere<sup>74</sup>. In ambito divulgativo, non conoscendo la storia del suo pubblico, il divulgatore fa l'intervento senza sapere se i saperi in possesso del fruitore gli consentiranno di far recepire il messaggio: è in questo senso che tutte le situazioni di divulgazione hanno la caratteristica di essere non didattiche.

La situazione è *a-didattica* rispetto ad un sapere se quest'ultimo interviene come soluzione necessaria del problema posto, ma l'apprendimento è possibile solo purché si verifichino essenzialmente due condizioni: la situazione deve mettere in gioco (simulare) la conoscenza che deve essere raggiunta e chi apprende deve apprendere solo in relazione alle proprie domande o alle domande della situazione e non in relazione alle istanze didattiche.

Perché si arrivi alla conoscenza è quindi fondamentale che si inneschi il processo denominato, da Brousseau, di *devoluzione*, cioè l'alunno deve entrare in rapporto diretto con la conoscenza. Nel processo di devoluzione la responsabilità dell'apprendimento di un sapere ricade sull'alunno: per questo lo riteniamo estendibile al processo divulgativo. Il processo di devoluzione s'innescia attraverso una negoziazione delle attese reciproche che vincolano l'insegnante e l'alunno che la teoria delle situazioni denomina *contratto didattico*.<sup>75</sup>

In ogni situazione didattica o di divulgazione, perché si realizzi l'apprendimento, devono essere verificate le condizioni di devoluzione e la negoziazione che vincolano insegnante-alunno perché sia potenzialmente realizzabile una situazione a-didattica. Chi apprende si pone, anche inconsapevolmente, le domande pertinenti rispetto alle conoscenze da apprendere e in relazione a quelle già possedute. La situazione a-didattica è potenzialmente quella che dovrebbe essere più diffusamente realizzata in ambito divulgativo. Un primo risultato della nostra analisi è dato dal fatto che la divulgazione ha necessità di una teoria che preveda la situazione a-didattica.

Proseguendo nella nostra analogia tra sistema didattico e sistema divulgativo, rimane da analizzare quali caratteristiche sono riconducibili anche al sistema divulgativo relativamente al funzionamento dell'interazione fra chi apprende e chi insegna un sapere. Secondo la Teoria delle situazioni, se il processo di devoluzione ha funzionato e una conoscenza in gioco si è costruita è necessario un processo inverso a quello di devoluzione: l'istituzionalizzazione. L'istituzionalizzazione è il riconoscimento di quel sapere all'interno di un corpus scientifico, è il processo che consente di attribuire ad una conoscenza il carattere universale e culturale di sapere riutilizzabile attraverso le fasi di depersonalizzazione, decontestualizzazione e

---

<sup>74</sup> Ad esempio in una lezione di matematica di una classe della Scuola Secondaria di Primo grado le quattro operazioni sono un sapere istituzionalmente considerato già appreso; questa ha quindi il carattere di situazione non didattica rispetto a tale sapere, che pure è presente nelle attività in tale livello scolastico.

<sup>75</sup> Nel capitolo 5 riprenderemo il concetto teorico del Contratto didattico e introdurremo l'ampliamento dovuto a Brousseau dei contratti debolmente didattici che ci forniranno uno degli strumenti di analisi del nostro studio di caso sulle situazioni di divulgazione realizzate in presenza (in cui cioè divulgatore e pubblico vivono insieme l'esperienza).

Il concetto è analizzato in Cerina Lucia, 2009, si rinvia al cap. 5 p. 142

detemporalizzazione. L'istituzionalizzazione è la fase della consapevolezza dei saperi acquisiti. La domanda che ci poniamo è se questo processo debba caratterizzare anche il sistema divulgativo e, nel caso, chi e come si debba constatare che questo si è realizzato.

La Teoria delle Situazioni ci induce ad affermare che, affinché nei contesti di divulgazione ci sia apprendimento, deve necessariamente realizzarsi il processo di istituzionalizzazione. Nel nostro lavoro cercheremo di verificare se tale processo può essere in atto o previsto nella divulgazione scientifica, anche se è facile prevedere che avrà caratteristiche particolari rispetto al sistema didattico. Trattandosi infatti di esperienze a cui il fruitore aderisce spontaneamente e a carattere episodico, si analizzeranno i diversi contesti e le modalità nelle quali attualmente i processi divulgativi si esplicano<sup>76</sup>.

Il sistema didattico infine è sottoposto al vincolo specifico della necessità di realizzazione di fasi e processi di valutazione degli apprendimenti. Tali fasi sono istituzionalmente previste e controllabili in situazione scolastica ma inesistenti in situazione di divulgazione.

#### **1.4.4 Apprendimento delle conoscenze scientifiche**

L'espressione di Bachelard, “[...] *soddisfacendo in modo immediato la curiosità e moltiplicando le occasioni per risvegliarla, non si favorisce la conoscenza scientifica ma la si intralcia. La conoscenza viene infatti sostituita dall’ammirazione, e le idee dalle immagini*”,<sup>77</sup> mette in evidenza una delle tesi da noi maturate attraverso l'esperienza accumulata negli anni nel ruolo di divulgatori nel Festival Scienza a Cagliari.

Il nostro ruolo d'insegnanti si è spesso scontrato con il ruolo di divulgatori e in altre si sono fusi. Nel ruolo di divulgatore si cade nell'errore di soddisfare spesso solo la curiosità trascurando di accompagnare il visitatore di una mostra, ad esempio, a superare la fase di osservazione del fenomeno per poi arrivare a riordinare gli eventi decisivi spesso direttamente non osservabili e, dove è possibile, alla generalizzazione, alla formulazione della legge matematica e verso l'astrazione. Passaggi non certo sequenziali, ma importantissimi. Alla generalizzazione e alla formalizzazione Matematica è delegata esclusivamente l'Istituzione Scuola. Nell'apprendimento formale, invece, si tralascia d'impostare il lavoro in modo che si possa partire da una domanda o situazione che metta il discente in situazione didattica, perché, in questa realtà, l'obiettivo principale è, spesso, la costruzione della legge matematica. Ci chiediamo, perché è prerogativa solo dell'apprendimento formale l'uso del linguaggio formalizzato e quella del divulgatore creare sensazionalismi? Secondo De Mauro, la scarsa conoscenza scientifica non è da considerarsi “*denutrizione scientifica*”, ma una “[...] *intrinseca, ineluttabile debolezza del pensiero umanistico*”. Secondo lo studioso<sup>78</sup>, la cultura umanistica maturata non apprezza il potere evocativo delle formule, la comprensibilità algoritmica e il valore dell'astrazione, non apprezza neppure il formalismo,

---

<sup>76</sup> Nel capitolo 4 analizziamo alcuni aspetti dell'interazione a distanza tra divulgatore e pubblico e nel capitolo 5 quelli dell'interazione in presenza.

<sup>77</sup> Gaston Bachelard, 1938, p. 30

<sup>78</sup> Tullio De Mauro, 2004

strumento indispensabile per interpretare e descrivere i fenomeni scientifici. Questo modo di vedere ed acquisire una preparazione più umanistica che scientifica e umanistica su basi non scientifiche ha condizionato, in generale, gli italiani. Così non è scandaloso non conoscere i concetti scientifici e matematici basilari mentre lo è se non si conoscono i versi di una poesia o si dimentica una data storica<sup>79</sup>. Ci poniamo anche la domanda: la scarsa conoscenza scientifica dipende dalla scarsa consapevolezza e/o preparazione dei divulgatori, e/o da un problema storico del prevalere della formazione umanistica, sin dalla riforma Gentile, a scapito di quella scientifica o, nel migliore dei casi, dalla marcata divisione e della scarsa circolazione della cultura scientifica in Italia?

Ci chiediamo, ancora, perché la Scuola, istituzione responsabile dell'educazione, formazione e corretta metodologia del pensiero scientifico, non riesca, se non in alcuni casi, a condurci nella direzione presentata da Baschelard, accompagnandosi ad altre strutture, divulgazione compresa, per modificare alla base una situazione di scarsa alfabetizzazione scientifica?

Due sono i punti che riteniamo debbano essere attraversati anche dal processo divulgativo, entrambi studiati da Gaston Bachelard.

Il primo richiama la nozione di *ostacolo epistemologico* inteso come convinzione e ostacolo all'affermarsi di verità nuove. Lo studioso francese intende indicare il limite continuamente posto e superato dalla ricerca scientifica nel suo processo di approssimazione successiva alla verità. Il cammino del sapere coincide con il continuo superamento degli ostacoli che la conoscenza scientifica, di volta in volta, riconosce ma che spesso continuano a sopravvivere e permanere sempre e comunque diffusi nella conoscenza comune.

Il secondo richiama il concetto di *rottura epistemologica*. Se la scienza in cammino consiste nella critica e nel superamento di determinati ostacoli concettuali e nell'elaborazione di nuovi principi e oggetti d'indagine, è evidente che il sapere progredirà non senza fratture, secondo salti, mutamenti di rotta, vere e proprie rivoluzioni teoriche. Il principio della rottura epistemologica esprime la centralità nella dinamica del sapere dei momenti di frattura, di modifica radicale negli assetti generali o particolari delle conoscenze scientifiche.

Per quanto la conoscenza proceda sempre attraverso un conflitto tra la resistenza costituita dalle conoscenze passate e in parte presenti e le nuove istanze cognitive attraverso un conflitto tra l'errore e la verità, è soprattutto l'errore quello che ha una funzione positiva e irrinunciabile.

In questa sede si è scelto di presentare un esperimento semplicissimo che crea sensazionalismo ma che può servire, presentato su basi scientifiche, a condurre l'ascoltatore alla costruzione di una legge fisico-matematica.

Nei Festival e nelle mostre, in ambito fisico, si presenta l'esperienza del *Doppio cono* quando si sceglie di parlare di equilibrio dei corpi. Senza metterlo a confronto con una seconda guida ancora inclinata e un cilindro.

Con grande stupore l'oggetto in posizione di equilibrio poggiato sulla guida, sale verso l'alto anziché, rispettare la legge che il quotidiano ci presenta, scendere verso il

---

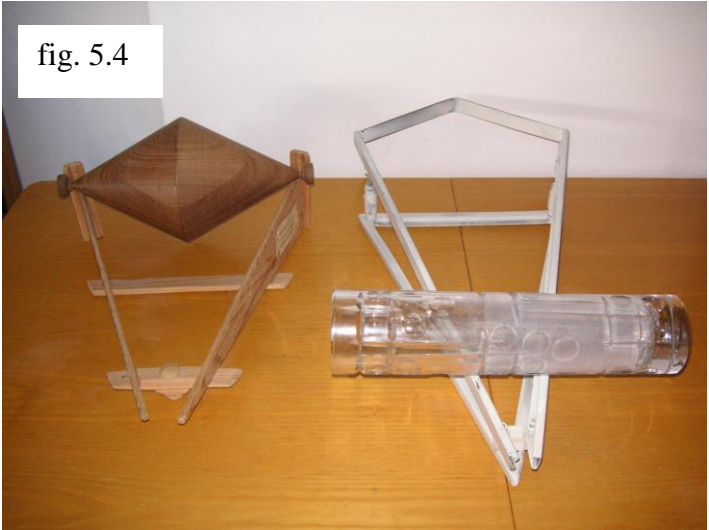
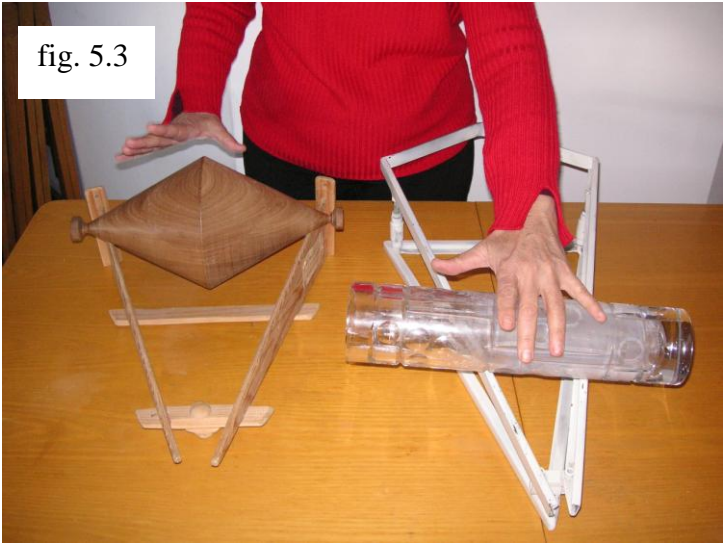
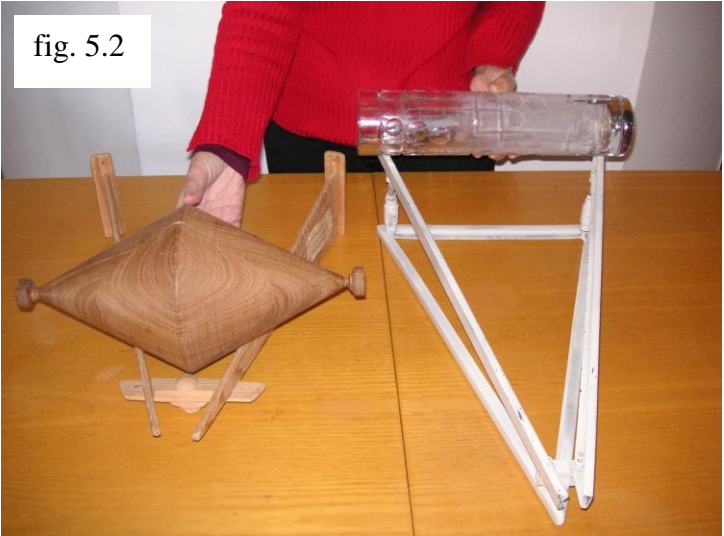
<sup>79</sup> Ne è esempio il volume di Alberto Asor Rosa la *Cultura* (1975) nel quale, l'unico nome di non letterato presente è quello di Federico Enriques, citato non come matematico ma per una polemica sorta fra Croce e Enriques nel 1911-12

basso. La spiegazione che sbrigativamente si fornisce è: perché il baricentro è sopra la linea d'appoggio. Se l'ascoltatore possiede conoscenze di base la spiegazione potrebbe ritenersi soddisfacente, ma non lo è, nel caso contrario. Usare due oggetti uno che soddisfa il senso comune, un cilindro omogeneo e il doppio cono che manifesta un paradosso, consentirebbe di far capire che dipende dall'oggetto omogeneo o no, dalla forma dell'oggetto poggiato e dal tipo di piano inclinato con le guide sempre più divergenti.

Il doppio cono apribile, con un'asta che unisce i due vertici, al suo interno, permetterebbe più facilmente d'individuare che il suo baricentro passa per il punto medio dell'asta e che il doppio cono sistemato sulla guida poggia su due punti che stanno sotto l'asta. Questo darebbe la possibilità di costruire il concetto astratto della linea di appoggio che, istante per istante, cambia fino a disporsi sulla stessa direzione dell'asta che contiene anche il baricentro, punto in cui si ritiene concentrata tutta la massa del corpo. L'equilibrio richiede, come condizione di stabilità, che gli oggetti si trovino in condizione tale che il baricentro stia o sulla base d'appoggio o sotto.

Mostrare in contemporanea oggetti che creano paradosso e altri che non lo creano permette di rinunciare ad un poco di sensazionalismo per lasciare spazio alla costruzione di un concetto astratto che, come avviene in questo caso, passa attraverso l'intuizione sensibile. Le foto messe in ordine a partire da fig. 5.1; fig. 5.2; fig. 5.3 e fig. 5.4 rappresentano gli oggetti che consentono l'esperimento che mette a confronto quello che succede con il doppio cono e con il cilindro. L'ordine segue le sequenze: confronto fra gli oggetti, oggetti sulla guida in equilibrio instabile, oggetti in movimento verso la posizione di equilibrio stabile, e d'infine, gli oggetti in equilibrio stabile.







Bachelard mette anche in guardia dalle spiegazioni “*fondate esclusivamente su tratti parassitari messi a sovraccarico, preparando così delle vere aberrazioni*”.<sup>80</sup> L'autore per spiegare i tratti parassitari porta come esempio la costruzione del vulcano. “*Ecco un esempio: un misto di limatura di ferro e fiori di zolfo viene ricoperto di terra su cui poi si pianta dell'erba: solo allora salta veramente agli occhi che si ha a che fare con un vulcano! Senza questa guarnitura, senza questa vegetazione sembra che l'immagine ne verrebbe fuorviata. Eccola guidata: non dovrà far altro che dilatare le dimensioni e comprenderà il Vesuvio con la sua eruzione di lava e fumo*”.<sup>81</sup>

Per Bachelard uno *spirito sano* deve confessare che si tratta di una reazione esoterica: sintesi del solfuro di ferro. La *guarnitura* porta l'osservatore a pensare ad un vulcano mettendo in secondo piano la vera spiegazione. Bachelard nel suo libro, *La formazione dello spirito scientifico*, riporta molti esempi riferiti soprattutto al secolo XVIII dove “*La rappresentazione esteriore, figurata e pittoresca, prevale per lo stesso Voltaire*<sup>82</sup> *sulle somiglianze intime nascoste. [...] Anche nelle nostre classi elementari il pittoresco e le immagini esercitano lo stesso genere di disastri [...] trascurando semplicemente di guardare i fenomeni essenziali*”.<sup>83</sup>

## 1.5 Piano della tesi e ipotesi

Il titolo della tesi, *Diffusione e divulgazione della Scienza. Il caso della Matematica*, racchiude il filo conduttore di tutta la ricerca. Il termine diffusione è utilizzato nell'accezione metaforica di propagazione nello spazio e in tutte le direzioni ma anche di processo di trasferimento spontaneo *tendente a rendere uniforme la concentrazione del sistema*. Non è stato usato il termine comunicazione perché quello di diffusione fa riferimento ad un *processo di trasformazione che deve rendere uniforme la densità rispetto a qualcosa di un sistema*: far conoscere la Scienza al grande pubblico, in uno spazio più ampio possibile, è il motore primario della divulgazione scientifica. L'uso della maiuscola in Scienza vuole denotare che il termine è inteso nel senso più ampio come risultato delle operazioni del pensiero speculativo e non nella designazione convenzionale, che spesso le viene attribuita, di designazione di una o più discipline scientifiche e neppure come conoscenza, notizia. Questa ricerca ha studiato, in particolare, il caso della Matematica, disciplina per la quale solo in sporadici casi la diffusione può essere definita divulgazione, prima degli anni settanta del novecento.

La tesi ha assunto come primo obiettivo quello di costruire una definizione di divulgazione scientifica per evitare fraintendimenti dei termini diffusione, comunicazione e divulgazione che ancora oggi si riscontrano.

Il nostro lavoro parte dall'assumere che la divulgazione scientifica sia da ascrivere fra le modalità importanti di costruzione di conoscenze scientifiche al pari dell'apprendimento formale socialmente a carico dell'Istituzione Scuola.

---

<sup>80</sup> Bachelard, 1938, pp. 39-40. La sottolineatura è nostra

<sup>81</sup> idem

<sup>82</sup> Voltaire affermò che l'automa *il suonatore di flauto*, di Vaucanson, figurina danzante senza causa meccanica apparente per effetto di un campo elettrico, è più vicino all'uomo di quanto il polipo non lo sia all'animale

<sup>83</sup> Ibidem p. 42

Molti spazi lasciati liberi dalla didattica oggi vengono occupati da altri scenari, mostre, festival, esposizioni, science cafè. Spesso si manifesta la confusione che fare divulgazione significhi fare meglio la didattica senza analizzare a fondo i problemi che la didattica nelle pratiche scolastiche deve affrontare e risolvere. La nostra ipotesi è che i due ambiti, della scuola e degli eventi divulgativi, devono trovare un punto di incontro affinché siano produttivi uno per l'altro.

L'uso dell'effetto *sensazionale*, *meraviglia*, non sempre induce maggiore e consapevole apprendimento e non sempre il processo divulgativo si accompagna all'efficacia dei risultati. Questo è uno dei motivi per cui si è scelto di studiare e analizzare le modalità con cui si propone la divulgazione in scenari e contesti diversi.

**Nel primo** capitolo affrontiamo le problematiche della divulgazione scientifica. Le fonti esaminate mettono in evidenza che, solo negli anni ottanta, la "Scienza" ha preso atto criticamente del fatto che le conoscenze scientifiche possedute dal grande pubblico erano deficitarie.

La posizione assunta in Inghilterra, dai ricercatori John Ziman, David Attenborough, Walter Bodmer, nel 1985 per conto della Royal Society nel "The Public Understanding of Science", ha influenzato il comportamento degli scienziati sia a livello nazionale che internazionale. Per la prima volta, la "Scienza" si trova ad affrontare criticamente il problema della diffusione delle conoscenze scientifiche presso il grande pubblico.

Il rapporto "Science and Society" del 2000 ha decretato, almeno in parte, il fallimento del progetto inglese a causa della scarsa alfabetizzazione riscontrata nel grande pubblico.

Nel Marzo del 2000 anche il Consiglio Europeo di Lisbona ha stabilito una nuova strategia complessiva con l'obiettivo di fare dell'Europa l'Economia basata sulla conoscenza competitiva e dinamica del mondo in cui il concetto di apprendimento, che abbraccia tutti gli aspetti della vita, risulta centrale. Il documento di Lisbona fornisce una classificazione e definizione di apprendimento formale, informale e non formale. Questa distinzione è stata utilizzata e in parte condivisa dalla nostra ricerca per analizzare la trasposizione dei saperi scientifici in contesti diversi, dentro e fuori della scuola.

L'apprendimento è descritto nelle diverse teorie cognitive, secondo modelli relativamente condivisi. Meno condivisi, nei diversi settori disciplinari, sono gli assunti teorici atti a descrivere il funzionamento del processo di insegnamento apprendimento in situazione scolastica.

Il nostro lavoro parte dall'assumere come inesistente uno specifico quadro teorico atto a descrivere e predire il fenomeno della divulgazione scientifica.

L'ipotesi di base della nostra ricerca è la possibilità di costruzione di tale paradigma; in altri termini, cercheremo di verificare la possibilità dell'esistenza della divulgazione scientifica come disciplina a se stante.

**Nel secondo** capitolo ricostruiamo la genesi della divulgazione scientifica. La nostra ricostruzione ha messo in evidenza il quadro generale di comunicazione e diffusione della scienza che ha portato alla nascita della divulgazione scientifica, con particolare attenzione a quella Matematica. È stata analizzata l'incidenza dei processi di riforma del sistema scolastico, i congressi internazionali, nazionali e locali di Matematica, e l'influenza che determinate strutture, associazioni e riviste hanno avuto sulla divulgazione scientifica.

Sono state analizzate le principali vicende storiche, culturali e sociali che hanno condizionato significativamente il fenomeno della divulgazione scientifica.

Il periodo preso in esame va dal mondo antico fino alla riforma Gentile del 1923.

Sono stati oggetto di analisi i casi che si sono rivelati indicativi per i processi di comunicazione, premessa essenziale per la nascita della scienza moderna e della divulgazione scientifica.

La scoperta della stampa a caratteri mobili, con la nascita dei primi musei e degli orti botanici sono tappe fondamentali nella genesi della divulgazione scientifica.

**Nel capitolo tre** analizziamo il fenomeno della divulgazione scientifica dal 1923 ad oggi. Gli anni che seguono la riforma Gentile fino alla sconfitta del Fascismo furono caratterizzati dalla promozione della scienza a fini propagandistici e dall'esodo degli scienziati costretti a rifugiarsi in Svizzera e negli Stati Uniti. Nei decenni successivi nasce la società post-fordista dell'informazione o post-industriale. A questo seguì un secondo periodo caratterizzato dalla sconfitta dell'analfabetismo e dall'avvento della comunicazione virtuale che ha trasformato la divulgazione scientifica in processo e fenomeno di apprendimento non formale.

Gli anni '80 e '90 furono gli anni caratterizzati dall'affermarsi dei mezzi di comunicazione di massa e dello sviluppo tecnologico, dal riconoscimento dei musei, degli orti botanici, delle mostre e delle manifestazioni scientifiche da parte delle istituzioni e del grande pubblico.

Per la prima volta si analizzò, nella sua complessità, sia a livello locale che internazionale, il fenomeno della divulgazione scientifica.

Oggi anche a livello politico ci si misura con temi legati allo sviluppo, all'ambiente, alle nuove fonti di energia e alla globalizzazione dovuta all'ultimo potente strumento di diffusione di massa, quale è diventata la comunicazione virtuale con l'avvento di Internet.

La divulgazione scientifica, investita in pieno da tali temi, affronta nuovi e complessi problemi largamente irrisolti.

### **Nel quarto capitolo**

Questo capitolo analizza alcuni scenari e contesti di divulgazione: Musei permanenti, Siti Web, Festival della Scienza e Mostre temporanee.

Lo studio dei Musei permanenti ha fornito un quadro generale di uno dei più importanti scenari di divulgazione in ambito scientifico, con peculiarità molto lontane da quelle offerte dallo scenario virtuale dei siti Web.

I Musei, Festival e Mostre temporanee sono, sicuramente, meno frequentati dei Siti Web, ma non certo, meno importanti per fascino, funzione storica ed educativo-divulgativa. Essi coinvolgono il visitatore non soltanto a livello emotivo, ma per la completezza delle sensazioni che si provano nel visitarli come: il contatto fisico e percettivo con gli oggetti esposti.

I Siti esaminati fanno riferimento a tutti i Musei presenti sul territorio nazionale, al Museo della Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci scelto come rappresentante di tutti i musei scientifici italiani. Fra i Musei Matematici italiani sono stati presi in esame Il Giardino di Archimede e quello Delle Macchine Matematiche. Fra i siti dei Festival e Mostre temporanee si è scelto di visitarne tre a carattere matematico, uno nazionale: il Festival della Matematica di Roma e due locali il Festival Scienza e Do you play mathematics di Cagliari.

**Nel quinto capitolo** abbiamo affrontato uno studio di caso prendendo in esame tre tipologie di contesti e scenari di diffusione in presenza di conoscenze matematiche.

Il primo è la *Lectio Magistralis* con la quale Umberto Eco ha inaugurato il Festival della Matematica a Roma nel 2008. Il secondo proviene dallo studio delle risposte fornite da due classi della Scuola Primaria, prima e dopo aver seguito un laboratorio durante il Festival Scienza di Cagliari edizione 2009 che ha messo in evidenza l'aspetto conoscitivo-emotivo. Il terzo si riferisce all'esperienza di alunni chiamati a compilare un questionario relativo alla manifestazione divulgativa *Do you play Mathematics*, organizzata in occasione della Settimana Scientifica nel 2009 a Cagliari. che ha messo in risalto l'aspetto emotivo-conoscitivo.

**Il sesto capitolo**, quello conclusivo, raccoglie le domande rimaste aperte e i risultati raggiunti.

## **Capitolo 2. Genesi della divulgazione scientifica**

*In questo lavoro si cerca di delineare ciò che ha caratterizzato la nascita della divulgazione scientifica, con particolare attenzione a quella matematica; sono stati oggetto di attenzione soprattutto l'incidenza dei processi di riforma del sistema scolastico, i congressi internazionali, nazionali di Matematica, e l'influenza che determinate strutture, associazioni e riviste hanno avuto sulla divulgazione scientifica.*

*Sono state analizzate le principali vicende storiche, culturali e sociali che hanno condizionato significativamente il fenomeno della divulgazione scientifica.*

*Il periodo preso in esame va dal mondo antico fino alla riforma Gentile del 1923.*

*Sono stati oggetto di analisi i casi che si sono rivelati indicativi per i processi di comunicazione, premessa essenziale per la nascita della scienza moderna e della divulgazione scientifica.*

*La scoperta della stampa a caratteri mobili, con la nascita dei primi musei e degli orti botanici sono tappe fondamentali nella genesi della divulgazione scientifica.*

### **Introduzione**

Gli studi sulla nascita della divulgazione scientifica non hanno prodotto né una visione né una data condivisa dagli studiosi che in questi ultimi anni si sono interessati al problema.

Questa ricerca tende<sup>84</sup> ad analizzare, ripercorrendo sinteticamente il cammino dall'origine del sapere ad oggi, il punto di vista dei produttori del sapere e degli scienziati, il ruolo assunto dalle enciclopedie, dai testi e periodici scientifici, dalle accademie, dalle università, dalla scuola, dalla stampa divulgativa in generale, dagli orti botanici, dai congressi e convegni, dalle associazioni, dagli strumenti, dalle manifestazioni ricreative e spettacoli e dai musei, nella maturazione del ruolo e dell'incidenza che la divulgazione scientifica ha assunto sul grande pubblico.

Per Aristotele “*Tutti gli uomini tendono per natura al sapere*”,<sup>85</sup> ma, per secoli, a causa degli accadimenti storici e sociali, si sono avuti dei periodi in cui lo scienziato si rivolgeva solo ad intellettuali e aristocratici colti, ai pari ed ai seguaci. Fin dalle origini, però, tutte le epoche hanno prodotto coraggiosi, se pur isolati, divulgatori che hanno sfidato i pari e le istituzioni pur di non rinunciare alla pubblicazione e comunicazione della loro visione del mondo.

Il sapere caratteristico del periodo storico e della società in cui gli uomini vivono, è un bene che non si può nascondere, va trasmesso e/o riscoperto. La trasmissione avviene da un individuo ad un altro, da un popolo all'altro e da una nazione all'altra. Le istituzioni preposte alla trasmissione dei saperi sono sempre state le famiglie, la società e la scuola.

La divulgazione ha trovato un'alleata nella scoperta della stampa a caratteri mobili, che ha permesso la diffusione delle vecchie e nuove pubblicazioni.

---

<sup>84</sup> Nel capitolo 3 affronteremo l'evoluzione del fenomeno della divulgazione scientifica dal 1923 ai nostri giorni

<sup>85</sup> Aristotele, Metafisica, Libro Primo, 980 a-b, <http://www.libroparlatosanvito.com>, p. 1

## 2.1 La divulgazione scientifica prima del 1923

Il percorso di genesi della divulgazione si fonde, in molti tratti, con la storia della scienza diventata disciplina autonoma verso la fine del XIX secolo. La storia della scienza è un'importante fonte d'informazioni sui rapporti tra produttori del sapere, comunicatori e pubblico, scienza e pubblico, scienza e tecnologia, scienza e attività sociali ed economiche.

Non è stato facile attraverso lo studio della storia antica ricostruire esempi che oggi consideriamo momenti e testi di comunicazione e/o divulgazione scientifica. Spesso si è reso indispensabile ricorrere ai commenti degli antichi e moderni studiosi.

Lo studio particolareggiato di molti studiosi meriterebbe un approfondimento che indichiamo come una delle piste aperte nella ricostruzione della genesi della divulgazione scientifica.

Le fonti primarie da noi utilizzate sono, per la storia della scienza Paolo Rossi<sup>86</sup> e Paola Govoni<sup>87</sup>, per la divulgazione scientifica Paola Govoni<sup>88</sup>, per la nascita e funzione dei musei John Durant<sup>89</sup>, per la connessione fra Scienza e Società John Ziman<sup>90</sup> e Andrea Cerroni<sup>91</sup>, mentre, per il quadro generale il nostro punto di riferimento è Ludovico Geymonat<sup>92</sup>.

### 2.1.1 Le origini del sapere e i suoi produttori

Paolo Rossi, come storico della scienza, analizza la nascita della scienza moderna e le sue immagini mettendo in evidenza quanto e come il sapere deve provenire da sensate esperienze, sottoposto a confutazione, controllo e discussione.

*“La scienza moderna non è nata nei campus o nell’atmosfera un po’ artificiale dei laboratori di ricerca attorno ai quali, ma non dentro i quali sembra scorrere il fiume sanguinoso e melmoso della storia. [...] perché quelle istituzioni non erano ancora nate e perché per il lavoro dei <<filosofi naturali>> non erano ancora costruite quelle torri d’avorio”.*<sup>93</sup>

*“[...] accomuna i protagonisti della rivoluzione scientifica: la consapevolezza che attraverso la loro opera sta nascendo qualcosa. [...] una forma di sapere. Questo sapere richiede <<sensate esperienze>> e <<certe dimostrazioni>>. Ogni affermazione deve essere <<pubblica>>, cioè legata al controllo da parte di altri, deve essere presentata e dimostrata ad altri, discussa e soggetta a possibili confutazioni”.*<sup>94</sup>

Per John Ziman,

---

<sup>86</sup> Paolo Rossi, 2000, 2002, 2004

<sup>87</sup> Paola Govoni, 2004

<sup>88</sup> Paola Govoni, 2002

<sup>89</sup> John Durant 1998

<sup>90</sup> John Ziman 2002

<sup>91</sup> Andrea Cerroni 2002, 2006

<sup>92</sup> Ludovico Geymonat, 1977

<sup>93</sup> Paolo Rossi, 2000, p. IX premessa

<sup>94</sup> P. Rossi 2004, pp. IX – XIII (premesse)

*“Non è un caso che la scienza moderna sia nata dopo l’invenzione della stampa e, quindi, dopo che si è creata una possibilità tecnica di una comunicazione pubblica e rapida, che consente di riferire, registrare e discutere i risultati dell’osservazione della natura”*.<sup>95</sup>

La comunicazione di cui parla P. Rossi è intesa fra pari e non certo rivolta ad un pubblico incapace di esprimere un giudizio in merito o dimostrare che le esperienze sono sensate e confutabili.

La divulgazione per il grande pubblico è una comunicazione dei saperi lontana da quella descritta da P. Rossi.

Fra le risposte ad un questionario<sup>96</sup> sottoposto ad insegnanti, comunicatori e divulgatori ai quali si chiedeva: *“A quando lei fa risalire l’origine della Divulgazione scientifica? Lo considera un fenomeno attuale o no, perché? Circa l’8% hanno collocato la divulgazione nel momento in cui “[...] l’uomo ha tracciato i primi disegni rupestri sulle pareti delle grotte (4000 a.C.)”*<sup>97</sup> e *“la costruzione dei primi utensili”*.<sup>98</sup>

Questa visione porta ad analizzare due fasi.

La prima: *“[...] la costruzione dei primi utensili [...], rappresentavano le prime forme di intervento sulla realtà, di manipolazione della natura, che dovevano essere apprese da tutti”*.<sup>99</sup>

La seconda fase inizia nel momento in cui la conoscenza aumenta sia in senso quantitativo, con la moltiplicazione dei saperi che, qualitativo con la complessità e specializzazione degli stessi che determinerà, in generale, una selezione portando all’isolamento e all’esclusione di chi non è in grado di padroneggiare il sapere e anche all’allontanamento dello stesso sapere dalle esperienze dirette e dal senso comune, pur rimanendo il desiderio-necessità di comunicare, condividere con gli altri quanto si riesce ad acquisire.

Altra data individuata è l’opera di Comenio<sup>100</sup> fondatore della *Didáctica Magna* e autore dell’*Orbis sensualium pictus* (1654) il primo libro illustrato per bambini. È una piccola enciclopedia illustrata, capace di allenare i sensi in rapporto alle impressioni vissute attraverso l’uso degli oggetti reali e soprattutto della vista<sup>101</sup>.

Gli studi sulla nascita della divulgazione scientifica collocano questo fenomeno *“[...] al crocevia tra il mercato per il libro, le esigenze e le curiosità di un pubblico di non esperti e quelle degli scienziati”*.<sup>102</sup> Questo aspetto è condiviso dagli studiosi consultati perché trova spiegazioni nelle condizioni politiche, sociali, economiche e culturali dei popoli.

Nello studio della genesi della divulgazione si è scelto di ripercorrere le origini del sapere con la certezza che la divulgazione, nel senso che noi oggi le attribuiamo, è assente o convive con la diffusione del sapere a fini educativi e o si confonde con la comunicazione del sapere.

---

<sup>95</sup> P. Rossi, 2004, p. 96

<sup>96</sup> Vedi allegato p. 202

<sup>97</sup> <http://www.archeostoriasplinder.com>

<sup>98</sup> Vedi allegato p. 202

<sup>99</sup> Tontini Valerio (2003), La scienza divulgata, <http://www.multimediarichitecture.it>

<sup>100</sup> Jean Amos Komensky, latinizzato Comenius grande pedagogo e umanista Boemo, filosofo, teologo, figura di spicco nella cultura europea del 1600. Il primo ad ideare una riforma della scuola divisa in scuola materna, elementare e ginnasio (liceo) e accademia (università). Ogni fase doveva comprendere un piano completo di conoscenze, adattate all’età in questione.

<sup>101</sup> <http://www.scienzeformazione.unifg.it>

<sup>102</sup> Govoni, 2002

Nel mondo antico i grandi filosofi nelle loro opere trattano di matematica, fisica, scienze naturali: il filosofo è anche scienziato, con la tendenza a sviluppare l'aspetto teorico della scienza trascurando quello tecnico-applicativo, aspetto che verrà riabilitato soltanto nel mondo moderno. Il superamento del significato negativo dato dai greci al termine *banausia*<sup>103</sup> e rimasto immutato nel medioevo, avverrà solo nel Rinascimento quando le arti meccaniche acquisteranno maggiore dignità rafforzata dallo sviluppo della tecnologica.

Nei primi secoli a.C. il dotto si rivolge agli intellettuali e aristocratici colti, ai pari e sa i suoi seguaci. Anche nel periodo alessandrino i dotti si rivolgevano al re o ai loro pari. La stessa biblioteca con annesso il museo e l'orto botanico potenziali fattori di diffusione del sapere, sono aperti solo agli studiosi.

Il primo matematico ed ingegnere dell'antichità è Archimede, che considera la matematica scienza pratica applicabile alla progettazione di macchine e congegni di diversa natura e fonde le applicazioni pratiche con le considerazioni teoriche, trasforma la meccanica, da arte povera e vile in arte nobile e pregiata. Di lui ci sono pervenute solo opere di geometria, aritmetica, statica e un'operetta sul metodo scoperta solo nel 1906<sup>104</sup>.

Il far coincidere la cultura con le arti liberali<sup>105</sup> e le operazioni pratiche con il lavoro servile ha portato alla distinzione tra il conoscere e il fare e quindi ad un certo modo di vedere la scienza.

Nel secolo XIII Leonardo Pisano, detto Fibonacci, è un esempio di autore formatosi fra gli esperti di aritmetica araba e il mondo dei commercianti. È ricordato per il Liber Abaci dove molti dei problemi trattati provengono dalla vita pratica. Per L. Geymonat non va dimenticato "*che sarà proprio l'assimilazione del suo pensiero a fornire il punto di partenza da cui prenderà le mosse la grande scuola degli algebristi italiani del XVI secolo*".<sup>106</sup>

La scoperta della stampa nel '400 porta ad includere fra i produttori del sapere anche i traduttori, spesso, anche autori di nuovi testi.

Se da un lato la stampa facilitava la comunicazione e la diffusione del sapere, dall'altro il Papa Pio IV, unitamente al Sant'Uffizio (1564), produceva il catalogo dei libri proibiti. L'elenco venne soppresso nel 1966. Nell'elenco erano presenti i libri prodotti da 61 editori e tutte le opere anonime uscite negli ultimi quarant'anni. Mentre molti scrivevano in volgare, per essere alla portata di una cerchia più larga, la chiesa cattolica proibiva tutte le versioni *dell'Antico e del Nuovo Testamento* in volgare o in un latino diverso da quello della Vulgata<sup>107</sup>. L'autorizzazione richiesta al Sant'Uffizio per leggere la versione in volgare veniva regolarmente negata alle donne, mentre per i protestanti la Bibbia costituiva una lettura fondamentale e un obbligo; scelta che aveva aumentato il tasso di alfabetizzazione nei paesi protestanti. Il ruolo della chiesa nel non affermarsi della divulgazione scientifica rimane un'altra pista aperta della nostra ricerca.

In campo astronomico il primo vero passo sulla via del sistema eliocentrico fu compiuto da Nicolò Copernico nell'opera *De Revolutionibus orbium coelestium* (1543) nella cui

---

<sup>103</sup> Artigiano, lavoro manuale, meccanico, Piccolo Dizionario filosofico consultabile nel sito <http://www.forma-mentis.net>

<sup>104</sup> Sono di Archimede: Sulla misura del cerchio, Quadratura della parabola, Sulle spirali, Sulla sfera e il cilindro e i conoidi, Arenario, Sull'equilibrio dei piani, Sui corpi galleggianti

<sup>105</sup> Marziano Capella nell'opera enciclopedica *De nuptiis Mercurii et Philologiae*, con arti liberali indicò: grammatica, dialettica, retorica, aritmetica, geometria, musica e astronomia. Ludovico Geymonat, 1977, vol. I, p. 401, ulteriori riferimenti si trovano nel sito <http://www.unisi.it>

<sup>106</sup> Geymonat, 1977, p. 439

<sup>107</sup> Traduzione latina della Bibbia fatta e divulgata da San Girolamo alla fine del IV secolo



prefazione scrive “*Mi sono assunto il compito di rileggere le opere di tutti i filosofi, [...] per cercare se qualcuno di loro avesse mai pensato che le sfere dell’universo potessero muoversi secondo moti diversi da quelli che propongono gli insegnanti di matematica nelle scuole*”. A. Cerroni quando tratta *La nascita della scienza*<sup>108</sup> mette in risalto come *la rivoluzione scientifica è stata una rivoluzione organizzata e istituzionale piuttosto che, una rivoluzione puramente intellettuale*, mentre, la nascita della scienza moderna coincide con *il definitivo rifiuto dell’ideale della segretezza*. Copernico può essere considerato un comunicatore all’interno di una strettissima cerchia dei suoi pari e amici e non certo un diffusore delle conoscenze. La sua opera fu pubblicata l’anno della morte dell’autore.

Lo scienziato che occupa il maggior spazio nel sapere scientifico è G. Galileo. Publica il suo capolavoro scientifico-letterario: *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* nel 1632, opera “[...] *diretta a porre a confronto gli argomenti scientifici a sostegno delle due tesi contrastanti, geocentrica ed eliocentrica. Per dare alla trattazione una parvenza di neutralità, scelse la forma dialogica, immaginando che un aristotelico (Simplicio) e un copernicano (Salviati) fossero stati invitati ad esporre la propria concezione, da un terzo interlocutore (Sagredo) non desideroso di altro che di conoscere a fondo i termini esatti della grande controversia*”.<sup>109</sup> I personaggi dell’opera su citata sono Simplicio pedante conservatore tradizionalista attaccato all’autorità aristotelica, Salviati nobile fiorentino, storicamente esistito che incarna il nuovo scienziato e Sagredo nobile veneziano moderatore che esprime una personalità che non si fa condizionare dai pregiudizi e dalle recenti dottrine.

Galileo é il primo e il più importante scienziato-divulgatore di tutti i tempi; l’unico in grado di mescolare sapientemente le capacità pratiche e divulgative alle conquiste scientifiche, rafforzate dalla possibilità di pubblicare le opere a stampa che ora potevano circolare in tutta l’Europa unitamente agli strumenti perfezionati e o inventati dallo stesso autore. Con Galileo gli strumenti acquistano valore scientifico. Le sue opere sono redatte sotto forma di versi, dialogo, lettere, in latino e in volgare, a seconda che voglia convincere le corti, la borghesia e il clero.

Gli esempi che l’autore cita nelle sue opere sono presi dalla quotidianità: sono farfalle, mosche, pesci, cavalli, gocce d’acqua, pietre.

Del *Sidereus Nuncius* (1610) circolavano al massimo poche centinaia di copie.

Un’altra figura dominante é Francesco Bacone, per il quale l’obiettivo della scienza è il dominio dell’uomo sulla natura attraverso le sue applicazioni pratiche. Egli scrisse *Il nuovo organo* (1620), mentre la realizzazione di una enciclopedia delle scienze, mirante a rinnovare la ricerca scientifica su base sperimentali, rimase a livello di desiderio.

Tra il Quattrocento e il Cinquecento le corti assumono sempre più il ruolo di centri di produzione culturale, divengono luoghi in cui si raccolgono non solo artisti e letterati, ma anche filosofi, medici e scienziati. Il mecenatismo è parte integrante dell’esercizio del potere del principe e, nello stesso tempo, uno dei principali fattori che contribuisce alla diffusione delle scienze. Le corti divengono così le sedi privilegiate per la diffusione di nuove idee scientifiche, spesso bandite dalle università.

I secoli XVII, XVIII XIX sono caratterizzati da un grande cambiamento che coinvolge vari aspetti uno dei quali è, per esempio, l’uso del titolo di *philosophus naturalis*<sup>110</sup>

---

<sup>108</sup> Cerroni, 2006, pp. 70-75

<sup>109</sup> Geymonat, 1977, p. 158

<sup>110</sup> Nella generica definizione di Filosofia naturale rientravano la Fisica, la Chimica e la Meccanica. Suddivisione scardinata solo a rinascimento inoltrato.

(studioso della natura), col termine *scienziato*<sup>111</sup>. L'uso del nuovo termine coincise con il nuovo ruolo che gli studiosi della natura: matematici, ingegneri, biologi, chimici, medici andavano assumendo nelle amministrazioni e nelle imprese pubbliche in molti stati europei.

Nel Settecento, in molti stati europei, venne favorita la promozione dello sviluppo delle scienze naturali, si rinnovò la medicina, la chimica, la fisica e, con l'evoluzione delle tecniche sperimentali e degli strumenti, si rese necessario anche l'aggiornamento dei manuali prima solo compilativi.

Intanto in Italia si andavano istituendo nuovi curricula e quindi nuove cattedre e insegnamenti universitari; i percorsi erano differenziati da una università all'altra, per motivi legati alle tradizioni locali. Le condizioni economiche dello scienziato continuano ad essere precarie, ma non più legate alle dipendenze del principe, dei prelati e altri aristocratici. Newton stesso accompagnò la sua carriera di scienziato con l'insegnamento della matematica a Cambridge e con l'oneroso incarico di direttore della Zecca.

Nell'Ottocento le condizioni economiche degli scienziati migliorano da un punto di vista dell'isolamento della scienza e dello scienziato stesso.

Anche la produzione dei testi divulgativi in questi secoli si sposta dalle corti per rivolgersi agli specialisti e ai non specialisti colti per poi arrivare ai lettori alfabetizzati.

I testi divulgativi non vengono affidati ad uno scienziato come G. Galilei, ma anche a cultori della scienza come B.B. Fontanelle, F.M.A. Voltaire, F. Algarotti, A. E. Sguario, A. Cagnoli, J.A.N. Condorcet e J.A. Nollet, capaci, di accontentare i due pubblici: quello degli scienziati e quello non specialistico.

In Italia il fenomeno divulgativo si diffonde nelle regioni del nord escludendo quasi totalmente quelle del sud. La limitazione geografica della diffusione della divulgazione scientifica scompare molto lentamente. I risultati del censimento nazionale del 1861 attestavano che, su una popolazione di 21.777.334 abitanti il 78% è analfabeta (sono esclusi dal conteggio il Veneto e il Lazio). Nel 1931 gli analfabeti sono il 73%. Occorre aspettare il censimento del 1961 per vedere le percentuali invertirsi: 21% gli analfabeti e 79% gli alfabetizzati; situazione che agevola la diffusione delle enciclopedie, dei testi e periodici scientifici<sup>112</sup>.

### **2.1.2 Enciclopedie, testi e periodici scientifici**

La storia della costruzione del sapere e dei suoi produttori ha segnalato secoli in cui “*La decadenza dello spirito scientifico è l'aspetto più rilevante della crisi della cultura*”.<sup>113</sup>

La nostra ricerca non si è soffermata sugli aspetti culturali non scientifici, perché lontani dal tema centrale dei nostri studi; si è limitata a prendere atto del vuoto che si è creato intorno agli studi scientifici.

Per lo storico della Scienza Paolo Rossi prima del Medioevo “*La comunicazione e la diffusione del sapere nonché la pubblica discussione delle teorie, oggi pratiche correnti, non sono state sempre avvertite come valori. Alla comunicazione come valore*

---

<sup>111</sup> Termine introdotto da William Whewell nel 1834 in una recensione di un libro divulgativo di Mary Somerville

<sup>112</sup> Sull'analfabetismo fra nord e sud si veda paragrafo 2.3, p. 48 di questo capitolo

<sup>113</sup> L. Geymonat, 1977, vol. I, p.287

*si è sempre contrapposta, fin dalle origini del pensiero europeo, una differente immagine del sapere: come iniziazione e patrimonio a cui pochi potevano attingere*".<sup>114</sup>

Dopo il 1464, data in cui Johann Gutenberg ha scoperto la stampa a caratteri mobili, è esplosa la produzione e la diffusione di testi antichi tradotti dal greco e dall'arabo in latino e, successivamente in italiano insieme alla diffusione dei nuovi testi.

La scoperta della stampa ha dato origine alla diffusione, alla conoscenza delle opere e soprattutto alla familiarità con il testo scritto, ritenuta da Paola Govoni una delle tappe fondamentali che hanno poi portato all'affermarsi della divulgazione scientifica come processo promotore di apprendimento non formale e informale sul grande pubblico.

La Govoni ritiene la divulgazione un fenomeno che nasce "[...] dall'incrocio, da un lato, tra il millenario bisogno umano di comunicare (attore: gli attori) e di sapere (attore: il pubblico) e, dall'altro lato, il sapere stesso, contenuto nell'oggetto libro: un incontro reso possibile da un'innovazione tecnologica, la stampa a caratteri mobili, che abbattava i costi e i tempi della produzione dei libri e ne aumentava vertiginosamente il numero".<sup>115</sup>

"[...] al crocevia tra il mercato per il libro le esigenze e le curiosità di un pubblico di non esperti e quelle degli scienziati".<sup>116</sup>

Per P. Rossi (1973) *"Il sapere ha carattere pubblico e collaborativo, la tecnica riguarda molte persone, presenta se stessa come una serie di contributi individuali offerti in vista di un risultato che interessa la crescita della società"*.

La Tecnica e la divulgazione dei testi, nel XVIII secolo, hanno assunto un ruolo determinante nell'industrializzazione e i risultati delle ricerche sono stati applicati in diversi campi dall'agricoltura al commercio, alla sanità pubblica<sup>117</sup> e all'industria. La divulgazione scientifica risultava necessaria ai produttori del sapere per trovare consensi, risorse e finanziamenti e per poter realizzare i progetti elaborati nelle università. Sono state pubblicate diverse riviste destinate agli esperti del campo accademico-universitario, al pubblico intermedio, ma sempre alfabetizzato, utilizzando un linguaggio semplice e lineare.

Nei primi 23 anni del secolo scorso la divulgazione scientifica in Italia, soprattutto quella Matematica, si limitava ad articoli pubblicati in riviste specializzate, quindi, scambio fra pari. Il ruolo delle Scuole e delle Università nel processo divulgativo è pressoché inesistente.

### **2.1.2.1 L'Enciclopedia**

L'Enciclopedia<sup>118</sup> fa parte degli strumenti di diffusione e comunicazione della scienza. Un celebre esempio è l'opera del poeta latino Tito Lucrezio Caro<sup>119</sup> definito: "[...] il più bel poema ad argomento naturalistico della letteratura mondiale".<sup>120</sup> Con il *De rerum*

---

<sup>114</sup> Paolo Rossi (2000)

<sup>115</sup> Paola Govoni, 2002, p. 43

<sup>116</sup> idem

<sup>117</sup> È del XIII secolo la figura del medico al servizio dell'istituzione pubblica in Europa, presente anche nei Comuni, <http://www.saluter.it>

<sup>118</sup> Il termine enciclopedia è stato usato la prima volta nel secolo XVI per indicare le opere che raccolgono sistematicamente, per lo più in ordine alfabetico, nozioni relative a tutte le discipline o una disciplina in particolare. Dizionario Garzanti di Italiano on-line

<sup>119</sup> Tito Lucrezio Caro, 1994, *De rerum natura*, I, vv.50-61, pp. 4-5

<sup>120</sup> L. Geymonat, 1977, vol. I, p. 191

*natura* (Sulla natura). Lucrezio aspirava a spiegare ai romani la filosofia epicurea evitando i grecismi e i termini estranei alla lingua latina. Perché ai suoi lettori risultasse più chiaro cosa sono gli atomi che definì *rerum primordia* (principi primi delle cose).

Altro autore di enciclopedie è Vetruvio che scrive il *De architectura* (25 a.C.), opera in latino diventato fondamento teorico dell'architettura occidentale dal Rinascimento fino alla fine del secolo XIX. È l'unico testo sull'architettura giuntoci integro dall'antichità. È una delle fonti principali della moderna conoscenza sui metodi costruttivi degli antichi archi romani, della progettazione di acquedotti, di edifici, di porti, ma anche di macchine, strumenti di misurazione e utensili. L'opera manca d'illustrazioni che avrebbero permesso al lettore, attraverso la messa in relazione con il testo scritto, maggiore comprensione ed acquisizione della terminologia.

*“Superstizioni e fantasie trovano posto nella raccolta di Plinio con lo stesso diritto di fatti storici o scientifici, al punto che essa si può ritenere meglio una collezione degli antichi errori che un compendio dell'antica scienza. Plinio tuttavia non manca interamente di spirito scientifico e spesso egli contrappone le osservazioni dell'esperienza o, come egli dice, l'experimentum, alle affermazioni degli autori da cui attinge”*.<sup>121</sup>

Questo è il commento che N. Abbagnano e G. Fornero ci forniscono su *Naturalis Historia* l'opera di Gaio Plinio Secondo, conosciuto come Plinio il Vecchio, scrittore romano rappresentante della letteratura manualistica e enciclopedica. Plinio descrivere le cose dal vivo. La sua enciclopedia pubblicata nell'anno 77 è composta da 37 volumi, “[...] importante soprattutto per la grande influenza che ebbe nell'ulteriore sviluppo della cultura occidentale”<sup>122</sup> dove è registrato il sapere dell'epoca dell'autore sulle scienze naturali, astronomia, medicina, antropologia, psicologia e metallurgia.

Plinio morì tra le esalazioni sulfuree dell'eruzione vulcanica del Vesuvio che distrusse Ercolano e Pompei, mentre, cercava di osservare il fenomeno vulcanico più da vicino.

L'*Etymologiae* è l'opera enciclopedica di Isidoro di Siviglia<sup>123</sup> che influenzò la cultura del Medioevo. Si compone di 20 libri, e trattano di argomenti che vanno dalla Grammatica alla Matematica, dai Vangeli alla Logica per arrivare alla Medicina. Gli argomenti trattati sono introdotti da una breve presentazione e dall'etimologia della parola che richiama il tema, “[...] perché attraverso l'etimologia si può accedere all'effettiva conoscenza di fatti, oggetti e fenomeni”.<sup>124</sup>

È difficile fra i comunicatori della scienza distinguere quali, fra gli studiosi che si sono distinti per studi scientifici, sono da annoverare come divulgatori scientifici.

Si auspica che altri possano dedicare uno studio più approfondito e, pertanto, li segnaliamo come un'altra delle piste aperte.

Il Cinquecento è il secolo in cui si raccolgono in monumentali enciclopedie tutte le conoscenze acquisite dall'antichità all'epoca moderna, allo scopo di offrire un panorama completo delle opere e delle conoscenze in esse contenute e per affermare una rifondazione complessiva del sapere basata su nuovi ordinamenti e nuovi metodi.

In questo secolo il numero dei codici in Europa passa da 2500 nel 1450 a 20 milioni di libri a stampa. In questo periodo ebbero un importante ruolo i traduttori dei classici come ad Tolomeo Johannes Müller che tradusse gli Elementi di Euclide e pubblicò il *De expetendis et fugiendis rebus opus*, raccolta a carattere enciclopedico di scritti scientifici greci e latini fino ad allora ignoti.

---

<sup>121</sup> Nicola Abbagnano, Giovanni Fornero, 1996, p. 484

<sup>122</sup> L. Geymonat, 1977, vol. I, p. 288

<sup>123</sup> Isidoro di Siviglia, scrisse l'*Etymologiae* nel 636

<sup>124</sup> L. Geymonat, 1977, vol. I, pp. 395-396

Giorgio Valla stravolse, con il *De expetendis et fugiendis rebus opus* (1501), l'ordine tradizionale in cui le discipline venivano trattate nelle enciclopedie rinascimentali. Dedicò, infatti, primi libri all'Aritmetica, alla Musica, alla Grammatica, dedicando i successivi alla Dialettica, alla Poetica e alla Retorica. Il Valla non si limitò a compilare nozioni frutto dei suoi studi e ripartirle in trattazioni sistematiche, ma inserì anche numerose traduzioni tratte dalle opere di Archimede e di Erone d'Alessandria.

Quarant'anni dopo Vannoccio Biringuccio pubblicò in italiano *De la pirotecnica*. La prima opera sistematica di metallurgia in cui descrive i metodi e le tecniche per l'estrazione e la fusione dei metalli, per la preparazione dei cannoni, delle armi e delle campane. *“Malgrado la chiarezza espositiva e le numerose incisioni che illustravano in modo efficacemente descrittivo le tecniche minerarie l'opera”*<sup>125</sup> fu oscurata dalla pubblicazione dell'opera *De re metallica* di Giorgio Agricola<sup>126</sup> (1556) contenente 292 xilografie per illustrare le varie fasi e gli strumenti utilizzati. Agricola scrive con *“[...] grandissima fatica e sollecitudine di vero io ci ho messa et qualche buona spesa anchora [...] a spese mie ho salariato i dipintori per farne i ritratti naturali, a finché le cose non conosciute che danno a intendere con parole non rechino difficoltà veruna alle persone al dì d'hoggi o dei tempi a venire”*.<sup>127</sup>

L'opera di Agricola è scritta in elegante latino perché *“[...] ottemperava con successo l'esigenza di essere considerata autorevole sia dai pratici, sia dagli accademici e dai filologi”*.<sup>128</sup> Ebbe una tiratura iniziale di 600 copie; successivamente, con le traduzioni in tedesco, francese e italiano le copie prodotte arrivarono a 2.700.

Anche il Settecento ha le sue enciclopedie. Ephraim Chambers pubblicò *Cyclopaedia Dizionario universale delle arti e delle scienze* (1728) contenente un ricco elenco di voci in ordine alfabetico. L'autore si affidava al contributo di diversi autori e inseriva riferimenti incrociati tra le sezioni all'interno delle voci. E. Chambers, per questa novità è considerato il padre dell'enciclopedia moderna. Una traduzione francese del suo lavoro fu tra le fonti d'ispirazione del *Dizionario ragionato delle scienze, delle arti e dei mestieri* o *Encyclopédie*, pubblicata a Parigi (1751), progetto affidato a Denis Diderot<sup>129</sup> e d'Alembert<sup>130</sup>, con la collaborazione di altri intellettuali del tempo quali Voltaire, Jean Jacques Rousseau ed altri. L'*Encyclopédie* fu edita in 17 volumi fra il 1751 ed il 1765. Dopo una breve interruzione la pubblicazione dell'opera riprese suscitando maggior interesse nel pubblico tanto che le prenotazioni da 3.000 arrivarono a 4.225. L'*Encyclopédie* è considerata il primo progetto “proto-divulgativo” a larga diffusione e successo ad essa s'ispireranno le pubblicazioni successive<sup>131</sup>.

La Govoni la ritiene *“[...] il testo cui più spesso gli storici si riferiscono, in Italia, in cui si trova ricostruita una tradizione del pensiero scientifico occidentale, che sta all'origine di molte storie della scienza successive”*.

Diderot era dell'avviso che il pregiudizio contro i meccanici e l'identificazione della cultura con la contemplazione *“[...] hanno riempito la città di orgogliosi ragionatori e di contemplatori inutili e le campagne di piccoli tiranni ignoranti, oziosi e disdegnosi”*

L'*Encyclopédie* a sua volta ispirò la *Encyclopædia Britannica* distribuita tra il 1768 e il 1771.

---

<sup>125</sup> Beretta, 2002, p. 70

<sup>126</sup> Georg Bauer detto Agricola, Medico e fondatore della geologia come scienza a sé. Diede un grosso contributo alla metallurgia, mineralogia, paleontologia.

<sup>127</sup> Questo termine comprende oltre i metalli in senso stretto anche tutti i minerali.

<sup>128</sup> idem

<sup>129</sup> Denis Diderot, Filosofo francese

<sup>130</sup> Jean Baptiste Le Rond d'Alembert, Matematico, Astronomo e Filosofo francese

<sup>131</sup> Gianfranco Bettetini e Aldo Grasso (a cura di), 1988

È dello stesso secolo il *Dizionario delle Arti e de' Mestieri* di Francesco Grisellini e Marco Fassadoni, la prima enciclopedia italiana di artigianato, arti e mestieri. Importante documento sul progresso tecnologico e sull'attività economica italiana. L'*Enciclopedia Popolare* (1841-1851) di Giuseppe Pomba<sup>132</sup> contribuì a diffondere la cultura tecnico-scientifica ed umanistica nel nostro paese.

*Il Politecnico* traduceva parti delle migliori enciclopedie prodotte fuori dall'Italia. Nelle sue pagine si trovano una serie di monografie su ciascuna delle regioni italiane. L'eredità di C. Cattaneo verrà raccolta e sviluppata soprattutto dalle case editrici di Pomba, Treves<sup>133</sup> e Fratelli Dumolard<sup>134</sup>.

Con la stampa nasce anche uno degli *strumenti* fondamentali per la genesi della divulgazione scientifica: il libro.

### 2.1.2.2 Testi

Dai primi torchi non escono solo libri, escono anche almanacchi, fogli volanti, fogli di notizie, opuscoli di piccolo formato con poche pagine che illustrano fatti di cronaca e fogli di notizie lette pubblicamente, come ad esempio le gazzette a Venezia.

La maggior parte sono scritti in volgare; il linguaggio è semplice ed essenziale e, soprattutto, sono rivolti ad un pubblico di mercanti, di militari e di artigiani.

Fra le pubblicazioni più diffuse presso il grande pubblico si colloca *L'almanacco*, nato inizialmente come calendario e utilizzato, successivamente, per comunicare e diffondere le previsioni astronomiche. L'Almanacco contribuì, spesso, al radicamento di superstizioni e false credenze e solo nel '700 ha assunto il ruolo di libro divulgativo a carattere scientifico.

Questo tipo di pubblicazioni si differenzia da quella del libro perché, l'affermarsi di quest'ultimo, non è legato semplicemente alla sua stampa, ma anche alle capacità imprenditoriali del tipografo e alla levatura del committente a cui il libro è dedicato. Gli scienziati, in generale, si dimostrarono molto spesso riluttanti a pubblicare le loro opere perché, l'opera stampata, dava spazio e occasione agli avversari d'impadronirsi delle idee.

Non tutti gli scienziati, però, hanno scelto di seguire questa prassi, infatti, sono molti i testi e opere di scienziati pubblicate a partire dalla metà del Quattrocento.

A Treviso furono pubblicate l'*Arithmetica di Treviso* (1478) e il *De arithmetica opusculum* (1491). La prima di autore anonimo, rivolta a "*ciascheduno che vuole usare l'arte de la merchandantia chiamata volgarmente de labacho*"; la seconda di Filippo Calandri maestro d'abaco.

Fra i produttori di libri a carattere matematico, nel medioevo, era raro che fossero completamente dedicati ai giochi o alla divulgazione, mentre, era facile trovare fra i manuali didattici molti testi di problemi a carattere ludico. L'autore più importante fu Luca Pacioli<sup>135</sup> con il *De ludis in genere, cum illicitorum reprobatione*<sup>136</sup> e il *Summa de*

---

<sup>132</sup> Giuseppe Pomba (1795–1876), Poligrafo. L'attività dal 1854 è diventata Unione Tipografico-Editrice Torinese (UTET)

<sup>133</sup> Dal 1939 casa editrice Garzanti

<sup>134</sup> Editori milanesi

<sup>135</sup> Luca Pacioli, autore *De divina Proporthione*, opera illustrata da Leonardo da Vinci con le tavole sui solidi platonici

*arithmetica, geometria, proporzioni et proportionalità* (Venezia 1494), “*enciclopedia contenente termini in italiano, latino e greco: materna e vernacula lingua*”<sup>137</sup> comprensibile anche “*ai pratici vulgari*”. Meno conosciuta è, invece, l’opera di Alessandro Piccolomini *De la sfera del mondo ... Dele stelle fisse*. L’autore “[...] aderendo ad un programma di volgarizzamento della produzione scientifica del cinquecento antica e di divulgazione delle nuove conoscenze, si rivolge più ad un pubblico più vasto, anche femminile”<sup>138</sup>.

I testi di botanica, di anatomia e di zoologia iniziano ad essere impreziositi da xilografie<sup>139</sup> e acque forti<sup>140</sup> utili ad integrare l’insufficienza delle descrizioni verbali e l’assenza di linguaggio tecnico.

Nell’elenco delle piste aperte non possiamo non inserire il ruolo e il contributo dato alla divulgazione scientifica dagli artisti del Trecento e dei secoli successivi. Studi che questa ricerca indica come meritevole di essere approfondito partendo dall’opera di Tommaso Garzoni (1585) e dal libro di Marco Beretta<sup>141</sup>.

Gli studi e i contributi dati alla comunicazione scientifica dagli artisti e artigiani del Trecento non sono stati oggetto di approfondimento, ma si sa che si sono formati fuori dalle università e dalla cultura ufficiale. La loro cultura era chiamata la *cultura degli indocti*<sup>142</sup>. Caratterizzata dal carattere eminentemente pratico, pragmatico, con un approccio che presupponeva l’assenza della diretta conoscenza dei principi corrispondenti alle discipline ufficiali. Un esempio eclatante è il *De pictura* di Leon Battista Alberti dove la prospettiva nasce come tecnica di bottega, che Piero della Francesca ha successivamente interpretato matematicamente<sup>143</sup> attraverso lo studio degli Elementi di Euclide di Alessandria.

Gli artisti del Quattrocento provenivano da ambienti artigiani, contadini e piccola borghesia. Gli intellettuali del XVI e XVII secolo sono: Matematici, Astronomi, Medici, Agrimensori, Navigatori, Ingegneri, Costruttori di strumenti, Farmacisti, Ottici e Viaggiatori. Alcune di queste figure sono menzionate nel Dizionario della Crusca, che ripropone i termini in uso nel 1200, invece, le altre sono maturate nei secoli successivi.

In *La piazza universale di tutte le professioni del mondo*, T. Garzoni (1585) riporta tutte le professioni operanti in Italia nel periodo Rinascimentale; si tratta, appunto, di: Medici, Astrologi, Matematici, Alchimisti, Speciali, Metalliferi e Vetrai, mentre le professioni emergenti, quelle che occupavano una posizione subalterna, erano: i Mercanti, gli Artisti e gli Scienziati<sup>144</sup>.

Come per gli artisti, anche a molti artigiani, mancava la consapevolezza del radicale cambiamento che il loro lavoro portava anche nei quadri della cultura scientifica.

---

<sup>136</sup> *De ludis in genere, cum illicitorum reprobatione*, ritrovato nel ‘900, ora conservato nella biblioteca Corini Gronber di Gorizia

<sup>137</sup> Stefania Lunari, Marco Li Calzi, 2009

<sup>138</sup> Ministero dei beni culturali di Modena, Biblioteca Estense Universitaria Modena, pag. 14

<http://www.cedoc.mo.it>

<sup>139</sup> Liber Chronicarum opera enciclopedica rimasta nella storia come primo esempio di grande divulgazione della cultura realizzato a Norimberga con il contributo anche di Albrecht Durer (1493)

<sup>140</sup> Tecnica diffusasi nel XIV e utilizzata fino al XIX secolo

<sup>141</sup> Marco Beretta 2002

<sup>142</sup> Paolo Rossi, 2002

<sup>143</sup> E. Gamba, V. Montebelli, P. Piccini, 2006, [www.unibelaprospettiva.uniurb.it](http://www.unibelaprospettiva.uniurb.it)

<sup>144</sup> Il termine latino *scientia* richiamava la filosofia prima aristotelica, e solo in maniera indiretta, l’indagine del mondo animale. In Francia si utilizzava il termine *savant* (dediti agli studi delle scienze esatte. In Gran Bretagna si utilizzava *natural philosopher*. Si metteva in risalto la natura dell’oggetto sottoposta ad indagine

A Venezia venne pubblicata l'*Arithmetica mercantile* di Pietro Borghi, opera con funzione divulgativa ed educativa, utilizzata anche nella formazione scolastica dei ragazzi. Domenico Griminelli pubblicò a Roma la *Novissima pratica d'aritmetica mercantile* "operetta non pregiudicando a ness'un'altra potrebbe essere di giovamento alli principianti" (1670).

La popolarità della scienza svolgeva un'azione educativa, di riscatto dalle superstizioni e dall'arretratezza e anche un'azione di collegamento e comunicazione tra i diversi settori scientifici. Le forme di espressione letteraria di cui si servivano gli autori del tempo erano: l'articolo, il saggio, l'opera storica, il dialogo filosofico, la poesia, le lettere, il racconto, il romanzo epistolare. Il linguaggio era non tecnico, accompagnato dall'ironia, dalla digressione narrativa, o basato sul colloquio diretto con il lettore, ma sempre rivolto a tutti e non solo ai dotti.

Fra i divulgatori scientifici del '600 il più importante, come già detto, è G. Galilei, esempio di utilizzatore del libro, ma anche degli strumenti scientifici per diffondere le sue scoperte, a differenza di Isaac Newton, riluttante a pubblicare i suoi *Principia mathematica* (1687), e Nicolò Copernico<sup>145</sup> che non pubblicò il *De revolutionibus*, per paura della prevedibile reazione che le sue idee avrebbero potuto suscitare. Anche altri autori rinunciarono alla diffusione delle proprie idee per non incorrere, alcune volte, nelle controversie e contenziosi sulla priorità delle scoperte.

Fra il '600-'700 spicca l'opera di B. de Fontanelle<sup>146</sup> autore dell'*Entretiens sur la pluralità des mondes* (1686), opera alla portata del lettore non specialista, scritta con l'intento di coinvolgere le dame dei salotti dell'epoca, protagoniste delle opere pubblicate<sup>147</sup>. Fontanelle "[...] dovette giustificare la sua scelta di rivolgersi al lettore non esperto in una prolusione in cui prevalevano le argomentazioni di tipo difensivo.[...] è uno dei primi grandi successi della divulgazione scientifica europea in età moderna e contribuì a dare impulso alla letteratura scientifica per le donne".<sup>148</sup>

In Italia il primo esponente di saggistica è F. Algarotti autore del *Neutonianismo per le dame* (1737) e dei *Dialoghi sopra l'ottica newtoniana*. Altri tre esponenti importanti di questo periodo sono: Sguario che pubblica in forma anonima il *Dell'elettricismo* (1746), con l'obiettivo di rendere comprensibile, piacevole ed efficace la lettura a carattere scientifico; Giuseppe Compagnoni autore della *La chimica per le donne* scritta in stile epistolare e G. Cagnoli che scrisse la *Trigonometria piana e sferica* 1786, ed è anche l'unico interessato alla Matematica e all'Astronomia.

G. M. Figatelli pubblicò il *Trattato aritmetico* (Venezia nel 1774) "hauendo sempre riguardo alla brevità e facilità".

Nell'800 il pubblico era composto anche da molti operai che, per acquisire competenze tecnico-scientifiche, migliorare il proprio status e qualificarsi per il nuovo mercato del lavoro in fabbrica o in miniera, partecipavano a tutte le manifestazioni che riguardavano le nuove scoperte in campo scientifico.

L'industrializzazione della stampa dava vita ad un nuovo mercato: l'informazione in generale e la divulgazione scientifica in particolare. In parallelo ai libri era sopravvissuta, soprattutto fra gli scienziati, la rete epistolare nata nel rinascimento per vari motivi: uno dei quali era la paura che l'autore del libro aveva se qualcun altro si fosse servito delle sue idee; un altro motivo era l'assenza di modello normativo che aiutasse gli scienziati a rendere pubbliche e con successo le loro idee; un altro ancora era l'assenza

---

<sup>145</sup> Si rimanda al par. 2,1,1 di questo capitolo

<sup>146</sup> Si rimanda a p. 40

<sup>147</sup> <http://www.treccani.it>

<sup>148</sup> P. Govoni, 2002, p. 48



dell'iconografia, di simboli scientifici e di altri aspetti formali, tipici della Matematica, che rendevano complessa l'operazione di comunicare i risultati della ricerca; infine, la lentezza con cui i libri venivano pubblicati e i tempi lunghi per l'ottenimento dei privilegi di stampa: una forma di licenza ufficiale senza la quale non era possibile stampare un qualsiasi libro. Questi motivi spinsero gli scienziati nella metà dell'Ottocento a dare una nuova soluzione utilizzando i periodici scientifici.

### 2.1.2.3 Periodici scientifici e giornali

I primi periodici scientifici che segnano, comunque, una data importante nella genesi della divulgazione scientifica sono le *Journal des Savants* (1665), settimanale francese che informa il semplice cittadino sui libri pubblicati in Francia, all'estero e in l'Italia e riporta l'analisi di molte opere scientifiche prodotte. Segue questo modello il periodico *Mémoires sur le sciences et sur les arts* (1672) dedicato interamente alle scienze.

In Italia il primo periodico è *Giornale dei letterati*<sup>149</sup> (1668). Fondato a Roma a cadenza trimestrale, informava il cittadino alfabetizzato in campo letterario e scientifico trattando argomenti di storia, di teologia e scienza.. Strettamente collegato al *Journal des Savants*, da cui spesso traeva articoli e recensioni, limitandosi a tradurli in italiano per informare i suoi lettori sulle pubblicazioni che si stampavano in Europa.

Al *Giornale de' Letterati* si affiancano: *La Galleria di Minerva*<sup>150</sup>, le *Novelle Letterarie*<sup>151</sup>..

Fra le riviste scientifiche estere l'inglese *Nature* (1869) e l'americano *Science* (1883) contengono rubriche rivolte al pubblico e ai non specialisti.

*L'illustrazione italiana*, settimanale di cultura ed attualità, nata per informare l'alta e media borghesia dedicava alla scienza la rubrica *Conversazioni scientifiche* e all'industria *Novità della scienza*.

Ai primi del Novecento i giornali italiani che trattano di avvenimenti culturali e scientifici, compresi i risultati dei congressi matematici sono *Il Messaggero* e il *Corriere della sera*. A questa testata si deve l'invenzione della terza pagina dedicata prevalentemente alla cultura. La rivista *Scientia*, pubblicata dal 1907 al 1988, fu fondata da un gruppo di famosi studiosi con a capo Federigo Enriques per contrastare la settorialità della scienza maturata a fine Ottocento e che avrebbe potuto, secondo gli autori, portare ad una eccessiva specializzazione delle singole discipline in campo scientifico.

In Inghilterra il segretario della Royal Society, Henry Oldenburg (1665) fonda il periodico *Philosophical Transactions*, interamente a sue spese, stanco di compilare manualmente il resoconto annuale dell'Accademia. L'iniziativa fu imitata anche a Parigi dove vennero pubblicate le *Mémoiresde l'Académie des Sciences*. Entrambi divennero i principali strumenti di divulgazione scientifica in Europa, non certo rivolta al grande pubblico.

Nel secolo Diciottesimo a Milano esce il periodico *Il Caffè* opera di Pietro e Alessandro Verri, Cesare Beccaria ed altri intellettuali. Fondata nel 1744, l'ultima pubblicazione è

---

<sup>149</sup> Per opera di Francesco Nazari, 1668, a Roma, successivamente a Parma e Modena per opera di Benedetto Bacchini, che lo dirigerà dal 1686 al 1697 facendone una delle pubblicazioni più importanti del periodo e Venezia, ad opera di Apostolo Zeno, Scipione Maffei e Antonio Vallisneri

<sup>150</sup> Venezia nel 1696 ad opera di Girolamo Albrizzi

<sup>151</sup> Firenze, 1740, ad opera di Giovanni Lami

del 1766. Affrontava temi vari dal cacao alla tecnica ma, soprattutto mirava a comunicare un uso intelligente della scienza e della tecnica. Le sue idee e metodo d'intervento vennero ripresi successivamente anche da Il Politecnico.

Le riviste del secolo XVIII erano più vicine ai fogli commerciali che alle tradizionali pubblicazioni accademiche. Uno dei primi esempi di riviste divulgative, pubblicate a Milano, rivolte al pubblico anche se colto sono rappresentate da *Biblioteca fisica d'Europa* (1788) e *Giornale di fisica, chimica e storia naturale* (1808-1818) ad opera di Valentino Brugnatelli. *Commercio scientifico col Regno delle due Sicilie*, rivista bimestrale (1792) di Vincenzo Comi che, per mancanza di abbonamenti, chiuse l'anno successivo. Si trattava di corrispondenze che il fondatore scambiava con studiosi come A. Lavoisier, E. Darwin, L. Galvani e membri della Royal Society e di altre accademie europee. Il materiale veniva sintetizzato con linguaggio meno specialistico, commentato e proposto ai lettori.

Nel 1839 nasce la rivista *Il Politecnico* (1839-1844) diretta da Carlo Cattaneo fino al 1844. Una delle riviste dell'Ottocento di respiro europeo, faceva interagire esperti di diverse discipline e si poneva come novità nel panorama italiano dove dominava ancora la cultura accademica. Dopo il 1860 venne dedicato ampio spazio soprattutto alle scienze naturali e umane. Cessò la pubblicazione nel 1937. Per il fondatore della rivista “[...] ogni scienza più speculativa deve tosto o tardi anche dà suoi più aridi rami produrre qualche inaspettato frutto all'umana società. Il periodico si poneva come interprete e mediatore fra il mondo degli specialisti e il pubblico”.

Le pubblicazioni per informare su eventi, ambienti e personaggi si moltiplicano. Sono gli anni in cui nasce il quotidiano, strumento rivoluzionario che permise e permette di disporre contemporaneamente di testi brevi e diversi tra loro, nuovi modelli di *mise en page*, quello a più colonne affiancate. La periodicità obbligatoria e poi la quotidianità imposero ritmi di composizione, di produzione meccanica e distribuzione del tutto nuovi, creando nuove abitudini di lettura, letture più libere e sciolte rispetto al passato, nuovi spazi e un nuovo rapporto con lo scritto.

A partire dall'Ottocento le riviste di cultura si differenziano sempre più, dando vita a un processo di specializzazione che porterà al periodico scientifico.

La comunità scientifica si differenzia sempre più, favorendo la nascita di una quantità di riviste di ricerca e carattere didattico-disciplinare<sup>152</sup>.

Furono pubblicate altre due riviste divulgative *Specchio delle scienze* Palermo (1814) e *Compilatore delle cognizioni utili* a Cagliari (1835) che cessò la pubblicazione quattro anni dopo. E. Battifoglia<sup>153</sup> riporta che le nuove riviste pubblicate in Italia fra il 1864 e il 1914 furono 28, 15 nate al nord, 9 al centro e 4 al sud della nostra penisola.. L'incremento era dovuto alle “nuove scoperte, nuove teorie scientifiche, l'avanzata della tecnologia negli anni del lento sviluppo industriale e all'affermarsi del positivismo”<sup>154</sup>.

Le più famose case editrici, alcune attive ancora oggi furono: Hoepli e Rizzoli a Milano, Le Monnier a Firenze, Cappelli e Zanichelli a Bologna, UTET, Loescher, F.lli Bocca e Paravia a Torino, F.lli Drucker a Verona-Padova, Tipografia del Seminario, Sandron a Palermo, Giannotta a Catania, Tannini a Brescia, Barbera a Roma.

---

<sup>152</sup> Si rimanda al §.2.5.3 p. 56 di questo cap. 2 2.5.2 pp. 58-59

<sup>153</sup> Enrica Battifoglia, 2004, giornalista scientifico, agenzia ANSA Vedi Allegato n°2.2 p.192

<sup>154</sup> Enrica Battifoglia 2004, p. 4

## 2.2 Le scuole le accademie e le università

Nella storia delle Accademie, Università e Scuole non emergono momenti importanti volti ad incidere positivamente e direttamente sul fenomeno della divulgazione scientifica se non qualche sporadica iniziativa quasi personale. Si è scelto di analizzare la storia e gli sviluppi di queste istituzioni per capire come e quanto hanno influenzato anche indirettamente sul futuro affermarsi del fenomeno oggetto dei nostri studi.

### 2.2.1 Le scuole

Nel mondo antico le prime scuole di cui si ha notizia sono quelle fondate dai discepoli di Socrate<sup>155</sup>. Non sono tuttavia oggetto della nostra indagine

Il medioevo è caratterizzato dal ruolo assunto dai monasteri e dalla nascita delle scuole cattedratiche. Gli studi e i programmi in queste scuole erano propedeutici a quelli superiori di Teologia, Giurisprudenza e Medicina raccolti nelle arti del trivium (grammatica e latino, retorica e dialettica) e del quadrivium (aritmetica, geometria, astronomia, musica); i testi utilizzati fino al XVI secolo furono quelli di Aristotele, Sacro Bosco, Euclide e Tolomeo.

Dopo la Riforma protestante i gesuiti istituirono numerosi collegi all'interno dei quali fondarono la Scuola Secondaria che si fondava sulla *ratio studiorum*<sup>156</sup>.

In età moderna emerge la proposta di Comenio con orientamento empiristico caratterizzato da un tipo di educazione permanente, accompagnata da un curriculum scolastico capace di rispettare l'evoluzione della personalità degli iscritti

Nel Settecento nasce in Italia la Schola<sup>157</sup> della famiglia Riccati, detta riccatiana, interessata allo studio della Matematica, dell'Architettura, della Fisica, della Filosofia e della Teologia, molto apprezzati sul territorio trevigiano.

Il primo vero ordinamento della scuola italiana, su territorio nazionale, è avvenuto, a seguito della caduta delle monarchie assolute e l'avvento dello spirito liberale (1859) con la legge, detta Casati dal nome del legislatore. Casati introduce la prima suddivisione in *istruzione secondaria classica*, che apre le porte agli studi superiori con relativi titoli accademici nelle università Italiane, e *l'istruzione tecnica*, per i giovani che vogliono dedicarsi alla carriera del pubblico impiego, alle industrie e simili. Le due istruzioni, poste a livelli differenti, crearono la prima discriminazione perpetrata dalle future decisioni che incisero negativamente anche sulla credibilità dell'*istruzione tecnica*. Istituì anche la scuola *Magistrale* non compresa in questa suddivisione, ma inserita nella *istruzione primaria*, producendo anche in questo caso una influenza negativa sul mondo della scuola. Le stesse leggi, se pur con qualche modifica, venivano estese alle regioni che, man mano, si annettevano allo Stato Italiano. Alla legge G. Casati segue la legge Michele Coppino (1867), varata prima dell'unità nazionale. Quest'ultima introduceva, su indicazione del matematico Giuseppe Cremona, una

---

<sup>155</sup> Fondatore, nell'ordine, da Antistene, Aristippo, Euclide e Fedone di Elide

<sup>156</sup> *Ratio studiorum*: espressione latina che designa la regola e il metodo seguiti dai gesuiti

<sup>157</sup> Giorgio Tommaso Bagni, Cultura e scienza nella Marca del Settecento: la Schola riccatiana, [www.syllogismos.it/history/cm-schola.pdf](http://www.syllogismos.it/history/cm-schola.pdf) . Il testo non è stato pubblicato per sopravvenuto decesso dell'autore

modifica che andava ad incidere sull'insegnamento della Matematica del ginnasio-liceo: l'introduzione degli *Elementi* di Euclide come libro di testo di Geometria. Un'altra modifica dovuta ancora al Cremona riguarda la sostituzione dei testi stranieri con quelli italiani. Il Matematico era del parere che, *“Ora che il giogo straniero non ci sta più sul collo a imporci gli scelleratissimi testi [...]. Diciamolo francamente: noi non abbiamo libri elementari che siano originali italiani e giungano al livello dei progressi della scienza”*.<sup>158</sup>

Fu soppresso l'insegnamento dell'Aritmetica pratica perché *“doveva (l'insegnamento) essere visto come mezzo di cultura intellettuale, come una ginnastica del pensiero, diretta a svolgere la facoltà del raziocinio e ad aiutare quel gusto e sano criterio che serve di lume per distinguere il vero da ciò che ne ha soltanto l'apparenza”*.<sup>159</sup>

Per la nostra trattazione abbiamo scelto di esaminare solo i cambiamenti rivolti ai licei a titolo esemplificativo, ma il discorso è estendibile ai tecnici che si presentavano ulteriormente penalizzati rispetto ai licei<sup>160</sup>.

Nell'ultimo ventennio dell'Ottocento la matematica *“[...] sia per quanto riguarda i contenuti dei programmi, sia per il numero di ore ad essa riservate. [...] il numero eccessivo di ore dedicato alla lingua patria e la mancanza delle lingue straniere e poi, per quanto riguarda la Matematica, l'assenza di alcuni temi quali la geometria analitica e il calcolo differenziale [...] l'adozione di un metodo didattico esclusivamente razionale con poco spazio alle applicazioni”*.<sup>161</sup> Fino alla fine del secolo i rimaneggiamenti nei programmi si susseguono con modifiche che coinvolgono ora una, ora l'altra classe alla ricerca della soluzione ottimale per giustificare l'introduzione dei libri di Euclide come testo da adottare e il monte ore riferito alla matematica nelle disposizioni nelle diverse classi.

Le ore per le tre classi del ginnasio inferiore erano in totale 6, 6 anche per le due classi del ginnasio superiore e 11 per il liceo classico. Le ore settimanali per l'intero corso erano 23. Fu soppressa la prova scritta di Greco e Matematica alla maturità e la matematica, nell'ultima classe del liceo è diventata materia opzionali unitamente al greco. Quel liceo offriva la possibilità d'isciversi alla Facoltà di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali o in Lettere e filosofia.

I vari congressi della Mathesis, del 1901, 1903 e 1905, mettevano in evidenza come *la scuola italiana non aveva saputo stare al passo con i tempi*. Il IV congresso del 1908 ospitò una sezione dedicata ai programmi e metodi d'insegnamento matematico nelle varie Nazioni europee.

Nel 1922 Giovanni Gentile approfittando della legge che concedeva pieni poteri al primo governo B. Mussolini, attuò in un solo anno la riforma del sistema scolastico italiano<sup>162</sup> seguendo le linee pedagogiche e filosofiche che aveva partorito già dai primi del Novecento e trascurando i suggerimenti e i programmi elaborati dagli studiosi di Matematica nei convegni e congressi che erano stati permanentemente oggetto di discussione.

---

<sup>158</sup> Giuseppe Cremona (1830-1963), 1860, p. 323

<sup>159</sup> L. Cremona e F. Brioschi, 1869, p. 51

<sup>160</sup> Per uno studio approfondito del tema si rimanda a Roberto Schot, 2010

<sup>161</sup> Livia Giacardi, 2006, pp. 17-18

<sup>162</sup> Si rinvia al cap. 3, § 3.3.1, p. 57

## 2.2.2 Le Accademie

Le prima Accademia, lo attesta il nome di derivazione greca, indicava la Scuola di Platone, (387 a. C.) fondata nel terreno di Accademo, fuori le mura di Atene, giardino dove si svolgevano le lezioni aperte al pubblico.

L'Accademia di Platone ad Atene raccoglieva filosofi, matematici, astronomi e medici. Distrutta dai soldati romani (86 a. C.), continuò la sua attività sino al 268-64 a. C subendo cambiamenti di pensiero, riforme e indirizzi.

Nel XVI sec. le Accademie promuovevano e mettevano in risalto l'indagine naturale e la figura dello scienziato<sup>163</sup>. Le più antiche sono quelle istituite a Rimini (XIV sec.) da Jacopo Allegretti, fondatore anche dell'Accademia dei Filerigiti a Forlì (1370), con interessi letterari e scientifici; a Firenze da Marsilio Ficino (1459) per volere di Cosimo il Vecchio nella villa medicea di Careggi. Le discussioni a carattere scientifico si svolgevano seguendo il modello platonico: dialogo, lezione, commento di opere classiche. L'Accademia degli Inflammati fondata a Padova da Leone Orsini (1540) che, svolgeva l'attività prevalentemente in volgare, su argomenti filosofici e letterari, fu sciolta dieci anni dopo.

L'Accademia dei Lincei, prima accademia scientifica europea, fu fondata nel 1601. Inizia la sua attività nel 1603 ad opera di Federico Cesi<sup>164</sup>, Francesco Stelluti<sup>165</sup>, Anastasio de Filiis<sup>166</sup>, Johannes van Heckeck.<sup>167</sup> Il Cesi mirava a realizzare un catalogo naturalistico del museo messicano, Stelluti si interessava di microscopia e entomologia, Filiis era dedito alla costruzione di congegni meccanici, (astrolabio 1603) e il medico l'olandese Heckeck era interessato alle discipline naturalistiche. L'oggetto di studio degli accademici erano le scienze della natura da studiare mediante libera osservazione sperimentale senza condizionamenti e vincoli di tradizione e autorità. L'Accademia terminò la sua attività nel 1651 per riprenderla a partire dal 1847. Il *Lynceographum* dell'accademia è stato pubblicato nel 2001, IV centenario della fondazione.

Galileo Galilei faceva parte dei 25 iscritti all'Accademia, si occupava di astronomia, mentre, Della Porta s'interessava di chimica. Gli iscritti manifestarono eterogeneità di interessi proiettati verso la pubblicazione e promozione dei singoli lavori più che verso un preciso progetto collettivo.

L'Accademia dei Lincei di Roma è diventata nel 1992 Consulente scientifico e culturale del Presidente della Repubblica. Oggi il suo fine istituzionale è “*promuovere, coordinare, integrare e diffondere le conoscenze scientifiche nelle loro più elevate espressioni nel quadro dell'unità e universalità della cultura*”.<sup>168</sup> La seconda sede dell'Accademia dei Lincei è l'Accademia dei Segreti presieduta da Giovambattista della Porta a Napoli, con l'intento di riunire gli studiosi interessati ai fenomeni naturali. Della Porta, nella sua casa, allestiva un museo aperto al pubblico “*contribuendo così alla*

---

<sup>163</sup> L'introduzione del termine *scienziato* come sostantivo risale al 1833 su richiesta del poeta inglese Samuel Taylor Coleridge. Govoni 2004, p. 15. ritrova questo termine nella recensione di un libro divulgativo di Mary Somerville del 1834. Prima di allora il termine usato era *filosofo naturale o uomo di scienza*

<sup>164</sup> Federico Cesi studioso di botanica

<sup>165</sup> Francesco Stelluti con il compito di insegnare ai soci matematica, geometria e astronomia

<sup>166</sup> Anastasio de Filiis appassionato di astronomia

<sup>167</sup> Johannes van Heckeck olandese, uno dei fondatori dell'Accademia dei Lincei

<sup>168</sup> <http://www.lincei.it>

maturazione del concetto di museo pubblico”.<sup>169</sup> Non abbiamo però reperito informazioni sulla effettiva frequenza del pubblico.

L’Accademia del Cimento fu fondata a Firenze nel 1657 per iniziativa del granduca Ferdinando “[...] l’istituzione scientifica unanimamente riconosciuta dagli storici come la prima accademia organizzata secondo una struttura sociale e istituzionale che prefigura la nascita e lo sviluppo delle accademie moderne anche in Europa. L’artificiere si forma proprio dentro questa accademia dove gli strumenti, non servivano solo per spiegare la visione meccanicistica della natura, ma [...] si integravano come parte necessaria e insostituibile nella prassi scientifica”.<sup>170</sup> Alla scienza si assegnava un ruolo superiore proprio per l’utilità pratica. Il moto dell’Accademia, vista la nuova concezione basata sullo sperimentalismo, era *Provando e Riprovando*. Le ricerche scientifiche dei suoi frequentatori spaziavano dalla fisiologia, alla botanica, farmacologia, zoologia, meccanica, fino all’ottica e meteorologia. Gli accademici dedicarono molta attenzione alla costruzione degli strumenti sempre più accurati nella precisione, quali: termometri, igrometri, microscopi, pendoli etc.. Il patrimonio strumentale dell’Accademia del Cimento è conservato nel Museo di Storia della Scienza di Firenze. Alla morte di Leopoldo di Lorena (1675), i pezzi in vetro erano 1282, ora sono ridotti a 223.

Nel 1779 nasce l’Accademia dei Regi Studi di Palermo, corrispondente alla odierna Università.

Importante per la maturazione del fenomeno divulgativo è stata la storia delle Accademie europee. In Inghilterra nasce un gruppo di scienziati che fonda la Royal Society for Improving of Natural Knowledge (1660) per diffondere una filosofia dell’umanità, combattere il profitto immediato della conoscenza e la sottomissione ai maestri. Erano ammesse persone provenienti da altri paesi. Lo scopo della Società fu quello di redigere resoconti fedeli di tutte le opere della natura attraverso un linguaggio scarno e naturale che si avvicinasse a quello degli artigiani, contadini e mercanti, piuttosto che al linguaggio dei filosofi. Dal 1662 al 1677 fu segretario della società Henry Oldenburg che nel 1665 dette inizio alla pubblicazione degli atti, *Philosophical Transactions*, che ancora oggi continuano ad essere pubblicati.

*Le Transactions della Royal Society* costituiscono il primo esempio, in Europa, di rivista periodica dedicata a questioni di natura scientifica.

In Francia nasce l’*Académie des Sciences* di Parigi (1666) con le stesse ispirazioni degli accademici fiorentini. I membri lavorarono alla storia naturale secondo il piano tracciato da Bacone.

Le accademie del Settecento avevano introdotto l’interesse alla pubblicazione dei primi periodici, alla comunicazione scientifica e alla valorizzazione della specializzazione delle discipline.

A partire dalla metà del secolo XVIII il ruolo e l’utilità delle accademie iniziò ad essere messa in discussione. Diderot e Rousseau sono stati i primi ad esprimere critiche, seguiti da Jean-Paul Marat<sup>171</sup> e d’Alembert autorevole membro dell’*Académie Royale des Sciences* e degli Immortali dell’*Académie Française*. I primi due manifestarono lo scetticismo sull’idea di vedere riunite tutte le scienze in un unico corpo di principi comuni. L’obiettivo posto era irrealizzabile “[...] tentasse d’imprigionarne il talento in

---

<sup>169</sup> [www.http://www.lincai-celebrazioni.it](http://www.lincai-celebrazioni.it)

<sup>170</sup> Beretta, 2002, p. 134

<sup>171</sup> Jean-Paul Marat, autore del libro: *Les charlatans modernes, oulettres sur le charlatanisme académiques*, medico e traduttore dell’*Ottica* di Newton

*un'impresa collettiva*<sup>172</sup>, non a caso i principali protagonisti della rivoluzione scientifica, G. Galileo, René Descartes e J. Newton apparivano come scienziati geniali e irripetibili. I motivi che portarono Jean-Paul Marat alla posizione critica nei confronti dell'accademia verteva sul piano personale. J.B. D'Alembert, invece, riteneva necessario che si svincolassero i corpi accademici dalla condiscendente protezione dei principi.

In Francia la chiusura delle Accademie coincise con la caduta della monarchia. L'*Académie des Sciences* entrarono a far parte dell'*Institut National*. La ricerca scientifica prodotta si trasferì nei collèges, università e diedero origine ai musei e alle associazioni scientifiche disciplinari. Organizzazioni considerate più flessibili e capaci di incidere e sulla comunità scientifica e sulla vita politica del paese. Le stesse trasformazioni hanno caratterizzato le accademie degli altri paesi.

Questi cambiamenti sfociarono nella creazione in una nuova forma di organizzazione: l'università

### **2.2.3 Le università**

Il parere sull'origine dell'università non è sempre concorde, mentre, si è concordi sul significato del termine *universitas*: associazione di studenti nella quale talvolta si includono anche i docenti, come riporta Geymonat.

L'università più antica è quella di Bologna (XII sec.). Dalla scissione degli studenti bolognesi nasce una nuova università: quella di Padova (1222). Gli studenti per imposizione di Federico II non possono frequentare università fuori del loro regno.

L'università romana sorge alla fine del XII secolo.

La lingua ufficiale per tutte le università è il latino cosa che consentì agli studenti di spostarsi da una università all'altra senza difficoltà per seguire le lezioni dei migliori insegnanti europei e permise la diffusione e il confronto ampio e critico delle idee.

Le prime università francesi sono quelle di Parigi, Montpellier e Orléans; in Inghilterra Oxford e in Spagna Salamanca.

Le facoltà attivate sono quattro: Arti, Diritto, Medicina e Teologia.

Le università rinascimentali prevedevano l'insegnamento delle scienze naturali con ruolo subalterno, infatti, gli statuti non consentivano la formazione di un curriculum scientifico, privando così gli iscritti della possibilità di uno sbocco professionale scientifico; cosa che si ebbe solo nel Settecento. Non esisteva ancora la sperimentazione e l'osservazione diretta di quanto si apprendeva nelle lezioni, queste erano condotte tradizionalmente, scandite dalla lettura e commento dei testi classici.

Nelle università del Seicento sono ancora assenti discipline quali Chimica, Anatomia, Lingue e gli Esperimenti. Per questo motivo scienziati come G. Galileo, R. Cartesio e J. Newton manifestavano insofferenza per i limiti strutturali delle università, inadeguate ad accogliere e trasmettere le teorie scientifiche della rivoluzione scientifica.

Nel Settecento sono i piccoli centri a introdurre, le prime innovazioni influenzati dall'Illuminismo e dalla produzione dell'*Encyclopédie* di D. Diderot e d'Alembert. La medicina fu la prima a rinnovarsi con l'introduzione della verifica sperimentale della diagnosi e l'analisi chimica del rimedio. Questa prassi favorì lo sviluppo dei corsi di chimica istituiti a partire dal 1718.

---

<sup>172</sup> Marco Beretta, 2002, p. 138

La prima cattedra di Filosofia Sperimentale (Fisica) venne istituita nel 1717. I nuovi manuali adottati facevano riferimento alla pratica di laboratorio. Altra novità fu l'importanza assunta dal tirocinio pratico con ruolo educativo.

In Italia, così come in altri paesi, le università istituirono, con i nuovi curricula scientifici, nuove cattedre. Tutte le iniziative intraprese non coinvolgevano l'intero territorio nazionale, ma il tutto avveniva solo a carattere regionale a causa della situazione politico-sociale-culturale del momento.

Le università pioniere furono: Pisa, Padova, Pavia e Bologna

A fine '700 nella facoltà di Filosofia e Arti si insegnava la Fisica Sperimentale, la Geometria ed Aritmetica e Altre Matematiche (De Trigonometria e de Architettura). Nel 1838 vennero istituiti i corsi di Matematica e Geometria elementare, Geometria pratica e Algebra supplementare per poi dare vita alla facoltà di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali. I corsi nei decenni successivi vennero modificati seguendo le specializzazioni che andavano affermandosi.

L'Università di Cagliari (1626) solo nel 1777 istituisce la Classe di Matematica con l'elenco degli esami da sostenere per acquisire le Patenti di Architetto civile, Misuratore e Agrimensore. Solo nel 1924 nasce il corso di Laurea in Matematica nell'ambito della Facoltà di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali.

Nel 1626 le cattedre presenti erano sei di teologia di cui due di leggi, due di canoni e due di istituzioni, due cattedre di medicina; tre di filosofia comprendenti: Logica, Fisica e Dottrine di Aristotele. La Matematica era trattata nell'ambito dell'Astronomia e della Geografia.

Nell'Università sarda i docenti, dal 1626 al 1762-63, erano tutti sardi, mentre, nella seconda metà del Settecento la Sardegna, parte del Regno Sardo Piemontese, i docenti provenivano anche da altre località e la riforma introdusse la clausola che i professori il *“sabbato faranno esporre compendiosamente in ogni Scuola le materie insegnate [...] e quanto alla Geometria e altre Matematiche, si faranno quelle esercitazioni che il Professore giudicherà più convenienti”*.<sup>173</sup>

Nel 1847, abolita l'autonomia della Sardegna, venne applicato lo Statuto del Piemonte. La legge Casati del 1859 istituì in Italia il Consiglio Superiore della Pubblica Istruzione, i Consigli Universitari e di Facoltà, inizialmente, solo per le Università di Torino, Pavia, Genova e Cagliari. Le facoltà divennero cinque: Teologia, Giurisprudenza, Medicina, Scienze Fisiche Matematiche e Naturali, Filosofia e Lettere.

Nel primo decennio del Novecento le discipline insegnate erano: Fisica sperimentale, non più Geometria ed Aritmetica ma Geometria Proiettiva e Descrittiva; Altre Matematiche fu sostituita dal Calcolo infinitesimale, a queste si aggiunsero Algebra complementare, Geometria Analitica e Meccanica. È in questo decennio che gli studi universitari s'imposero come luogo privilegiato della ricerca scientifica.

### **2.3 Verso una stampa a carattere divulgativo**

È difficile risalire ai primi scritti, catalogabili come divulgativi, per quanto i primi trattati di divulgazione Matematica, in Italia, possano ritenersi quelli dedicati interamente ai quesiti e ai problemi. *Ludi Matematici* di Leon Battista Alberti<sup>174</sup> (1448) è

---

<sup>173</sup> AA VV., 1982, p. 47

<sup>174</sup> Consultabile nel sito, web. [Math.unifi.it/users/pdf](http://Math.unifi.it/users/pdf), p. 96



da ritenersi uno dei primo testi divulgativi. Fu però preceduto dagli scritti da Alcuino da York<sup>175</sup>, che chiamato alla corte di Carlo Magno (781) raccolse una serie di problemi originali e divertenti, da usare come strumento per l'educazione dei giovani. *Giocchi matematici alla corte di Carlo Magno e Problemi per rendere acuta la mente dei giovani* di Alcuino, sono definiti da Raffaella Franci<sup>176</sup> incredibilmente moderni, tanto da anticipare, di vari secoli, l'enunciazione di problemi matematici importanti e di successo.

Ancora italiano il *De viribus quantitatis*<sup>177</sup> di Luca Pacioli<sup>178</sup>, la più importante raccolta medioevale di ricreazioni matematiche e scientifiche, pubblicato fra il 1496-1508, la cui unica copia manoscritta è conservata nella biblioteca di Bologna<sup>179</sup>. È opera di Pacioli anche il *De Ludis* ovvero *Schifanoia*, trattato sul gioco degli scacchi, parte di un lavoro più ampio dedicato a Francesco Gonzaga e a Isabella d'Este.

AL. Pacioli non venne attribuito per secoli il merito della prima raccolta di giochi matematici riconosciuto a Bachet de Méziriac con la pubblicazione dei *Problèmes plaisant et délectables qui se font par les nombres* (1612), da dove hanno attinto Van Etten, Frédéric Ozanam e via via tutti gli altri. Solo a seguito della scoperta della lettera di suppliche che Pacioli inviò al Doge di Venezia, Leonardo Loredan per ottenere il privilegio di stampa delle sue opere fra le quali il *De viribus*, in data 29 Dicembre 1508, gli venne dato il giusto riconoscimento.

Il *De viribus* è divisa in tre parti, la prima *Delle forze naturali cioè de Arithmetica*, collezione di giochi matematici il cui indice riporta 120 problemi; la seconda, *Della virtù et forza lineale et geometria* descrive una decina di giochi topologici che Dario Uri<sup>180</sup> propone nel suo sito. L'indice della seconda parte dell'opera contiene 139 problemi. La terza parte il *De documenti morali utilissimi* contiene un indice con un elenco di 86 titoli.

Altro autore italiano di giochi matematici è Pietro di Antonio da Filicaia con il *Libro dicto de giochi mathematici* (1510).

La produzione di testi divulgativi, di giochi e problemi matematici, nei secoli successivi, è soprattutto estera più che italiana. Il francese, già citato, Jacques Ozanam, con l'almanacco *Ladies Diary* (Londra 1704) oltre a fornire notizie di carattere astronomico, dedicava sezioni ad enigmi, rebus, rompicapi e giochi matematici. Ogni numero riportava le soluzioni degli esercizi delle edizioni precedenti fornite dai lettori, operazione capace di coinvolgere molti matematici dell'epoca.

Spesso, nel settecento era difficile distinguere le opere scientifiche da quelle divulgative. Gli *Eléments de la philosophie de Newton* del 1738 di V. Voltaire<sup>181</sup> sono stati letti e da scienziati e da persone prive di preparazione tecnica e terminologica propria del tema in esame.

Da citare, per l'influenza a livello internazionale, è l'inglese Lewis Carroll, pseudonimo utilizzato da Charles Lutwidge Dodgson con la raccolta *The Pillow Problems* (1898). Nel sec. XIX e XX i maggiori esponenti furono Samuel Loyd, americano che pubblicava nei giornali del periodo i suoi giochi e puzzle; Henri Ernest Dudeney

---

<sup>175</sup> Leon Battista Alberti, monaco inglese, 2005 (traduzione italiana)

<sup>176</sup> Raffaella Franci, Ordinario presso Il Dipartimento di Scienze Matematica e Informatiche, Università degli Studi di Siena, consultabile nel sito, [web. Math.unifi.it/users/](http://web.Math.unifi.it/users/)

<sup>177</sup> Luca Pacioli, *De viribus quantitatis*, 2009, (ristampa)

<sup>178</sup> Consultabili nel sito <http://www.uriland.it/matematica/DeViribus/Presentazione.html>

<sup>179</sup> Non è possibile presentare la copia delle pagine dell'opera di Pacioli pertanto rimando al sito <http://www.uriland.it/matematica/DeViribus/Presentazione.html>

<sup>180</sup> Dario Uri, appassionato di giochi matematici, curatore del sito <http://www.uriland.it/>

<sup>181</sup> Si rinvia al par. 2.1.1 cap. 2

matematico autodidatta inglese, pubblicava sotto lo pseudonimo di Sfinge; Edouard Lucas francese, con *Récréations mathématiques* (1894), composta da 4 volumi e con il libro *Arithimétique amusante*, pubblicato l'anno successivo, dove raccolse l'intero repertorio di giochi matematici conosciuti in quel periodo.

I testi di botanica, anatomia, zoologia venivano impreziositi da tavole utili ad integrare l'insufficienza delle descrizioni verbali e l'assenza di linguaggio tecnico. Ebbero un ruolo importante anche le tavole che riproducevano le tante piante coltivate negli erbai. Oggi si va alla ricerca di notizie a carattere scientifico anche scrutando e studiando le opere quali quadri, affreschi, xilografie, mosaici, ecc. per capire, proprio attraverso le rappresentazioni, la nascita o il risalire dell'utilizzo di strumenti nello studio dei processi divulgativi scientifici. Anche questa è una delle piste aperte per lo studio della genesi della divulgazione scientifica.

La Govoni<sup>182</sup> asserisce che la produzione dei libri, a cinquant'anni dalla scoperta della stampa, era fiorente e sempre in crescita. I libri a stampa erano 10-20 milioni in Italia, mentre, in tutta Europa il numero dei codici arrivava a 300.000 (1500). Nel '600 erano diventati 200 milioni di copie. A fine Seicento si svolgono le prime fiere internazionali del libro<sup>183</sup>. Venezia era uno dei grossi centri dell'editoria.

Già dalla fine del XVII secolo le scoperte scientifiche si avviarono ad un livello di complessità sempre più elevato rendendo non più possibile seguire gli autori delle opere in cui venivano pubblicate le nuove scoperte. A differenza di alcune opere di autori come Galileo Galilei, altri come ad esempio Newton non potevano essere letti dai più. Forse è per questo che si diffuse un nuovo filone e modo di comunicare la scienza agli studenti e persone meno colte. Un rappresentante del nuovo filone è il già citato Bernard le Bovier de Fontanelle che in l'*Entretiens sur le pluralità des mondes* affronta proprio questo problema: "*Devo avvertire coloro che leggeranno questo libro e che hanno qualche conoscenza di Fisica, che non ho assolutamente la pretesa di istruirli, ma solamente divertirli presentandogli, in una maniera un po' più gradevole e più allegra [...]*".<sup>184</sup> Algarotti, Sguario, Cagnoli seguono lo stesso filone rivolgendosi soprattutto alle donne, scelta praticata anche dal matematico Eulero che dedica le *Lettere a una principessa tedesca* alla principessa Johanna Charlotte di Anhalt-Dessau 1785.

Nel settecento a Bologna si assiste ad un utilizzo quasi sociale della stampa di divulgazione. La città è ricca di librai, tipografi, stampatori e incisori artigiani che diffusero le stampe illustrate. Inoltre il Pontefice Benedetto XIV (1754) regalò la sua biblioteca privata all'Università e l'anno successivo fu sancito l'obbligo per tutti i tipografi della città di donare alla biblioteca delle Scienze una copia di ciascun volume da essi stampato.

È del secolo XIX la diffusione del romanzo scientifico. Uno dei rappresentanti è Jules Verne.

Da questo mondo stampato molti italiani rimasero ancora per lungo tempo ai margini come già affermato<sup>185</sup>. Fra i residenti al nord gli analfabeti arrivavano al 54%, al centro al 75%; all'84% nel meridione e all'86% nelle isole. In Sardegna l'analfabetismo femminile si aggirava attorno all'85%<sup>186</sup>.

Dalla situazione nazionale descritta emerge un quadro caratterizzato da momenti di discreta fortuna da datarsi fine '800, alternati ad altri di grande difficoltà. In questo

---

<sup>182</sup> Govoni, 2002, p. 44

<sup>183</sup> Paolo Rossi, 2000

<sup>184</sup> Fontanelle, 1839, p. 12

<sup>185</sup> Si rinvia a p. 35 steso capitolo

<sup>186</sup> Censimento nazionale del 1861, <http://www.cronologia.leonardo.it>

quadro si colloca anche la divulgazione matematica rivolta al grande pubblico, fino agli anni sessanta, ha risentito delle condizioni storiche, sociali, culturali ed economiche della nazione e delle dinamiche interne alla comunità scientifica, che, avendo responsabilità sull'esistenza stessa della scienza, hanno dato vita ad una miriade di periodici specialistici. Sono pochi anche i casi di pubblicazioni di saggi a fini educativi che forniscono modelli esplicativi per meglio capire quanto scritto, Cremona è autore di *Sopra un'interpretazione della geometria non euclidea* e fornisce anche un modello concreto servendosi della pseudosfera<sup>187</sup>, pubblica il suo lavoro nella rivista *Scientia*. Altro esempio è fornito da G. Peano che nel 1914 istituisce le *Conferenze Matematiche Torinesi* con T. Boggio e M. Bottasso dalle quali si trarranno sia articoli didattici che divulgativi. L'impegno di G. Peano prosegue con *Giochi di aritmetica e problemi interessanti* 1924 e *Quadrato magico e Jocos de Arithmetica* pubblicato fra il 1926-1931.

## 2.4 Orti botanici

Il primo orto botanico di cui si ha notizia si trovava presso il Museo di Alessandria d'Egitto, contiguo alla Biblioteca<sup>188</sup>. Altro orto botanico risalente al III sec. a.C. destinato alla coltura e vendita di piante è attribuito al discepolo di Platone, Teofrasto di Ereso autore dell'*Historia Plantarum*, una vera e propria enciclopedia.

A partire dal 1544 vennero istituiti i giardini botanici nelle università “[...] per orientare gli studenti all'osservazione diretta del mondo naturale, cambiando secolari abitudini di studio”<sup>189</sup>. M. Beretta riporta che: “[...] a ben vedere, anche l'orto botanico e il museo naturalistico non erano, se non raramente, istituzioni al servizio della didattica universitaria, ma più frequentemente erano utilizzate dai docenti per le proprie ricerche sperimentali”<sup>190</sup>.

I primissimi orti botanici erano destinati in genere alla produzione di alimenti e fibre vegetali, a studiare ed approfondire la conoscenza delle piante, a fare ricerche in laboratorio, mentre oggi hanno un ruolo importante anche in ambito divulgativo.

Gli Orti Botanici che oggi visitiamo svolgono un ruolo chiave con lo scopo di conservare e divulgare. Rappresentano il mezzo principale della conservazione *ex situ* che va affiancata a quella *in situ*, che permette di reintrodurre nell'habitat naturale le specie a rischio d'estinzione. Altro ruolo fondamentale degli orti botanici è quello di educare il grande pubblico ad apprezzare l'importanza della tutela della biodiversità.

Secondo il sito dell'Università di Camerino<sup>191</sup> si può definire Orto Botanico un'istituzione che soddisfa almeno in parte a dieci clausole<sup>192</sup> fra le quali compare:

---

<sup>187</sup> In geometria la pseudosfera è una figura generata dalla rotazione della trattrice (curva) intorno al suo asintoto. È chiamata pseudosfera perché la sua curva è costante in ogni suo punto e opposta a quella di una sfera. Un esempio è dato da due coni o due campane unite per la base “aperta”

<sup>188</sup> La gloria della biblioteca è limitata al III sec. a.C. e la prima metà del II secolo a.C.

<sup>189</sup> M. Beretta, 2002, p. 148

<sup>190</sup> Ibidem p. 149

<sup>191</sup> <http://www.unicam.it/botanica/OrtoBotanico>

<sup>192</sup> Ragionevole grado di permanenza, supporto scientifico per le collezioni, appropriata documentazione delle collezioni, inclusa l'origine selvatica, controllo delle piante in collezione, adeguata etichettatura delle piante, apertura al pubblico, comunicazione di informazioni ad altri Orti, istituzioni, pubblico, scambio di semi o altro materiale con Orti Botanici, Arboreti, Stazioni di Ricerca, attuazione di ricerche scientifiche o tecniche sulle piante in collezione, mantenimento di programmi di ricerca in tassonomia negli erbari associati

*apertura al pubblico e comunicazione di informazioni ad altri Orti e alle diverse istituzioni.* L'apertura al pubblico è stata una importante conquista, ma non abbiamo elementi certi per sapere quando ogni singolo Orto Botanico abbia aperto le porte. L'apertura degli orti al grande pubblico ha rivestito e riveste un'importanza fondamentale non solo per far conoscere e apprezzare il patrimonio botanico e le collezioni scientifiche, ma anche per far conoscere il patrimonio artistico, paesaggistico e archeologico dei vari orti e Giardini Botanici europei, sempre più frequentati dal grande pubblico.

Oggi in tutta Europa si contano circa 500 giardini botanici, nei quali lavorano oltre 1500 ricercatori e 5000 tecnici specializzati. In Italia le strutture accreditate sono 104<sup>193</sup>, la maggior parte delle quali legate ad istituzioni accademiche.

La storia degli orti botanici è legata a quella dei conventi, monasteri e istituzioni.

In Europa nascono nell'alto Medioevo gli *orti dei semplici* quelli che fanno parte dei monasteri, certose e conventi, dove si coltivavano le piante utilizzate nella medicina popolare. È del 1317 la Scuola Medicea sorta a Salerno con il giardino della Minerva che diventerà, due secoli dopo, l'Orto Botanico di Matteo Selvatico, visitato e fruito da medici, farmacisti, docenti e studenti universitari. Col passare dei secoli la funzione di queste strutture cambia fino a diventare principale centro di ricerca, d'esposizione di collezioni tematiche.

Gli orti si aprono così al pubblico con funzione divulgativa e didattica e non hanno più un ruolo riservato esclusivamente all'insegnamento e alla ricerca.

A partire dal Cinquecento sino all'Ottocento gli orti botanici hanno continuato a diffondersi in tutto il territorio nazionale modificando anche la loro funzione iniziale.

Gli orti del Cinquecento sono legati al nome dei fondatori. L'orto botanico di Parma (1530) fondato dal Duca Ranuccio Farnese è aperto al pubblico con ingresso gratuito. L'orto pisano (1543) è sorto ad opera del medico e botanico Luca Ghini che aveva lo scopo di insegnare la coltivazione delle specie con azione terapeutiche, favorendo così lo scambio delle idee e la circolazione delle conoscenze acquisite fra studiosi. Dopo vari trasferimenti e riassetamenti oggi l'Orto Botanico pisano, costruito per volere di Ferdinando I (1595), si trova in Piazza dei Miracoli. Dal 1988 è stata inserita nell'Orto la sezione storico-didattica il cui allestimento è stato realizzato in collaborazione con la Soprintendenza per i Beni Ambientali, Artistici-Architettonici e Storici unitamente al Dipartimento di Storia delle Arti di Pisa. Questa operazione ha esteso la sua valenza culturale alla portata del grande pubblico. Le collezioni sono diverse e destinate ad un uso didattico-divulgativo<sup>194</sup>.

Contemporaneo all'Orto pisano è quello di Padova (1543) realizzato, con funzioni didattiche, su richiesta di Francesco Bonafede, insegnante di medicina all'Università. Sono dello stesso periodo anche gli Orti Botanici di Firenze sorto per volontà di Cosimo I de' Medici (1550); quello di Roma voluto da Alessandro VI nel secolo XVI e nel 1660 donato all'università. Quest'ultimo è aperto al pubblico. Segue l'Orto Botanico di Bologna (1568) nato nella sede che oggi è della Sala Borse, trasferito nel 1803 definitivamente nell'attuale sede. La sua struttura segue oggi due criteri espositivi diversi: presentazione di singole collezioni di pregio e ricostruzione di ambienti naturali nei quali sono inserite le piante similmente a quanto avviene in natura. Contrariamente all'Orto storico quello attuale, come dichiarato nel sito curato dall'Università<sup>195</sup>, assolve

---

<sup>193</sup> I dati sono riportati da Pubblicato dalla BGCI (Botanic Gardens Conservation International) nel 2000

<sup>194</sup> <http://www.horti.unimore.it/CD/Pisa>

<sup>195</sup> [www.sma.unibo.it](http://www.sma.unibo.it)

funzioni nuove, quali la didattico-divulgativa e perciò aperto e rivolto al grande pubblico.

Nel 1603 Federico Cesi fondò a Roma l'Accademia dei Lincei provvista di biblioteca, di gabinetto di storia naturale e con annesso un orto botanico<sup>196</sup>. Quello di Messina (1638) è sorto per volere del Pietro Castelli;

Il '700 è il secolo in cui è nato il maggior numero di orti botanici in Italia legati sempre ai nomi dei fondatori.

A Torino (1729) per opera del Prof. G. B. Caccia; a Modena (1758) voluto dal Duca Francesco III d'Est, con servizio didattico divulgativo. Seguono Siena (1784) e Palermo (1795) dove sono nati orti che avevano come scopo principale la diffusione di molte piante in tutto il territorio siciliano e con scambi anche a livello internazionale. L'orto palermitano è aperto al pubblico ed è anche sede di manifestazioni divulgative<sup>197</sup>. L'orto di Pavia (1773) deve la sua creazione al Lettore Fulgenzio Witman. Milano è dotata di tre orti Botanici uno dei quali è destinato alla ricerca, ed è dotato di laboratori, dove si svolgono lezioni ed esercitazioni per i corsi universitari. Fa parte del palazzo di Brera l'Orto Botanico costruito dall'Abate F. Witman e voluto da Maria Teresa d'Austria (1774) per l'insegnamento della botanica agli speciali e oggi aperto al pubblico con ingresso gratuito. È aperto al pubblico l'orto Universitario di Cascina Rossa di Toscolano Maderno, unico orto frutto di una donazione, quella degli eredi Ghirardi<sup>198</sup>.

Meno considerevole è il numero degli orti botanici nati nell'Ottocento. Ricordiamo l'orto genovese nato nelle corti aristocratiche di Ippolito Durazzo (1780) e del marchese Di Negro che istituì una scuola di Botanica (1801). L'orto botanico universitario risale al 1803 ed è legato alla ricerca e alla didattica. Distrutto durante la seconda guerra mondiale è stato ricostruito alla metà del novecento (1958)<sup>199</sup>. Sono dello stesso secolo gli orti di Perugia e Napoli, quest'ultimo voluto dal fratello di Napoleone, Re Giuseppe (1807), con finalità scientifiche, educative e tecniche. Seguono quelli di Lecce<sup>200</sup> (1810), di Lucca voluto da Maria Luisa di Borbone con il ruolo, per tutto l'ottocento, di "*centro di studi e divulgazione botanica*"<sup>201</sup>; quello di Urbino (1806-1808), inizialmente parte del convento di San Francesco, oggi annesso alla Facoltà di Scienze Chimiche Fisiche e Naturali dell'Università.

Il primo Orto Botanico di Cagliari era stato impiantato nel 1762 a "su campu de su re", ma la scarsa disponibilità di fondi unita alla lontananza dalla sede universitaria contribuirono a decretarne l'abbandono. Il secondo impianto risale al 1804 per opera della Reale società economia e agraria, in via Eleonora D'Arborea. Nel 1820 fu individuata la sede di via Palabanda in Viale Fra Ignazio tra l'anfiteatro romano e la villa di Tigellio grazie all'impegno del Prof. Meloni Baylle (docente di Scienze Naturali) e il patrocinio del ministro della P.I. Giovanni Lanza. La scelta fu determinata dalla presenza di importanti infrastrutture appartenute ai romani: un sistema di cisterne, una vasca a trifoglio, un "Calidarium", la grotta Gennari che rendevano suggestivo e anche unico il sito.

L'attuale orto è stato inaugurato nel 1866 dal Prof. Patrizio Gennari. L'orto venne distrutto dai bombardamenti della seconda guerra mondiale e ricostruito molto lentamente tanto che ancora negli anni ottanta erano presenti solo pochi esemplari.

---

<sup>196</sup> <http://www.parodos.it/filosofia/accademie.htm>

<sup>197</sup> <http://www.ortobotanico.Palermo.it>

<sup>198</sup> <http://www.horti.unimore.it/CD/Milano>

<sup>199</sup> <http://www.horti.unimore.it/CD/Genova>

<sup>200</sup> Dove sono state istituite le Società di Agricoltura

<sup>201</sup> <http://www.culturaitaliana.beniculturali.it/catalogo>

La guida pubblicata nel 1874 dalla Regia Università sarda<sup>202</sup> elenca le 193 piante che l'orto poteva vendere. Nel 1885 uscì il primo "index seminum", un elenco di semi che potevano essere scambiati con altri Orti Botanici.

Anche l'orto di Cagliari dal 1986 è aperto al pubblico e oggi sono presenti 600 piante tropicali oltre 2000 specie di piante e fiori. La presenza dei ficus, la Dracena, gli Eucalyptus e la Nolina gli danno lustro, anche, grazie alla presenza dell'Argania proveniente dal Marocco o l'Euphorbia che occupa oltre 100 metri quadri di superficie. Sono presenti, inoltre, palmette, cipressi, una collezione di 1000 piante succulente, aree rocciose popolate da agave, vasche che ospitano esemplari di nymphaea, nelumbo e papiri. Dal 2005 è visitabile on-line<sup>203</sup> a seguito di finanziamenti da parte del MIUR e all'impegno del Centro conservazione biodiversità.

L'orto Botanico di Camerino, aperto al pubblico, è del 1828 e fu fondato da Vincenzo Ottavini docente di Botanica. Quello di Catania (1858), è aperto al pubblico e le visite sono gratuite e riservate soprattutto ad alunni ed insegnanti.

Lo sviluppo della medicina moderna ha portato un rallentamento della ricerca nel campo delle scienze naturali e ha contribuito ad un impoverimento delle iniziative a sostegno degli Orti Botanici. Oggi, l'importanza degli orti botanici ha ripreso tono con funzioni didattico-educativa-divulgativa e di ricerca sulla biodiversità; ne è un esempio l'orto Botanico di Trieste (1842), aperto al pubblico la cui gestione è affidata ad una cooperativa di laureati in materie ambientali, guide naturalistiche ed esperti in didattica e scienze della comunicazione.

## **2.5 Congressi – convegni e associazioni**

I congressi e convegni sono incontri, raduni di studiosi-scienziati e/o persone per discutere e/o trovare soluzioni su questioni importanti o su temi d'interesse comune. In entrambi attraverso conferenze e dibattiti si scambiano i risultati delle ricerche e i vari e diversi punti di vista.

In questa sede ci limitiamo a parlare solo degli incontri ufficialmente presentati come congressi. Per i due matematici Angelo Guerraggio e Pietro Nastasi.<sup>204</sup> le conferenze: *"[...] rappresentano un momento di alta divulgazione; riescono a illustrare e a commentare anche passaggi particolarmente oscuri dal punto di vista matematico, ma soprattutto tendono a presentare alcune idee colte nella loro unitarietà, nella loro dinamica storica, nella capacità di aprire nuove prospettive"*

In questo paragrafo presentiamo il ruolo dei congressi ed associazione in ambito matematico dalla loro nascita al 1923.

### **2.5.1 Congressi**

Il ruolo dei congressi internazionali e nazionali è un momento di comunicazione fra pari di un sapere di nuova formazione o di un sapere che si sta concretizzando.

---

<sup>202</sup> I riferimenti sono reperibili in Patrizio Gennari, 1874

<sup>203</sup> Indirizzo dell'orto botanico di Cagliari, <http://www.ccb-sardegna.it/virtual/virtual-lorto.html>

<sup>204</sup> Guerraggio-Nastasi (2008) p. 57

Il ruolo dei convegni nazionali è anch'esso un confronto fra pari ma anche fra persone interessate ai problemi che vengono trattati. Entrambi non hanno fini divulgativi data l'assenza del grande pubblico<sup>205</sup>.

A fine Ottocento e nel primo trentennio del Novecento gli scienziati sono impegnati in tutti gli ambienti dove si costruisce, si discute, si insegna il sapere.

Il primo congresso internazionale di Matematica si è svolto a Zurigo (1897) e fra i relatori era presente il matematico italiano Giuseppe Peano con una conferenza magistrale dedicata alla logica<sup>206</sup>. Il congresso di Zurigo viene indicato come “*una sorta di prova generale affidata ad un paese neutrale*”.<sup>207</sup> Viene considerato il primo vero convegno quello svoltosi a Parigi nel 1900 ed è ricordato soprattutto per la presentazione “*dell'agenda matematica del XX secolo*” da parte di Hilbert, che la espone sotto forma di ventitrè problemi. Al congresso era presente anche G. Peano che Bertrand Russell, ricorda nelle sue memorie, per l'influenza che questo matematico ed altri studiosi presenti ebbero sul suo pensiero nell'affrontare le problematiche della Logica e dei Fondamenti della Matematica.

Nel terzo congresso, tenutosi a Heidelberg nel 1904, V. Volterra propose che il successivo congresso si tenesse a Roma Fu organizzato e coordinato dallo stesso Volterra nel 1908 nel Campidoglio e nell'Accademia dei Lincei.

I congressi furono sospesi durante la prima guerra mondiale.

Il congresso del 1908 é il più famoso per la numerosa e qualificata rappresentanza internazionale, per l'importante ruolo assunto dalla matematica e per l'alto livello raggiunto dalla ricerca italiana negli anni compresi fra fine dell'800 e il primo quarto del '900. Ancora oggi è citato come il più importante fra gli eventi organizzati in ambito matematico. La sua storia è illustrata in un articolo sul giornale francese *Le temps* la cui firma è “[...] di un giornalista di eccezione, il grande matematico francese Henri Poincaré”.<sup>208</sup> A distanza di circa 100 anni sono in molti a chiedersi come sia potuto accadere che l'Italia, ai primi del novecento, già sulla via della modernizzazione non abbia avuto lo sviluppo che lasciava presagire<sup>209</sup>. La risposta a questa domanda è contenuta implicitamente nei paragrafi e sottoparagrafi di questo capitolo. Al congresso romano parteciparono: P. Blaserna<sup>210</sup>, V. Volterra, Guido Castelnuovo, F. Enriques, F. Severi e G.B. Guccia<sup>211</sup>. Gli atti sono curati da Guido Castelnuovo e pubblicati in tre volumi. Col congresso di Roma nasce ICMI<sup>212</sup>, voluta da F. Klein, H. Fehr e D.E. Smith. L'associazione doveva svolgere una funzione informativa.

Il primo congresso dell'associazione Mathesis si è svolto nel 1908 con la partecipazione di Peano che tenne la conferenza dal titolo: *Conversazioni sul Formulario di Matematica*<sup>213</sup>. Al successivo congresso di Padova (1909), presieduto da Francesco Severi, venne proposta la pubblicazione dell'*Enciclopedia delle matematiche elementari* Nel congresso internazionale di Cambridge (1912) sono state allestite due camere per esporre libri e modelli di macchine calcolatrici. La prima forma di divulgazione fra pari con l'esposizione di oggetti a carattere matematico.

---

<sup>205</sup> La figura che comprende anche il ramo a fini divulgativi è riportata nel cap. 1, § 1.4.2, p. 19

<sup>206</sup> Non è stato possibile risalire al titolo della conferenza tenuta da Peano

<sup>207</sup> A. Guerraggio - P. Nastasi, 2008, p. 9

<sup>208</sup> A. Guerraggio e P. Nastasi, 2008, p. 8

<sup>209</sup> Ibidem p. 10

<sup>210</sup> P. Blaserna, Fisico e presidente del congresso, vice-presidente del Senato e ispiratore di quello che poi sarà l'Istituto di via Panisperna

<sup>211</sup> Giovan Battista Guccia fondatore del circolo matematico di Palermo (1884)

<sup>212</sup> ICMI, International Commission on Mathematical Instruction (1908)

<sup>213</sup> [www.comune.cuneo.gov/it](http://www.comune.cuneo.gov/it) p. 25

F. Klein aveva ripetuto in parte l'esperienza fatta ad Heidelberg (1907) e ancora prima a Chicago (1893) dove espose trecento modelli, strumenti matematici e una rassegna bibliografica. Al congresso di Cambridge, fra i partecipanti, erano presenti anche cinque editori italiani<sup>214</sup>. Era la prima volta che in un congresso apparivano modelli che materializzavano concetti matematici. Questa esposizione aveva fini educativi.

Nessun congresso si svolse durante la prima guerra mondiale e a quello tenutosi nel 1920 non parteciparono gli studiosi di Germania, Austria-Ungheria, Bulgaria e Turchia, escluse a seguito dell'esito del conflitto appena concluso. L'importanza dei congressi antecedenti alla prima guerra mondiale sta nel fatto che, volutamente, è stato evitato di affrontare i problemi in chiave politica. Ciò ha consentito la presenza di intellettuali provenienti dalle diverse nazioni, questo non è avvenuto dopo il primo conflitto mondiale per la mutata situazione politica in Europa, che non ha impedito di sottoporre e investire la scienza di pressioni e connotati politici.

Il congresso del 1921 si è svolto a Napoli con la partecipazione estesa per la prima volta anche ai fisici.

Nel 1922 John Charles Fields propose di tenere un congresso a Toronto che si tenne regolarmente con grande successo nel 1924; data in cui si istituì, la medaglia Fields per la Matematica.

## 2.5.2 Associazioni e riviste matematiche

Le associazioni sono nate a seguito dei dibattiti maturati nei congressi, convegni e incontri di studiosi. La loro nascita tendeva a soddisfare lo scambio di opinioni, attraverso discussioni prima in forma orale e successivamente in forma scritta. Ecco perché ogni associazione ha dato vita ad un suo periodico.

A fine Ottocento nacquero le prime società professionali fuori dall'Italia: a Mosca la *Società Matematica di Mosca* (1864); a Londra, sotto la presidenza di De Morgan, si costituì la *Mathematical Society* (1865); in Francia la *Mathématique* sotto la presidenza di Michel Chales (1872); in America la *American Mathematical Society* (1888), infine in Germania la *Deutsche Mathematiker Vereinigung* con primo presidente Georg Cantor (1890).

A fine dell'Ottocento fiorì la stampa<sup>215</sup> prettamente italiana dedicata alla ricerca a all'insegnamento e si formarono le prime associazioni d'insegnanti. La prima società professionale italiana è stata la *Mathesis* (1895) nata per difendere i valori dell'educazione matematica in opposizione al disinteresse del potere politico e amministrativo artefice dei cambiamenti e quindi per migliorare la scuola ed il perfezionamento degli insegnanti dal punto di vista scientifico e didattico. Il fondatore e anche primo Presidente fu Rodolfo Bettazzi. Successivamente ricoprirono il ruolo di presidente, F. Severi, G. Castelnuovo e F. Enriques dal 1919 al 1932. La *Mathesis* pubblicava dal 1896 la rivista *Il Periodico di Matematiche per l'insegnamento secondario*, successivamente ribattezzato con il nome di *Periodico di Matematiche* per opera di Davide Besso.

Per avere la società *International Mathematical Union* (IMU) occorre arrivare al primo decennio del novecento. Essa fu istituita a Strasburgo col compito di organizzare i

---

<sup>214</sup> Giusti, Hoeppli, Pellerano, Spoerri e Zanichelli

<sup>215</sup> Fulvia Furinghetti, 2006, pp. 236-37. vedi tabella in allegato p. 193



congressi matematici futuri. L'IMU per le difficoltà di natura politica internazionale si è sciolta nel 1932. e rinata successivamente nel 1951. La prima assemblea si è tenuta nel 1952.

Tutte le associazioni hanno un periodico, dove si pubblicano articoli sul lavoro e sugli interessi dell'Associazioni e dei cultori di Matematica e di discipline affini.

Nel 1891 nacque il *Circolo Fisico di Roma*; nel 1897 la *Società Italiana di Fisica* (SIF) e nel 1884 il *Circolo Matematico di Palermo*, di prestigio internazionale, pubblicò il *Periodico di Matematiche*. Nel 1906 su proposta di Vito Volterra, al congresso dei naturalisti a Milano, nacque la SIPS, con l'auspicio che “[...] il vecchio campione della scienza, e il giovane ricercatore o semplicemente colui che desidera impadronirsi di quanto gli altri hanno scoperto. [...] un buon antidoto alla tendenza contro l'eccessiva specializzazione e un buon punto come luogo di divulgazione dai quali si trarranno conseguenze positive per il paese”.

Nel 1901 venne creata la *Federazione Nazionale Insegnanti Scuola Media* con lo scopo di tutelare sia i diritti economici che giuridici degli insegnanti e anche con l'intento di promuovere il miglioramento delle scuole secondarie. Con una impostazione marcatamente democratica non si schierò con nessun partito politico. Altra associazione fondata a Roma nel 1908, che continuerà il suo impegno fino al 1920 è l'ICMI: *Commissione Internazionale per l'Insegnamento della Matematica*. Successivamente si costituirà la *Commissione Italiana per l'insegnamento della Matematica* (CIIM) che si occupava dei problemi dell'insegnamento secondario.

Vito Volterra è il padre del *Centro Nazionale di Ricerche* (CNR) fondata nel 1920. Nello stesso anno nacque la *Commissione Internazionale per l'insegnamento della Matematica* (CIEM) che ebbe come primo presidente Felix Klein. Fu fondata su suggerimento di David Eugene Smith col compito di studiare le questioni riguardanti la didattica della matematica nelle scuole secondarie. Il suo ruolo fu ed è ancora oggi, quello di instaurare contatti internazionali e promuovere una maggiore informazione sui movimenti di riforma europei<sup>216</sup>.

L'*Associazione dei matematici italiani* (UMI) nacque nel 1923 con lo scopo di seguire, promuovere e divulgare lo sviluppo delle scienze matematiche e delle loro applicazioni, con sede a Bologna e come primo presidente S. Pincherle. Il primo numero del suo bollettino venne pubblicato nel Luglio del 1922 con la dicitura *numero sperimentale e Direzione provvisoria*. Ora pubblica: il Notiziario, la Sezione A: *Matematica nella Società e nella Cultura* e il *Fascicolo speciale dedicato alle tesi di dottorato* e il bollettino Sezione B: *Articoli di Ricerca Matematica*. Inoltre cura le collane: *Opere dei Grandi Matematici*, le *Monografie Matematiche*, i *Quaderni UMI* e la Collana: *La cultura matematica*, gli atti dei congressi e dei convegni. Ora organizza i congressi a cadenza quadriennale, intrattiene rapporti con varie organizzazioni nazionali e internazionali.

Le associazioni come le riviste sono andate nel tempo trasformandosi e cambiando nome e connotati per potersi adeguare alle diverse esigenze dei lettori e alla realtà del momento.

---

<sup>216</sup> Ritornaremo sull'evoluzione di riviste nel cap. 3, § 3.1.4 p. 70

## **2.6 Strumenti, manifestazioni ricreative e spettacoli**

Un ruolo importantissimo hanno avuto la costruzione e l'utilizzo, in ambienti esterni ai laboratori, gli strumenti scientifici. Importanti, perché vanno a consolidare l'immagine pubblica e il riconoscimento sociale delle scoperte scientifiche e soprattutto hanno avuto grande incidenza nella costruzione del sapere.

Gli strumenti scientifici, che hanno accompagnato da sempre l'uomo nella veste di utensili per ridurre le fatiche quotidiane, nella navigazione, nelle guerre, nell'architettura, ecc. sono tanti; qui ci limitiamo a citarne solo alcuni: le leve, gli argani, piano inclinato, gli specchi ustori, le bilance, la pompe idraulica, le meridiane, gli astrolabi e gli orologi. Questi ultimi tre, scoperti nel XIV secolo, hanno permesso di misurare la realtà esterna interpretata, precedentemente, solo attraverso i fenomeni naturali. L'orologio è stato, forse, uno dei primi strumenti a modificare la vita dell'uomo e per questo è collocato nei campanili delle chiese.

Nel tempo tutti gli strumenti scientifici hanno assunto il ruolo di ispiratori di concetti scientifici, sono stati importanti mezzi per far comprendere elementi teorici e per tradurre concetti matematici in formule e fondamentali per *materializzare* le formule stesse. *La bilancetta* (1586) e *Le operazioni del compasso geometrico e militare* (1606) sono le prime opere di Galileo. L'uso delle lenti e la costruzione e perfezionamento del telescopio e del cannocchiale, da parte di Galileo, sono stati fondamentali come strumenti scientifici, per il loro contributo alla nascita e alla diffusione della scienza moderna e per essere transitati dall'officina di un artigiano al laboratorio scientifico. Tutti gli strumenti venivano usati nelle accademie per perfezionare le vecchie scoperte, comunicarne delle nuove e per divulgarle. È il secolo in cui nacque e si affermò la classe dei costruttori di strumenti, in molti casi in competizione con gli scienziati diventati inventori e costruttori degli strumenti utili per le loro ricerche.

Galileo Galilei nel 1609 a Venezia, dopo aver pubblicato il *Sidereus nuncius*, costruì il telescopio a otto ingrandimenti e lo utilizzò per guardare, dal campanile di San Marco, le barche e vascelli in mare aperto. Successivamente ne costruì uno a venti ingrandimenti che usò per guardare la Luna con le sue imperfezioni. Questo è lo strumento che mise in comunicazione il mondo sublunare e le sfere celesti, separati nella visione aristotelica.

Il telescopio consentì all'uomo di avanzare nell'universo infinito e di abbandonare definitivamente il Medioevo.

Le manifestazioni scientifiche venivano accompagnate dagli strumenti scientifici e tecnici che oltre ad ampliare, rafforzare e perfezionare i sensi dell'uomo erano e sono ancora oggi annoverati fra le rivoluzioni che hanno avvicinato i non dotti alla scienza.

Rimane, anche in questo caso, una pista aperta per comprendere quanto la componente strumentale abbia inciso e contribuito alla comprensione delle nuove teorie o quanto queste ultime abbiano inciso sulla scoperta e costruzione di nuovi strumenti scientifici.

Nel XVI secolo molti utensili diventarono strumenti scientifici e ne vennero costruiti dei nuovi indispensabili per rendere più agevole l'osservazione e la verifica empirica. Ritroviamo l'uso degli automi già conosciuti in tempi antecedenti al secolo XVII.

A Treviso si conserva un tamburino militare presso le Civiche raccolte d'Arte Applicata.

Gli automi nel XVIII sono diventati veri modelli per lo studio del corpo umano.

Nel secolo XVIII si ebbe anche la scoperta del termometro di René Antoine Réaumur e di quello centigrado, il perfezionamento della macchina a vapore di James Watt, l'introduzione del sistema metrico decimale, la scoperta dell'ossigeno e di Urano.

Fra le altre attività atte a divulgare la scienza riteniamo importantissime le conferenze, spesso accompagnate anche da esibizioni con strumenti: lenti, cannocchiale, microscopio, telescopio, proiezione sullo schermo di immagini dal microscopio con voce recitante a commento.

Nicolas Lemery, chimico, costruiva vulcani esplosivi ottenendo grande successo; suo figlio Louis oltre che tenere dimostrazioni di chimica era autore, unitamente al padre, del *Traité des aliments*.

Jacques de Vaucanson, grande genio e inventore del primo telaio automatico e costruttore di automi meccanici come il piccolo flautista, l'anatra, una valvola a forma di lingua.

Nel settecento Jean Nollet teneva corsi di Fisica sperimentale e produceva in laboratorio i fenomeni naturali con il concorso del pubblico incuriosito e interessato.

Guillaume-François Rouelle teneva corsi di Chimica “[...] *seguiti da ministri, filosofi, aristocratici, dilettaanti e, più in generale da un pubblico proveniente da ambienti culturali normalmente estranei alla ricerca scientifica pura*”.<sup>217</sup>

È l’Inghilterra il paese dove nasce RI<sup>218</sup> (1799), primo laboratorio di ricerca con l’obiettivo di migliorare la produttività agricola per i landlords.

Celebri e affollate furono le lezioni spettacolo<sup>219</sup> tanto da portare la polizia a realizzare il primo piano di gestione del traffico.

Michael Faraday fu conosciuto ed ammirato anche dal grande pubblico giovanile per le conferenze a loro destinate.

Charles Babbage, matematico e filosofo britannico per primo ebbe l’idea costruire un calcolatore programmabile, costruì inoltre la macchina differenziale, progettò e propose la costruzione di quella analitica senza riuscire a completarla. C.

Babbage rimase legato all’Italia che lo ospitò a Torino nel 1840 tanto da dedicare al re Vittorio Emanuele II la sua autobiografia: *Passages from the Life of a Philosopher*.

Nel 1831 gli incontri scientifici della BAAS<sup>220</sup> attraevano folle immense. È il periodo anche dei passatempi domestici d’impronta scientifica. In commercio si trovava il diavoletto di Cartesio, pitture anamorfiche, puzzles, insomma molti oggetti ancora oggi utilizzati per animare i festival e le mostre temporanee della scienza in piazza. Furono anche gli anni in cui si potevano seguire le conferenze di illustri scienziati quali Pasteur, Foucault, le esibizioni di Tesla che a Colorado Springs fece accendere 200 lampadine nel raggio di 40 Km di distanza utilizzando un’antenna alta 60 metri. Sono dello stesso periodo le lezioni del fisico Thompson a Cardiff, i minatori organizzarono treni speciali per andarlo a sentire.

Diventano accessibili al pubblico anche le grandi dispute scientifiche fra Henry Huxley, darwinista e il vescovo William Wilberforce, come pure quella sull’età della Terra fra Lord Kelvin e Charles Darwin.

Altro importante momento di socializzazione e divulgazione scientifica furono le manifestazioni ricreative scientifiche nate spontaneamente, che col passare dei decenni trasformarono il comportamento e le esigenze del pubblico. La frequentazione fu, spesso, appannaggio della classe medio-alta sia per motivi di svago che per utilizzarle nelle attività agricola o industriale. Anche gli operai prendevano parte a queste manifestazioni con l’intento di acquisire competenze tecnico-scientifiche, unico modo

---

<sup>217</sup> Beretta, 2002, p. 172

<sup>218</sup> RI: Royal Institution

<sup>219</sup> Humphry Davy, Chimico e Presidente della Royal Society

<sup>220</sup> BAAS: British Association for Advancement of Science

per migliorare il proprio status e qualificarsi per il nuovo mercato del lavoro, specie in fabbrica o in miniera.

Il fenomeno delle manifestazioni ricreative non ha una data di nascita, ma a partire dalla metà del cinquecento si hanno testimonianze della sua diffusione in tutti i paesi e non solo in Italia. In Francia Palissy<sup>221</sup> esercitava una forma di coinvolgimento puntando quattro volte il prezzo del biglietto qualora le teorie scientifiche sostenute si fossero rivelate errate.

Importante ruolo, nel cinquecento, ebbero anche le disfide, dove lo sfidante attraverso “i cartelli di disfida” dava assicurazione di essere in grado di risolvere problemi (generalmente 30) di vario genere e invitava-sfidava gli avversari a risolverli.<sup>222</sup>

Era una forma utilizzata dai matematici per rendere pubbliche le personali scoperte e preparazione. Oltre alle disfide erano di moda altre manifestazioni a carattere ludico, ricreativo, educativo, formativo, divulgativo ad appannaggio soprattutto della classe medio-alta che le utilizzava per divertirsi.

### 2.6.1 Dalle collezioni ai musei

La *Camera delle meraviglie*, fig.2.2, è l’espressione usata per indicare particolari ambienti in cui, dal XVI secolo al XVIII secolo, i collezionisti erano soliti conservare raccolte di oggetti considerati straordinari per le loro caratteristiche intrinseche ed esteriori.



fig.2.2

Le Camere delle meraviglie<sup>223</sup> (fig. 2.2) furono un fenomeno tipico del Cinquecento ma traevano le loro radici dal Medioevo.

<sup>221</sup> Bernard Palissy, famoso ceramista francese autodidatta

<sup>222</sup> I più famosi sono quelli che hanno avuto come protagonista Nicolò Tartaglia e Antonio Maria Fior nel 1735; Tartaglia e Ludovico Ferrari nel 1747

<sup>223</sup> Johann Georg Hainz, *Wunderkammer*, Galleria Regionale della Sicilia, Palermo, olio su tela, fine XVI secolo, particolare

Si svilupparono per tutto il Seicento e si protrassero sino al Settecento favorite dal tipico amore per le curiosità scientifiche proprio dell'Illuminismo. Si possono considerare il primo stadio dello sviluppo del concetto di Museo, anche se molto differenti da quest'ultimo. Si partì dal contenuto delle Camere delle meraviglie, ereditate da privati e messe successivamente a disposizione del pubblico, per realizzare il Museo.

Scopo del collezionista era riuscire ad impossessarsi di oggetti straordinari che destavano meraviglia, provenivano dal mondo della natura o erano stati creati dall'uomo. Quelli che la natura stessa forniva erano detti, con termine latino, *naturalia* e potevano avere in sé qualcosa di eccezionale relativamente alla forma o alle dimensioni, come, ad esempio, animali con due teste, pesci o uccelli rari o sconosciuti, ortaggi o frutti di dimensioni superiori alla media. Ugualmente ambiti erano gli oggetti creati dalle mani dell'uomo, detti *artificialia*, particolari per la loro originalità ed unicità, fatti con tecniche complicate o segrete e provenienti da ogni parte del mondo. Tutti questi reperti erano *mirabilia*, ovvero cose che suscitavano la meraviglia. A avevano un prezzo ingente. Possedere una Camera delle meraviglie degna di essere mostrata agli amici e ad illustri visitatori non era un fatto molto comune: generalmente averne una era appannaggio di re e nobili, di emeriti scienziati e di uomini dotti e ricchi, di conventi e monasteri.

L'accumularsi di *naturalia* e *artificialia* diede luogo, in un certo momento, verso la fine del XVIII secolo, alla costituzione di veri e propri Musei. Attualmente il concetto di Museo è: *“Istituzione permanente, senza scopo di lucro, al servizio della società e del suo sviluppo; aperto al pubblico. Compie ricerche che riguardano le testimonianze materiali e immateriali dell'umanità e del suo ambiente; le acquisisce, le conserva, le comunica e, soprattutto, le espone a fini di studio, educazione e diletto”*.<sup>224</sup>

Le Camere delle meraviglie italiane più famose sono legate ai nomi di Michele Mercati (1541-1593), Francesco Calzolari, (1521-1600) Verona, Ferrante Imperato (1550-1631) Napoli, -Manfredo Settala, (1600-1680) Milano, Athanasius Kircher (1602-1680) Roma, Ferdinando Cospi (1606-1686) Bologna, Michael Bernhard Valentini (1657-1729) e Luigi Ferdinando Marsigli (1658-1730) Bologna..

Erano parte della *mirabilia* gli automi già conosciuti in tempi antecedenti al secolo XVI. Prima di rinviare al cap. 4, dove è stato affrontato lo studio dei musei italiani e in particolare il Museo della Scienza e della Tecnologia di Leonardo da Vinci a Milano, è importante citare quanto riporta Geymonat sull'origine dei musei: *“Così ebbero origine il Museo e la Biblioteca (<<musei>> erano chiamati gli antichi cenacoli filosofico-religiosi dei pitagorici). La fondazione ufficiale del museo non ebbe luogo però – così almeno sembra accertato da testimonianze abbastanza sicure - che sotto il regno di Tolomeo II”*<sup>225</sup>. Il museo era dotato di comode sale di lettura, sale anatomiche, un osservatorio astronomico, un giardino zoologico e come già detto, un orto botanico. Il museo di Alessandria venne danneggiato nel II sec. a.C a seguito di un saccheggio come rappresaglia di guerra civile. Altro importante museo da ricordare è quello naturalistico nato come esigenza legata alla ricerca e didattica in ambito universitario voluto da Aldrovandi<sup>226</sup>. *“[...] la classificazione dei tre regni naturali, e la rinnovata*

---

<sup>224</sup> La definizione è proposta da ICOM International Council of Museum, Il Consiglio Internazionale dei Musei, la cui sezione italiana si trova a Milano [www.museologando.com](http://www.museologando.com)

<sup>225</sup> L. Geymonat 1970, vol.1, p. 240

<sup>226</sup>Ulisse Aldrovandi, naturalista, botanico, entomologo italiano. La Storia della scienza naturale disciplina che Aldrovandi propose d'istituire chiese anche una cattedra per sé, che ottenne con lo scopo di classificare il sapere naturale entro una cornice disciplinare specifica

*valorizzazione dell'osservazione empirica fecero nascere dunque l'esigenza fortissima di inquadrare lo studio della natura nelle coordinate di una disciplina nuova – la storia naturale*<sup>227</sup>. La Storia della scienza naturale come disciplina nasce per opera di Aldrovandi che propose anche l'istituzione di una cattedra per sé con lo scopo di classificare il sapere naturale entro una cornice

---

<sup>227</sup> Beretta , 2002, p. 165

### **Capitolo 3. La divulgazione scientifica dal 1924 ad oggi**

*Gli anni che seguono la riforma Gentile fino alla sconfitta del Fascismo furono caratterizzati dalla promozione della scienza a fini propagandistici e dall'esodo degli scienziati costretti a rifugiarsi in Svizzera e negli Stati Uniti. Nei decenni successivi nasce la società post-fordista dell'informazione o post-industriale. A questo seguì un secondo periodo caratterizzato dalla sconfitta dell'analfabetismo e dall'avvento della comunicazione virtuale che ha trasformato la divulgazione scientifica in processo e fenomeno di apprendimento non formale.*

*Gli anni '80 e '90 furono gli anni caratterizzati dall'affermarsi dei mezzi di comunicazione di massa e dello sviluppo tecnologico, dal riconoscimento dei musei, degli orti botanici, delle mostre e delle manifestazioni scientifiche da parte delle istituzioni e del grande pubblico.*

*Per la prima volta si analizzò, nella sua complessità, sia a livello locale che internazionale, il fenomeno della divulgazione scientifica.*

*Oggi anche a livello politico ci si misura con temi legati allo sviluppo, all'ambiente, alle nuove fonti di energia e alla globalizzazione dovuta all'ultimo potente strumento di diffusione di massa, quale è diventata la comunicazione virtuale con l'avvento di Internet.*

*La divulgazione scientifica, investita in pieno da tali temi, affronta nuovi e complessi problemi largamente irrisolti.*

#### **Introduzione**

In questo capitolo analizziamo gli anni che seguono il primo ventennio del novecento caratterizzati dalla seconda guerra mondiale con gli scienziati impegnati in azioni pro o contro il regime nazi-fascista.

Dagli anni quaranta agli anni ottanta l'industrialismo tecnologico si scontrò con il problema ambientale, inizialmente, ritenuto perfettamente sotto il controllo dei tecnici e oggetto di scarso interesse dei governi. L'assenza di un'istruzione di base, indispensabile per l'acquisizione delle conoscenze in generale e scientifiche in particolare, incominciò ad essere percepita come problema ed affrontato a livello istituzionale e sociale.

L'avvento delle telecomunicazioni porta ad una maggiore circolazione di beni e servizi che investe tutti i saperi. Con l'irruzione di internet, la comunicazione virtuale, diventa strumento per informare, scrivere, parlare e trasmettere.

#### **3.1 La divulgazione scientifica dal 1924 al 1945**

Nel ventennio preso in esame, caratterizzato dai drammatici avvenimenti storici causati dal nazi-fascismo, spiccò l'atteggiamento degli scienziati che, continuando a dialogare con i componenti del governo, cercarono d'incidere positivamente sulle riforme scolastiche che avrebbero apportato grandi cambiamenti sull'assetto nazionale. Queste riforme modificarono alla base il quadro orario, la connotazione dei corsi istituiti, i

programmi delle discipline scientifiche e, quindi, l'insegnamento apprendimento delle stesse.

In questo periodo il ruolo svolto dalla divulgazione scientifica sul grande pubblico può definirsi marginale o del tutto assente. La divulgazione scientifica in Italia si limitò a coinvolgere soprattutto gli studiosi sui singoli rami disciplinari, e non permise al grande pubblico d'informarsi sugli sviluppi della ricerca scientifica ed in particolare sulle conseguenze future che questa avrebbe, di lì a poco, apportato.

Sono gli anni in cui l'Italia, da un lato, ha una società per la maggior parte analfabeta e, dall'altro, una classe colta composta da studiosi di fama internazionale con legami culturali stretti con gli scienziati oltre confine. Alcuni degli scienziati e professori rimasti in Italia sfidarono le leggi razziali per dare la possibilità a studenti ebrei, espulsi dalle scuole statali, di completare il loro corso di studi.

### 3.1.1 La scuola

Gli scienziati, soprattutto matematici, chiedevano al Ministro G. Gentile che la nuova riforma che si andava concretizzando, prevedesse scuole e programmi atti a migliorare le condizioni in cui si trovava l'insegnamento delle discipline scientifiche e la Matematica in particolare.

Nel 1923 i ginnasi erano 2140 e gli istituti tecnici erano solo 460.

Molta incidenza ebbe la condivisione da parte di F. Severi e F. Enriques e altri studiosi nel riconoscere la *grande superiorità formativa* del ginnasio-liceo classico sulla formazione tecnica. Ciò che allontanava F. Enriques da G. Gentile era invece la visione del ruolo della Matematica, per il primo, esempio di alto valore formativo, per il secondo, disciplina "*morta, infecunda, arida come un sasso*".<sup>228</sup>

F. Enriques, interlocutore di G. Gentile, "[...] appena ebbe notizia dell'imminenza della riforma della scuola secondaria e delle linee generali tendenti a rafforzare la cultura umanistica a scapito di quella scientifica, indisse una seduta straordinaria del Consiglio direttivo della *Mathesis* ai fini di presentare al ministro una proposta che tenesse conto delle esperienze passate"<sup>229</sup> (febbraio 1923). Fu la prima di una lunga serie di riunioni e tentativi atti ad incidere sulle scelte del Ministro, tentativi che andarono tutti a vuoto. Le richieste presentate dai matematici furono inesorabilmente respinte tanto da portare G. Castelnuovo a non collaborare alla preparazione dei programmi e degli orari e successivamente a non aderire alla stesura dell'*Enciclopedia Italiana di Scienze, Lettere e Arti*<sup>230</sup>

Il programma Gentile accentuava, rispetto alla legge Casati (1859), il carattere estetico-letterario del liceo classico, potenziando gli studi filosofici e istituendo un nuovo liceo scientifico quadriennale fra gli indirizzi della Secondaria Superiore senza il corrispondente corso inferiore; sopprimendo la sezione fisico-matematica dell'istituto tecnico e la sezione ginnasio-liceo moderno entrambe preesistenti. L'assenza del corso inferiore specifico per il liceo scientifico ancorava questo corso alle scuole d'indirizzo tecnico, privando coloro che conseguivano la maturità della possibilità d'isciversi alle facoltà di Giurisprudenza e Lettere a differenza del liceo classico che, pur senza

---

<sup>228</sup> G. Gentile, 1912, *Sommario di pedagogia come scienza filosofica*, Einaudi, p. 19

<sup>229</sup> L. Giacardi, 2006, p. 54

<sup>230</sup> Composta di 36 volumi; la pubblicazione dell'intera opera ha richiesto 13 anni (1925-1937)



un'adeguata preparazione scientifica, potevano iscriversi a tutte le facoltà scientifiche. Lo spirito antiscientifico e antimatematico di G. Gentile si manifestò soprattutto nella distribuzione delle ore che, per la Matematica, nel ginnasio-liceo erano complessivamente 17, mentre nel liceo scientifico era 21 compresa l'insegnamento della fisica (10 nel corso inferiore e 11 nel liceo scientifico).

I programmi emanati per il ginnasio-liceo erano “*programmi d'esame*”,<sup>231</sup> infatti, la distribuzione “[...] *dei diversi argomenti nei vari anni del corso precedente l'esame è affidata agli insegnanti: il loro spirito informatore non è quindi in relazione alla formazione culturale dei giovani ma è profondamente condizionato dalla preparazione all'esame finale, con i caratteri propri del nozionismo che l'esame comporta*”.<sup>232</sup>

I programmi del liceo scientifico non erano preceduti da indicazioni metodologiche a dimostrazione della minor considerazione in cui questo corso era tenuto.

Sia per il classico che per lo scientifico era previsto il tipo di prova d'esame, ma per lo scientifico venivano date indicazioni generiche per la prova scritta senza fare alcuna menzione a disequazioni o a discussioni di equazioni parametriche di primo e secondo grado, anche se i problemi che venivano inviati dal Ministero richiedessero l'utilizzo di un'equazione parametrica e la relativa discussione. Anche in questo contesto si creava ulteriore discriminazione.

Dopo la riforma Gentile furono emanati i programmi De Vecchi<sup>233</sup> (1936), che ridistribuirono il programma di Matematica nei vari anni di corso, sopprimendo gli argomenti facoltativi precedentemente introdotti. Nelle avvertenze, per i ginnasi, si legge, “[...] *si faccia «uso diretto di qualche semplice ragionamento deduttivo» come avviamento ad uno studio razionale «limitatamente alle proprietà essenziali che non abbiano carattere di evidenza e non possono in qualche modo essere giustificate dall'intuizione»*”.<sup>234</sup> Per il classico si consigliava l'intuizione solo quando lo si riteneva opportuno; per lo scientifico, si consigliava, di educare gli studenti a riconoscere i rapporti fra le varie teorie, il mutuo intrecciarsi e le connessioni fra le varie parti della matematica e la sua applicazione in campo fisico.

Il De Vecchi apportava dei cambiamenti e in seno agli esami di maturità classica e scientifica chiedendo, per la prova orale, ai primi la risoluzione di problemi per via sintetica e ai secondi problemi con discussione servendosi del piano cartesiano.

Il ministro G. Bottai<sup>235</sup> nel 1937 provvedeva a riesaminare nuovi programmi d'esame, ma anche in questa occasione lo spirito fu lo stesso di quelli emanati dal suo predecessore, “[...] *i programmi per l'ammissione agli esami di ammissione al liceo classico prevede che il colloquio sia svolto ad accertare che il candidato possieda capacità algoritmiche e conosca le proprietà fondamentali delle figure geometriche e i procedimenti dimostrativi di esse*”.<sup>236</sup> La discrasia stava nel semplice fatto che, dei programmi del ginnasio non facevano parte le *prime nozioni fondamentali* di geometria a causa dell'immaturità e giovane età degli studenti e anche perché i *primi elementi* non potevano essere oggetto di discussione e tanto meno di colloquio d'esame.

Il ministro G. Bottai avviò anche la riforma che avrebbe portato alla Scuola Media<sup>237</sup> unificata del primo triennio del ginnasio, magistrale e tecnico, e all'aumento delle ore

---

<sup>231</sup> R.d. 14-10-1923, n. 2345

<sup>232</sup> Vincenzo Vita, 1986, pp. 83-84

<sup>233</sup> Cesare Maria De Vecchi, Ministro dell'Educazione Nazionale (1935-'36)

<sup>234</sup> Vincenzo Vita, 1986

<sup>235</sup> Giuseppe Bottai, Ministro dell'Educazione Nazionale, dopo De Vecchi, fino al 1943

<sup>236</sup> V. Vita, 1986, p. 89

<sup>237</sup> Legge dell'1-07-1940, n° 899

d'insegnamento per la Matematica. Nelle avvertenze rivolte agli insegnanti si davano indicazioni metodologiche atte a migliorare lo studio della geometria, partendo dall'intuizione per procedere verso considerazioni di natura astratta. Agli insegnanti chiedeva di corredare le lezioni, sia di aritmetica che di geometria, d'informazioni di carattere storico. Il programma di aritmetica veniva concentrato nei primi due anni della scuola Media riservando l'ultimo anno all'algebra. Ripristinò inoltre, la prova scritta di Matematica agli esami di licenza media.

Mentre la scuola pubblica seguiva l'iter impostogli dal fascismo, in parallelo nel 1938, coraggiosi scienziati e professori organizzavano le Scuole Medie Israelitiche per dare la possibilità agli alunni esclusi per motivi razziali, di completare il corso di studi propedeutici per ottenere la maturità.

Molto più problematico fu frequentare l'Università .

I giovani universitari ebrei che rimasero in Italia, grazie a G. Coen e G. Castelnuovo che si assunsero la responsabilità e la direzione didattica dei *Corsi d'Istruzione Matematica Superiore* e trattarono l'iscrizione degli studenti presso Istituto Tecnico Superiore di Friburgo (Svizzera) con il direttore G. Bonzanigo, poterono frequentare l'Università straniera a distanza. I due studiosi, unitamente a G. Bisconcini, R. Lucaroni, B. N. Cacciopuoti e A. Di Castro, G. Supino, V. Camiz ai quali, saltuariamente, si unirono, U. Amaldi e F. Enriques, scelsero di eludere le leggi razziali per tenere i corsi delle diverse discipline previsti dall'Università straniera.

Tutti i frequentanti l'Università clandestina furono iscritti all'Università di Roma e, nel settembre del 1944, si presentarono per frequentare il loro primo giorno di reintegrazione con retrodatazione al 1941.

I Governi Alleati, nella persona di V. Arangio Ruiz<sup>238</sup>, emanarono i programmi del 1945, mai ufficialmente approvati, ma furono inviati direttamente alle scuole italiane. Nelle avvertenze si consigliava di “[...] *dare largo posto all'intuizione, al senso comune, all'origine psicologica e storica delle teorie, alla realtà fisica, agli sviluppi che conducono ad affermazioni pratiche immediate, mettendo da parte le nozioni statiche e rigide, e quelle puramente logiche, ma che astraggono da ogni impulso intuitivo. [...] seguendo il metodo delle approssimazioni successive porti gradualmente i giovani alla piena consapevolezza dei concetti e delle proprietà*”<sup>239</sup>.

I programmi promulgati, sempre più improntati al nozionismo che a stimolare l'intuizione e la creatività degli studenti, non potevano ancora contribuire alla costruzione di quel ponte che avrebbe potuto mettere in comunicazione le conoscenze costruite e maturate a scuola con quelle apprese e maturate in situazione di apprendimento informale e non formale e neanche divulgativo.

### **3.1.2 Gli scienziati**

La figura di spicco negli anni del fascismo fu quella di F. Enriques che non rinunciò mai a conservare un certo rapporto con G. Gentile. Il Ministro con il contributo dell'editore Giovanni Treccani rilanciò il progetto di pubblicare l'*Enciclopedia Italiana di Scienze*,

---

<sup>238</sup> Vincenzo Arangio Ruiz, Italiano, antifascista, liberale, Ministro dell'Educazione nel III governo Bonomi e nel governo Parri

<sup>239</sup> ibidem

*Lettere e Arti*<sup>240</sup>. L'impresa andò alla fine in porto fra polemiche, dubbi, contrasti e ritiri da parte di alcuni collaboratori.

La pubblicazione dell'*Enciclopedia Italiana di Scienze, Lettere e Arti* fu la massima impresa italiana che rappresentò l'esempio del compromesso fra il regime fascista e l'élite culturale del periodo.

F. Enriques, in questo progetto ricopriva il ruolo di direttore della sezione matematica e anche firmatario di 38 voci, alcune di carattere generale, altre più tecniche.

Oltre G. Castelnuovo, come già detto, anche V. Volterra non partecipò alla stesura dell'opera così come altri influenti studiosi associati alla SIPS<sup>241</sup>.

L'Enciclopedia, opera di alta divulgazione, come la maggior parte delle enciclopedie prodotte, non era destinata al grande pubblico, ma ad un pubblico interessato ad approfondire le discipline scientifiche.

I congressi, interrotti a causa della prima guerra mondiale ripresero e nel 1926. A Bologna si svolse quello organizzato dalla SIPS, inaugurato da Mussolini in persona. Questo fatto portò ad interpretare che i rapporti fra studiosi e governo fossero lineari. La sorpresa si manifestò nella riunione dell'anno successivo a Perugia dove, per volontà del governo, si propose di eliminare tutti i congressi scientifici a livello nazionale per renderli "convegni satellite" dell'annuale riunione della SIPS.

Poche furono le strutture scientifiche d'importanza nazionale inaugurate in Italia nel periodo fascista, fra queste spiccano il *Planetario* "Ulrico Hoepli", inaugurato a Milano nel 1930 e l'Istituto di Fisica di via Panisperna a Roma che, grazie all'interessamento di Orso Maria Corbino<sup>242</sup> e il contributo di Fermi, si trasformò in un importantissimo e moderno Centro di Ricerca di cui facevano parte U. Amaldi, F. Rasetti, E. Segrè, B. Pontecorvo, O. D'Agostino e E. Majorana.

La maggior parte dei componenti il gruppo dei fisici di via Panisperna, a causa delle leggi razziali del 1938, emigrò negli Stati Uniti e in Svizzera. Rimasero in Italia soltanto U. Amaldi e O. D'Agostino.

Enrico Fermi, nel dicembre dello stesso anno, lasciava l'Italia per recarsi a Stoccolma, con la moglie Laura Capon, ebrea, per ritirare il Nobel per la Fisica. I due coniugi proseguirono per gli Stati Uniti e E. Fermi non ritornò mai più in Italia.

Il trasferimento del Premio Nobel agli Stati Uniti è considerata la metafora del passaggio da un'era scientifica ad un'altra; uno dei più grandi salti nella storia sociale della scienza. Si passa da un'era in cui la scienza ha bisogno di poche risorse a un'era in cui ha bisogno di grandi risorse; da una in cui ha bisogno di un'organizzazione sociale scarna e chiusa in se stessa, ad un'epoca in cui ha bisogno di un'organizzazione sociale ricca, complessa e aperta alla società.

L'Italia procedette nel cammino delineato dal Fascismo e nel luglio del 1937 dava vita all'Ufficio studi e propaganda sulla razza.

La maggior parte dei giornali esaltavano i principi razziali, invitavano a denunciare e suggerire come liberare l'Italia dai *giudei* perché molti erano "[...] direttori di periodici, medici e, in genere, scienziati".

---

<sup>240</sup> Per una trattazione sulle Enciclopedie prima del 1924 si rinvia la cap. 2, § 2.1.2, p. 36

<sup>241</sup> Si rimanda al capitolo 2 pag. 58

<sup>242</sup> Orso Maria Corbino, Fisico, Ministro, Senatore e Direttore dell'Istituto di Fisica

### 3.1.3 La stampa

La vita della stampa non di regime, in questo periodo fu costretta a chiudere la produzione o a tentare di sopravvivere mediando giorno per giorno a causa delle leggi imposte dal governo fascista. Nel 1934 s'impose, per continuare a minare la libertà di stampa, di consegnare tre copie di ogni libro stampato in tipografia alla prefettura competente che con una commissione speciale appositamente creata stabiliva se il testo poteva essere commercializzato o meno. Per la diffusione di ogni libro, era necessario il "nihil obstat".

La situazione peggiorò con l'affermarsi dell'antisemitismo e l'avvicinarsi della seconda guerra mondiale, Gli scambi e le pubblicazioni diventarono sempre più difficili. I redattori che avevano scelto di rimanere in Italia erano costretti a firmare sotto pseudonimo.

La stampa nel dopo la guerra uscì dalla crisi molto lentamente anche a causa della carta che aveva portato nel 1944 il Pwb<sup>243</sup> ad ordinare il censimento delle scorte della carta, dell'inchiostro e dei macchinari tipografici, chiedendo moderazione nel consumo. La carta, subito dopo la liberazione dagli alleati, era considerata alla stregua delle munizioni per il prezzo altissimo. ( 250 lire al chilo).

### 3.1.4 I giornali e le riviste

Fra i giornali che facevano propaganda contro gli ebrei ricordiamo il *Popolo d'Italia*<sup>244</sup> favorevole ad un'opera di epurazione. Nell'agosto del 1938 nasceva il quindicinale *La difesa della razza* diretto da Interlandi<sup>245</sup>, ulteriore strumento per l'esaltazione dei principi razziali, ma dopo il successo iniziale la diffusione del periodico diminuì fino a cessare in maniera definitiva la sua pubblicazione nel 1943.

Molti giornali ripresero la pubblicazione solo a seguito dell'arrivo degli alleati a Palermo (1943). Non c'erano naturalmente le condizioni perché si parlasse al grande pubblico di scienza perché tutti erano concentrati sulla sofferta liberazione dell'Italia dal nazi-fascismo.

I primi ad essere stampati furono la *Sicilia liberata*, il *Corriere di Sicilia*, *Il corriere*, *La gazzetta del Mezzogiorno*, il *Risorgimento* e *Il mattino*. Il numero delle testate aumentava man mano che le città venivano liberate, fino al razionamento della carta, inchiostro e controllo delle tipografie da parte degli alleati. In Sardegna nel 1943 venivano pubblicati il quotidiano *L'isola* di Sassari, *L'unione sarda* di Cagliari e il settimanale *Riscossa*.

La rivista *Sapere* a carattere divulgativo scientifico fu pubblicata nel 1935 per merito di Ulrico Hoepli. Erano tante le firme degli scienziati italiani che si potevano leggere fra gli autori degli articoli scientifici. Collaborarono al primo fascicolo G. Marconi, E. Amaldi, G. Provenzal direttore de *La ricerca scientifica*, pubblicazione del Consiglio Nazionale delle Ricerche. L'obiettivo principale dell'editore della rivista era quello di

---

<sup>243</sup> Psychological Warfare Branch (organo speciale che gli anglo-americani avevano istituito da tempo per controllare il settore della stampa e della radio)

<sup>244</sup> 30 agosto 1938

<sup>245</sup> Telesio Interlandi, giornalista, politico e scrittore

arrivare ad un pubblico molto vasto suscitando l'interesse di coloro che nei confronti della scienza avevano avuto solo una superficiale curiosità. Questo il motivo per cui venne dato spazio alle rubriche d'Attualità, Informazioni, Scienza dilettevole, Curiosità e Libri. La rivista ottenne, nei primi anni, un buon successo, grazie all'equilibrato rapporto che l'editore riuscì a mantenere con il governo fascista. La situazione andò peggiorando con l'affermarsi dell'antisemitismo e l'avvicinarsi della guerra. Molti dei redattori che scelsero di continuare a contribuire alla stampa della rivista firmavano gli articoli e le rubriche sotto pseudonimo. La rivista Sapere continuò ad uscire regolarmente con un numero ridotto di pagine fino al 1946.

Il controllo sulla stampa<sup>246</sup> limitava le pubblicazioni. Solo alcune riuscirono ancora a sopravvivere come *L'illustrazione italiana*, settimanale di cultura ed attualità che, come già detto, continuò ad essere presente nelle edicole. Sia Treves in qualità di direttore che S. Solmi, E. Montale, I. Pietra<sup>247</sup> e R. Baccelli collaborarono e furono determinanti per la sua sopravvivenza.

Con le leggi razziali fasciste del 1938, la casa Editrice Fratelli Treves cedette l'azienda alla Garzanti che, verso la metà del 1942, cominciò ad avere difficoltà di stampa e distribuzione. Nel 1951 il settimanale assunse la forma di rivista mensile per poi chiudere nel 1962.

Notevole favore incontrò *Coelum*, la prima rivista italiana a vastissima diffusione che promuoveva ed informava gli appassionati sulle nuove tematiche che l'astronomia del '900 introduceva. *La rivista* fu fondata nel 1931 dal direttore dell'Osservatorio Universitario di Bologna, G. Horn D'Arturo. Intanto anche la rivista *Scientia* continuava ad essere presente nel quadro nazionale delle pubblicazioni e ad avvalersi della collaborazione d'illustri scienziati europei ed americani che vanno da A. Einstein, a Rutheford, a Freud.

Anche la rivista di divulgazione *Salute* si occupava di medicina e, solo raramente lasciava spazio a toni ed argomenti di connotazione spiccatamente fascista. "*Gli odi ed i conflitti razziali si alimentano di nozioni scientificamente false e di dogmi irrazionali. Per dimostrare gli errori e attenuarne le conseguenze, è necessario ricorrere ai mezzi che ci fornisce la scienza, la cultura e l'educazione*". Questo scriveva Alfred Metraux su *Scienza e lavoro*, rivista di divulgazione scientifica e applicazioni pratiche.

Proseguiva, intanto, la pubblicazione delle riviste e dei periodici scientifici collegati alle associazioni quale *Rendiconti*, rivista del Circolo Matematico di Palermo, una delle più autorevoli sul piano internazionale che vantava tra i suoi membri, non solo i principali studiosi italiani, ma anche quelli europei ed americani. Si continuava a pubblicare anche il *Bollettino* della SIPS.

Dopo l'animato dibattito sulla scuola, sui programmi e sugli orari, fra Scienziati e rappresentanti del governo, il dialogo si spense quasi completamente ad eccezione, come già detto, di F. Enriques che continuò a dialogare con G. Gentile.

Continuarono a svolgersi i convegni internazionali: quello della CIEM<sup>248</sup> (attuale CIEAEM)<sup>249</sup> che si svolse a Toronto (1924), il secondo a Bologna (1928) e il terzo a Zurigo (1932).

---

<sup>246</sup> Il dicastero venne istituito dal regime fascista il 22 maggio 1937, ma in realtà era già operativo dal 1925. Il ministero aveva l'incarico di controllare le singole pubblicazioni, sequestrare quelle contrarie al regime. Controllava le Direzioni Generali di: stampa, propaganda, cinematografia, turismo, teatro, istituto luce, dramma antico, discoteca di stato e credito alberghiero.

<sup>247</sup> Italo Pietra giornalista e scrittore italiano

<sup>248</sup> Si rimanda al capitolo 2 pag. 59

<sup>249</sup> Commission Internationale pour l'Étude et l'Amélioration de l'Enseignement des Mathématiques

Intanto, oltre i confini italiani, a partire dal 1939 si andava facendo strada un nuovo modo d'insegnare la matematica nelle scuole. Il nuovo metodo che aveva avuto origine dalla pubblicazione del volume *gli Eléments* di Nicolas Bourbaki<sup>250</sup>, era ben lontano dalla visione intuizionista di Enriques, Castelnuovo, Vailati e Volterra e molto lontana da una possibile trattazione divulgativa.

### 3.2 La divulgazione scientifica dal 1946 al 1979

Alla fine della Seconda guerra mondiale il numero degli scienziati che vivevano e lavoravano, soprattutto negli Stati Uniti, era superiore alla somma degli scienziati vissuti in tutte le epoche precedenti nel nostro pianeta.

La spesa per la ricerca scientifica cessava di essere un dato marginale nell'economia delle nazioni. La comunità scientifica americana, così come la gran parte delle nazioni industrializzate, avevano a disposizione una quantità di risorse senza precedenti, gli interessi degli scienziati andavano oltre il proprio paese e, nella maggior parte dei casi, si trattava di grandi progetti scientifico-tecnologico commissionati dagli Stati industrializzati.

È in questa situazione che nasce la “*scienza collettivizzata*”. Lo studio e le ricerche non più centrati sull'impegno di un unico individuo o sui piccoli gruppi, ma su grandi collettivi il cui lavoro entrava all'interno di un più generale interesse nazionale.

Anche la scienza accademica diventava parte di un'impresa più grande.

J. Ziman fu il primo a parlare di scienza collettivizzata, caratterizzata da grandi risorse e una gestione allargata a gruppi variegati fra i quali le decisioni rilevanti vengono prese dagli scienziati in compartecipazione con altri gruppi sociali anche di non esperti.

Secondo Ziman<sup>251</sup> la fase compresa fra il 1945 e il 1953 è quella *privata* solo fra pari. A questa seguì la fase della scienza *pubblica*, quella in cui avviene la comunicazione delle nuove conoscenze acquisite e in cui gli scienziati sono i produttori del sapere diffuso a fini educativi nella scuola e divulgativi presso il grande pubblico<sup>252</sup>.

Pietro Greco riportando un pensiero di Ziman dice che, fino a quando le decisioni rilevanti per lo sviluppo della scienza, erano prese essenzialmente tra i membri dei “[...] *collegi invisibili*” come avveniva nel corso dell'era accademica allora la comunicazione della scienza al pubblico dei “*non esperti*” poteva a ragione essere considerata un orpello, un'appendice ininfluyente del più generale sistema di comunicazione della scienza”.<sup>253</sup>

“*Se si guarda ai pubblici come composti da soggetti che comunicano la scienza e non solo come oggetti a cui si comunica la scienza si potrebbe uscire dai limiti di una visione strumentale della comunicazione scientifica, la quale nonostante tutto sembra caratterizzare i tentativi di modifica del Public Understanding of Science. In più, questo approccio di ricerca potrebbe servire a verificare l'ipotesi che la comunicazione della scienza fra pari, al pari della scienza, ha valore culturale autonomo*”.<sup>254</sup>

---

<sup>250</sup> Nome adottato per designare un gruppo di Matematici fra cui André Weil (1905-), Jean Dieudonné (1906-1992)

<sup>251</sup> Ziman 2000

<sup>252</sup> Si rinvia al cap. 1, § 1.4.2, pp. 18-20

<sup>253</sup> Pietro Greco in <http://jcom.sissa.it/>

<sup>254</sup> Nico Pitrelli, <http://jcom.sissa.it>

Questo punto di vista è uno dei punti fondamentali del pensiero di Ziman, da noi condiviso e sviluppato in questa tesi.

Con la fine della guerra riprende anche la produzione delle testate e riviste scientifiche. Qui ci limitiamo a prendere in esame esclusivamente quelle scientifiche.

*L'illustrazione scientifica* è la rivista fondata nel 1949 da Rinaldo De Benedetti<sup>255</sup>, uno dei nomi più importanti della divulgazione delle scienze in Italia dopo la guerra è il primo a spiegare, sul *Corriere della Sera*, che cosa è una bomba atomica dopo l'esplosione che distrusse Hiroshima (1945). La rivista si avvaleva del contributo di illustri specialisti e pubblicava articoli tradotti da *Scientific American*.

La pubblicazione cessò nel 1959.

Meno rigore scientifico e molto più spettacolo di immagini caratterizzava l'informazione offerta al grande pubblico da *Epoca*, settimanale fondato dall'editore Mondadori (1950). Il pubblico era attratto dalle pagine di divulgazione scientifica, artistica, e paesaggistica perché arricchite da accattivanti immagini a colori, così rare per l'editoria del periodo. Meno rare oggi nelle riviste scientifiche che producono divulgazione anche attraverso l'uso delle foto.

Negli anni cinquanta è da segnalare un fatto che si è rivelato di straordinaria importanza per la divulgazione scientifica: la nascita del *Museo della Scienza e della Tecnologia* (allora *Tecnica Leonardo Da Vinci*)<sup>256</sup> di Milano inaugurato nel 1953. La sua storia è lunga e travagliata. Nasce dalle ceneri del *Regio Museo Industriale Italiano* di Torino istituito dal senatore De Vincenti, Commissario dell'*Esposizione Internazionale* di Londra che, visitando ed ammirando l'alto valore del *South Kensington Museum* di Londra, constatò che il museo offriva “[...] un mirabile impulso alla produzione industriale inglese e all'educazione tecnico-scientifica della popolazione”.<sup>257</sup> Per questo motivo si prodigò, con molto impegno, affinché anche l'Italia si dotasse di un museo.

Il Museo piemontese, istituito con Regio Decreto nel Novembre del 1886, è da ritenersi il primo, ma per il disinteresse generale portò alla sua chiusura e il materiale trasferito nel *Castello del Valentino*, andò per la maggior parte disperso.

La storia del Museo milanese è legata ai nomi di Giuseppe De Cristosferis e Giorgio Jan, fondatori del *Museo Civico di Storia Naturale*. G. De Cristoforis regalò le sue collezioni dando, così, lo spunto alla nascita del Museo milanese<sup>258</sup>.

*Scienza e lavoro* è una collana di quaderni di divulgazione scientifica fondata nel 1952, diretta da Zammarchi<sup>259</sup> dove l'informazione che offriva era di grande rigore scientifico.

Gli anni '60 sono importanti per lo sviluppo della scienza che coinvolge tutte le discipline dalla fisica alla genetica molecolare e le applicazioni tecnologiche. Sono gli anni del miracolo economico, dell'energia nucleare e delle prime imprese spaziali, del rinnovamento nell'insegnamento matematico a seguito delle proposte scaturite dai convegni internazionali e nazionali di Matematica di Parigi (1959), Dubrovnik (1960), Bologna e Pàtron (1962).

In questo decennio gli sviluppi della ricerca scientifica si riflettono maggiormente sulla vita quotidiana. L'accrescimento della popolarità della scienza è favorito anche dall'interesse che si diffonde attraverso il mezzo del mezzo televisivo. Nel 1968 nasce *Le Scienze*, edizione italiana di *Scientific American*, mensile scritto dagli stessi

---

<sup>255</sup> Rinaldo De Benedetti giornalista scientifico, collaboratore dell'*Enciclopedia Treccani* (1939) e successivamente creatore delle due piccole *Enciclopedie Garzanti*

<sup>256</sup> Rimandiamo al cap. 4, § 4.2.2, pp. 90-93, per un'analisi del ruolo oggi svolto dal museo milanese

<sup>257</sup> Guida al *Museo Della Scienza e della Tecnologia Leonardo Da Vinci*, p. 5, 1984

<sup>258</sup> Sull'origine dei musei si rimanda al cap.2, § 2.6.1, p. 62e cap.4, § 4.2.1, pp. 60-61

<sup>259</sup> Angelo Zammarchi, Sacerdote appassionato di studi scientifici, fondatore della casa editrice *La Scuola*

scienziati che conducono le ricerche. Il loro contributo, inizialmente, era limitato a pochi articoli, in seguito comprendeva interviste, rubriche sugli avvenimenti scientifici e culturali. Il periodico si rivolge ad un fascia culturalmente medio alta ed è particolarmente apprezzata da studenti, ricercatori e docenti.

Se negli anni '50 una rubrica di argomento scientifico faticava ad esistere, negli anni '60 si faceva strada la questione ambientale, che diventerà oggetto di maggior attenzione da parte dell'opinione pubblica nel decennio compreso fra il 1970-'80, quando la scienza cominciava a *fare notizia* e i maggiori quotidiani le dedicavano sempre uno spazio più ampio. La divulgazione, soprattutto quella rivolta al grande pubblico, iniziava a porre notevoli e seri problemi: di linguaggio, d'attendibilità delle fonti, di selezione delle informazioni, in particolare quando si trattava di informazioni scientifiche legate alla medicina e alla salute dell'uomo. Queste notizie, se erronee o superficiali, potevano portare conseguenze in termini di allarmismi ingiustificati o aspettative illusorie. Un esempio emblematico è stato la cura Di Bella. Questo caso aveva invaso tutti i media e aveva arrecato conseguenze gravi, non solo a livello d'informazione, ma soprattutto sui malati e le loro famiglie. "*Giornalisti, attenti: vi serve una lezione di rigore*", così ammoniva Dario Manfellotto, medico internista dell'Ospedale Fatebenefratelli di Roma, sul *Corriere della sera*<sup>260</sup>. L'ammonimento di D. Manfellotto è parte di un progetto presentato ad un convegno sulla qualità dell'informazione scientifica. L'obiettivo principale era quello di creare un'agenzia a cui i giornalisti potessero fare riferimento per verificare le notizie provenienti dal mondo della medicina e della ricerca. L'autore metteva in dubbio che tale organismo servisse a sconfiggere "[...] *quel giornalismo scandalistico, che sbatte in prima pagina o urla al telegiornale notizie e non-notizie che solo in seguito sono controllate e troppo spesso smentite*". La soluzione stava, quindi, in un giornalismo serio, rispettoso delle norme deontologiche, che offrisse al pubblico le informazioni utili per comprendere i fenomeni e trarne insegnamenti per vivere meglio. Si trattava di quel giornalismo che, fin dall'inizio, si proponeva di sostenere e favorire l'Unione giornalisti italiani scientifici<sup>261</sup>. Nell'atto costitutivo si sancirono le finalità di valorizzare la funzione della comunicazione scientifica, facilitare il compito che sono chiamati a svolgere i giornalisti, promuovere ogni azione diretta a sensibilizzare enti pubblici e privati sull'importanza dell'informazione scientifica e tecnica.

Non mancarono serietà e rigore sui vari temi d'attualità scientifica proposti da inserti e supplementi dei maggiori quotidiani italiani: *Tuttoscienze*, supplemento de *La Stampa*, *Il Corriere delle scienze* e *Corriere salute* e gli spazi riservati alla scienza dal *Corriere della sera*, dall'*Unità*, *La Repubblica*. Testate che hanno dedicato e dedicano spazi alla scienza e tecnologia e si avvalgono di giornalisti scientifici di lunga esperienza anche nella divulgazione (Luigi Bazzoli, Piero Bianucci, Giovanni Caprara, Rinaldo De Benedetti, Pietro Greco), e della collaborazione esterna di studiosi del mondo scientifico che operano anche come divulgatori. La presenza di studiosi e giornalisti preparati e interessati al fenomeno divulgativo, garantisce una buona qualità dell'informazione e incontra il favore del grande pubblico. Importante la crescente attenzione che i molti programmi televisivi hanno manifestato e continuano a manifestare su temi legati alla scienza, alle problematiche ambientali.

Con l'avvio degli anni '70 gli effetti negativi del progresso economico, scientifico e tecnologico e l'azione dell'uomo sull'ambiente iniziarono a rendersi visibili. Questa consapevolezza portò alla nascita e alla produzione di riviste pubblicate direttamente

---

<sup>260</sup> *Corriere della sera*, 7 Ottobre 1996, p. 1

<sup>261</sup> Unione giornalisti italiani scientifici (Ugis), nata a Milano nel luglio del 1966



dall'associazioni e dai gruppi ambientalisti che, ancora oggi, vengono prodotte e informano costantemente il grande pubblico sui problemi che di volta in volta coinvolgono la società, l'ambiente e la tecnologia. *Nuova Ecologia* è la rivista che svolge un ruolo d'indagine, provocazione e denuncia. *Sapere*, pur mantenendo sempre viva l'attenzione sul collegamento tra mondo della ricerca e vita sociale, affronta le problematiche ambientali, che diventano oggetto di dibattito sulle eventuali responsabilità della scienza. Vi sono poi le pubblicazioni che prendono in considerazione l'aspetto più tecnico-amministrativo della tutela ambientale. *Ambiente Risorse Salute* si sofferma sulle problematiche legate alla gestione del territorio e dei beni ambientali, sul risparmio energetico, sull'inquinamento a protezione della natura. Nascono anche riviste *Airone*, *Oasis* e *National Geographic*, che mettono in risalto soprattutto l'aspetto spettacolare della natura attraverso l'uso di carta patinata e offrono al lettore l'occasione di avvicinarsi alle tematiche ambientali in modo piacevole. Le immagini sono accompagnate da testi illustrativi scritti con precisione scientifica e con chiarezza di linguaggio.

L'ecologia diventa fenomeno culturale e sociale. Anche la rivista *Scienza e vita nuova* è rinata nel 1979 sotto la direzione di Giorgio Santocanale<sup>262</sup>.

Il grafico pubblicato da Price e ripreso da A. Cerroni dimostra come la crescita del numero “[...] per esempio degli articoli su *Physies Abstracts*” sia esponenziale<sup>263</sup>.

Il grafico (fig. 1.3) sintetizza il numero delle pubblicazioni a partire dal 1910 al 2000 su *Physies Abstracts*. Andamento non legato solo a *Physies Abstracts*, ma estendibile a tutte le pubblicazioni.

Analizzando la stessa fonte Ziman fa notare che se “[...] la pubblicazione di contributi scientifici avesse continuato a raddoppiare ogni quindici anni, ogni uomo, donna e bambino nel paese avrebbe dovuto impiegare tutto il tempo a fare ricerca e scrivere saggi scientifici”<sup>264</sup>.

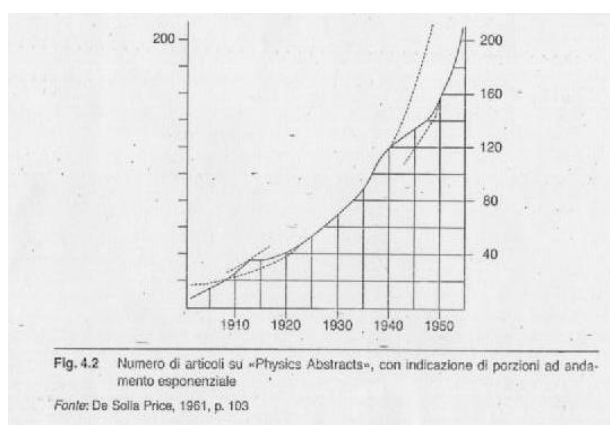


fig. 1.3

<sup>262</sup> Giorgio Santocanale (*Scienza e Vita*) gli viene conferito il riconoscimento speciale alla carriera nel 2003 unitamente a Giuseppe Prunai (RAI-GR1). Si tratta del premio giornalistico per la Divulgazione Scientifica “Voltolino” (Alfredo Gentili)

<sup>263</sup> Pubblicato da Derek de Solla Price nel 1961 e ripreso da Cerroni, 2006, p. 76

<sup>264</sup> Ziman, 2000, p. 100

La conseguenza che ne deriva è l'impossibilità di conoscere molte delle pubblicazioni immesse sul mercato e orientarsi nella scelta delle fonti.

Gli effetti pratici sulla vita quotidiana, determinati dallo sviluppo scientifico e soprattutto dalle sue applicazioni tecnologiche, portano ad un interesse sempre crescente da parte del pubblico verso la scienza nelle sue implicazioni politiche ed economiche.

Condividiamo il pensiero di Ziman secondo il quale il progresso scientifico non dipende solo da un ricchissimo "*ingranaggio di cataloghi bibliotecari, indici bibliografici, e altri archivi che possono essere consultati alla ricerca di particolari voci di informazioni, ma anche da una estesa letteratura secondaria di riviste, rassegne, monografie, manuali*", archivio contenente informazioni da consultare, ma anche da una letteratura *secondaria* composta da riviste, monografie e manuali.

È giusto anche affermare che questa produzione è maturata dentro e attorno ad altri avvenimenti fra cui il più importante è il rinnovarsi dell'Istituzione Scuola.

Negli anni '59 '60 e '61 si sono svolti i convegni di Royaumont (Parigi), Dubrovnik e Bologna. Il primo organizzato dall'O.C.S.E<sup>265</sup> con lo scopo di accertare lo stato dell'insegnamento secondario della Matematica nei Paesi membri e trasferire i risultati delle più recenti conquiste matematiche, opportunamente adattate, nell'insegnamento; il secondo col compito di elaborare il nuovo progetto; il terzo convocato dal C.I.I.M<sup>266</sup> per rimarcare come la matematica debba essere vista sotto l'aspetto unitario in cui la componente culturale deve prevalere su quella formale.

Il Ministero della Pubblica Istruzione italiano istituì classi pilota per applicare le nuove indicazioni. Il primo passo fu la pubblicazione di nuovi libri di testo. La sperimentazione non diede i frutti auspicati perché le classi scelte avevano alle spalle già un insegnamento tradizionale.

Il 1963 è l'anno in cui si completa l'unificazione della Scuola Media. Questa offrì l'occasione per applicare i progetti maturati a livello internazionale e nazionale, ma fra le indicazioni e il programma analitico si verificò una frattura. Le prime erano molto vicine alle innovazioni discusse nei precedenti convegni, i secondi erano simili ai programmi tradizionali con qualche semplice cenno, sotto forma di invito, a portare in classe esempi enunciati nelle premesse.

Negli anni '70 furono emanati i programmi per gli Istituti Tecnici che non si discostavano tanto dai precedenti. Occorre arrivare al '74-'75 per avere l'autorizzazione ad attivare classi sperimentali con nuovi programmi in armonia con gli obiettivi della sperimentazione. I programmi completi nelle indicazioni generali, finalità, obiettivi da perseguire furono quelli emanati dal Ministro Pedini nel 1979. In questi programmi sono stati messi a punto problemi di carattere didattico, metodologica e di contenuti che non riguardavano solo la disciplina ma la mettevano in relazione alle altre discipline. Sul svolgimento del programma, anche oggi, si insiste a non soffermarsi solo sugli aspetti puramente meccanici e mnemonici, ma all'uso di strategie che sviluppino le capacità logiche e di ragionamento.

Gli anni '80 sono anche gli anni delle prime esperienze di divulgazione Matematica in Italia. La pioniera fu Emma Castelnuovo con l'esposizione dei lavori realizzati dai suoi alunni nell'Istituto Torquato Tasso di Roma nel 1971, creando le basi per la

---

<sup>265</sup> Organizzazione di Cooperazione e di Sviluppo Economico

<sup>266</sup> Commissione Internazionale per l'Insegnamento della Matematica

divulgazione Matematica al grande pubblico. La sua prima apparizione come insegnante e divulgatrice risale al 1956 con l'esposizione di modelli di sezioni coniche a Madrid a cui parteciparono gli alunni del Liceo Italiano.

Nel 1986 Michele Emmer con la mostra *L'Occhio di Horus: itinerari nell'immaginario matematico* espone a Bologna, a Parma, a Milano e Roma. Impegno dura ancora con il convegno *Matematica e cultura* che si rinnova tutti gli anni a Venezia.

### 3.3 La divulgazione dopo il 1980

Il 1991 è la data in cui Paul Ginsparg<sup>267</sup> mise a punto un database in grado di ricevere e rendere disponibile su Internet una serie di articoli, rapporti tecnici e abstract che gli autori preferivano non inviare alle riviste, ma rendere pubblici sulla rete. L'iniziativa ebbe successo. L'*open archive* raccolse in poco tempo lavori relativi a 25 diverse aree disciplinari e venne utilizzato da più di 25.000 utenti di oltre 70 paesi.

Le conseguenze dell'iniziativa di P. Ginsparg si sono manifestate come una vera rivoluzione; l'archivio dava agli autori, in alternativa alla pubblicazione sui periodici convenzionali, la possibilità di collocare liberamente in rete i propri lavori e costituiva una sfida al predominio dell'editoria commerciale. Agli autori e alle biblioteche non era richiesta né tariffa per la pubblicazione né cessione forzosa dei diritti.

Altra data importante è il 1994, anno in cui Stevan Harnad<sup>268</sup> lanciò ciò che egli stesso definì una *subversive proposal*, idea volta a superare il tradizionale sistema cartaceo di pubblicazione attraverso la collocazione immediata e diretta degli articoli sulla rete.

A seguito di queste innovazioni rivoluzionarie sono nate altre iniziative come SPARC<sup>269</sup> una stretta alleanza fra università, biblioteche e organizzazioni accademiche allo scopo di creare un'alternativa alle disfunzioni del mercato editoriale, OPA<sup>270</sup> atta a sviluppare gli standard necessari a garantire l'accesso alle risorse disponibili nei diversi archivi esistenti sulla rete e BOAI<sup>271</sup> volta a garantire l'accesso gratuito alla produzione scientifica mondiale attraverso lo sviluppo tanto degli *open archives* quanto di nuovi periodici ad accesso aperto.

Con gli anni ottanta iniziarono ad imporsi sia una comunicazione che un'informazione rapida. Si iniziarono a valutare i tempi di realizzazione e i costi di trasmissione che, se eccessivamente lunghi, avrebbero comportato un aumento dei costi.

Una parte della comunità scientifica si è rivolta alle tecnologie digitali, capaci di attenuare i problemi di celerità e contenere i costi.

Negli anni '90 con l'affermarsi di Internet come grande contenitore di periodici elettronici si sono create riviste formato digitale, forme radicalmente nuove di diffusione dell'informazione scientifica.

Internet è il mezzo che ha maggiore visibilità anche se gli altri mezzi continuano a essere in primo piano: il libro stampato, il telefono, la radio, la televisione, il cinema

---

<sup>267</sup> Paul Ginsparg, Fisico delle alte energie presso il Los Alamos National Laboratory, <http://arXiv.org/blurb/pg96unesco.html>

<sup>268</sup> Stevan Harnad. Scienziato ungherese

<sup>269</sup> Scalable Processor ARChitettura

<sup>270</sup> Open Archive Iniziative

<sup>271</sup> Budapest Open Access Initiative

indicati come *comunicazione di massa*, termine coniato nel 1930 da Gramsci. Mezzi che, oltre ad essere interdipendenti, si completano a vicenda pur svolgendo ciascuno di essi una funzione specifica all'interno della società.

Si tratta di una *realtà virtuale*, universo parallelo e immateriale a quello reale, ed è basato sulla costruzione di scenari finti che hanno trovato impiego, inizialmente nei video giochi, nelle simulazioni militari, in ambito chirurgico, architettonico e didattico.

Anche il 1989 l'inglese Tim Berners-Lee inventò del *World Wide Web*.

Dal 1993 la diffusione di Internet è cresciuta vertiginosamente e inglobando quasi tutti gli altri media. Attraverso Internet si raggiunge facilmente chiunque in qualsiasi momento e in qualsiasi parte del mondo tramite computer o telefono mobile; consente forme di socializzazione a distanza, mette a disposizione servizi a basso costo.

Alla fine del primo decennio del XXI secolo la divulgazione scientifica fa parte dei programmi di molti scienziati, di moltissimi operatori della comunicazione, e coinvolge il grande pubblico che ha a disposizione molti strumenti di diffusione.

Le persone conoscono gli effetti dell'ultimo mezzo di comunicazione di massa ma non tutti hanno consapevolezza del suo potere.

Internet permette consultazioni ipertestuali e multimediali assolutamente nuove; si presenta in forma più ricca rispetto al cartaceo, aggiorna più rapidamente, permette l'accesso all'archivio degli articoli già pubblicati e spesso offre immagini animate che rendono l'esplorazione molto più avvincente anche se, in alcuni casi, allunga i tempi di consultazione. Essa non è sottoposta a verifica e selezione delle notizie pubblicate.

Negli anni '90 ebbero successo nuove riviste: *National geographic* in cui vengono pubblicati articoli accompagnati da fotografie sulla flora, sulla fauna, sui paesaggi e la vita dei popoli; la rivista *Focus* propone al pubblico articoli su argomenti scientifici che vanno dalla medicina all'ecologia, dall'innovazione tecnologica alla psicologia. La trattazione è chiara e comprensibile, riccamente corredata da illustrazioni ed immagini fotografiche spesso spettacolari. Per il taglio divulgativo che la contraddistingue, registra un successo crescente ed è largamente apprezzata dal pubblico; la rivista *Newton* può vantare diverse edizioni straniere basate su quella italiana ed è diretta da Giorgio Riviaccio, giornalista e scrittore esperto in materia di comunicazione scientifica. Quest'ultimo periodico diffonde anche una serie di prodotti collaterali, cd-rom, videocassette e monografie.

Oltre agli inserti e supplementi scientifici dei quotidiani, è possibile sfogliare le pagine elettroniche di riviste quali *Le Scienze*, *La nuova ecologia*, *Newton*. *Galileo* che è il primo giornale italiano di scienza e tecnica solo on-line, dove si approfondiscono i temi più attuali della scienza e delle sue implicazioni sociali. L'elenco è lungo e cresce ogni giorno perché e sempre più numerose, sono le riviste presenti in rete.

Questa trasformazione si è potuta realizzare perché si sono creati i presupposti giusti, uno dei quali: la scolarizzazione di massa avviata con l'unificazione della Scuola Media.

Dopo l'esperienza di Emma Castelnuovo e di Michele Emmer è stata la volta di altre tre sedi universitarie che, in occasione della *Settimana della Cultura Scientifica* (1992) hanno organizzato le mostre: *Oltre il compasso* a Pisa, allestita da Franco Conti ed Enrico Giusti, *Delle Macchine Matematiche e altri oggetti* a Modena, promotrice la Mariolina Bartolini Bussi.

La sede di Trieste ha allestito una mostra-laboratorio *Oltre lo specchio* (1997).

A queste iniziative seguì il convegno di Cortona (1998) dal significativo titolo: *La Matematica al museo*. Da questo convegno scaturì la proposta di collaborazione

internazionale su progetto finanziato dalla Comunità Europea: *Maths Alive: Mathematics in everyday life*. Al progetto parteciparono due gruppi: il gruppo italiano, coordinato da Maria Dedò (Milano), comprendeva gli autori di *Oltre il compasso*, *Macchine Matematiche*, *Simmetria e giochi di specchi* e il gruppo portoghese *Atrastor* coordinato da Manuel Arala Chaves.

Queste iniziative hanno dato origine ai musei matematici ora presenti in Italia.

*Simmetria e giochi degli specchi e Macchine Matematiche, Il giardino di Archimede*, un esempio di museo con “[...] finalità divulgative che approdano alla didattica solo in quanto l’interesse mostrato dalle scuole durante le visite agli allestimenti ha messo in luce potenzialità forse inaspettate”.<sup>272</sup>

I due musei *Macchine Matematiche e Oltre lo specchio* nascono invece da ricerche didattiche.

Paolo Budinich, fisico, già protagonista della nascita del polo scientifico internazionale di Trieste, dopo aver esposto a Parigi la mostra temporanea *l’Immaginario scientifico*, ha dato vita a Trieste all’omonimo Museo.

Il fisico Vittorio Silvestrini ha fondato a Napoli la *Città della Scienza*. Struttura nata, non solo come grande *Science Centre*, ma anche come centro promotore del recupero del centro industriale di Bagnoli e soprattutto luogo in cui la diffusione informale e democratica diventa la leva per il nuovo sviluppo economico. È il primo nuovo modello inaugurato in Italia (1980) che poi farà scuola ad altri centri distribuiti in tutto il territorio.

Negli anni novanta il Ministro per l’Università e la Ricerca Scientifica e Tecnologia, Antonio Ruberti, con la legge 113 del 1991, finanzia e sostiene iniziative sia temporanee che permanenti di comunicazione della scienza. Sono i primi finanziamenti che hanno dato vita e incoraggiato la nascita di iniziative divulgative scientifiche in tutta l’Italia.

Nel 1997 nasce il museo interattivo *Città dei bambini di Genova* per opera di un gruppo di universitari dell’Istituto Nazionale di Fisica della Materia. È il primo centro ludico-educativo creato per i bambini e ragazzi da 2 a 14 anni con lo scopo di avvicinarli alla scienza e alla tecnologia stimolando la curiosità. La metodologia applicata parte dall’osservazione, sperimentazione, dubbio e diritto all’errore per incoraggiare il senso critico e far acquisire la consapevolezza che non si arriva ad una verità assoluta.

Negli anni successivi nascono varie realtà quali: *San Gemini*, in Umbria; il *Geolab* realizzato dal fisico Paco Lanciano, il *Museo Laboratorio dell’Appennino Umbro* a Polino, provincia di Terni (2001), il *Paleolab* museo interattivo a Pietraroja (Benevento) ad opera di Paco Lanciano (20005).

L’esperienza di altri tre fisici: Vittorio Zanetti, Pietro Cerreta e Roberto Battistoni ha dato vita al *POST, Perugia Officina della Scienza e della Tecnica*, aperto nel 2002 con il contributo del fisico Leonardo Alfonsi.

È del 2004 il *Museo di Bali*, Planetario e Museo interattivo della scienza, un osservatorio astronomico dedicato alla didattica situato a Saltara (Pesaro e Urbino).

Da segnalare il *Museo di Scienze Planetarie* di Prato (Toscana) fondato nel 2005, dove vi è un importante collezione di minerali e meteoriti; il *Centro della Scienza* a Calatri (Avellino), ad operata di Pietro Cerreta; l’osservatorio Astronomico di Pino Torinese con una storia lunga due secoli ha ripreso vigore con una nuova costruzione inaugurata nel 2006 per ospitare *Apriticielo*.

---

<sup>272</sup> Mariolina Bartolini Bussi, 2005, p. 142

Fra i musei solo matematici ricordiamo il *Museo Matematico di Roma* presentato nel 1999 come il primo in fatto di numerologia, voluto e gestito dalla Sovrintendenza ai beni culturali. Non ha una sede propria per questo è ospitato temporaneamente nel Dipartimento di Matematica dell'Università "La Sapienza".

Il *Giardino di Archimede*, inaugurato nel 2004, si avvale dell'esperienza più che decennale maturata prima con la mostra *Oltre il compasso: la geometria delle curve* (1992) visitata da oltre mezzo milione di persone in più di 30 allestimenti in Italia e per oltre un anno è stata ospitata al Palais de la Découverte (Parigi).

Fra le mostre Matematica citiamo *Simmetria, giochi di specchi*, proposta dal Centro Interuniversitario di Ricerca per la Comunicazione e l'apprendimento informale della Matematica, allestita nel Dipartimento di Matematica "Federico Enriques" dell'Università degli studi di Milano, con lo scopo di illustrare le proprietà simmetriche di cui godono le figure piane e tridimensionali.

### **3.4 Cosa dicono gli esperti e i divulgatori quando parlano di scienza**

La divulgazione scientifica, essendo una realtà diffusa e molto eterogenea, è oggetto di studio di esperti, non esperti, amanti della scienza, docenti e anche ciarlatani.

Chi fa divulgazione, spesso, non ha titolo specifico per farlo.

La visione sulla la divulgazione scientifica, quali le sue potenzialità e come deve essere realizzata, è divergente. Gli scienziati lamentano una cattiva informazione scientifica e attribuiscono superficialità ai giornalisti, portati a privilegiare *l'emotività* in nome del sensazionalismo e, quindi, a *distorcere le verità scientifiche*. Dal canto loro i giornalisti scientifici percepiscono come *arroganza la scarsa voglia di comunicare* degli scienziati. A queste recriminazioni e polemiche di rado segue un'obiettiva riflessione. L'assenza del desiderio di capire e approfondire i motivi di una situazione paradossale dove, due classi di esperti interessati allo stesso problema e, si presume con gli stessi obiettivi, non si scambino i loro punti di vista, non stabiliscono quali spazi competano a ciascuno. Non esiste, ancora oggi, un titolo specifico che permetta oggettivamente il riconoscimento di un ordine di *Divulgatore Scientifico*. Molti svolgono il ruolo senza essere ufficialmente riconosciuti e per questo ognuno è libero di definirsi a livello soggettivo.

Il giornalista interpreta il suo ruolo come colui che non ha il compito di spiegare la disciplina:scientifica sia essa Matematica o Fisica ect., ma il suo ruolo è quello di incuriosire, far nascere l'interesse e porre problemi. I giornalisti si definiscono *Giornalisti* o al massimo *Giornalisti Scientifici* e non utilizzano mai il termine Divulgatore.

I fisici e i matematici sono due categorie descritte, spesso, come studiosi che non amano parlare al pubblico e sono restii a farsi intervistare.

Ai fini della divulgazione le biografie sono ritenute importanti perché penetrano nei percorsi esistenziali e in esse si ritrovano i bisogni che appartengono all'uomo e costituiscono sempre un elemento di empatia.

La Matematica è una disciplina difficilmente riducibile come linguaggio che è altamente rigoroso, ha a che fare più con il mondo delle idee per cui non è facile rendere divertenti le cose difficili.

Oggi esistono diversi canali informativi che curano specifici aspetti della scienza a cui è giusto demandare la divulgazione. È fondamentale che tutti gli scienziati si abituino a comunicare il loro lavoro con un linguaggio adeguato al grande pubblico anche rischiando di essere fraintesi.

Occorre partire da ciò che appassiona, suscitando curiosità che è l'aspetto più trascinante nell'ambito divulgativo. Al grande pubblico interessa la matematica applicata alla vita.

A seconda del contesto in cui si fa divulgazione è necessaria anche l'approssimazione per permettere al pubblico non esperto di seguire il discorso. Se si confronta il lavoro dello scienziato e la realtà divulgativa notiamo che, nel primo la scrittura è rigorosa, segue i canoni della disciplina mentre nella seconda il linguaggio usato è più semplice e comprensibile. Secondo noi nell'esposizione o presentazione di un progetto si dovrebbe procedere in maniera sequenziale cioè esplicitare gli snodi più problematici per essere più sicuri che chi segue, pur non avendo una preparazione specifica, possa recepire il discorso generale. In ogni ambito divulgativo bisogna fare uso dell'*approssimazioni* senza cadere nel banale, sia quando si espone che quando si pubblica, perché chi legge potrebbe non conoscere l'argomento.

Molto scettico nei confronti dei divulgatori ufficiali e delle mega-manifestazioni è Giorgio Israel, la sua tesi anche rafforzata anche da un'indagine svolta all'Università di Roma dove il 70% degli studenti intervistati dichiara di essersi iscritto ai corsi di Matematica per gli stimoli e consigli dell'insegnante; il 15% per le letture fatte e solo il 4% dopo aver seguito il Festival della Scienza a Roma<sup>273</sup>.

La preparazione dei divulgatori anche se non provenienti dal mondo della scienza richiede una buona formazione non solo sotto l'aspetto comunicativo ma anche su quello scientifico. Rossella Panarese<sup>274</sup> ama dire, “[...] io come giornalista non voglio spiegare la Matematica o la Fisica, il mio compito è incuriosire, far nascere l'interesse e porre problemi, poi ciascuno fa quello che vuole”. La giornalista puntualizzare che il termine divulgazione porta a pensare a una traduzione, a un linguaggio come se si trattasse di un romanzo. Il ruolo di un giornalista che lavora alla radio è quello di saper raccontare, l'ascoltatore deve poter seguire ciò che sente, anche se non vede. La mimica e la gestualità, aspetti fondanti in una conversazione, in una comunicazione radio sono assenti. Adattare il modo e le scelte al mezzo di comunicazione è fondamentale. Alla Radio la narrazione deve saper trovare una trama. Il giornalista deve parlare di quello che conosce e quindi differenziare. È importante evitare situazioni in cui i cronisti si prestano occasionalmente all'informazione scientifica perché il pubblico, in fase di comunicazione, ha soprattutto non ha necessità di sensazionalismo, ma di giornalisti scientifici competenti, autorevoli, in grado di esporre i diversi punti di vista, da presentare senza forzature. Le fonti di riferimento devono essere le più autorevoli, verificabili e verificate.

Le diverse visioni si possono ritrovare in molti articoli e discorsi di divulgazione scientifica, mentre è difficile reperire studi approfonditi e indagini capillari che attestino quanto ciascuno afferma in base alla propria esperienza.

Non esistono, se non in termini sporadici, riflessioni sulle ricadute della valutazione della scienza.

---

<sup>273</sup> Giorgio Israel Università di Roma. Incontro INdAM 15/12/2008

<sup>274</sup> Rossella Panarese Giornalista RAI Radio Tre

Abbiamo esaminato un unico lavoro, è la tesi di dottorato di Giovanni Austoni<sup>275</sup> non pubblicata via on-line, ma solo attraverso sintesi di Rita Ornaghi<sup>276</sup>

Austoni ha svolto un'indagine sul comportamento dei comunicatori-divulgatori<sup>277</sup>. Si tratta di un'intervista rivolta a 21 professionisti sulla preparazione e sugli atteggiamenti assunti da coloro che praticano sporadicamente o come professione la Divulgazione Scientifica. I soggetti intervistati sono: tre Scienziati, dodici Scienziati-Comunicatori, due Umanisti, quattro Comunicatori molti di essi svolgono attività accademica e ricerca come professione primaria.

Noi ci limitiamo a sintetizzare i risultati limitatamente alle domande pertinenti la nostra ricerca.

Per ogni domanda gli intervistati potevano scegliere una delle tre opzioni prestabilite.

tab.1.3

<b>Domanda 1</b>	<b>Come comunicano gli scienziati?</b>			<b>Presenze</b>
<b>Opzioni</b>	<b>Poco e male/per secondi fini</b>	<b>Se la cavano/bene</b>	<b>Dipende/non sa</b>	<b>intervista</b>
Scienziati	0	1	0	1/3
Comunicatori	0	1	1	2/4
Umanisti	0	1	0	1/2
Scienziati-comunicatori	4	1	2	7/12
<b>Totale</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>11/21</b>

tab. 2.3

<b>Domanda 2</b>	<b>Per lo scienziato: divulgazione come...?</b>			<b>Presenze</b>
<b>Opzioni</b>	<b>Appendice</b>	<b>Dovere necessario</b>	<b>Dipende/non necessariamente</b>	<b>intervista</b>
Scienziati	0	1	2	3/3
Comunicatori	0	1	2	3/4
Umanisti	0	0	0	0/2
Scienziati-comunicatori	1	2	6	9/12
<b>Totale</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>15/21</b>

tab.3.3

<b>Domanda 3</b>	<b>Di chi è la maggior responsabilità della scarsa comunicazione scientifica in Italia?</b>			<b>Presenze</b>
<b>Opzioni</b>	<b>Scienziati</b>	<b>Giornalisti</b>	<b>Entrambi/dipende</b>	<b>intervista</b>
Scienziati	0	1	2	3/3
Comunicatori	0	1	2	3/4
Umanisti	0	0	1	1/2
Scienziati-comunicatori	0	1	8	9/12
<b>Totale</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>16/21</b>

<sup>275</sup> Giovanni Austoni. Medico, con tesi di dottorato in: divulgazione e immaginario scientifico, 2005, SISSA di Trieste

<sup>276</sup> Rita Ornaghi, ha sintetizzato la tesi di Giovanni Austoni, servendosi dello strumento tabella. Il lavoro è consultabile presso il *Centro Studi Comunicazione Farmaco*. Le 5 tabelle riportano solo 5 fra le 19 domande poste.

<sup>277</sup> I partecipanti, intervistati virtualmente (45 minuti, in media) hanno seguito una traccia articolata su una serie di 19 domande standard a partire dalla panoramica del giornalismo scientifico fino al successo della scienza divulgata e all'autocritica. Nel sito sono riportati i nomi degli intervistati. Noi abbiamo scelto di non riproporli in quanto non attori, in prima persona delle interviste.



tab.4.3

Domanda 4	Sono necessarie e utili delle linee guida specifiche (*) o comitati scientifici redazionali (**) per il giornalismo scientifico?			Presenze intervista
	No	Si	Dipende/non sa	
Opzioni				
Scienziati	0	1 (1), 1 (1)	0	2/3
Comunicatori	2	0	1	3/4
Umanisti	0	0	0	0/2
Scienziaticomunicatori	1	1 (1)	5	7/12
Totale	3	3 (3)	6	12/21

tab.5.3

Domanda 5	La disinformazione scientifica dei giornali è sostenuta da...?			Presenze intervista
	Ignoranza	Scelte editoriali/pressioni economiche	Entrambe	
Opzioni				
Scienziati	0	1	2	3/3
Comunicatori	0	1	2	3/4
Umanisti	0	0	0	0/2
Scienziati-comunicatori	1	1	9	11/12
Totale	1	3	13	17/21

Austoni mette in risalto: “[...] un'inedita e forse inaspettata autocritica sia da parte di chi fa Scienza sia da parte di chi la comunica: la necessità imprescindibile di una maggiore umiltà nella valutazione reciproca”. La nostra analisi condivide questa tesi.

In tabella 2.4 relativa alle risposte alla domanda, *Per lo scienziato: divulgazione come...?* che ha totalizzato (1) l'opzione **Appendice**; (4) **Dovere necessario per lo scienziato** e **10** l'opzione **Dipende/non necessariamente**: la risposta che totalizza il maggior punteggio.

Alla domanda **Come comunicano gli scienziati?** Gli stessi Scienziati e Scienziati-comunicatori scelgono il (36%)<sup>278</sup> l'opzione **Poco e male/per secondi fini**; il (18%) **Se la cavano** e il (18%) è anche la percentuale relativa alla domanda **Dipende/non sa**. Il rimanente 28% sceglie **Se la cavano/bene e Dipende /non sa**.

I risultati fanno emergere la difficoltà nello scegliere la risposte e soprattutto assumere una netta posizione.

L'indagine mette in rilievo l'importanza delle linee guida in parte assenti e quelle presenti non condivise sulla difficoltà di divulgare, comunicare, parlare al grande pubblico di scienza

I Master, dottorati in Comunicazione della Scienza oggi attivati sono una risposta a questa difficoltà. La prima esperienza di Master in Italia è stata quella offerta dalla SISSA<sup>279</sup> di Trieste nel 1993. A questa sono seguite, negli anni successivi, esperienze di Master e dottorati soprattutto in ambito universitario. Il Master della SISSA è nato *da una proficua sinergia*, come la descrivono i fondatori, tra giornalisti e scienziati italiani con un approccio multidisciplinare alla didattica della comunicazione della scienza. Il corpo docente è composto da storici, filosofi, sociologi, letterati e giornalisti. Questa

<sup>278</sup> Gli scienziati-comunicatori che ha fornito risposte sono sette

<sup>279</sup> SISSA: Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati

scelta rispecchia la consapevolezza che nelle società democratiche moderne le modalità di produzione e comunicazione della scienza hanno assunto un ruolo politico e coinvolgono ormai una pluralità di attori sociali, ciascuno dei quali è portatore di valori, di aspettative e obiettivi differenti.

Anche i musei *Tridentino* e *Leonardo da Vinci* nel loro sito hanno pubblicato il bando per partecipare a ricoprire il ruolo di guida.

Il *Museo Tridentino* fra i requisiti richiesti comprende il diploma di Scuola Secondaria di 2° grado con certificate esperienze di attività in scuole o gruppi per almeno due anni, e/o iscritti ad un corso di Laurea.

Il *Museo Leonardo da Vinci* fra le richieste inserisce la clausola che i partecipanti al bando siano studenti universitari la cui formazione verrà completata successivamente nello stesso museo.

### **3.5 Matematica**

Il processo della divulgazione della Matematica ha presentato e presenta maggiori difficoltà per le ragioni che sono state già prese in considerazione in questo lavoro.

In questo paragrafo, per quanto riguarda la divulgazione di questa disciplina, prendiamo in considerazione l'arco di tempo che va dal 2004 ad oggi<sup>280</sup>, partendo dal dibattito che si è sviluppato, nel convegno internazionale *Mathematics and Culture in Europe*, svoltosi a Bologna (22-23 Ottobre 2004)<sup>281</sup> e i cui atti sono stati pubblicati con il titolo *Matematica e cultura europea*.

Nella tavola rotonda<sup>282</sup> su *Matematica e media: strumenti, aspettative, risultati* si sono confrontati protagonisti e operatori della divulgazione matematica con il pubblico presente. L'incontro aveva come principale obiettivo quello di chiarire il rapporto fra mezzi di comunicazione e divulgazione Matematica. Il ruolo che essa ha avuto, come se è cambiato nel tempo e in che modo.

Dal dibattito sono emerse diverse constatazioni e giudizi da cui sono scaturiti analisi e proposte.

I libri pubblicati a fine novecento erano al massimo 5 o 6 oggi sono talmente numerosi che è quasi impossibile seguirli tutti.

Come è stato messo in evidenza anche in questo lavoro, il livello di divulgazione è più raffinato: argomenti anche molto difficili vengono resi comprensibili al grande pubblico.

Il ruolo delle recensioni sui quotidiani hanno il compito di informare i lettori sul livello di comprensione dei testi pubblicati e quello di riportare gli errori e imprecisioni in essi presenti. Sarebbe auspicabile che dai quotidiani venga dedicato un breve spazio in prima pagina sulle ultime scoperte e sugli studi matematici affinché possa diventare una forma e un modo per avvicinare il grande pubblico ad una disciplina che risulta la più ostica e la meno amata dalla maggior parte degli studenti.

---

<sup>280</sup> Si rinvia, per gli altri contributi, al Capitolo 1-2-3-4

<sup>281</sup> <http://www.dm.unibo.it>

<sup>282</sup> Presenti alla tavola rotonda Carla Cardano, Biologa e autrice di articoli pubblicati in varie riviste e giornali, Marco Franciosi, docente presso il Dipartimento di Matematica Applicata, Università di Pisa e Massimo Ferri parte del pubblico, Professore Ordinario di Geometria presso l'Università di Pavia

Lo sforzo è massimo ma varrebbe la pena riuscire a convincere l'editore.

La prima difficoltà da superare è quella di fare in modo che il grande pubblico percepisca la matematica come strumento di conoscenza critica, come accrescimento culturale per le implicazioni che essa ha in tutti gli aspetti della vita da quelli scientifici a quelli creativi, artistici e umani.

*“Molto meno acquisito, anche in ambienti emancipati e colti, è il fatto che la Matematica sia da una parte anche strumento per “una cittadinanza critica” e, dall'altra, una componente significativa del pensiero degli esseri umani, della maniera con cui “leggono, interpretano, strutturano la realtà”<sup>283</sup>.*

La Matematica è precisione, rigore, disciplina e abitudine al rigore intellettuale, scuola di democrazia come ama ripetere sempre Professor Giusti o come dice Giuliano Spirito la Matematica è “[...] *da una parte gioco della mente, dall'altra “fingersi infiniti mondi” [...], e che il suo possibile fascino sia in gran parte legato a questi due aspetti*”.

La divulgazione deve quindi tener conto di questi aspetti e, come qualsiasi responsabile scelta, richiede preparazione e impegno.

Le istituzioni preposte alla formazione sembrano spesso impermeabili ad accettarlo criticamente come alleato; in certi casi si accetta come attività che offre elementi che possono essere riutilizzati nella didattica in classe o in laboratorio. L'aspetto principale che caratterizza le realtà divulgative è quello affettivo: costruzione di un atteggiamento positivo verso la scienza e, nel nostro caso, verso la Matematica attraverso la proposta di attività di manipolazione, scoperta, sorpresa e divertimento. Questo è l'aspetto che emerge nelle manifestazioni ludiche e che l'apprendimento formale, in molti casi, tende a soffocare. L'aspetto culturale, nel processo divulgativo, si manifesta attraverso la ricerca dei modi di presentare le scienze, compresa la Matematica, come parte non statica della cultura, in connessione con altre discipline, scoperte tecnologiche, storia, ecc. Questo aspetto, curato in certe mostre temporanee, è spesso assente nella realtà dell'apprendimento formale.

A livello universitario si assiste alla nascita di centri come il *Centro Interuniversitario di Ricerca per la Comunicazione e l'Apprendimento Informale della Matematica*<sup>284</sup> che ha origine dalle esperienze di divulgazione della Matematica condotte dalle Università di Milano, Milano-Bicocca, Pisa e Trento. Il Dipartimento propone oggi la mostra *Simmetria: giochi di specchi* allo scopo di offrire alle classi e ai visitatori un'occasione per avvicinarsi alla Matematica in modo interattivo.

Dai dati emersi dall'indagine Censis<sup>285</sup> (2002) e dalla ricerca di E. Battifoglia<sup>286</sup>, la salute è uno degli argomenti di maggior interesse per il pubblico che viene coinvolto sia a livello personale che sociale. Questi risultati sono confermati dalle indagini di Eurobarometro<sup>287</sup> (2001, 2004, 2006) che confermano, fra le scienze, al primo posto la Medicina. La Matematica non compare nell'elenco delle discipline divulgate.

---

<sup>283</sup> AA.VV., 2004 <http://www.dm.unibo.it/socrates/convegno>

<sup>284</sup> <http://matematita.it>

<sup>285</sup> <http://www.eduscuola.it>

<sup>286</sup> Si rinvia all'allegato 5.4 p. 203

<sup>287</sup> <http://google.it>



## **Capitolo 4. Scenari e contesti di divulgazione Matematica**

*Questo capitolo analizza alcuni scenari e contesti di divulgazione: Musei permanenti, Siti Web, Festival della Scienza e Mostre temporanee.*

*Lo studio dei Musei permanenti ha fornito un quadro generale di uno dei più importanti scenari di divulgazione in ambito scientifico, con peculiarità molto lontane da quelle offerte dallo scenario virtuale dei siti Web.*

*I Musei, Festival e Mostre temporanee sono, sicuramente, meno frequentati dei Siti Web, ma non certo, meno importanti per fascino, funzione storica ed educativo-divulgativa. Essi coinvolgono il visitatore non soltanto a livello emotivo, ma per la completezza delle sensazioni che si provano nel visitarli come: il contatto fisico e percettivo con gli oggetti esposti.*

*I Siti esaminati fanno riferimento a tutti i Musei presenti sul territorio nazionale, al Museo della Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci scelto come rappresentante di tutti i musei scientifici italiani. Fra i Musei Matematici italiani sono stati presi in esame Il Giardino di Archimede e quello Delle Macchine Matematiche. Fra i siti dei Festival e Mostre temporanee si è scelto di visitarne tre a carattere matematico, uno nazionale: il Festival della Matematica di Roma e due locali il Festival Scienza e Do you play mathematics di Cagliari.*

### **Introduzione**

Prima di descrivere gli scenari e i contesti presi in esame puntualizziamo l'accezione con cui i due termini sono stati utilizzati.

Il termine scenario è inteso come l'insieme di circostanze in cui si colloca un fatto o che ne è diretta conseguenza, ma anche come luogo dove si colloca un evento.

Il contesto secondo l'accezione di complesso delle relazioni esistenti fra l'elemento linguistico e la situazione sociale in cui si colloca un evento o un fatto; serve, quindi, a distinguere il come, nei vari scenari, la comunicazione scientifica è utilizzata.

Come primo scenario si sono presi in esame i Musei<sup>288</sup> italiani, senza suddividerli in categorie, per avere un quadro completo a livello quantitativo. Fra i musei scientifici<sup>289</sup> italiani si è scelto di studiare il *Museo della Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci*, mentre, fra i Matematici *Il Giardino di Archimede* e *Delle Macchine Matematiche*.

Altri scenari sono i Siti Web su musei e mostre temporanee, fonte d'informazione virtuale.

---

<sup>288</sup> I siti sono quelli riportati dal motore di ricerca Google, <http://www.musei.it>

<sup>289</sup> La classifica da noi utilizzata è quella introdotta da ICOM (International Council of Museums), EGMUS (European Group Museum Statistics) e ISTAT (Indagine statistica sui musei), vedi nota 285 § 4.2 stesso capitolo

## 4.1 Musei italiani

La valutazione espressa, *sui nostri giacimenti culturali*, da John Durant<sup>290</sup> nella premessa all'edizione italiana *Scienza in pubblico Musei e divulgazione del sapere* è:

“Se è vero che in fatto di impresa museale l'Italia ha molto da imparare, come appare evidente a chiunque legga queste pagine, è altresì evidente però non cela che la ricchezza e l'eccellenza dei nostri (il riferimento è all'Italia) “giacimenti” culturali in ambito scientifico è straordinaria e merita un rilancio a tutto campo, per promuovere con impegno ed entusiasmo l'ingresso anche dei musei della scienza e della tecnica in Europa e nel mondo”<sup>291</sup>.

Nel libro, definito dallo stesso curatore, vademecum per chiunque si interessi di musei scientifici, si raccolgono i saggi sul dibattito tenutosi nel convegno svoltosi al *Sciences Museum* di Londra nel 1992.

Sono pochi i musei italiani a respiro internazionale, fatta eccezione della *Città della Scienza di Napoli* e del *Museo Della Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci*, unici a far parte del comitato direttivo dell'ECSITE<sup>292</sup>, la più importante e vitale associazione di Science Centres esposizioni scientifiche.

L'Italia è una nazione ricca di Musei, dagli scientifici ai territoriali a testimoniare l'evoluzione culturale e le attività settoriali tipiche della zona.

Per la nostra ricerca si è preferito utilizzare il motore Google e confrontare le notizie acquisite con quelle presenti sui cataloghi, sulle pubblicazioni museali.

La ricerca attraverso il motore Google digitando *musei italiani* ci informa che le voci, su questo museo, è dell'ordine di 10<sup>5</sup>.

Stesso risultato si ottiene digitando *musei.it*.

I musei italiani indicati nel sito *musei.it* sono 3038 così distribuiti nelle singole regioni: Abruzzo 94, Basilicata 19, Calabria 109, Campania 142 (6 scientifici tutti a Napoli). In Emilia Romagna 348 (9 scientifici: 6 a Bologna, 1 a Modena e 2 a Ravenna), Friuli Venezia Giulia 86, Lazio 271 (2 scientifici a Roma), Liguria 56 (1 scientifico e 1 tecnico a La Spezia), Lombardia 316 (3 a carattere scientifico a Milano, Como e Pavia), Marche 268, Molise 18, Piemonte 201, Puglia 134 (1 scientifico a Foggia), Sicilia 181, Toscana 344, Trentino Alto Adige 79, Umbria 95, Veneto 231, Valle d'Aosta 26.

In Sardegna i musei sono 32 di cui 17 a Cagliari catalogati come archeologici 4, artistici 4; specializzati 5, locali 1; naturalistici 1 e storici 2.

Confrontando la classifica adottata a livello nazionale<sup>293</sup> da ICOM<sup>294</sup>, EGMUS<sup>295</sup>, ISTAT<sup>296</sup> con quella utilizzata dai curatori del sito *musei.it* le tipologie sono differenti e il numero non è aggiornato.

---

<sup>290</sup> John Durant 1988, (a cur.) *Divulgatore scientifico a livello internazionale*, è stato Condirettore del Science Museum di Londra e ora Direttore del Museo del MIT Massachusetts.

<sup>291</sup> John Durant, 1998, p. VII

<sup>292</sup> European Collaborative for and Technology Exhibitions, la rete europea dei musei scientifici e dei science centre che raccoglie centinaia di istituzioni di tutto il mondo in rappresentanza di milioni di visitatori. ECSITE inizialmente si poneva l'obiettivo di rappresentare esigenze di accrescimento professionale e networking tra musei e science centre e lo scambio di buone pratiche. Oggi si pone come interlocutore diretto con la Commissione e il Parlamento europeo, con le reti internazionali di consorzi per la ricerca collaborativa nel mondo: l'ASTC (Advanced Storage Technology Consortium, Stati Uniti), l'ASPAC (Asia Pacific Network of Science centres, Asia), NAMES (Nord Africa-Medio Oriente). I rappresentanti di ECSITE erano presenti all'ultimo vertice di Copenaghen sui cambiamenti climatici.

<sup>293</sup> Musei d'arte (raccolta di oggetti di valore e interesse artistico)

Musei archeologici (con oggetti provenienti da scavi o ritrovamenti databili fino al periodo alto medievale compreso)

## 4.2 Musei scientifici permanenti

Il numero delle *voci* dei musei scientifici permanenti italiani fornito dal motore Google é dell'ordine di  $10^4$ .

Secondo *musei.it* le regioni italiane prive di musei scientifici permanenti sono dieci: Abruzzo, Basilicata, Calabria, Sicilia, Friuli Venezia Giulia, Marche, Molise e Sardegna, Trentino Alto Adige, Valle d'Aosta. In Campania sono 7, Emilia Romagna 9, Lazio 9, Liguria 1, Lombardia 3, Piemonte 2, Puglia 1, Sicilia 1, Toscana 6, Umbria 1 e Veneto 4.

Secondo *museionline.it* il numero delle regioni italiane prive di musei scientifici si riduce a sei: Sicilia 1, Trentino Alto Adige 1, Sardegna 2, Friuli Venezia Giulia 2, Marche 3, l'Umbria risulta priva dell'unico museo scientifico attribuitogli da *musei.it*. Sempre secondo *museionline.it* varia anche il numero dei musei scientifici delle altre regioni: Campania 6, Emilia Romagna 15, Lazio 9, Liguria 2, Lombardia 3, Piemonte 4, Puglia 2, Toscana 8, Umbria 1 e Veneto 8.

I dati dei due siti sono stati confrontati con quelli forniti dal Rapporto Tecnico n° 17 del Novembre 2009, (riferiti al 2007) dell'Istituto di Ricerca sull'impresa e lo sviluppo del Consiglio Nazionale delle Ricerche<sup>297</sup>. Secondo il CNR, che fornisce la distribuzione dei musei sul territorio, la classifica è la seguente: Abruzzo 7, Basilicata 1, Calabria 8, Campania 19, Emilia Romagna 42, Trentino Alto Adige 9, Sardegna 14, Sicilia 15, Friuli Venezia Giulia 22, Marche 22, Molise 2, L'Umbria Campania 6, 15, Lazio 27, Liguria 20, Lombardia 40, Piemonte 32, Puglia 19, San Marino 1, Toscana 39, Umbria 6, Valle d'Aosta 2, Veneto 35. Per un totale di 382 musei scientifici. La classifica presentata é pari solo al 64% di coloro che hanno risposto all'indagine eseguita, su 597 interpellati.

Gli ultimi risultati si allontanano da quelli raccolti nel sito *musei.it*

Quello che emerge non è certo tranquillizzante: se si vuole avere una informazione precisa occorre confrontare diverse fonti.

---

Musei storici (comprende i musei con raccolte di oggetti legati ad eventi storici e le case museo di personaggi illustri)

Musei di storia naturale e scienze naturali (specie animali e vegetali non viventi, minerali o fossili, organizzazione per l'esposizione al pubblico)

Musei scientifici e tecnologici (con raccolte di macchine, strumenti, modelli e relativi progetti e disegni e i musei tecnico-industriali)

Musei etnografici e antropologici (raccolte di materiali relativi alle culture e alle caratteristiche delle diverse popolazioni e i musei agricoli e di artigianato per i quali l'interesse etnologico prevale su quello tecnologico e/o artistico)

Musei territoriali (che illustrano un territorio tale da costituire un'entità storica, culturale, etnica, economica o sociale, le cui collezioni si riferiscono più a un territorio specifico che non a uno specifico tema o soggetto)

Musei specializzati (il cui materiale esposto riguarda tutti gli aspetti relativi ad un solo tema e ad un solo soggetto non compreso nelle categorie precedenti)

<sup>294</sup> International Council Museum

<sup>295</sup> European Group on Museum Statistics

<sup>296</sup> Istituto Nazionale di Statistica

<sup>297</sup> L'indagine è promossa dal Gruppo di Lavoro Interministeriale per lo Sviluppo della Cultura e Tecnologica MIUR-MPI-MEBAC e realizzata con il contributo dell'Istituto di ricerca sull'impresa e lo sviluppo del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CERIS-CNR) e della fondazione IBM Italia. Nato nel 1996. Responsabile dei due enti è Emanuela Reale [ww2.ceris.cnr.it/ceris/rapportitecnici/2009/RT27-09paziani.pdf](http://ww2.ceris.cnr.it/ceris/rapportitecnici/2009/RT27-09paziani.pdf)

Molti dei nuovi musei scientifici sono sorti dopo gli anni ottanta grazie all'impegno di molti docenti universitari.

Questa ricerca, come già detto, fra i Musei scientifici nazionali ha scelto di studiare il *Museo Della Scienza e della Tecnologia Leonardo Da Vinci* di Milano, *Il Giardino di Archimede* di Cintoia (Firenze) e quello *Delle Macchine Matematiche* di Reggio.

Il museo della *Scienza e della Tecnica Leonardo Da Vinci* è ancora oggi, come ieri, il più importante anche per i legami che ha sia a livello nazionale che internazionale con gli altri musei e i Science Centres<sup>298</sup>. Costantemente aggiornato alle esigenze del grande pubblico, cura e abbraccia tutti gli aspetti che possono contribuire all'acquisizione di nuove conoscenze e aggiornamento culturale inteso nel senso più ampio e completo del termine. È una struttura che cura la divulgazione scientifica e la diffusione e comunicazione della scienza a fini educativi compresa quella matematica. Ha costruito spazi sia per il grande pubblico che per accogliere classi, alunni e accompagnatori.

Nel *Museo delle Macchine Matematiche* si trovano le macchine matematiche, molte delle quali originali, altre ricostruite, ed altri strumenti scientifici antichi: un sapere che ricostruisce la conoscenza Matematica antica attraverso gli artefatti e che conserva intatto il suo fascino storico. Una ricostruzione che ha dato nuovo vigore a strumenti un tempo fondamentali per l'acquisizione del sapere scientifico persosi nel tempo e che ora è diventato indispensabile *facilitatore* per l'acquisizione dei concetti matematici, proprio, attraverso le *macchine matematiche* riprodotte. È un museo che manca di organizzazione, pertanto, non aperto al grande pubblico se non dietro prenotazione. Un gruppo di docenti universitari sopperisce, in parte, a questa carenza organizzando mostre temporanee, laboratori per il grande pubblico e corsi per insegnanti.

Il *Museo Giardino di Archimede* è un museo matematico che fa vivere la matematica senza mai citare teoremi o proporre la risoluzione di esercizi che richiedono la semplice applicazione di algoritmi. È uno spazio divertente dove si possono manovrare semplici meccanismi seguendo le vicende storiche o incontrandone virtualmente i protagonisti.

#### **4.2.1 Museo Della Scienza e della Tecnologia Leonardo Da Vinci**

Il museo *Della Scienza e della Tecnologia Leonardo Da Vinci* è unico in Italia per il suo genere e importanza storica.

Si trova in via San Vittore, 21 nel centro del capoluogo lombardo. Occupa un'area complessiva di 40.000 mq ed è distribuito su tre edifici attigui; il nucleo principale è l'antico complesso di un monastero benedettino, affiancato dall'Edificio monumentale e dal Padiglione dei Trasporti ferroviari, aerei e marittimi. È facilmente raggiungibile con qualsiasi mezzo.

Una visita nel mese di Maggio 2009, ha dato l'opportunità di constatare, personalmente, il clima magico che regna dentro e fuori del museo. Le scolaresche prenotate, forse per costume, al loro arrivo si dispongono nella piazza antistante, davanti all'ingresso, suddivisi per gruppi, colorando e animando di voci le costruzioni di stile neoclassico

---

<sup>298</sup> I Science Centres si differenziano dai musei perché nati a posteriori (1937 a Parigi), seguono una tipologia non più basata sulle collezioni storiche, ma sulla comunicazione dei concetti scientifici attraverso gli esperimenti. Rilanciati negli anni settanta del novecento con l'Exploratorium di S. Francisco



che gli fanno da cornice. I gruppi vengono accolti dalle guide che li accompagnano nei laboratori. Il pubblico non prenotato segue il percorso che desidera. I visitatori presenti, spessissimo di diversa nazionalità, pronti a farsi fotografare in tutti gli angoli del museo e soprattutto davanti alle opere di Leonardo.

I laboratori, situati in spazi chiusi e osservabili dall'esterno attraverso vetrate, sono accoglienti, colorati e attrezzati. In alcuni laboratori bambini si muovevano come piccoli ricercatori in altri, seduti sul pavimento seguivano le spiegazioni della guida. In questi casi ho constatato che i loro sguardi si distraevano al passaggio dei visitatori e dei curiosi che osservavano dall'esterno. Sarebbe molto interessante partecipare ai laboratori delle scolaresche per studiarne le dinamiche, ma era evidente che si trattava di un laboratorio solo per la classe prenotata. Il personale è molto disponibile e risponde alle richieste dei visitatori.

Il museo milanese è molto vasto e una visita accurata richiederebbe più giorni.

In molte sale espositive aperte era, possibile ammirare e osservare, ma non sempre era facile *interagire* con gli oggetti esposti senza una guida. Il clima negli spazi espositivi di oggetti storici, come ad esempio gli strumenti musicali era magico, purtroppo solo contemplativo. L'esperienza ci ha insegnato che è indispensabile seguire una guida se si vuole apprezzarne meglio il valore scientifico e storico.

Il Museo, dalla sua inaugurazione, 16 febbraio 1953, ha subito un'importante metamorfosi nell'aggiornarsi alle esigenze del grande pubblico curando e abbracciando tutti gli aspetti che possono contribuire all'acquisizione di nuove conoscenze e di aggiornamento culturale in senso lato.

Fra i musei scientifici è quello che dimostra maggior interesse alla matematica e all'educazione. "*Accanto alla ricerca e alla conservazione, l'educazione è una delle funzioni principali*",<sup>299</sup> così come l'educazione informale; educazione su cui si fondano oggi le attività del museo *Leonardo Da Vinci*<sup>300</sup>.

La presentazione e reale presenza dei laboratori, così numerosi e attivi é recente, infatti, non è presente nel catalogo del 1984. Assenza constatata a seguito nella visita dell'aprile 1985. Gli unici laboratori riservati alle classi erano quelli di astronomia e le macchine di Leonardo.

Oggi le esperienze sono improntate alla scoperta e non alla verifica o alla formalizzazione di leggi e principi. L'obiettivo è rendere tutti i visitatori protagonisti nei processi dell'apprendimento, partendo dalle esperienze personali per arrivare ad interpretare il patrimonio presente nel museo

Le informazioni del catalogo sono particolareggiate e forniscono un'idea complessiva di quello che il museo offre. Dipartimenti con sezioni espositive e laboratori, Attività, Progetti Servizi e Partnership, percorsi di visite, attività fuori del museo, incontri, rassegne e spettacoli, musica al museo, collaborazioni internazionali e tante altre opportunità tutte consultabili nel catalogo e nei siti [www.museoscienza.org/museo/](http://www.museoscienza.org/museo/) - *Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo da Vinci* costantemente aggiornati.

I dipartimenti comprendono uno o più laboratori. Fanno parte dei Materiali: *Carta, Ciclo di vita dei prodotti, Colle, Materie plastiche, Metallurgia, i laboratori delle Bolle di sapone, Chimica dei materiali*. Il dipartimento dei Trasporti comprende: *Trasporti aerei, Ferroviari, Navali* dove è esposto il famoso sottomarino Toti, i mezzi di trasporto terrestri fino alla nascita del trasporto di massa: biciclette, motociclette e autovetture e il

---

<sup>299</sup> Flavio Incarbone, 2008, *Il Museo della Scienza e Cultura*, Catalogo, Desprining, Novara.

<sup>300</sup> idem

laboratorio *Al di là degli oceani*. Il dipartimento dell'energia con fonti e dispositivi energetici e relativo laboratorio. *Delle Comunicazioni: Arti grafiche, Astronomia, Suono, Telecomunicazioni, e i laboratori di Elettricità e Luce*. Nel dipartimento Leonardo Arte e Scienza è palpabile il connubio fra cultura scientifica-tecnologica e artistica. “[...] dimostrando che esiste continuità tra espressioni diverse ma ugualmente essenziali della creatività umana. [...] mettere in evidenza tanto l'aspetto tecnico e produttivo dell'arte quanto l'aspetto estetico dei prodotti della tecnica”<sup>301</sup>. Comprende l'Arte orafa, Leonardo da Vinci, Orologeria, Strumenti musicali, e il laboratorio di Leonardo. È presente il dipartimento Nuove Frontiere con i laboratori di *Genetica e Robotica*, dove è possibile ammirare i modelli colorati facilmente manipolabili, a portata anche dei più piccoli, con tavolini dove si rende agevole la ricostruzione dei modelli presenti o i robot. Un ambiente per i più piccoli con la possibilità di lavorare con argilla, carta, scoprire la magia dei numeri e delle forme.

Per i fondatori del museo era evidente il desiderio dell'unificazione delle due culture. Chi visita il museo milanese può constatare come questo si stia adeguando alle esigenze attuali “[...] fare un museo della scienza, oggi, non può essere considerata esclusiva attività di conservazione e/o divulgazione: oggi più che mai l'intento deve essere quello di una ricomposizione dell'unità della cultura e della consapevolezza del potere che essa assegna a singoli e moltitudini”<sup>302</sup>. Il nome iniziale “*Della Scienza e della Tecnica*” era stato scelto per coniugare le due diversità tecnica e scienza, le rispettive storie. Il richiamo a *Leonardo Da Vinci* riafferma e rafforza l'unità della cultura così come lo era la sua arte, le sue ricerche, i suoi interessi multidirezionali.

Il programma del museo tiene bene presente l'obiettivo fondamentale che si è posto: l'educazione informale. Oltre alla ricerca e alla conservazione è dotato di uno staff che si occupa dei Servizi Educativi con l'obiettivo di: “[...] trasmettere i contenuti e creare le condizioni per far diventare il Museo un luogo di scoperta, esperienza, comprensione e ispirazione, accessibile a tutti. In questo contesto, proponiamo attività nelle collezioni storiche e nei laboratori interattivi per coinvolgere i visitatori in percorsi di apprendimento attraverso esperienze dirette, divertenti ed emozionanti”. L'approccio è educativo e non formale, “[...] sono improntate alla scoperta e all'esplorazione e non alla verifica o alla formalizzazione di leggi e principi. Si parte da un fenomeno o da un oggetto simbolo e da una domanda. Da questi si snoda una sequenza di fenomeni o attività collegati concettualmente l'uno all'altro che consentono di arrivare a una migliore comprensione del fenomeno o dell'oggetto”. La metodologia basata sulla “[...] sull'esplorazione, l'osservazione e il coinvolgimento attivo. Il nostro obiettivo è aiutare il visitatore a utilizzare le proprie conoscenze e capacità per interpretare gli oggetti e i fenomeni ed essere protagonista nei processi del proprio apprendimento”<sup>303</sup>.

Le modifiche apportate in questi anni lo collocano molto vicino ai centri della scienza permettendogli di guadagnarsi ulteriori riconoscimenti che non gli potevano essere attribuiti quando era solo una finestra che offriva il preesistente e la storia del nostro paese.

Ogni dipartimento contiene esposizioni e laboratori che sono un'estensione e un collegamento con molte collezioni del passato.

Le collaborazioni internazionali, oltre alla già citata ECSITE, sono moltissime, fra le quali quelle con il Deutsches Museum di Monaco di Baviera e la Cité de Sciences & de

---

<sup>301</sup> Ibidem, 2008, p. 49

<sup>302</sup> Idem

<sup>303</sup> museo.org

l'Industrie di Parigi e in continua evoluzione come ad esempio i nuovi rapporti di cooperazione con il Conservatoire National des Arts et Métiers<sup>304</sup>.

Il museo collabora con il progetto Science Education for the Development of European Citizenship (SEDEC), che vuole far acquisire, attraverso l'educazione alla scienza, consapevolezza sulla cittadinanza europea. Le attività messe in atto da questo progetto sono l'indagine sulla percezione della scienza e della cittadinanza, risorse on-line, materiali educativi per insegnanti e un corso europeo per operatori dei musei e insegnanti. Il Museo collabora al Corso europeo di formazione (SMC) rivolto ad insegnanti e operatori didattici dei musei con il fine di sviluppare competenze sull'educazione scientifica utilizzando i musei come risorsa educativa e con ICOM, l'Organizzazione internazionale che preserva e assicura la continuità e comunicazione del patrimonio culturale mondiale materiale e immateriale.

## 4.2.2 Il giardino di Archimede

*Il Giardino di Archimede*, nella struttura attuale è stato aperto al pubblico il 14 Aprile 2004 a Cintoia (Firenze), si avvale di un'esperienza più che decennale, maturata prima con la mostra *Oltre il compasso: la geometria delle curve*. Ora è gestito da un Consorzio<sup>305</sup>. La sede fiorentina è situata nei locali all'ultimo piano dell'Istituto Tecnico per il Turismo "Marco Polo". L'edificio è stato completamente ristrutturato dalla Provincia di Firenze e messo a disposizione del museo.

È un museo interattivo, al visitatore non chiede di guardare vetrine o leggere lunghi cartelli, ma compiere una serie ordinata di esperimenti utilizzando i materiali e gli oggetti esposti, in modo da far emergere, dalla fisicità dell'oggetto la struttura matematica soggiacente. Questo è uno dei modi per familiarizzarsi gradualmente con la matematica e poter scoprirne il ruolo fondamentale che essa occupa, non solo nella scienza moderna, ma anche nella vita di tutti i giorni.

Oggetti e computer sono strumenti utili a familiarizzare gradualmente con la matematica per scoprirne il ruolo fondamentale che essa occupa, non solo nella scienza moderna, ma anche nella vita di tutti i giorni.

Nelle pagine *Un museo per la Matematica*<sup>306</sup> che riporta le pagine più significative pubblicate sulla rivista Archimede si legge: "È un museo interattivo, il visitatore non deve limitarsi a guardare passivamente vetrine o leggere cartelli, ma viene invitato a compiere una serie ordinata di esperimenti manuali con gli oggetti esposti, facendo emergere dalla fisicità di questi ultimi la struttura matematica che vi è nascosta."

Ancora, la Matematica si apprende manovrando semplici meccanismi, divertendosi con giochi e puzzles, seguendo le vicende storiche della matematica, incontrando, virtualmente, i protagonisti che hanno scritto la storia della Matematica.

Lo scopo del museo è non insegnare qualcosa al visitatore, ma farlo familiarizzare con aspetti del pensiero e della storia della matematica attraverso la pubblicazione di Storia delle Scienze Matematiche, biografie, i ritratti dei matematici italiani del passato. È una

---

<sup>304</sup> idem

<sup>305</sup> Sono membri del Consorzio: la Scuola Normale Superiore di Pisa, le Università di Firenze, Pisa a Siena, la Provincia di Firenze, LUMI, l'INDAM e il Consorzio Irpino per la Promozione della cultura della Ricerca degli Studi Universitari di Avellino.

<sup>306</sup> Consultabile nel sito [www.archimede.ms](http://www.archimede.ms), alla p. 1

struttura che dotata di una biblioteca di testi di divulgazione Matematica, offre alle scuole visite guidate e corsi di aggiornamento per insegnanti.

Al visitatore sono offerti tre itinerari ideali, distinti e incrociati. Il primo é un cammino conoscitivo dove si trovano scritte le idee principali della geometria sovrapposto al primo si può seguire il percorso storico e infine il terzo mostra l'uso delle curve e delle loro proprietà in vari *momenti della scienza e della tecnica*.

Il fondatore Professor Giusti è fermamente convinto che solo facendo in prima persona possiamo imparare davvero qualcosa<sup>307</sup>.

### **4.2.3 Museo delle Macchine Matematiche**

La sua data di nascita risale al 1997 quando si decise il trasferimento a Modena della collezione delle macchine matematiche utilizzate nelle diverse mostre. Nel 1992 la mostra fu allestita nel palazzo comunale di Modena e le macchine provvisoriamente conservate presso il Liceo Scientifico *A. Tassoni*. Successivamente la sede definitiva divenne il *Centro Museo Universitario di Storia Naturale e della Struttura Scientifica*. A partire dal 1997 si sono tenute Mostre temporanee per la Settimana della Cultura Scientifica e ancora oggi è un museo virtuale perché privo di spazi consoni per strumenti di portata storica, didattica e divulgativa del valore delle macchine matematiche<sup>308</sup> che vengono tenute in degli armadi e utilizzate solo in concomitanza di manifestazioni divulgative.

### **4.3 La divulgazione virtuale: i siti web**

La divulgazione *virtuale* è abbastanza recente, inizia negli anni quaranta con la trasformazione del computer da strumento scientifico a prodotto commerciale, e dopo il 1985 con la diffusione delle reti. Gli anni novanta sono caratterizzati dall'uso dell'insieme strutturato di pagine Web, per veicolare le informazioni o erogare servizi, definito comunemente sito Internet il cui inventore è Tim Berners-Lee, attuale direttore del W3C<sup>309</sup>.

La rete *esplosa* allargandosi a macchia d'olio invadendo la pubblica amministrazione, le aziende, le redazioni e le case private. In tantissimi hanno sentito il bisogno di essere presenti on-line tanto che, alla fine degli anni novanta il fenomeno Internet è indiscutibilmente decollato.

Non basta la pura e semplice presenza in rete, bisogna imparare a starci confrontandosi con la concorrenza. Siamo di fronte ad un problema reale nel virtuale: chi non si adegua é destinato a scomparire, prospera soltanto chi, a parità di condizioni, è capace di offrire il risultato migliore.

---

<sup>307</sup> Idem p. 4

<sup>308</sup> I contenuti del sito del museo sono presenti al § 4.7, pp. 125-129 stesso capitolo

<sup>309</sup> W3C sta per: World Wide Web Consortium, l'organismo internazionale senza fini di lucro, che - ormai dal lontano 1994 - ha il compito di definire i linguaggi e le procedure standard per rendere il Web uno strumento realmente democratico ed universale.

Prima d'intraprendere l'analisi dei siti Web precisiamo che la nostra trattazione analizza solo le caratteristiche necessarie perché questi siano accessibili e usabili al fine di poter valutare quelli presenti nella nostra ricerca come contesti e scenari. Non verranno, invece, sfiorati gli aspetti tecnici, legislativi e finanziari che regolano il Web perché esulano dai nostri interessi.

Il più importante indice di valore, per un sito web, è dato dalla Link Popularity<sup>310</sup>: Non è facile che gestori di altri siti accettino i link di tutti coloro che ne fanno richiesta, mentre sono più disponibili i settori a carattere divulgativo come musei, università, scuole, perché promotori della comunicazione del sapere.

Le statistiche<sup>311</sup> assicurano che circa l'80% dei visitatori arriva ad un sito tramite i motori di ricerca. Apparire nelle prime posizioni o ancora meglio nella prima, porta ad una sicura visibilità da parte dei visitatori, col conseguente aumento del numero di accessi al sito. I motori di ricerca passano in rassegna l'intero Web alla ricerca di tutti i siti internet presenti, li registrano nei database e, quando un utente fa una ricerca, visualizzano, nelle prime posizioni, i siti che presentano gli indici di valore maggiori.

Esistono le Web Directory, portali contenenti elenchi di siti organizzati attraverso un menù per categorie tematiche, con una struttura gerarchica ad albero.

Da un menù principale si può entrare in una categoria tematica che contiene, a sua volta, una lista di siti web, e da questa si può entrare in un'altra sottocategoria ancora più specifica e così di seguito. Il Web directory riceve le segnalazioni dei siti da parte dei propri gestori, ma prima che avvenga l'inserimento manuale degli stessi, è sottoposta ad una selezione più o meno rigida da parte del personale che gestisce le diverse directory.

Un tipo di inaccessibilità è spesso dovuto all'aumento esponenziale delle informazioni pubblicate, più o meno indispensabili e recenti, dedicate ai diversi tipi di pubblico.

Queste informazioni convivono tutte insieme nello stesso ambiente determinando un inquinamento da informazioni che rende, in alcuni casi, impossibile all'utente di arrivare al contenuto per lui rilevante.

È importante quello che viene chiamato *ecologia delle informazioni*: gestione ragionata dei contenuti che non porta a scrivere e pubblicare meno, ma ordinare, catalogare, filtrare, richiamare all'occorrenza tutti i contenuti collegati.

Nel 1999 gli internauti erano 6 milioni circa, nel 2001 11 milioni, circa il 23,4% della popolazione nazionale. Il 29,4% maschi e il 18% donne; mentre, il 57% comprende la fascia degli utenti che hanno un'età compresa fra i 14 e i 24 anni. Gli ultra quarantenni che si interessano d'internet sono solo il 5%.

La ricerca sui contenuti mette al primo posto i news e quotidiani con il 43%, seguono per argomento: l'informatica 32%, la musica 28%, l'economia 25%, lo sport 24%, i servizi 16% e il lavoro 14%. Poco apprezzati i giochi: 10%

Fra le operazioni occupa il primo posto la posta elettronica con il 79%, acquisti on-line: 11%<sup>312</sup>.

Le ore che gli italiani trascorrono in collegamento sono in media 8 al giorno.

---

<sup>310</sup> Link Popularity: numero di siti internet che si collegano a una pagina web. La popolarità da link (Link Popularity in inglese) misura l'affidabilità dei contenuti di un sito web, che influisce notevolmente sulla visibilità on-line. I motori di ricerca premiano l'affidabilità di un sito innalzandolo ai primi posti nelle pagine di risposta. <http://www.it.wikipedia.org>

<sup>311</sup> <http://www.imevolution.it>

<sup>312</sup> Rapporto CNEL – Eurisko, [http://www.wmsociety.org/tred/popolazione\\_rete.html](http://www.wmsociety.org/tred/popolazione_rete.html)

In continua ascesa è la fiducia degli utenti per questa incredibile fonte d'informazioni.

Due sono gli elementi essenziali del Web: l'accessibilità e usabilità.

La storia dell'usabilità è brevissima, inizia negli anni ottanta quando il computer è uscito dagli ambienti riservati ai progettisti e programmatori di software.

Quando la produzione e utilizzo coinvolgeva esclusivamente queste due categorie il problema non si poneva. La successiva fase di produzione, su larga scala con interfaccia e mouse, inizia a porre i problemi di usabilità e accessibilità. In Italia il problema è stato affrontato solo a partire dal 2000.

Per un certo tipo di categorie di utenti l'accesso alle informazioni e ai servizi presenti in Rete è difficile, in contraddizione con il moto utilizzato per descriverla: *La forza del Web sta nella sua universalità. L'accesso da parte di chiunque, indipendentemente dalle disabilità, ne è un aspetto essenziale.*

Il nostro studio non affronta le problematiche a cui sono andate incontro le ricerche degli psicologi ed ergonomi che hanno studiato gli utenti e relativi limiti, il contesto, le relazioni culturali - sociali - organizzative e le influenze sul modo di lavorare dell'uomo, perché esulano dai nostri interessi.

Affrontiamo, da utenti, il problema dell'accessibilità e usabilità

L'accessibilità deve garantire l'accesso a tutti i siti WWW (World, Wide, Web) i cui elementi fondamentali sono l'attenzione ai problemi di accesso dei disabili e l'attenzione a garantire l'universalità dell'accesso.

Per l'accessibilità si possono seguire le raccomandazioni del WCAG<sup>313</sup> che contiene i principali dettami delle linee guida. Anche il Parlamento Europeo ha già fornito le raccomandazioni prodotte dal WAI<sup>314</sup>-W3C come le regole di accessibilità da applicare ai siti europei.

La definizione di usabilità da noi utilizzata appartiene a Michele Visciola<sup>315</sup> e quella espressa dalla norma ISO 9241<sup>316</sup>,

La prima indica usabile *“Un sito Web è usabile quando soddisfa i bisogni informativi dell'utente finale che lo sta visitando ed interrogando, fornendogli facilità d'accesso, navigabilità ed adeguato livello di comprensione dei contenuti”*.

La seconda definisce l'usabilità come *“[...] il grado in cui un prodotto può essere usato da particolari utenti per raggiungere certi obiettivi con efficacia, efficienza e soddisfazione in uno specifico contesto d'uso”*.<sup>317</sup> L'usabilità non è intesa come la caratteristica intrinseca dello strumento, ma è inteso come processo di interazione tra utente, prodotto e finalità.

Per arrivare ad avere un'ottima accessibilità si è soliti rivolgersi agli sviluppatori senza coinvolgere il responsabile editoriale e l'esperto dell'usabilità, quelli preposti a rendere

---

<sup>313</sup> WCAG: [Web Content Accessibility Guidelines](#) (in italiano "Linee guida per l'accessibilità dei contenuti Web")

<sup>314</sup> WAI: Web Accessibility Initiatives

<sup>315</sup> Michele Visciola, laurea in Scienze Cognitive e Interazione uomo-Computer Roma. Presidente del chapter italiano dell'Usability Professionals' Association. Attualmente Professore a contratto Università Bicocca di Milano. [www.webusabile.it](http://www.webusabile.it)

<sup>316</sup> Norma ISO 9241: International Organization of Standardization è l'ente di riferimento per la normazione a livello mondiale. <http://www.sgsi.net/Norme ISO e Sicurezza Informatica.pdf>

<sup>317</sup> [www.webusabile.it](http://www.webusabile.it) e [www.ecn.org/xs2web/guida.htm](http://www.ecn.org/xs2web/guida.htm) sono i siti da noi utilizzati

flessibile la struttura della pagina e accessibili i contenuti dal punto di vista cognitivo e concettuale. L'accessibilità è diventata una questione di lavoro sul codice e come tale ritenuta completamente alla portata dello sviluppatore e tecnico. Spesso ci si limita a considerare finito il lavoro sull'accessibilità, quando i controlli automatici sulla pagina sono stati superati. Per Michele Visciola<sup>318</sup> la confusione è da analizzare su due livelli. Il primo quando si sostiene che rendendo accessibile un sito lo si rende anche usabile, cioè, quando si fa intendere che un progetto d'accessibilità risponde a delle verifiche e aggiustamenti *oggettivi*; secondo quando, un progetto di usabilità si rifà a criteri *soggettivi*. Entrambi, in quanto luoghi comuni, risultano difficili da sradicare. L'usabilità pone al centro gli utenti, l'accessibilità pone al centro gli utenti svantaggiati. L'accessibilità è una fetta dell'usabilità, e non viceversa.

Ci limitiamo ad analizzare, non in modo esaustivo, quali problemi devono essere risolti perché i siti siano accessibili agli ipovedenti, i non vedenti, e i non udenti non congeniti (presentano o potrebbero presentare altri problemi che esulano dalla nostra ricerca).

Gli ipovedenti necessitano di particolari accorgimenti legati all'aumento delle dimensioni del font usato, l'utilizzo di software di ingrandimento dello schermo oppure l'impostazione di colori adatti ad esaltare le presentazioni a video.

I non vedenti necessitano di output fisicamente diversi rispetto alle precedenti categorie.

Per i non vedenti, fermo restando l'utilizzo di ausili specifici, c'è alla base una operazione di ristrutturazione dell'informazione diversa da come viene presentata normalmente per gli utenti senza disabilità. L'informazione deve potersi leggere in modo sequenziale per poter avere una panoramica analoga a quella l'utente normale che è in grado di abbracciare con la vista l'intero quadro.

Per i non vedenti esistono programmi detti *screen reader* che effettuano la rilettura dallo schermo, ma la loro efficienza è condizionata alla struttura dell'informazione erogata. In fase di progettazione è necessario fornire le varie forme di visualizzazione che l'utente può scegliere in modo che nessun aspetto della comunicazione vada perso.

I problemi legati alla disabilità dell'udito sono invece legate alle registrazioni dalla viva voce del protagonista di conversazioni, esibizioni o altro. Presenta grande difficoltà anche l'accesso ai filmati che contengono audio e video, di cui la componente audio è essenziale.

Abbiamo sintetizzato le linee basilari da rispettare perché un sito sia usabile e accessibile; altre regole sono riportate in nota.

Per le regole da rispettare vedi in nota<sup>319</sup>

---

<sup>318</sup> Visciola curatore del sito Us@bilità

- <sup>319</sup> Fornire alternative equivalenti al contenuto visivo e acustico
- Non fare affidamento unicamente sul colore, ma assicurarsi che il testo e la grafica siano comprensibili qualora visti senza colore
- Utilizzare markup e fogli di stile e farlo in maniera appropriata
- Chiarire attraverso il markup l'utilizzo della lingua naturale
- Creare tabelle che abbiano il necessario markup per essere trasformate dai browsers e da altri user agents
- Assicurarsi che le pagine siano accessibili anche quando tecnologie più recenti non sono supportate o sono disattivate
- Assicurare agli utenti il controllo dei cambiamenti di contenuto dipendenti dal tempo
- Assicurare l'accessibilità diretta alla funzionalità indipendentemente dagli strumenti utilizzati dagli utilizzatori
- Progettare all'insegna dell'indipendenza dallo strumento.

In tabella riportiamo alcune regole per l'accessibilità raggruppate secondo il criterio legato al valore di priorità fornito dal WAI da noi selezionate fra il materiale a disposizione nel sito

<http://www.usabile.it/link>

tab. 1.4

<p><i>Priorità 1</i>          elenca i problemi che impediscono l'uso delle pagine web a persone affette da disabilità di vario tipo.</p>	<p>Non usare colori per fornire informazioni a meno che questa non sia chiara dal testo o dal Markup;          usare la combinazioni di colori di sfondo e primo piano che forniscano sufficiente contrasto quando vengono visti da persone con disturbi di percezione legata ai colori natura cromatica; il contenuto deve essere ordinati e strutturati in modo che possa essere letti sequenzialmente; quando le pagine si aggiornano automaticamente o con risposta temporalizzata occorre fornire una seconda copia della pagina dove il refresh avviene dopo la selezione del link; evitare qualsiasi effetto lampeggiante o scelte che possano causare sfarfallio.</p>
<p><i>Priorità 2</i>          elenca i problemi di accessibilità che, sebbene non siano rilevanti come i problemi della priorità 1 sono comunque importanti per l'accessibilità.</p>	<p>Nidificare correttamente testo e intestazioni; codificare la struttura e gli elementi delle liste; marcare le citazioni e non usare mark-up per realizzare effetti speciali o rientri; usare il dimensionamento e posizionamento per assicurarsi che l'informazione sulla prima pagina sia accessibile; dove possibile rendere le frasi chiare e significative quando vengono lette in successione. Evitare la scritta "Premi qui"</p>

- 
- Usare soluzioni di accesso ad interim affinché le tecnologie d'assistenza e i browsers meno recenti possano operare correttamente
  - Usare tecnologie e linee guida del W3C per l'accessibilità
  - Fornire informazioni di contesto e orientamento per aiutare gli utenti a comprendere le pagine o gli elementi complessi
  - Fornire meccanismi di navigazione chiari e coerenti - informazioni di orientamento, barre di navigazione, una mappa del sito, etc. - per aumentare le probabilità che una persona possa trovare ciò che cerca in un sito



<p><i>Priorità 3</i>          elenca i problemi di accessibilità che possono essere applicate per rendere più facile l'accesso all'informazione.</p>	<p>Creare una tabulazione logica attraverso il link; fornire dei tasti di scelta rapida per i link e indicare anche quale tipo di file se per esempio è PDF o HTML, ecc; usare una struttura di navigazione chiara e coerente; offrire una descrizione dell'impaginazione del sito, delle caratteristiche d'accesso usate e dei modi per usarle; facilitare la navigazione off-line creando singoli file da scaricare per i documenti suddivisi in più pagine separate; usare titoli esplicativi; fornire link all'inizio di un gruppo di link correlati per oltrepassare il gruppo; usare icone o grafici in cui essi facilitino la comprensione.</p>
--	--

In tabella 2.5 sono presentati i principali attributi dell'usabilità definiti dal Sun Usability.lab<sup>320</sup>

tab. 2.5

Utilità	La presenza del sito deve implicitamente essere in grado di rispondere a due domande: Il sito serve a qualcosa e a chi
Facilità di apprendimento	Chi visita il sito è in grado di visitarlo senza navigare per tentativi, è in grado di seguire un percorso per scelta. Sono presenti metafore facilmente intuibili, oltre che il molto sfruttato carrello per le ordinazioni o spesa?
Efficienza	Quando si visita un sito se il caricamento è veloce significa che ha superato una delle prime regole di efficienza, se poi fornisce risposte veloci e sensate ha soddisfatto un altro requisito di efficienza.
Facilità di ricordo	Sta ad indicare che è se si visita una seconda volta e si ricorda la procedura da seguire per ripetere la ricerca significa che è ben strutturata e offre facilità di memorizzazione
Quantità di errori	Se durante la navigazione l'utente trova le giuste indicazioni senza commettere errori nell'uso dei tasti durante la navigazione sta ad indicare che il sito è certamente ben formato e privo di errori
Soddisfazione	Si definisce divertente se invitante, divertente da usare e non crea frustrazioni

Nel caso dei siti web, la bassa qualità si traduce in mancate transazioni, tempi di navigazione nel sito eccessivi, frustrazioni e rinuncia. L'usabilità dei siti Web è diventato un problema centrale anche in Italia. Il Ministro della Funzione Pubblica<sup>321</sup> ha emanato linee guida al fine di chiarire quando un sito è accessibile. Per Visciola, profondo conoscitore del problema, quello che manca non è l'informazione o i prodotti, ma un modo semplice e diretto per trovare ciò che serve nel minor tempo e soprattutto non esiste una ricetta perché il problema dell'usabilità è complesso.

<sup>320</sup> <http://web.mit.edu/is/usability/usability-guidelines.html>

<sup>321</sup> Legge 9 Gennaio, n° 4 Pubblicata sulla G.U. n.13 del 17 Gennaio 2004 e il D.M. dell'8 Luglio 2005, recante disposizioni per favorire l'accesso dei soggetti disabili agli strumenti informatici

Il nostro studio ha preso in esame i siti dei Musei italiani in generale, del *Museo della Scienza e della Tecnologia Leonardo Da Vinci*, *Il Giardino di Archimede*, *Le Macchine Matematiche*, i siti delle mostre temporanee *ScienzasocietàScienza*, *Do you play Mathematics* a Cagliari e *Festival della Matematica* di Roma.

E in fase di analisi sono ci limitiamo a mettere in rilievo quali criteri fra quelli elencati nelle due tabelle sono stati rispettati e quali sono venuti marcatamente meno.

### 4.3.1 Siti Musei italiani

Il primo passo per la selezione è la generica digitazione su Google: “*siti in italiano di matematica*”, il numero fornitoci è dell’ordine di  $10^6$ .

Digitando “*siti in italiano divulgativi di matematica*” l’ordine è dell’ordine di  $10^4$ .

Digitando “*solo divulgativi di matematica*” l’ordine si è conservato, ma il numero si è ridotto del 50%.

Sono stati consultati anche i siti sui Musei on-line e delle mostre temporanee di Matematica, in particolare i due portali nazionali che nell’elenco occupano i primi due posti: <http://www.musei.it> e <http://www.museionline.it>.

Molti dei Musei e Mostre temporanee oggetto della nostra trattazione sono stati anche personalmente visitati.

### 4.3.2 Musei.it

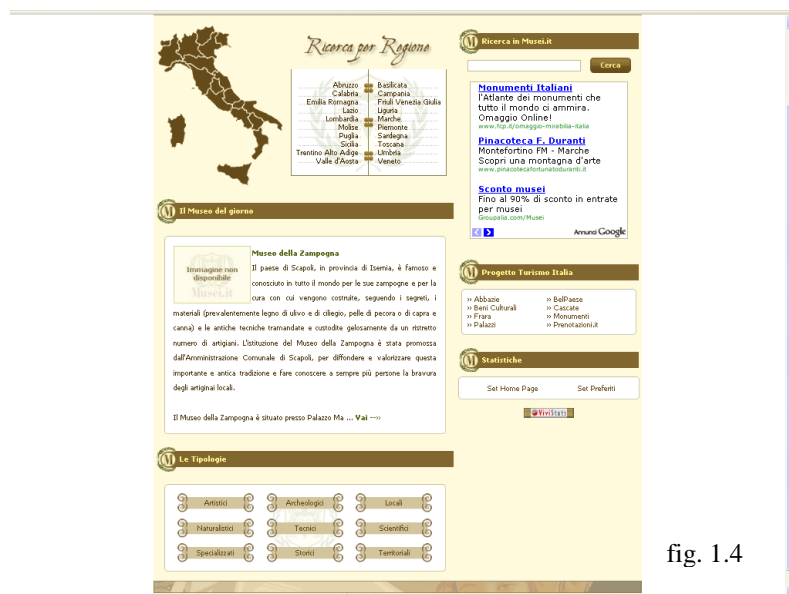


fig. 1.4

Nel sito [musei.it](http://www.musei.it) il colore delle scritte non crea sufficiente contrasto con lo sfondo (Priority 1) e non sono utilizzate neanche icone per sopperire alla eventuale difficoltà di

lettura (Priority 3). Entrambi i problemi incidono sull'accessibilità agli utenti ipovedente.

Il sito occupa il primo posto nell'ordine di presentazione (motore Google) a significare l'importanza rispetto ad altri siti. È presentato come uno dei portali nazionali.

Rispetto al criterio di utilità dovrebbe servire a far conoscere la situazione in cui l'Italia si pone rispetto al suo patrimonio museale.

La seconda riga della prima colonna riporta le informazioni sul museo del giorno. Da almeno tre anni propone lo stesso museo: *Museo della Zampogna* di Scapoli (Isernia).

La descrizione fatta è chiara e comprensibile. Nello stesso riquadro sono riportati il costo del biglietto e gli orari d'ingresso al museo. Costo del biglietto intero è 1 euro e quello ridotto 0,50. centesimi Questa informazione, avallata da altri indizi, ha suscitato il sospetto che, appunto, il sito non è costantemente aggiornato.

In prima colonna è presente la riga *La tipologia* contenente tre colonne, ciascuna con tre righe. Ogni riga riporta una tipologia di museo: Artistici, Archeologici, Locali, Naturalistici, Tecnici, Scientifici, Specializzati, Storici, Territoriali. Le tipologie usate per classificare i musei italiani.

La toolbar è presente in seconda colonna a fondo pagina con *Set Home page* e *Set Preferiti* e ancora sotto, poco in evidenza, *Vivi Stat*.

*Set Home page* e *Set Preferiti* sono presenti solo nella home page (fig.1.4) poi scompaiono nelle pagine successive.

*Vivi Stat* è presente in tutte le pagine (troppo piccola per essere adeguatamente apprezzata).

Si tratta di un servizio professionale di statistiche per siti web. Attraverso il contatore è possibile monitorare gli accessi ai diversi siti. Una nuova home page con toolbar (fig.2.4) contiene: *Area Membri*, *Accedi* e *Menu Principale*. *Vivi Stat* è aggiornato istante per istante e si può consultare in lingua italiana, francese e inglese.

Alcuni riquadri della homepage progettati per contenere immagini sono vuoti e riportano tutti la scritta: *Immagine non disponibile*.

La prima colonna contiene la cartina dell'Italia con ben in evidenza i confini delle regioni e un riquadro contenente l'elenco, dotato di link, delle regioni in ordine alfabetico. I link permettono la ricerca dei musei regione per regione.

Il footer è composto da due righe, la prima informa che è possibile accedere ad un'area riservata per modificare la *Scheda Museo* e *Contattare lo staff di Musei.it*, la seconda contiene *Copyright © 2005/06* unico riferimento temporale presente nel sito.

La seconda colonna segue lo stesso stile e colori della prima. La prima riga è destinata alla *Ricerca in Musei.it* permette di richiamare direttamente l'elenco di musei di una regione. Il riquadro incorniciato fornisce informazioni varie. La seconda riga è destinata a *Progetto turismo Italia* e fornisce ulteriori informazioni sulla possibilità di visitare abbazie, fiere, palazzi di importanza storica, ecc. La terza riga è destinata a *Statistiche* con *Set home page* e *Set preferiti*.

Richiamando il link della regione Sardegna appare la pagina (fig. 2.4) dedicata alla Sardegna.

La ricerca può seguire percorsi alternativi come scrivere *Sardegna* in *Cerca*.



fig. 2.4

La prima colonna riporta la cartina dell'Italia con in evidenza la regione oggetto di indagine e a fianco un riquadro con la stessa ingrandita con indicate i nomi delle Province.

La seconda riga (1<sup>a</sup> colonna) ha per titolo *Musei in Sardegna*. Il riquadro sottostante contiene l'elenco dei *nomi de musei* sardi, il nome delle *città* dove si trovano e il *tema* (tipologia). I nomi dei musei sono dotati di link. Operazione che permette di accedere alle informazioni riguardanti il museo richiamato. Nell'ultima riga è presente la richiesta di registrare le *Opinioni sul Museo* visionato.

I dati riportati da questo sito assegnano alla Sardegna 32 Musei. 17 a Cagliari di cui: 4 Archeologici; 4 Artistici; 5 Specializzati, 1 Locale; 1 Naturalistico; 2 Storici. (Museo Arcinfraternita dei Genovesi, Santuario di Nostra Signora di Bonaria).

Il sito fornisce informazioni e descrizioni, ma é ripetitivo nella presentazione.

Dalla nostra analisi l'Italia è una nazione ricca di musei, sono circa 3.173.

Il numero dei musei definiti scientifici e tecnici è 16.

tab 1.4

Regione	N°	Scientifici e tecnici	n°	Regione	N°	Scientifici e tecnici	n.°
Abruzzo	94			Molise	18		
Basilicata,	109			Piemonte	201		
Calabria	142			Puglia	134	Foggia	1
Campania	142	Napoli	6	Sardegna	32		
L'Emilia Romagna	348	Bologna Modena Ravenna.	6 1 2	Sicilia	181		
Friuli Venezia Giulia	86			Toscana	344		
Lazio	271	Roma	2	Trentino Alto Adige	79		
Liguria	56	La Spezia	2	Umbria	95		
Lombardia	316	Milano Como Pavia	3 3 3	Veneto	231		
Marche	268			Valle d'Aosta	26		
Totale Musei italiani				3173			
Totale Musei Scientifici italiani				29			

I dati per regione presentano una Nazione non certo ricca di musei soprattutto scientifici.

In Sardegna i siti museali sono 101.

Manca ancora un museo scientifico permanente a carattere interdisciplinare e matematico in particolare; esistono diversi musei tematici collegati alle Università: *Strumenti di Fisica* (Dipartimento della cittadella universitaria di Monserrato), il *Museo del Dipartimento di Biologia Animale ed ecologia*, ecc. non presenti nel sito consultato.

Non potendo verificare regione per regione la validità dei risultati abbiamo incrociato i dati raccolti con quelli presenti negli opuscoli che ogni anno vengono distribuiti in occasione della manifestazione *Monumenti aperti* e con l'analisi di un secondo sito <http://www.museionline.it>.

### **4.3.3 Museionline,**

Il secondo sito consultato é frutto di una partnership tra Microsoft e Adnkronos Cultura, raccoglie informazioni costantemente aggiornate su oltre 3.500 musei. Il sito nasce con l'obiettivo di valorizzare e promuovere nel mondo il patrimonio culturale italiano. Oltre a dettagliate informazioni di servizio su ogni singolo museo, fornisce informazioni su eventi culturali, artistici e aggiornamenti su novità, iniziative culturali, mostre e sulla realtà museale italiana in generale.

È sotto il Patrocinio del Ministero dei Beni e le Attività Culturali, con il contributo di Microfoft, Adn Crons Cultura come già detto.

I contenuti culturali sono curati dalla redazione MUSA e Adnkronos Cultura. Il caposervizio è Patrizia Perilli; gli uffici sono ubicati a Roma.

La header della home page (fig. 3.4) con sfondo nero e striscia verde marcio, riporta il nome del sito, in bianco e maiuscolo. Grafica, colori, e grandezza dei caratteri creano un piacevole effetto anche se il blu è sconsigliato perché gli occhi invecchiando diventano meno sensibili a questo colore.

La toolbar ha sfondo nero suddivisa in colonne separate da quattro punti bianchi. Le sezioni sono, *Home, News Mostre, Musei, Regioni, Contattaci – Chi Siamo – Credits*.

La sezione *Regioni* contiene, come sotto sezioni, solo: Calabria, Marche e Lazio

La cartina dell'Italia, molto suggestiva, suddivisa per regioni non consente di avere una sintesi di tutti i musei regione per regione perché non attiva.

I percorsi possibili sono sfogliare tutte le pagine dei musei destinata ad ogni singola regione o scrivere il nome in cerca. Anche in questo casi si viene rimandati a sfogliare in media dieci o più pagine per ricostruire il numero e tipo di musei presenti nelle singole regioni. Oppure utilizzare *Ricerca avanzata*, utilizzando più chiavi di ricerca.

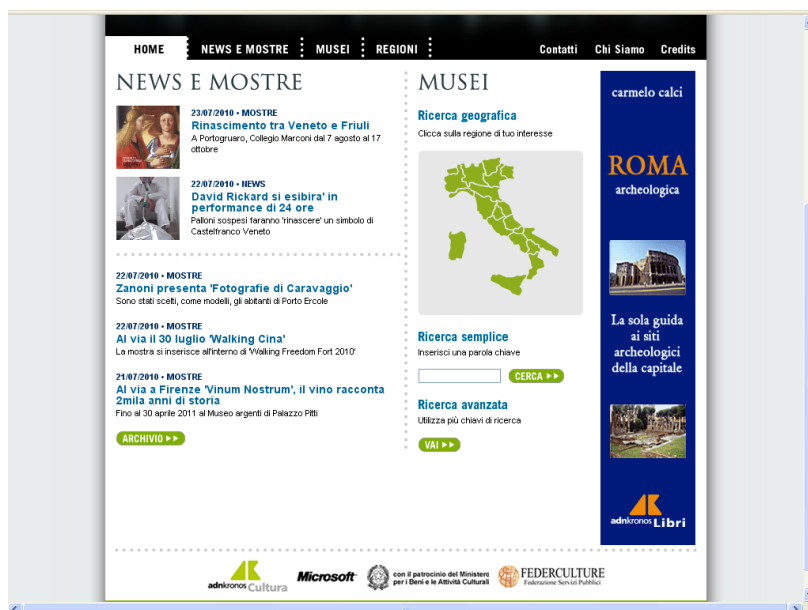


fig. 3.4

Il corpo della home page è composto da tre colonne delimitate da punti che simulano le righe e le colonne. La prima fornisce informazioni su *New e Mostre*, la seconda su *Musei* permette la ricerca geografica attraverso la cartina dell'Italia, in verde, cliccando sulla regione che si vuole visionare.

La sezione *CHI SIAMO* contiene quattro righe d'informazioni su Museionline, Il link *CREDITS* fornisce l'informazione sui responsabili della progettazione grafica<sup>322</sup> e realizzazione del sito<sup>323</sup>. La registrazione dei diritti risale al 2006.

Quest'ultima indicata anche nella pagina *Musei* (fig. 4.4) e *Raffina la ricerca* (fig. 5.4).

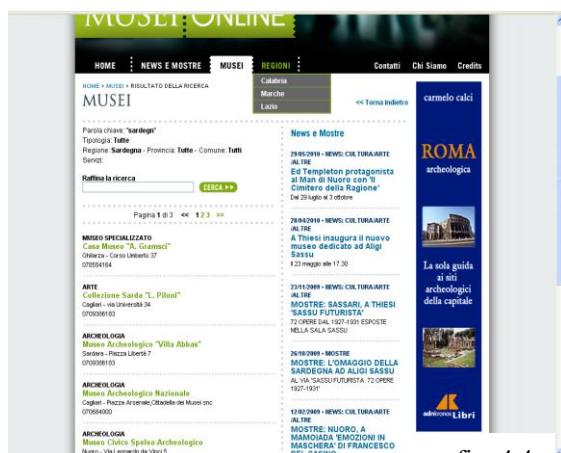


fig. 4.4



fig. 5.4

La terza colonna è blu, poco indicata per gli anziani come già detto, con foto, annunci e pubblicità. Le scritte sono di color ruggine e bianco. Per un corretto confronto con *musei.it*, si è ripetuto lo stesso percorso.

<sup>322</sup> Looking Glassfactory s.r.l.

<sup>323</sup> Sopramondo idee e progetti di comunicazione digitale

Nelle 10 pagine dedicate alla Sardegna si osserva i musei sardi sono di *Archeologia, Musei Specializzati, Antropologia, Arte, Storia Naturale, Storia, Scienza e tecnologia, Arte e Archeologia*. La classifica è fornita dal ICOM.

Il secondo sito ha molte analogie, a livello d'impostazione e non solo, con, sicuramente più completo, meglio strutturato, con colori e grafica più invitanti, ma entrambi forniscono gli stessi dati. Entrambi non rispettano la *Priorità 1*, infatti ad alcuni gruppi di utenti è negata l'accessibilità, come ad esempio ai non vedenti.

Prima di chiudere con la ricerca sui musei italiani abbiamo scelto di riportare la pagina (fig.6.4) e (fig.7.4) del sito: <http://www.regioni-italiane.com/musei-sardegna.htm>. che anche se non fanno parte di scenari e contesti da analizzare, evidenzia cosa si trova e quale validità e fiducia si può riporre in alcuni siti. Il senso critico e la necessità di un serio confronto è d'obbligo in questa ricca fonte di informazione. La prima pagina è riferita alla Sardegna e riporta: "In Sardegna esistono una grande quantità di Musei che nell'hanno da invidiare al celeberrimo *museo di Louvre a Parigi*, sono presenti svariate *gallerie d'arte, il museo della scienza e della tecnica, i musei vaticani, la galleria degli Uffizi, laboratori didattici, musei diocesani, archivi e biblioteche storiche*"



fig. 6.4

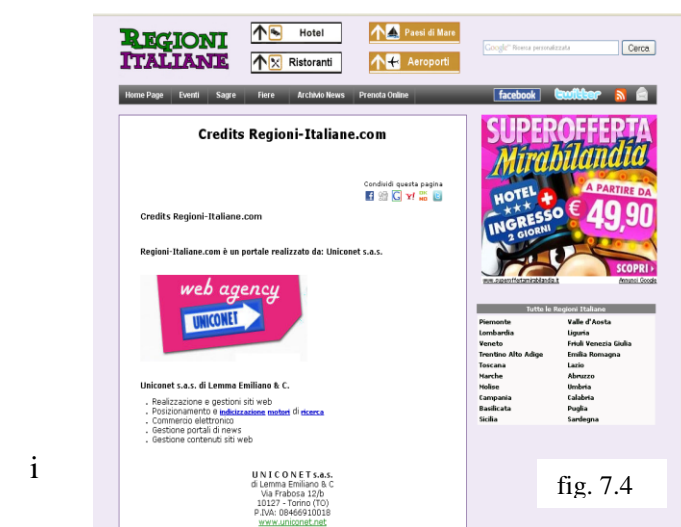


fig. 7.4

In fig. 7.4 i credits del sito

## 4.4 Musei on-line e mostre temporanee di matematica

In Italia sono presenti anche musei on-line di Matematica che in alcuni casi sono parte integrante dei musei reali e mostre permanenti, in altri no.

Si è scelto di citarne solo alcuni come esempio da noi ritenuti i più importanti: *Le forme della matematica*, *Mateureka - Il museo del calcolo*, *Fondazione Galileo*, *Riemann*, *Collezione Modelli Virtuali*, *I Racconti di Numeria*

- Il primo, *Le forme della matematica*, è del dipartimento di Matematica dell'Università di Torino, dedicato alle superfici algebriche. Una sezione apposita contiene la descrizione teorica di queste curiose entità matematiche. Nelle altre sezioni si possono visionare direttamente i modelli. Molti sono stati realizzati con materiali appositi, le cui foto si affiancano alle rappresentazioni virtuali.

Il suo indirizzo internet è: <http://www.dm.unito.it/modelli/index.html>.

- Il secondo, *Mateureka - Il museo del calcolo*, di Pennabilli (Rimini) presenta la storia, gli strumenti, le idee e i concetti di una fra le più affascinanti avventure del pensiero umano, appunto, il calcolo. Sul sito è possibile trovare tutte le informazioni sull'esposizione e sulle mostre temporanee. È possibile compiere un tour fotografico virtuale che si estende sui quattro piani del museo. Noi proponiamo la home page e il piano dove si presenta la storia del calcolo (fig.8.4 e fig. 9.4)

Il suo indirizzo internet è: <http://www.mateureka.it/>,



fig.8.4



fig.9.4

- Il terzo è il museo On-line, *Fondazione Galileo*, è parte del museo il *Giardino di Archimede*. Per accedere a questo ricchissimo museo on-line basta cliccare su *collezioni* e visionare tutte le foto degli strumenti raccolti correlate da un ampio commento. Si parte dai compassi, per arrivare ai mini calcolatori, alle calcolatrici ed ai grandi calcolatori. Sezioni apposite sono dedicate agli strumenti del dipartimento di Fisica ed agli strumenti di Pacinotti.

Il suo indirizzo internet è: <http://www.fondazionegalileogalilei.it>

- Il quarto, *Collezione di Modelli Virtuali*, è una esposizione virtuale della collezione di modelli del dipartimento di Matematica dell'Università di Pavia. I modelli sono



rappresentati sia attraverso le fotografie degli originali, sia con modelli ottenuti con il software Java, una *forma* di visualizzazione delle figure astratte in forma dinamica, così da permettere di analizzarle nel dettaglio.

Il suo indirizzo internet è: <http://www.dimat.unipv.it/biblio/modelli/>

- Il quinto, *I Racconti di Numeria*, è parte del sito del museo di Matematica del comune di Roma. Dispone di percorsi interattivi on-line.

L'indirizzo internet è: <http://www2.comune.roma.it/museomatematica/>.

È quasi impossibile, invece, conoscere il numero delle mostre temporanee perché non esiste un archivio che conservi riferimenti di queste manifestazioni.

Digitando su Google *Mostre matematiche divulgative* il dato che rimanda è dell'ordine di  $10^5$ .

Qui abbiamo voluto riportarne uno come esempio perché coinvolge quattro centri molto importanti e Università internazionali: *MATHS ALIVE*

*MATHS ALIVE* è il Laboratorio di Matematica, un progetto tematico finanziato dalla Comunità Europea nell'ambito del *V programma quadro* coordinato dal prof. Albrecht Beutelspacher dell'Università di Giessen, finalizzato alla creazione di una mostra itinerante di Matematica (fig.10.4).

Partecipano al progetto ricercatori italiani e esteri.

Gli indirizzi dei siti dei quattro centri sono:

<http://www.museo.unimo.it/theatrum> e <http://www.museo.unimo.it/labmat> Modena,

<http://specchi.mat.unimi.it> Milano,


<http://www.math.unifi.it/archimede/archimede> Firenze,

<http://www.sns.it/html/OltreIlCompasso/Mostra-Matematica/home.html> Pisa.

Questa è la copia cache di Google di <http://www.mymaths.co.uk/>. È un'istantanea della pagina visualizzata il 11 dic 2010 02:38:35 GMT. Nel frattempo la [pagina corrente](#) potrebbe essere stata modificata. [Ulteriori informazioni](#)

I termini specificati sono presenti solamente in collegamenti che rimandano alla seguente pagina: [maths alive](#) [Versione solo testo](#)

LOGIN




**MyMaths.co.uk**  
Bringing Maths Alive

About
Samples
Subscribe
Reviews
News
Help
Contact

**MyMaths ...share in the success.**

Thousands of teachers and millions of students worldwide use MyMaths.



**MyMaths.co.uk - Secondary Schools**

Over 60% of UK Secondary schools use MyMaths.co.uk for teaching and learning Mathematics. Millions of students use our homework system each week to consolidate and practise skills whilst our specially designed Booster packs help pupils prepare for Key Stage assessments, GCSEs and A Level. MyMaths has the widest topic coverage of any single maths learning resource.

” It is very easy to recommend something so effective and such good value. Keep the innovations going. ”

JAYNE WARD,  
Higham Lane School, WARKS

Welcome
Primary
Secondary
Post 16
Special

© MyMaths Ltd 2010

fig. 10.4

## 4.5 Museo Della Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci

Il numero dei riferimenti che Google riporta quando si digita “*Museo della Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci*” é dell’ordine di  $10^4$ . Ci siamo soffermati sul sito gestito dall’ente museale, il primo nell’ordine di presentazione del motore di ricerca.

Il sito <http://www.museoscienza.org/> del *Museo Nazionale Della Scienza e Della Tecnologia Leonardo da Vinci* appare su Internet per la prima volta nel 1995.

Dopo circa dieci anni, il 31 gennaio 2007, il sito é rinnovato nella struttura, nei servizi, nei contenuti e nella grafica. A distanza di tre anni i responsabili hanno sentito nuovamente l’esigenza di offrire una sempre più ampia proposta e varietà di contenuti di cui Museoscienza.org si è arricchito nel tempo. Non abbiamo elementi di riferimento fra il primo e il secondo sito, ma a chi come noi lo ha visitato continuamente non è sfuggita la trasformazione fra la home page del 23 Giugno del 2009 e quella attuale inaugurata il 12 aprile del 2010 (fig.11.4) e (fig.12.4)

La presenza on-line del museo è di soli dodici anni, ma le sue innovazioni vanno di pari passo con le trasformazioni dei diversi campi: didattico, scientifico e divulgativo, sociale, economico. La perfezione raggiunta dal sito é tale da farlo risultare, per il sesto anno consecutivo, al 1° posto nella classifica dei vincitori degli *'Osc@r del Web*<sup>324</sup>, al 2° posto all’*eContent Award Italy* per il miglior contenuto digitale con il progetto *Cimeli! Una ricerca virtuale al Museo*, inoltre, ha ricevuto anche la menzione d’onore nel concorso internazionale *Best of Web- categoria Ondine Exhibitions* per la sezione del sito “*Leonardo Virtuale*” e il premio *Moebius-Virgilio-categoria Scienza, Tecnica e Medicina*.

Il sito del Museo è più di una semplice vetrina delle attività, é un vero e proprio strumento di studio che mette a disposizione tutti i contenuti legati alle tematiche e attività proposte, è un luogo d’approfondimento e divulgazione su tutte le tematiche tecnico scientifiche che il Museo da sempre tratta.



fig. 11.4

<sup>324</sup> Il concorso è promosso da Labitalia, mensile di economia e amministrazione pubblica. Annualmente seleziona i migliori siti internet dei musei, della pubblica amministrazione e aziende fornitrici di pubblici servizi, biblioteche, università e aziende

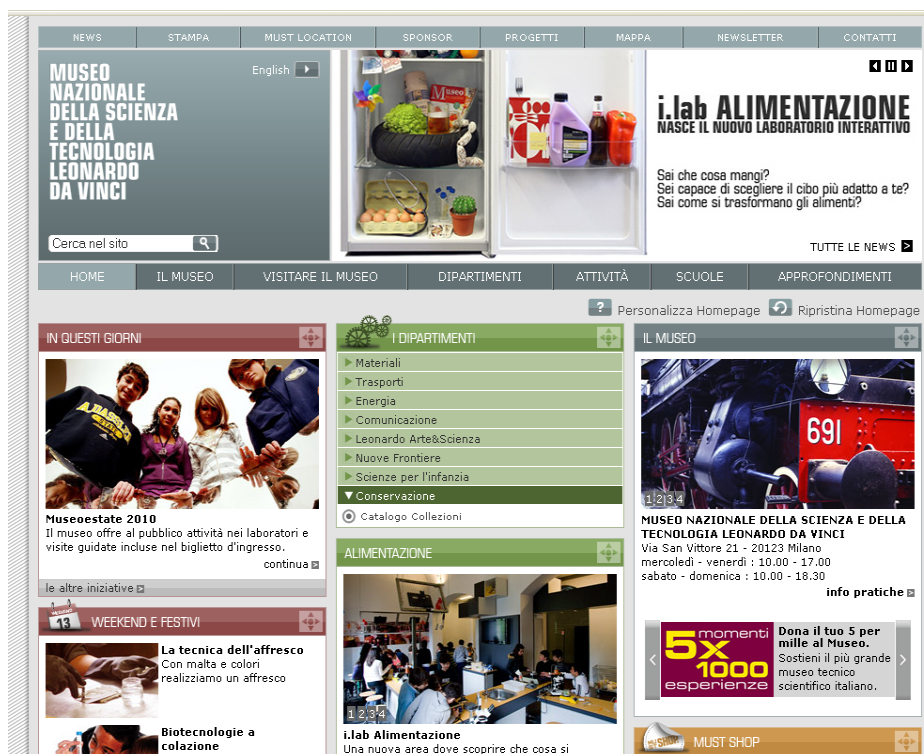


fig. 12.4

Le modifiche apportate nella versione del 2010 rispetto a quella del 2009 sono molteplici. Le sezioni non solo le stesse, *Servizi per le aziende* ora ha lasciato il posto a *MUST LOCATION*. Il museo ora si offre come uno dei luoghi prestigiosi dove organizzare eventi, shooting fotografici e televisivi e esposizioni. Sono nuovi modi per sostenere il museo e i suoi progetti. *NEWLETTER* è un nuovo servizio che il museo offre inviando agli iscritti e famiglie, mensilmente, le novità e le occasioni che il museo porta avanti.

La seconda riga è ora divisa in due colonne: nella prima è inserita la dicitura *Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo Da Vinci* su sfondo grigio scuro e scritta in maiuscolo bianca crea un ottimo contrasto, dove è presente il link *English* (consultazione in lingua inglese) e *Cerca nel sito* con l'ulteriore possibilità di trovare immediatamente la pagina o l'argomento desiderato, prima parte della barra degli strumenti.

I colori dominanti sono il grigio scuro, quello chiaro, le due tonalità di verde, nero e il bianco che si alternano fra scritte e sfondo creando ottimo e luminoso contrasto. Nella seconda la foto di uno dei laboratori, continuamente sostituita per fornire, nel minor tempo, le informazioni su quelli a disposizione con a fianco il nome del laboratorio. La peculiarità più significativa è la presenza delle domande che introducono e immergono immediatamente il visitatore come componente attiva chiamata a trovare risposte.

Segue la seconda barra degli strumenti dove scompaiono *Progetti* e *Ordine*. Progetti ha lasciato il posto ad *APPROFONDIMENTI*; una nuova sezione per *Navigare per argomento* contenente, a sua volta, sei sezioni corrispondenti ai dipartimenti e *NAVIGARE PER TIPO* contenente cinque sezioni (*Documenti, Esperienze online, Video, Foto e audio*). *Online* è ora parte di *NAVIGARE PER TIPO*.

Lo spazio sotto la seconda barra degli strumenti è diviso in entrambe in tre colonne.

La home page del 2009 prima colonna a sinistra informa e invita a *guardare* le possibilità offerte per trascorre “QUESTO WEEKEND” con *La scienza in scena e laboratori interattivi* e ad *ascoltare* “LA RADIO” con *Radio scienza*. La colonna centrale “SCELTI PER VOI” invita a cercare ON LINE dove si nascondono le sostanze adesive, sotto DIPARTIMENTI<sup>325</sup> invita a scoprire la storia del telefono. La colonna a destra “SOSTIENI IL MUSEO” offre gli articoli del bookshop, servizi per le aziende e l’invito a sottoscrivere il 5X1000 a favore del Museo.

L’attuale home page offre maggiore spazio e visibilità alle immagini e ai contenuti multimediali. È interattiva, i visitatori possono accedere ad una ricca scelta di contenuto direttamente dalla prima pagina. Gli utenti possono ascoltare le trasmissioni in streaming di *Radio Museoscienza* o scaricare direttamente i contenuti audio e partecipare alle iniziative dedicate ai fan del Museo sui social network.

Tutte le informazioni presenti possono essere impaginate e strutturate liberamente.

Una struttura di home page, simile a quella del Museo milanese, si trova solo sul portale *Rai.it e BBC*.

Con un drag&drop gli utenti possono trascinare i contenuti nella posizione voluta, dando forma in piena libertà, esigenza e gusto ad un proprio magazine, con rubriche e raccolte di contenuto per argomento. Anche noi abbiamo voluto provare a costruirne una personalizzata rispettando le indicazioni fornite. La trasformazione è facilmente eseguibile con vantaggio di avere una mappa rispondente alle singole esigenze.

Nell’ultima struttura del sito trovano spazio, utilizzando la home page proposta dal sito, nella colonna di sinistra, “QUESTI GIORNI” e “WEEKEND ESTIVI” non solo le informazioni aggiornate sugli eventi e quelle utili per organizzare una visita, ma anche approfondimenti sugli oggetti e i protagonisti della scienza, racconti sulle case history più affascinanti. E’ possibile ripercorrere i grandi eventi che hanno caratterizzato la vita del Museo, trovare approfondimenti sulle grandi tematiche d’attualità affrontate durante l’anno in corso: alimentazione, nanotecnologie e energia. Nella colonna centrale “DIPARTIMENTI” sono elencati tutti i dipartimenti e cliccando si può visionare immediatamente il dipartimento desiderato. Sotto la foto di uno dei laboratori a disposizione del pubblico: lab alimentazione. Nella colonna di destra “IL MUSEO” con indirizzo, e richiesta di sottoscrivere il 5x1000. Le tre colonne, utilizzano tre diversi colori per meglio differenziare gli spazi le immagini cambiano continuamente.

Scrivendo in “*Cerca nel sito*” “Programma nel sito” vengono messe a disposizione diciannove pagine dove sono presenti i link per visionare i diversi programmi offerti, a partire da *Museo estate 2007* fino *Progetto grafico e sito web*, una raccolta di 113 manifesti e foto su attività svolte a partire dal 2007, in versione Pdf.

In fondo alla home page otto icone dotate di link permettono di seguire le attività del museo attraverso: Facebook, su Twitter, Youtube, Video Museoscienza, Radio Museoscienza, Sezione Audio, Gallery fotografiche, Newsletter

Le informazioni si possono attingere o attraverso “*Cerca nel sito*”, scrivendo la voce oggetto d’interesse oppure, seguendo il percorso classico richiamando volta per volta, attraverso i link presenti, la sezione desiderata.

---

<sup>325</sup> Elenco dei Dipartimento: Materiali, Trasporti, Energia, Comunicazione, Leonardo Arte e Scienza, Nuove frontiere, Scienze per l’infanzia, Conservazione

### 4.5.1 Percorsi

Abbiamo seguito quattro fra tutti i possibili percorsi che il sito offre.

- Il primo percorso è **Scuole/ La nostra filosofia**. Il museo accanto alla ricerca e alla conservazione si pone il problema dell'educazione. Cioè trasmettere i contenuti scientifici e creare le condizioni perché il Museo diventi luogo di scoperta, esperienza, comprensione e ispirazione per il grande pubblico. Con un approccio non formale (il termine è scarsamente utilizzato a differenza di informale molto utilizzato). Le esperienze sono improntate alla scoperta ed esplorazione e non alla verifica e formalizzazione di leggi e principi.

La metodologia applicata parte da un fenomeno o da una domanda per poi, attraverso lo snodo di una sequenza di fenomeni o attività collegate mediante le fasi di esplorazione, osservazione, coinvolgimento attivo e utilizzo delle proprie conoscenze e capacità arriva alla comprensione del fenomeno o risposta alla domanda iniziale.

Il visitatore è il vero protagonista nei processi del suo apprendimento.

- Il secondo è **Scuola/L'educazione informale**. L'educazione informale è per i promotori “[...] una delle funzioni principali del Museo. Tutte le nostre attività educative si fondano su un approccio informale”. questa sezione ribadisce che l'esplorazione, l'osservazione e il coinvolgimento alla scoperta e non alla verifica o alla formalizzazione di leggi e principi è la metodologia da loro utilizzata.

L'educazione informale è sempre il punto di partenza nella filosofia del Museo che ha istituito il *CREI*<sup>326</sup> come centro di ricerca, sperimentazione e pratica di metodologie, strumenti e attività relativi all'educazione informale. Le attività educative del Museo raggiungono scuole, parchi, piazze o essere proposte durante festival ed eventi pubblici.

- Il terzo è **Museo/I rapporti internazionale e Scuole/Progetti per le scuole**.

Il Museo partecipa da protagonista al dibattito sulla diffusione della cultura scientifica, collabora con altri musei europei attraverso tre progetti: *Reti e collaborazioni*, *I progetti internazionali* e *Leonardo da Vinci*.

a. In *Reti e collaborazioni* il Museo è membro attivo delle iniziative di *Ecsite*<sup>327</sup> dal 2003. Questa organizzazione favorisce l'interazione fra scienza e società oltre che promuovere attività e progetti.

b. In *I progetti internazionali* il museo milanese dal 2001 coordina e/o contribuisce, come partner ai progetti: *SMEC*<sup>328</sup> rivolto agli insegnanti, *Handes-on*, & *Brains-on* rivolto soprattutto alle scuole primarie, enti di formazione e università. Ha come obiettivo “*creare connessioni tra le scuole, come luoghi dell'apprendimento formale, e musei scientifici e science centres dove vengono utilizzate metodologie educative informali*”. È dare “[...] un'opportunità per approfondire le possibili relazioni tra educazione formale e informale”.<sup>329</sup> Infine, l'ultimo progetto, il *SEDEC*<sup>330</sup>, “[...] finanziato dal programma Socrates dell'EU per sviluppare consapevolezza della cittadinanza europea attraverso la scienza”.

---

<sup>326</sup> Centro di Ricerca per l'Educazione Informale

<sup>327</sup> European Collaborative for Science Industry and Technology Exhibitions

<sup>328</sup> School-Museum European Cooperation

<sup>329</sup> Per informazioni precise consultare il sito ufficiale del Progetto ospitato da Esplora.

<sup>330</sup> Science Education for the Development of European Citizenship

c. In *Leonardo da Vinci* tutti i progetti hanno lo scopo di promuovere la scienza con metodologie di educazione informale, sviluppo professionale degli insegnanti, etc.

- Il quarto percorso é **Scuole/Progetti per le scuole**. I progetti offerti alle scuole sono tredici: *SETAC*<sup>331</sup>, *CREALAB*, *La Primavera della scienza*, *Scuola Scienza e Società*, *Il Cantiere del Duomo*, *Setac*, *Idee in forma*, *Open science Resources*, *Pathway*, *Progetto scuola ferrovie*, *Scuole aperte*, *Progetto ESA*, *Progetto EST*, *Piano ISS*<sup>332</sup>. Alcuni fanno parte di convenzioni stipulate con il MIUR o altri enti come ad esempio il *Piano ISS*.

La nostra ricerca ha escluso i progetti che hanno coinvolto realtà locali della Lombardia.

1. *CreaLab* è un progetto rivolto alle scuole primarie e secondarie di primo grado in collaborazione con Bayer, con l'obiettivo di strutturare attrezzature a far vivere l'attività di laboratorio scientifico. Coinvolge insegnanti e studenti in un percorso formativo ed educativo strutturato in 2 giornate di formazione per gli insegnanti; offre 1 kit educativo che resta in dotazione alla scuola e 1 visita di 2 ore delle classi coinvolte negli i.lab del Museo

I temi che il Progetto propone sono, Genetica e Biotecnologie.

2. *LA PRIMAVERA DELLA SCIENZA* è un progetto di comunicazione che ha come obiettivo la diffusione della cultura scientifica e tecnologica. Fa parte degli accordi di programma promossi dal Ministero dell'Università e della Ricerca per la diffusione della cultura scientifica e tecnologica nel grande pubblico e in particolare nel mondo della scuola. Giunto ora alla sesta edizione.

I partner del Progetto sono: Città della Scienza, Napoli; Istituto e Museo di Storia della Scienza, Firenze; Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento; Science Centre Immaginario Scientifico, Trieste; Sistema Museale Università degli Studi, Pavia. Tutti i partecipanti condividono, comunicano, documentano le esperienze didattico-scientifiche e il lavoro svolto.

3. *Scuola Scienza e Società* è un progetto che ha l'obiettivo di *stimolare l'interesse per la Scienza come parte della vita e come sapere personale*. Secondo i promotori del progetto *molti insegnanti riferiscono al Museo uno scollamento tra il sapere appreso a scuola e il sapere applicato nella vita quotidiana*.

Il progetto prevede la sperimentazione di attività educative su energia/clima, alimentazione e biotecnologie.

4. *Setac*<sup>333</sup> è un progetto finanziato nell'ambito del Lifelong Learning Programme con l'intento di contribuire attivamente all'educazione scientifica come strumento per sviluppare cittadinanza attiva nella società della conoscenza.

Il progetto si rivolge ad insegnanti, studenti e operatori museali, trattando i temi della Salute, dell'Energia e dei Cambiamenti Climatici. È parte del già citato progetto *SMEC*.

5. *Scuole aperte* è un progetto promosso dal Ministero dell'Istruzione e dell'Università e della Ricerca.

Il museo presenta alle scuole una proposta di collaborazione per la realizzazione di un laboratorio scientifico a scuola. Cioè si vogliono potenziare le conoscenze scientifiche attraverso la didattica laboratoriale e la valorizzazione della professionalità dei docenti e delle strutture scolastiche.

---

<sup>331</sup> Science Education as Tool for Active Citizenship

<sup>332</sup> Insegnare Scienze Sperimentali

<sup>333</sup> Science Education as Tool - for Active Citizenship

Il Ministero, attraverso la Circolare inviata alle scuole nel 2007, riconosce ai musei scientifici il ruolo di risorse e di supporto per la scuola, anche dal punto di vista della sperimentazione educativa e delle pratiche di diffusione della cultura scientifica.

6. *EST*<sup>334</sup> è un progetto rivolto alle scuole primarie e secondarie di primo grado della Lombardia e delle province di Verbania e Novara, con l'obiettivo di avvicinare gli studenti alla cultura scientifica e tecnologica attraverso un sistema educativo informale e interattivo detto hands-on.

Il percorso propone quattro attività: la formazione degli insegnanti, l'utilizzo dei kit educativi per il lavoro in classe, la visita nelle scuole del pulmino della scienza, l'attività nei laboratori interattivi del Museo con *la bottega dei robot*, i.lab di genetica & biotecnologie, i lab. dalla *cellula al DNA*, infine, i.lab sulle telecomunicazioni con *numeri, elettricità e onde per scambiarsi messaggi*.

La pagina dedicata al CREI è riportata in fig. 13.4 e si arriva attraverso il percorso Il Museo/ L'educazione Informale/CREI

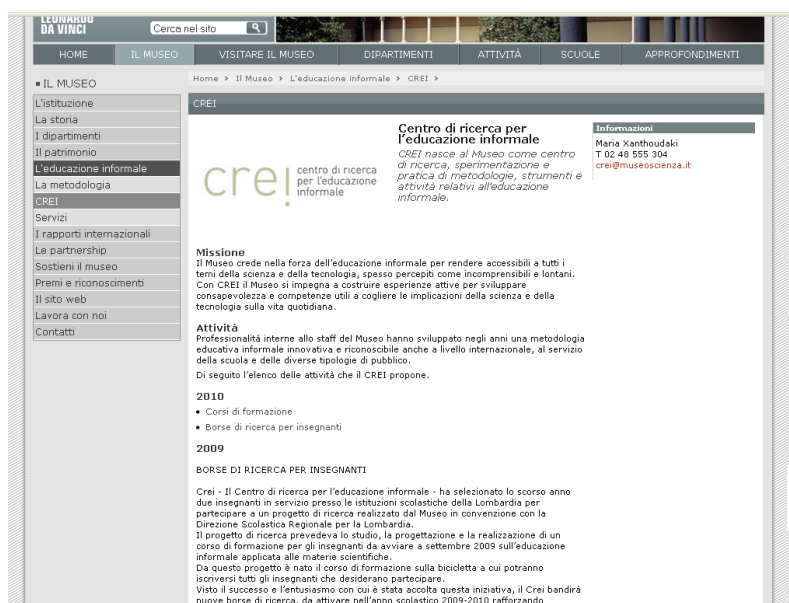


fig. 13.4

Il Museo riconosce e esplicita il ruolo che assume l'educazione informale nella società e l'importanza che sta assumendo, ritenendola: *“una modalità potente attraverso la quale le persone assumono il controllo del proprio apprendimento, sviluppano identità e valori ed esplorano significati che soddisfano le necessità intellettuali ed emotive. [...] è guidata dal bagaglio conoscitivo e culturale individuale. Ha luogo lungo tutto l'arco della vita e, anche se non esclusivamente, al di fuori dalle strutture formali (scuola, università e ambiente di lavoro)”*.

La definizione si discosta da quella che è la definizione riportata nel documento di Lisbona, dove l'educazione informale è collocata fuori delle strutture formali (*scuola, università e ambiente di lavoro*). Segno di un avvicinamento fra le due strutture.

<sup>334</sup> Educare alla Scienza e alla Tecnologia

Il CREI riconosce “che l’integrazione tra educazione formale e informale offre alla scuola stimoli e metodologie utili ai processi di apprendimento, soprattutto per i temi della scienza e della tecnologia”.

I percorsi elencati portano tutti nella direzione indicata dal CREI.

Alla sezione *Scuole* (fig. 14.4) si accede direttamente con un clic. La pagina presenta oltre gli obiettivi, i percorsi e i laboratori. Il programma del Museo rivolto alle scuole è ricchissimo e vario. Le scuole oltre che visitare, vivere il patrimonio storico possono seguire tutti i laboratori creati all’interno del museo creati solo per le classi; possono, su richiesta, far parte dei progetti educativi e collaborativi creati per incoraggiare l’uso del museo come risorsa educativa. La ricchezza messa a disposizione è il segnale di un grande cambiamento e rottura di quella separazione sempre esistita fra l’educazione formale, portata avanti dall’istituzione scuola e quella informale che il museo milanese porta avanti. Il ponte che questa struttura, e anche forse altre, sta costruendo fra la scuola e le altre istituzioni culturali rompe l’isolamento fra apprendimento formale e non, pur rimanendo distinte. La filosofia del Museo è chiara: potenziare le conoscenze scientifiche attraverso la didattica laboratoriale e la valorizzazione della professionalità dei docenti e delle strutture scolastiche, non vuole inoltrarsi nel campo della verifica e formalizzazione di leggi e principi, prerogativa esclusiva dell’istituzione scuola. Questo punto si differenzia dal nostro modo di vedere la divulgazione scientifica che in scenari e contesti adeguati deve porsi nella posizione di portare l’alunno, oltre che alla fase di devoluzione, anche alla fase di istituzionalizzazione tralasciando solo la verifica all’istituzione formale.

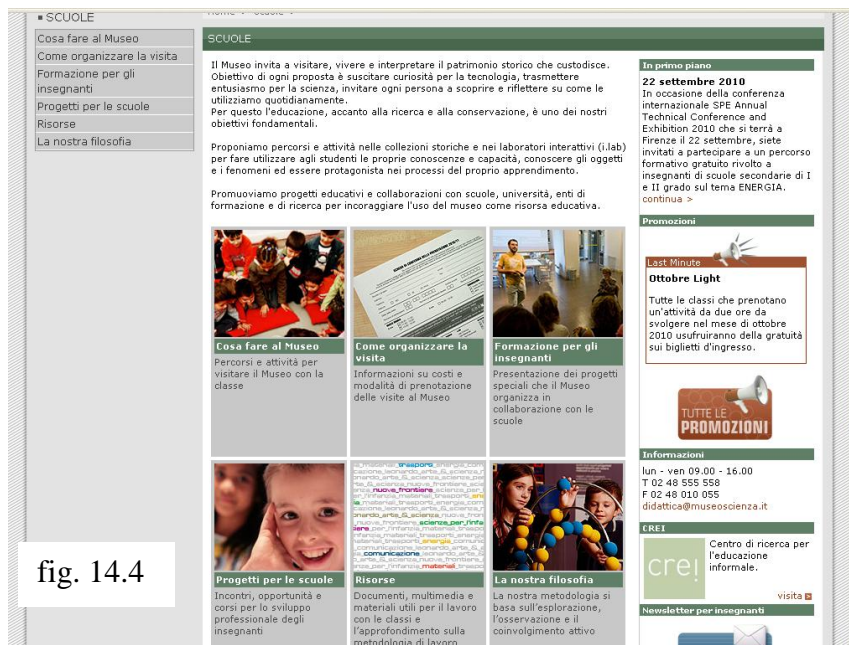


fig. 14.4



Alla pagina dedicata a *LA NOSTRA FILOSOFIA* (fig. 15.4) si accede attraverso il percorso Scuole/La nostra filosofia.



fig. 15.4

Il sito e le sue pagine si rinnovano e aggiornano continuamente, segno di una continua e costante evoluzione anche nel modo di *vedere ed interpretare* le posizioni assunte. Fra la prima home-page e la seconda così come le pagine riferite al CREI, oggi modificate *La nostra filosofia: l'educazione informale* è ora trasformato in *L'educazione informale*. Prima si condivideva l'approccio educativo *non formale*, ora si usa l'espressione *valorizzare le metodologie informali*; *l'educazione informale* è il *punto di partenza e di arrivo per tutto quel che riguarda il modo di lavorare dentro il museo e il modo con cui contribuisce all'apprendimento delle persone*. È scomparso il termine *non formale*. Questa scelta può essere dettata dalla non condivisione della classifica sposata dall'Agenda 21 di Lisbona<sup>335</sup> pertanto con il termine educazione informale si intende includerli entrambi. Questa scelta non stata condivisa da questa ricerca che ha condiviso le indicazioni di Lisbona giustificandone i motivi nel capitolo primo.

*“Il Museo crede nella forza dell'educazione informale per rendere accessibili a tutti i temi della scienza e della tecnologia, spesso percepiti come incomprensibili. Con il CREI il Museo si impegna a costruire esperienze attive per sviluppare consapevolezza e competenze utili a cogliere le implicazioni della scienza e della tecnologia sulla vita quotidiana. [...] È caratterizzata dalla volontarietà delle scelte ed è guidata dal bagaglio conoscitivo e culturale individuale. Ha luogo lungo tutto l'arco della vita e, anche se non esclusivamente, al di fuori dalle strutture formali (scuola, università e ambiente di lavoro). È riconosciuto che l'integrazione tra educazione formale e informale offre alla scuola stimoli e metodologie utili ai processi di apprendimento, soprattutto per i temi della scienza e della tecnologia”*.<sup>336</sup>

<sup>335</sup> Si rimanda al cap. 1, § 4.1, pp. 14-16

<sup>336</sup> Il percorso da seguire per arrivare alla citazione è: Il Museo/L'educazione informale/CREI

## 4.5.2 Laboratori

I musei, per loro natura sono luoghi in cui l'educazione informale trova la propria realizzazione ideale, poiché, sono in grado di coinvolgere attivamente il visitatore a livello fisico, cognitivo ed emotivo e stimolare un percorso personalizzato con grande attenzione allo sviluppo e esperienza di ciascuno.

Usare i laboratori del Museo significa usare l'*oggetto storico* per affinare la propria "*visione scientifica del mondo*" attraverso, ribadiamo, l'osservazione, l'esplorazione e l'esperienza diretta, la valorizzazione delle competenze dei visitatori, il dialogo, il confronto e la negoziazione, inoltre, significa stimolare la libertà di scelta nella costruzione personale del sapere.

Ogni laboratorio<sup>337</sup> comprende diverse attività, alcune complete di approfondimenti atte a scoprire quali luoghi comuni si basano su fondamenti scientifici e quali invece sono frutto di credenze<sup>338</sup>. Ogni dipartimento presenta le sue schede. In alcuni casi la presentazione è divertente, animata e accompagnata da domande alle quali occorre rispondere, cliccando su *VERO* o *FALSO* con immediato riscontro sulla validità o meno della risposta data. A fine percorso rimanda la percentuale delle risposte esatte e sbagliate con invito a ripetere l'esperienza.

Fra le sezioni a disposizione si è optato per le *Bolle di sapone*. Fra le dodici schede presentate è stata scelta la numero 6<sup>339</sup>.

Il percorso seguito per arrivare alla scheda n° 6 è stato *Approfondimenti/Attività, scienza per l'infanzia* (fig. 16.4) per poi proseguire cliccando su *bolle di sapone* per arrivare ai laboratori. Per avere a disposizione le schede occorre cliccare sul numero della scheda. Nel nostro caso la n° 6.

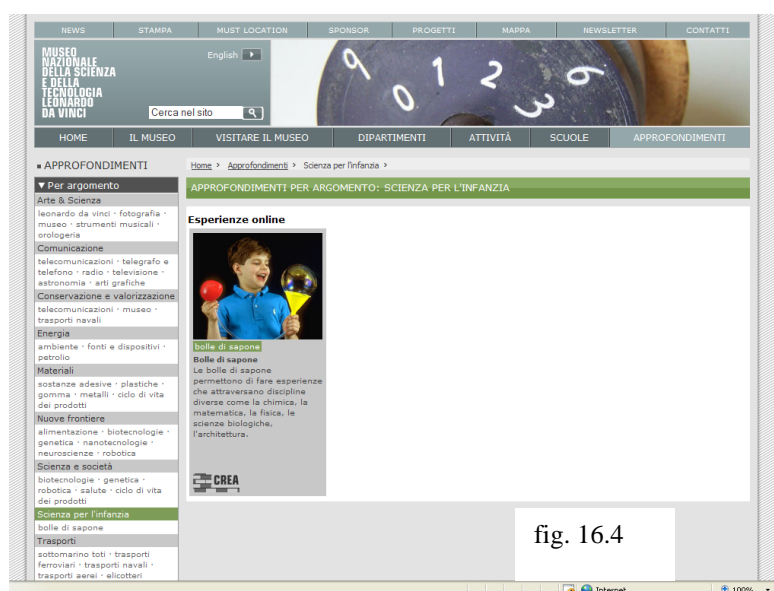


fig. 16.4

<sup>337</sup> Elenco dei laboratori: Bolle di sapone, Area dei piccoli, Chimica, Materiali, Al di là degli oceani, Energia e ambiente, Elettricità, Luce, Leonardo, Energia e ambiente, Alimentazione, Genetica, biotecnologia, Robotica,

<sup>338</sup> Il percorso per arrivare alla scheda: *Le credenze del carrello della spesa* occorre cliccare su: Visitare il Dipartimento, Nuove frontiere, Laboratorio Alimentazione

<sup>339</sup> Nel sito museo.org, sezione Approfondimenti. Vedi cap. 4, § 4.4, p. 106

In questo caso il sito non risponde a tutte le regole previste dalle [Priority 3]<sup>340</sup>

Per arrivare a visionare alcune schede di laboratorio, previste anche per le Scuole di Secondo grado, si deve seguire un percorso che passa per la *scienza per l'infanzia*.

Gli stessi operatori affermano: “L’argomento ***bolle di sapone*** può forse sembrare frivolo e infantile, nella realtà invece è molto complesso e presenta concetti e contenuti che lo rendono particolarmente interessante per la didattica e la divulgazione. Data la sua ***multidisciplinarietà*** il laboratorio consente di sviluppare un percorso didattico che attraversa discipline diverse come la chimica, la matematica, la fisica, le scienze biologiche, l’architettura”.

Il percorso tortuoso conferma le nostre ipotesi: si tratta di schede di vecchia data non aggiornate al pregevole stato attuale del sito.

Le schede sono suddivise per tipologie corrispondenti a tre fasi:

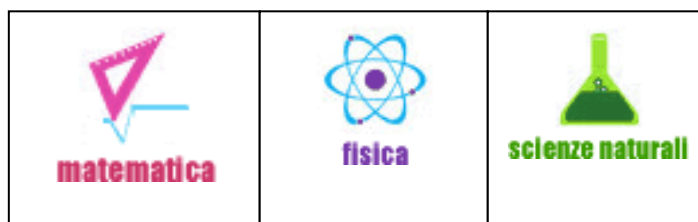
1. *Esplorativa* a cui sono dedicate le schede 1- **6** -8 -9 -10-11- **12**;
2. *Forma e misura* comprende le schede 2- 3- 4- **6**- 7- **12**;
3. *Colore* comprende le schede 5- 7

Le tre tipologie, ad eccezione della prima presentano la stessa scansione: *Obiettivi; Materiale occorrente, Procedimento, Che cosa far notare, Che cosa accade, Per approfondire* e gli stessi obiettivi: “Far vedere che esiste una forza che tende a far contrarre le superfici che delimitano i liquidi e in particolare le lamine saponose”.

### 4.5.3 Analisi di contesto: un’attività

Gli esperimenti proposti nelle schede sono scelti in modo da poter essere riprodotti con materiali di facile reperibilità. Ogni esperienza é articolata in quattro parti: l’**obiettivo, come procedere e cosa osservare, semplici spiegazioni**, ed infine, **approfondimenti** per indagare più a fondo il fenomeno e sviluppare ulteriormente l’argomento pensate per gli insegnanti, le guide, gli studenti degli ultimi anni delle superiori.

In ogni scheda è presente uno o più simboli per indicare in quale scenario potrebbe essere utilizzata.



#### 4.5.3.1 Scheda per laboratorio

Partendo dalle indicazioni fornite nella scheda é stata simulata l’*Esperienza 6* seguendo passo passo le istruzioni e ripercorrendo l’attività che un potenziale utilizzatore è chiamato a svolgere.

La scheda scelta segue la tipologia a) e b)<sup>341</sup>.

La disciplina coinvolta è la Fisica.

<sup>340</sup> Questa regola dice: Il sito risponde a tutte le regole previste dalle La *Priority 3* quando indica il punto che può essere applicato dall’autore per rendere più facile l’accesso all’informazione del documento

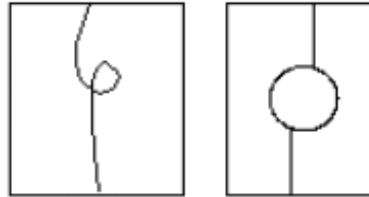
<sup>341</sup> Allegato n°3-3 pp. 194-195

La strutturata segue lo stile del classico libro di testo con frasi sono del tipo: **si può notare che..., si vede che....., .. è dovuto al fatto che....**. seguite, in alcuni tratti, da spiegazione.

L'impostazione della scheda non porta alle fasi che si seguono nel laboratorio anche se le dichiarazioni lasciano sperare: *"Tutte le nostre attività si fondano su un approccio educativo informale che si basa sull'esplorazione, l'osservazione e il coinvolgimento attivo. Le esperienze sono improntate alla scoperta e non alla verifica o alla formalizzazione e il coinvolgimento attivo"*<sup>342</sup>

L'uso dei termini quali circonferenza e cerchio non sempre è corretto.

Se dopo aver tolto il telaio metallico dalla soluzione saponosa con una matita si rompe la membrana che si è formata all'interno del cappio di cotone si vede che questo assume la forma di un cerchio.



Le spiegazioni in alcuni punti sono dettagliate in altri assenti. È presente qualche refuso ortografico.

Quando togliamo il telaio rettangolare dalla soluzione saponosa i suoi lati verticali assumono la forma di archi di circonferenza più o meno arcuati a seconda del sistema utilizzato per tenere distanziate le cannucce.

Infatti se fissiamo dei pesini sulla cannuccia inferiore l'arco di circonferenza sarà meno evidente.;

Il formarsi di questi archi di circonferenza è dovuto al fatto che, se

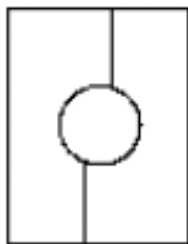
immaginiamo i lati verticali del telaio divisi in tanti segmentini, ognuno di questi elementi è attirato verso l'interno della membrana da una forza. Questa forza è per simmetria perpendicolare all'elemento stesso, giace nel piano della membrana saponosa ed ha uguale valore per ogni elemento.

Non è chiaro perché la forza *per simmetria è perpendicolare all'elemento stesso*.

Sarebbe stato sufficiente porre una domanda del tipo: Vi ricordate nello studio della circonferenza e cerchio in che relazione sta la tangente con il raggio?

La tangente la possiamo assimilare ai *segmentini in cui si è pensato di dividere la circonferenza* (fase di devoluzione).

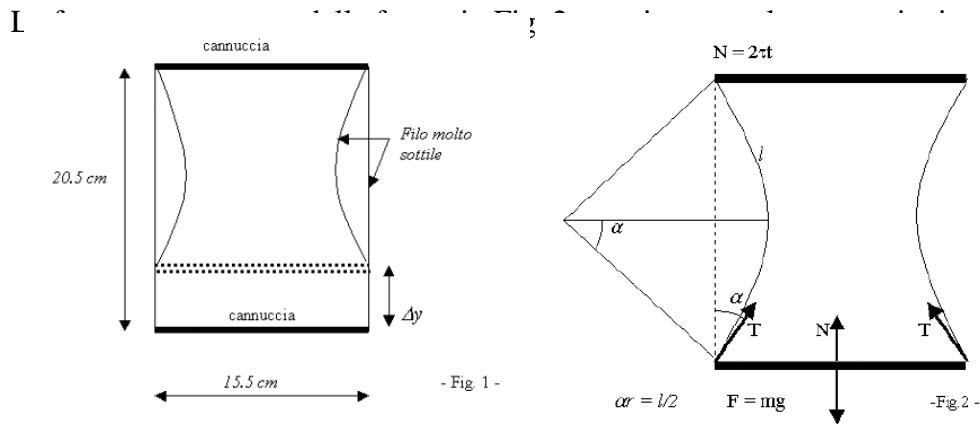
Si può comprendere meglio perché i lati assumono la forma di arco di circonferenza se consideriamo cosa succede quando, con una matita asciutta si rompe la membrana nel cappio che si era legato al telaio. Se si considera il filo diviso in tanti pezzettini, perché questo alla fine assumo una forma perfettamente circolare, su ognuno di questi elementi devono agire delle forze che per simmetria siano radiali, complanari e che abbiano la stessa intensità.



Osservando il modello qui a lato riportato, la membrana saponosa è anche esterna al filo. Quindi, quando con una matita asciutta si rompe la membrana nel cappio legato al telaio, correttamente è la membrana saponosa esterna ad attirare verso di sé le singole parti in cui si suppone di dividere la circonferenza formata dallo spago. Questo ci permette di dedurre che si tratta di forze dotate di simmetria radiale rivolte verso la lamina, uguali e complanari, le uniche a dare vita ad una circonferenza

<sup>342</sup> Catalogo, 2008-2009, p. 18

Fra i tre approfondimenti proposti nella scheda si è scelto di prendere in esame il primo: “**Si può calcolare questa forza (vedi scheda allegata 6/a)**”<sup>343</sup>



Che la forza  $F = mg$  è uguale alla somma delle forze  $2\tau t$  e  $2T\cos\alpha$ . è chiaro. meno chiara è l’affermazione contenuta nella formula (1) e anche il tipo di *scrittura* adottato, infatti , non si tratta di una serie di rapporti, ma del prodotto fra due frazioni. Non è chiara neanche la presenza di  $1/24$

$$\Delta y = (1/24) * (\beta^3 / r^2)$$

Esprimendo l'angolo in radianti, dalla stessa figura si ricava facilmente che vale la seguente relazione  $2\alpha r = l$  e quindi

(1)

$$\Delta y = 1/24 \beta^3 / r^2 \quad (2)$$

Ricavando  $r$  dalla (2) si ottiene

$$r = \sqrt{\frac{l^3}{24\Delta y}}$$

sostituendo in (1) e ricavando  $\alpha$  si ottiene la (3) evitando passaggi inutili

$$\Delta y = 1/6 l \alpha^2$$

si ottiene:

$$\alpha = \sqrt{\frac{5\Delta y}{l}} \quad (3)$$

<sup>343</sup> Allegato n° 2-3 pag. 205-207

Nella sostituzione finale sono scomparsi l'esponenti del simbolo "elle" e  $d$  prende il posto di  $4\tau$

$$2T \cos \alpha = 4r\tau \cos \alpha = d \sqrt{\frac{2l}{3\Delta y}} \left( \cos \sqrt{\frac{6\Delta y}{l}} \right)$$

Nell'analisi della scheda richiedono attenzione e tempo le varie sostituzioni e la interpretazione e comprensione dell'uso dei caratteri utilizzati per scrivere le formule. La descrizione è presentata in forma sequenziale (talvolta incomprensibile, come già detto). I passaggi sono semplici sostituzioni o operazioni per ricavare le formule inverse.

Seguire la scheda e cercare di trovare le spiegazioni attraverso l'interpretazione delle formule è difficile e nel tentativo di ricostruire i nessi si smarrisce il filo e l'obiettivo dell'attività.

La realizzazione dell'esperimento, l'osservazione diretta delle diverse fasi come l'accorciarsi della dimensione verticale del telaio dopo averlo immerso nell'acqua saponosa, mette in evidenza la forza che modificava la dimensione verticale del telaio. L'utilizzo di un bastoncino asciutto per rompere la lamina saponata riportava il telaio alle sue dimensioni iniziali.

Dopo aver immerso il telaio nell'acqua saponata abbiamo misurato, col goniometro, l'angolo formato dal lato in posizione verticale e l'arco, forma assunta dal filo, e di quanto si è accorciato il telaio (valore di  $\Delta y$ ). Il lavoro è facilitato se si scattano le foto e si riportano alla grandezza naturale del telaio. Le due misurazioni hanno semplificato il calcolo della tensione  $\tau$ .

L'esperienza della simulazione ci ha condotto alle seguenti domande: volendo costruire una scheda che caratteristiche deve avere se rivolta alle guide? Se invece è rivolta agli insegnanti oppure a chiunque desideri ripetere l'esperimento, cosa sarebbe necessario modificare? Oppure è possibile pensare ad una struttura di scheda che risulti adatta ad entrambi gli utilizzatori?

La nostra analisi ha mostrato che nella scheda proposta dal Museo Milanese è assente uno scenario utile a chi svolge il ruolo di guida, sono assenti, anche, le domande in grado di "innescare" la fase di devoluzione:

Utilizzando gli strumenti forniti dal modello teorico della Teoria delle Situazioni Didattiche <sup>344</sup>, abbiamo ricostruito una possibile modifica della scheda introducendo alcune domande stimolo potenzialmente atte ad innescare la fase di devoluzione e mantenere viva la motivazione.

*"Proviamo a pensare, spiegare e descrivere l'origine e le cause che hanno determinato la nuova forma".*

---

<sup>344</sup> Cap. 1, § 1.4.2, pp. 19-21

“Ora utilizziamo due pesetti e appendiamoli agli estremi del lato inferiore, di uno dei due telai, osservate, levateli e osservate. Riappendeteli e osservate”.

“Misurate i lati del telaio prima e dopo aver tolto i pesi, confrontate le due misure. Sono variate? Per quale motivo?”

“Un gruppo utilizzi una matita asciutta e l’altro una matita bagnata nella soluzione saponosa”. “Un gruppo tocchi la lamina creata all’interno del telaio usando un bastoncino asciutto. Il secondo gruppo cronometri in quale istante la lamina scompare senza intervenire. Registrate il tempo trascorso”.

“Cosa osserva il primo gruppo? Cosa osserva il secondo? Quanti secondi ha impiegato la lamina per dissolversi? Confrontate i risultati e provate a spiegarne motivo e causa e dandone la motivazione”.

*Di quanto si è sollevata la cannuccia che forma il lato inferiore del telaio?*

Le domande sono state utilizzate per ricostruire la scheda riportata di seguito, che abbiamo elaborato prevedendo un generico utilizzatore che possa ripetere anche individualmente l’esperimento e giungere a costruirsi nuove conoscenze o trovare conferma di conoscenze già possedute. Abbiamo, dove necessario, inserito alcune indicazioni esplicitamente riguardanti la figura della guida (o dell’insegnante) prevedendo una possibile utilizzazione della scheda in uno scenario di laboratorio in presenza realizzabile in un museo, in una mostra temporanea o in una attività laboratoriale a scuola.

### **Titolo: *Un telaio immerso nell’acqua saponosa***

La nostra rielaborazione della scheda Esperienza 6 [www.museoscienza.org](http://www.museoscienza.org)

### **Materiale per l’esperimento**

Abbiamo a disposizione acqua, detersivo per piatti, spago sottile, due cannuccie da bibita resistenti, due piccoli pesi.

Formiamo due gruppi intorno ai due tavoli. Ogni gruppo crei una soluzione versando del detersivo nell’acqua, costruite due telai utilizzando lo spago e le cannuccie ispirandovi alla figura fig. 1.

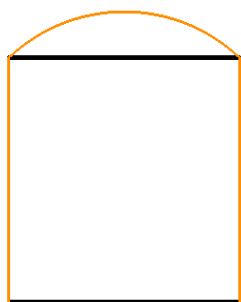


fig. 1. lab

### **Scenario**

Vi è mai capitato di lavare i piatti? Vi siete posti il problema di quanto detersivo versate nell’acqua? Ora versate nella bacinella riempita per  $\frac{3}{4}$  di acqua del detersivo.

Sapreste tradurle in percentuale la quantità versata? O semplicemente esprimere le dosi uno in funzione dell’altra? .....di acqua e..... di detersivo. Potete registrare, come

promemoria le quantità sul foglio che avete a disposizione, come si fa solitamente in laboratorio, potrebbe servirvi in fase di discussione e confronto con l'altro gruppo.

.....

Vi siete chiesti a cosa servono i pesetti che non abbiamo ancora menzionato?

.....

### Per la guida

Lo scenario che si può celare sotto il testo di un problema o semplicemente mascherare dietro una storia o narrazione, oppure sotto un quesito un quesito matematico; o, ancora, attraverso la semplice domanda: vi ricordate in classe ....o avete visto i bambini giocare con le bolle di sapone..... che rimanda ad una domanda rimasta in sospeso in classe o ad una esperienza vissuta per caso ai giardini e rimasta ancora senza risposta o vissuta senza una riflessione finale.

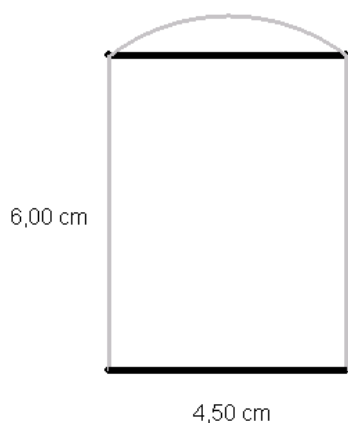
### Portiamo ora l'attenzione sulla procedura

Immergete i due telai nella soluzione tenendoli per lo spago a forma di arco. Ora estraeteli piano.

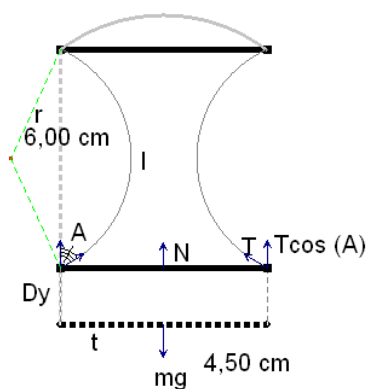
Osservate e descrivete le caratteristiche assunte dai telai.

Scheda di Approfondimento.

Discipline coinvolte: Fisica, Matematica



Prima dell'immersione



Dopo l'immersione

Dopo l'immersione la lamina si presenta accorciata per effetto delle due forze  $N$  e  $T \cos(\alpha)$  (da calcolarsi due volte per simmetria), dovute alla tensione superficiale della lamina saponosa.

La forza somma di  $N+2 T \cos(\alpha)$  è equilibrata dalla forza di gravità.

I due lati, formati dal cotone, si incurvano, formando due archi di circonferenza (di raggio  $r$ ) di lunghezza  $l$  pari ai lati, per effetto delle forze della tensione superficiale che creano forze perpendicolari a ogni segmento di arco e rivolte verso l'interno sollevando la cannucia inferiore di un valore pari a  $\Delta y$

Dalla formula  $l=2\alpha r$ , attraverso il valore dell'angolo  $\alpha$ , si calcola il raggio  $r = \frac{l}{2\alpha}$ , si misura  $\Delta y$  e la forza peso



Le uniche grandezze non direttamente misurabili sono:  $T$  e  $\tau$  di tensione superficiale che sono legate dalla formula:  $T = 2r \tau$

Partendo dall'equilibrio del sistema:  $2T \cos \alpha + 2 \tau t = mg$ , sostituendo i valori di  $T$ ,  $r$  si ottiene rispettivamente:  $4r \tau \cos \alpha + 2 \tau t = mg$  e  $2\tau (2r \cos \alpha + t) = mg$

Da questa si passa, tramite la formula inversa, a ricavare:

$$\tau = \frac{mg}{2 \left( 2 \cdot \frac{l}{2\alpha} \cos \alpha + t \right)}$$

Nel contesto dell'interazione in presenza, il ruolo della guida è quello di ricomporre le soluzioni individuate dai due gruppi e ricostruire l'esperimento e non tralasciare la fase conclusiva della validazione di ciò che è stato fatto. Sia a scuola che nel museo è necessario concludere nel momento in cui emergono le diverse posizioni previste dall'analisi fatta a priori dalla guida o insegnante.

È sufficiente che, in fase di dibattito, emergano le posizioni contrapposte e previste dall'analisi a priori; spesso per mancanza di tempo non tutti sono chiamati ad esprimersi, ma ciò che è fondamentale che tutti partecipino all'attività.

La fase di istituzionalizzazione<sup>345</sup> si può raggiungere seguendo due strade: la prima, attraverso la riproduzione dell'esperimento che porta a rivivere l'esperienza eseguita anche se spesso il ragazzo non ha consapevolezza del sapere che ha appena costruito. Da cui l'importanza delle domande che portano a questa fase.

La seconda strada vede protagonista il solo l'insegnante che conclude o con la valutazione o semplicemente con la formula: "*avete fatto giusto*". In questo caso è assente sia l'interazione che la fase di istituzionalizzazione.

## 4.6 Il giardino di Archimede

Digitando in Google *Il giardino di Archimede* si trovano circa 73.100 siti che parlano di questo museo permanente di Matematica. È stato analizzato il sito: [www.math.unifi.it/archimede](http://www.math.unifi.it/archimede) curato direttamente dall'Università di Firenze.



fig. 17.4

<sup>345</sup> Brousseau cap. 1, § 1.4.3, pp. 21-23

La home page del sito si presenta colorata e piacevole, semplice da consultare e esplicativa. È ricca di link che rimanda a nuove pagine ricche di foto, di informazioni e argomenti ben sviluppati. Un invito a proseguire la consultazione.

Sul lato sinistro su nove righe, con sfondo azzurro e scritte della stessa tonalità più scura stesso colore, indicano le sezioni: INFORMAZIONI, MOSTRE, PERCORSI GUIDATI E LABORATORI per le scuole, calendario, PUBBLICAZIONI, BOTTEGA DI ARCHIMEDE, MATERIALI per la scuola, PAPPÀ DEL SITO, NOVITÀ - IN EVIDENZA.

Sempre alla sinistra, la foto della sede del museo dotata di link rimanda alle informazioni su come raggiungere il museo, orari, cosa vedere, informazioni sulle visite guidate, sui laboratori per le scuole, le gite e convenzioni ATAF<sup>346</sup>.

Il museo è aperto tutti i giorni escluso il sabato, le festività e il mese di agosto. Il costo del biglietto è di 7 euro con biglietti ridotti offerti per i gruppi di 12 persone e famiglie, gratuito per i bambini sotto i 6 anni. Gli studenti possono utilizzare una seconda volta il loro biglietto per un'ulteriore visita al museo.

Può essere visitato usufruendo dell'uso della lingua inglese.

Al centro della home una divertente immagine a destra una colonna ricca di informazioni.

Ciò che colpisce piacevolmente è l'armonia di colori e l'ordine con cui il tutto è presentato.

Seguendo il percorso MOSTRE (fig. 18.4) si ha a disposizione l'elenco delle 8 mostre presenti con l'invito a richiederle a noleggio.

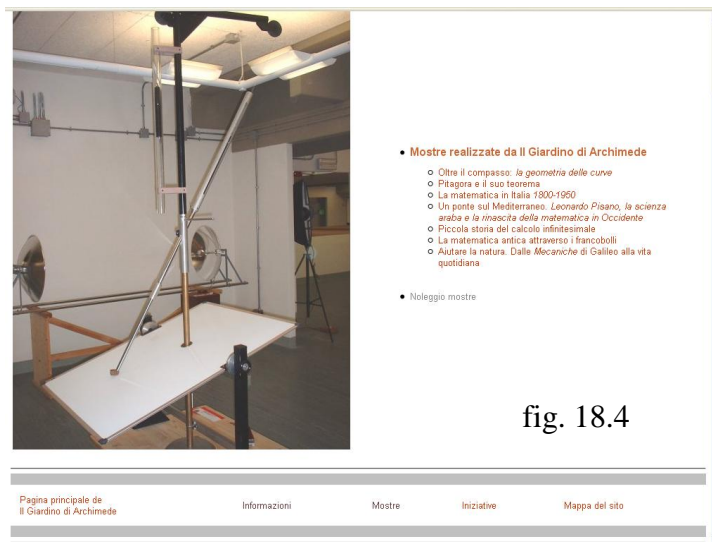


fig. 18.4

L'elenco comprende “*Oltre il compasso: la geometria delle curve*”; “*Pitagora e il suo teorema*”; “*La Matematica in Italia dal 1800-1950*”; “*Un ponte sul Mediterraneo. Leonardo Pisano, la scienza araba e la rinascita della matematica in Occidente*”; “*Piccola storia del calcolo infinitesimale*”; “*LA matematica antica attraverso i francobolli*”; “*Aiutare la natura, Dalle Meccaniche di Galileo alla vita quotidiana*”.

<sup>346</sup> Linee urbane per arrivare in sede

Sei delle sette mostre elencate sono visitabili virtualmente. Sono presenti pannelli, oggetti matematici, una guida consultabile anche in francese o inglese, un catalogo, schede di approfondimento in PDF e PS; si tratta delle pagine del catalogo della mostra *Oltre il compasso* del 1998- 89.

Cliccando su *Armi di istruzione di massa, Giochi, passatempi matematici*, si possono leggere, su pannelli, i testi di giochi, dai più comuni ai meno noti e dai più semplici ai più complessi. Le regole sono espone in linguaggio chiaro, lineare facilmente comprensibile.

Cliccando su *Percorsi per le scuole* si accede alle proposte che il museo ha realizzato per le scuole dall'infanzia fino alla secondaria di secondo grado (fig. 19.4)

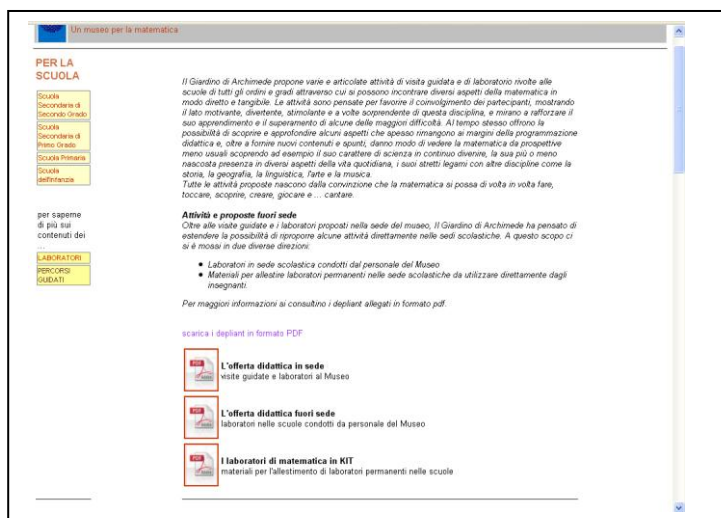


fig. 19.4

- I percorsi guidati offerti per la Scuola dell'Infanzia sono:

***Oltre il Compasso, La geometria delle curve, Quando l'uomo imparò a contare, Percorsi, strategie e geometrie in gioco.***

Il commento per la Scuola dell'Infanzia é improntato “[...] *alla scoperta di forme geometriche della vita di tutti i giorni: linee rette, cerchi ed anche ellissi, parabole e iperboli e altre curve che nascono da corde, coni come quelli del gelato, pirofile da forno, frullatori, mazzi di spaghetti, ecc.]*”.

- Per la Scuola Primaria, ***Oltre il Compasso. La geometria delle curve, Pitagora e il suo teorema, All'inizio del conto, Percorsi, strategie e geometrie in gioco, Piega, ripiega e ... spiega, Alla scoperta delle scritture segrete.***

Il commento per Scuola la Primaria conduce a “[...] *scoprire linee e forme nascoste in meccanismi e oggetti della vita quotidiana e loro stupefacenti proprietà: da rette e cerchi di corda a ellissi e parabole che riflettono suoni e accendono fiammiferi, a spirali su dischi ruotanti e curve che nascono da ruote di bicicletta*”.

- Per la Scuola Secondaria di Primo grado sono, ***Oltre il Compasso. La geometria delle curve, Pitagora e il suo teorema, All'inizio del conto, Percorsi, strategie e geometrie in gioco, Piega, ripiega e ... spiega, Alla scoperta delle scritture segrete.***

La Secondaria di Primo grado ha a disposizione “[...] *un affascinante percorso tra oggetti e macchinari che permette di toccare con mano la geometria della vita quotidiana riconoscendo curve note e scoprendone di nuove, con le loro diverse proprietà*].

- Per la Scuola Secondaria di Secondo grado, *Oltre il Compasso. La geometria delle curve, Pitagora e il suo teorema, La Matematica in Italia 1800-1950, Piccola storia del calcolo infinitesimale All'inizio del conto, Percorsi, strategie e geometrie in gioco, Piegare, ripiegare e ... spiega, Alla scoperta delle scritture segrete, Leonardo Fibonacci e la matematica medioevale, Dagli algoritmi medievali ai primi strumenti di calcolo meccanico*

La proposta a disposizione per la Secondaria di Secondo grado “[...] tracciamento, proprietà, applicazioni e storia di alcune delle più interessanti curve nelle tre sezioni della mostra: retta e cerchio, coniche, curve trascendenti, in una coinvolgente presentazione interattiva”.

Il contenuto è presentato in termini comprensibili all’età dei fruitori.

Se si segue il percorso *Pubblicazioni* si raccolgono le informazioni sul Bollettino di Storia delle Scienze Matematiche, mentre, è esemplare la possibilità a utilizzare o acquistare una ricca scelta di CD-rom. (52 presentati a gruppi di 10). Il criterio utilizzato per stabilire l’ordine non è chiaro, non è né temporale né alfabetico, e neanche per argomento.

La Bottega di Archimede propone l’elenco dei possibili acquisti, oltre ad offrire un servizio è anche fonte di guadagno per gli organizzatori e contribuisce a sostenere il bilancio generale del museo.

Il sito non rispetta le regole richieste dalla [Priority 2] escludendo dalla possibilità di consultare il sito i non vedenti, infatti, non è presente un servizio audio della ricca descrizione fatta.

## 4.7 Laboratorio delle Macchine Matematiche

Sono 67.300 le pagine dedicate al sito digitando, *sito museo macchine matematiche*, nel motore di ricerca attraverso Google.

Il primo, in ordine di importanza, è il sito [www.mmlab.unimore.it/](http://www.mmlab.unimore.it/) un laboratorio di ricerca sulla didattica della Matematica con l’uso di strumenti. Il sito ci informa che le macchine sono conservate in un ampio locale del Dipartimento di Matematica. Si tratta di ricostruzioni artigianali e funzionanti di antichi strumenti. Non cita mai il nome MUSEO. (fig. 20.4)



fig. 20.4

Il sito rispetta l'impostazione classica con la riga superiore contenente il logo, titolo, università di riferimento e icona della sede dell'Università.

La seconda riga fornisce informazioni sulle visite e percorsi da seguire per arrivare alla sede e anche la data ultima in cui il sito è stato aggiornato (operazione che avviene giornalmente)

La terza riga è divisa in tre colonne con al lato sinistro la barra degli strumenti, al centro la presentazione del Laboratorio e a destra le News. È piacevole, i colori utilizzati sono l'arancione-ocra su sfondo bianco scritte azzurre e nere.

Il sito, come riporta la home-page, ha ricevuto il Premio Pitagora 2006 come miglior sito di divulgazione matematica.

Fra le news il sito consultato nel mese di novembre 2011 riporta una importante nota del 20/11/2011: *“Il laboratorio delle macchine matematiche non è più in grado di offrire alle scuole il servizio di visite guidate. A seguito dell'entrata in vigore della Riforma dell'Università [...]”*.

Il sito informa su tutti i riconoscimenti internazionali ricevuti dall'attività del gruppo di ricerca come: Il progetto Hands-on Maths: Travelling exhibitions and permanent laboratori, <http://www.fondation-altran.org/DevSite/index.jsp>.

Il DEMO Perspectiva Artificialis INTERNETional Award - (<http://www.pirellaward.com/news0408-3.html>).

Il sito fornisce dettagliatamente le informazioni sul laboratorio della Macchine Matematiche pubblicate nelle tantissime riviste sia nazionali che internazionali e rinvia al sito <http://www.dm.unito.it/semdidattica/index.php>.

Thematic network, finanziato dalla Comunità Europea nell'ambito del Quinto Programma Quadro (1999/2003). Il progetto ha come obiettivo la produzione di una mostra di esperimenti matematici che mettono in evidenza l'impatto e l'importanza della matematica nella vita di tutti i giorni: il coordinamento è del prof. Albrecht Beutelspacher (Università di Giessen, De). La mostra è divisa in moduli, all'unità di Modena è affidato il tema Prospettiva. I gruppi di ricerca coinvolti nel progetto fanno capo all'Università di Giessen, di Milano, Firenze e al gruppo Atractor di Porto. L'attività del Laboratorio è rivolta alla divulgazione e alla ricerca didattica.

Le collaborazioni internazionali sui versanti della RICERCA (Università di Grenoble, “J.Fourier”; Università di Lulea; Universidad Pedagógica Nacional di Mexico D.F.; Università Federale di Pernambuco, Recife; Università Cornell, Ithaca; Università di Tsukuba; Università di Melbourne); della DIVULGAZIONE (con i partner della rete tematica *Maths Alive*, finanziata dalla Commissione Europea nell'ambito del V

Programma quadro; con l'Associazione la Cité des Géométries di Maubeuge) e FORMAZIONE (all'interno del gruppo internazionale BaCoMET<sup>347</sup>).

Gli oggetti con cui il gruppo di ricerca lavora sono appunto le Macchine Matematiche che *materializzano* i concetti astratti. Il sito propone molti modelli dei circa 200 macchine matematiche ricostruite a partire da ricerche storiche sui documenti originali. La maggior parte fanno riferimento ai secoli XVI-XIX (prospettografi, curvigrafi, pantografi per trasformazioni), all'antichità classica, collegati alla teoria delle sezioni coniche e alla risoluzione di problemi. con le 200 schede esplicative e le animazioni rendono, oltre che comprensibile l'obiettivo dei promotori, interessate e coinvolgente

---

<sup>347</sup> Basic Component of Mathematics Education for Teachers

l'argomento. Nei siti la manipolazione degli oggetti è surrogata all'animazione attraverso i software utilizzati. Poiché non sono accompagnate dalla registrazione audio esclude la categoria dei non vedenti dalla possibilità di accedere a questa parte del sito. [Priority 2]

Il gruppo di Ricerca, anima di tutto il lavoro svolto, è composta dalla professoressa Mariolina Bartolini Bussi, Simonetta da Sieno, e dalle dottoresse Rossana Falcade e Francesca Martignone come si legge nella seconda pagina

L'attività del laboratorio si articola in tre filoni non completamente a se stanti, ma intrecciati. Segue la forma ibrida di molti altri siti, ricerca in Didattica della Matematica, divulgazione attraverso l'allestimento di mostre, aggiornamento, corsi per insegnanti, laboratori per le classi.

Si possono seguire le registrazioni audio delle interviste alla M. Bartolini Bussi offrendo la possibilità ai non vedenti di seguire le attività dei promotori, Audio registrazione dell'intervista e visionare il filmato tramite link del risultato del lavoro svolto dal gruppo Dott. ssa R. Falcade, dalla Dott.ssa F. Martignone e dalla Dott.ssa M. Maschietto.

Una visita sulle *Coniche e Conicografi* mandata in onda da Rai Esplora, è dotata di link quindi rivisitabile

È possibile trovare [Ulteriori informazioni sul laboratorio](#) con testi tradotti in inglese e francese.

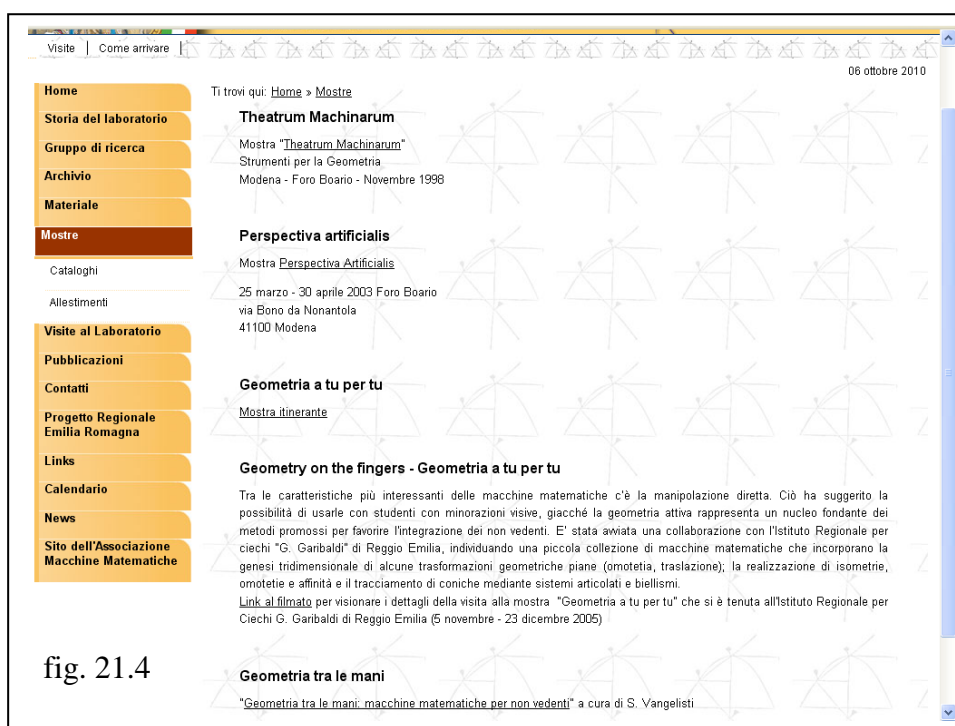


fig. 21.4

Il sito contiene un museo on-line che sostituisce il museo non visitabile per mancanza di spazi. (fig. 21.4)

La pagina qui riportata illustra le diverse possibilità offerte. (fig. 22.4)

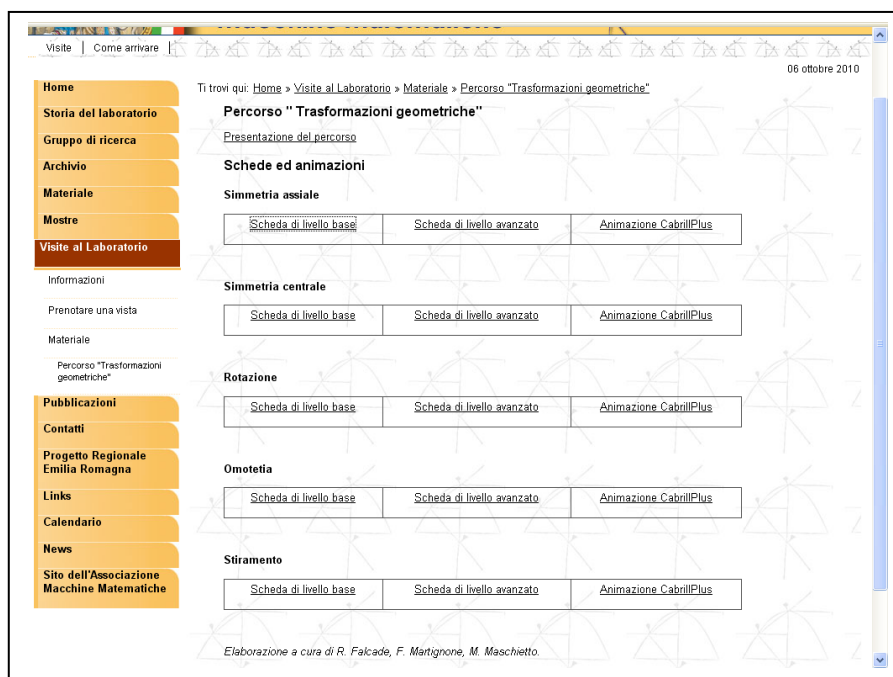


fig. 22.4

Le informazioni propongono due percorsi: *Coniche – conicografi e trasformazioni geometriche*

La durata di una sessione di laboratorio può variare da un'ora e trenta minuti a due ore e si compone di tre fasi:

1. presentazione del tema del percorso scelto;
2. lavoro di gruppo degli studenti sulle macchine matematiche con l'ausilio di una scheda;
3. presentazione del lavoro svolto da ogni gruppo.

Possono essere ospitati gruppi di studenti non superiori a 27 unità. Se si prevedono due gruppi dovranno essere organizzate due sessioni ed occorrerà quindi precisare: se si preferisce che le due sessioni siano effettuate una di seguito all'altra o una sessione di mattina e una di pomeriggio. Gli orari sono riportati nel sito.

Data l'eterogeneità delle classi che chiedono di frequentare i laboratori e diverso livello di conoscenza, i ricercatori del *Laboratorio delle Macchine Matematiche* (MMLab) hanno costruito delle schede esplorative per le diverse macchine matematiche utilizzate nei percorsi proposti. Le schede sono di due livelli, base e avanzato con i rispettivi link, [Trasformazioni geometriche](#) e [Coniche e Conicografi](#)

Le schede presentano una parte comune con domande riguardanti la struttura della macchina e l'utilizzo. In entrambe le schede si sollecita un processo di formulazione di congetture e dimostrazioni. Quelle di livello avanzato contengono anche domande di geometria analitica, quali la determinazione dell'equazione della curva tracciata o della trasformazione geometrica realizzata. Le schede sono il frutto della collaborazione tra l'associazione e i ricercatori del Laboratorio delle macchine matematiche di Modena.

Una visita sulle *Coniche e Conicografi* è stata ripresa e poi mandata in onda da Rai Explora pertanto è possibile visionare il filmato presente nel sito.

Il sito è ricco di link, qui di seguito riportiamo:

CultureMath; Progetto Lauree scientifiche

R.S.D.D.M; Mathematikum

Mathematics Museum (Japan); Matetrentino

Matemilano; Simmetria - giochi di specchi

Il giardino di Archimede; Atractor - Matematica Interactiva

## 4.8 ScienzasocietàScienza

<http://www.scienzasocietascienza.eu> è il sito del Festival Scienza di Cagliari. La ricerca su Google ci informa che si trovano 1.080 siti che fanno riferimento al sito da noi consultato. È curato da Prof. Francesco Ferrari (webmaster). su richiesta diretta del Comitato<sup>348</sup>.

La storia del sito è decennale, ma l'attuale struttura è più giovane. È costantemente aggiornato e informa i lettori sui nuovi progetti e manifestazione che di anno in anno si organizzano.

È di facile accesso e navigabilità interna, è sufficiente un clic per avere a disposizione la home page. È consultabile in versione italiana e inglese. Presenta anche svariati e importante link.

L'attuale home page fig. 23.4 annuncia il festival del 2010: "...Un mare da conoscere" che si è svolto a Cagliari nei locali dell'Exmà, dal 5 al 12 novembre 2010.

fig. 23.4

<sup>348</sup> Il Comitato è composto da un rappresentanti di ciascuna Associazione Scientifica Didattica citata



Il sito soddisfa i bisogni informativi di chi è interessato all'ultima manifestazione e fornisce, nella colonna a sinistra, le informazioni sulle passate edizioni attraverso le sezioni, *eventi, new, materiali e contatti*. Nella stessa colonna sono presenti *Curriculum e Componenti*. In *curriculum* si informano i lettori su scopi, obiettivi, esperienze, competenze e capacità del Comitato e i supporti economici ricevuti.

In *Componenti* è riportato l'elenco dei docenti che fanno parte del comitato, sono i rappresentanti dell'associazioni scientifiche-didattiche: AIF, ANISN, CRSEM, DD-SCI<sup>349</sup> più la Presidente.

Meno ricca la barra degli strumenti, disposta orizzontalmente, con *home, contatti, ricerca e link*.

In *contatti* i visitatori hanno a disposizione la mail della Presidente, del curatore del sito e le informazioni a carattere amministrativo.

La sezione *Ricerca* mette a disposizione il collegamento col motore Google. Attraverso *link* il contatto diretto con le associazioni scientifiche-didattiche AIF, ANISN, CRSEM, DD-SCI, ADT, Ulisse, Galileo Dossier, Portale su Edoardo Amaldi (FrammentidiMemoria), OnStage2007 e Science on Stage 2007 (Italia), tutti di facile consultazione.

I colori dominanti del sito sono l'azzurro, il celeste e il nero su sfondo bianco. Le scritte sono azzurre, nere e bianche. È ordinato e lineare, ma non colpisce il contrasto soprattutto nelle pagine destinate alle notizie che risultano incorniciate da righe e colonne con bordi marcati azzurri e neri sfondo bianco che gli conferiscono ordine ma non lo rendono invitante.

Le pagine che riportano le informazioni e utilizzano solo il testo e sono: *Curriculum, Componenti, News*. I testi sono brevi e di facile lettura, anche il linguaggio è semplice e chiaro.

Le altre pagine forniscono informazioni sugli eventi già svolti, si tratta delle pagine delle brochure dell'evento svoltosi.

In generale le pagine destinate all'informazione sono ricche di testo, prive di foto, immagini e disegni, quindi, il sito non può essere visitato dai non vedenti perché privo di registrazioni audio. [*Priority 2*]

Unico video dotato di audio è dell'inaugurazione del Festival del 2006 (Ministro Giovanni Berlinguer).

Su *Materiali* si trova un riquadro che contiene materiale informativo stampabile.

In *Collezione d'Escamard* è presente una foto di antiche valvole termoioniche che hanno dato origine all'elettronica e una brevissima storia di questo strumento tuttora giudicato insostituibile per amplificare musica e voce secondo gli standard dell'alta fedeltà.

In *L'officina dei giochi e degli esperimenti* sezione fisica si trova una pagina formato A4 con la presentazione degli esperimenti facilmente eseguibili e presentati al festival. La pagina è colorata, ricca di disegni, titoli e nomi di oggetti esposti. Anche in questo caso non si tratta di schede didattiche esplicative.

---

<sup>349</sup> AIF: Associazione per l'insegnamento per la Fisica, ANISN: Associazione Nazionale Insegnanti di Scienze Naturali, CRSEM: Centro di Ricerca e Sperimentazione dell'Educazione Matematica, DDSCI: Divisione Didattica della Società Chimica Italiana

La postazione *Vi presento* contiene materiale da proiettare su schermo che illustra la vita di Nicolò Copernico, Johannes Keplero, Galileo Galilei, Isaac Newton, Albert Einstein, Enrico Fermi, Lise Meitner, Rchard Feynman.

*Soluzioni problemi* riporta il testo di 14 problemi presenti nell'*officina dei giochi e degli esperimenti* sezione matematica, spaziano dall'ambito geometrico, logico, aritmetico probabilistico, ecc. I titoli sono: Il triangolo magico, Il bersaglio, I pentamini, La pista, Allo zoo, Tela di ragno, Gettoni di numeri, Pile di gettoni, Chiodi e cordicelle, Il rapimento di Jasmine, Tetramini, Pecore nere e pecore bianche, Il sarto di Smuel, Lo scialle della sposa.

I problemi proposti al pubblico non sono accompagnati dalla soluzione. È assente, in molti casi l'analisi a priori e in altri è riportato il semplice risultato.

La sezione *materiali* dopo il 2007 non è stata più aggiornata.

Le informazioni dei primi anni di attività sono scarse e ridotte. I riferimenti e link informano come il coinvolgimento si è esteso avvicinando alla manifestazione enti apparentemente lontani dai problemi di carattere divulgativo e scientifico.

Le pagine dedicate alla manifestazione del 2008 forniscono informazioni dettagliate su Festival Scienza, delle sulle altre attività organizzate in collaborazione con altri Enti e Istituzioni.

Qui abbiamo scelto di riportare la brochure dell'edizione 2009 contenente il programma svolto nell' edizione 2009.

Le pagine delle brochure sono colorate, ricche di testi come spesso succede quando lo spazio a disposizione è limitato. (fig. 24.4)

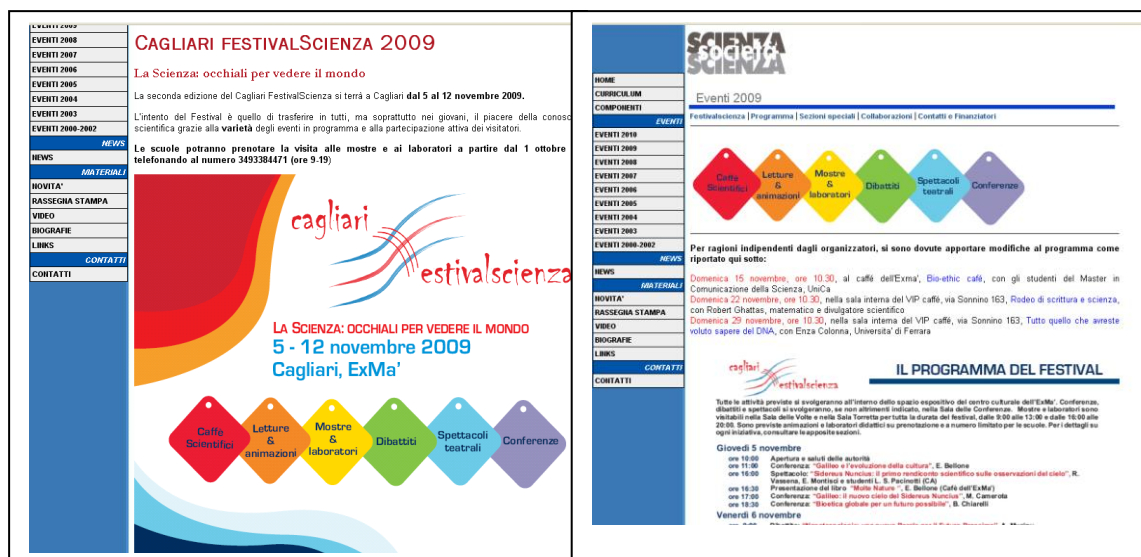


fig. 24.4

La pagina delle *News* e della rassegna stampa (fig. 25.4) e (fig. 26.4)

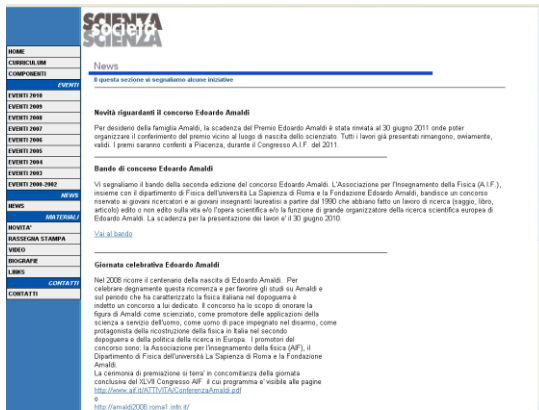


fig. 25.4



fig. 26.4

Questo sito non rispetta molte delle regole sulla accessibilità e usabilità riportate nelle due tabelle riportate nel capitolo 4.

## 4.9 Festival della Matematica a Roma

Digitando *Festival della Matematica Roma* l'informazione che il motore di ricerca Google ha fornito il 9 Novembre del 2010 era 340.000.

Il numero indica i siti che si interessavano al festival della Matematica del capoluogo italiano. Un'ultima rivisitazione eseguita nel mese di Febbraio 2011 rimanda il numero 225.000. Il motivo del diminuito interesse sta nel fatto che il sito non è stato più aggiornato, anzi, molte notizie prima presenti ora non si possono più consultare.

La fig. 27.4a presenta la home page del sito <http://www.festivaldellamatematica.it/> il 27 Ottobre 2010 e fig. 27.4 b la home relativa alla sezione *Edizioni*.



fig. 27.4 a



27.4 b

La home page contiene le sezioni *Edizioni*, *Blogs*, *Forums* e *Info*. I colori dominanti sono il giallo e il grigio con scritte nere e gialle. Le voci dotate di link sono in bianco e sottolineate. La prima riga simula un foglio arrotolato.

Consultando la sezione *Edizioni* possiamo rivisitare nell'archivio le edizioni del 2007, 2008, 2009 e non quella del 2010 segnata con il simbolo di divieto.

La nostra ricerca-analisi ha preso in esame l'edizione 2009 (fig. 28.4 b) contenente: *Prentazione, Programma, Album fotografici* e *Downloads*.

Consultando *Programma* troviamo, sul lato sinistro, un calendario privo di informazioni e sul lato destro due riquadri gialli con due link. Uno collegato al sito dell'Auditorium del parco della musica e l'altro a *Downloads*. Seguendo *Album* si possono visionare una serie di immagini e oggetti legati all'esposizione dell'edizione 2009. Cliccando su *Downloads* si possono ascoltare le registrazioni dei conferenzieri ospiti del festival.



fig. 28.4 a  
fig. 28.4 b

Nell'edizione 2009 (fig. 28.4 b) in sezione *Forum* sono presenti quattro forum: *Discussioni generali sul festival, Presentazioni, idee e suggerimenti-supporto tecnico*. I primi tre presentano 13 thread e 18 posts nell'arco di un mese. Il tutto risale alla kermesse fra Odifreddi e Carlo Fuortes, l'amministratore delegato della fondazione che gestisce l'Auditorium. La fig. 29.4 a presenta *supporto tecnico* con 0 thread e 0 posts. La fig. 29.4 b é la home di *Presentazioni* con 8 treand, 4 replies.

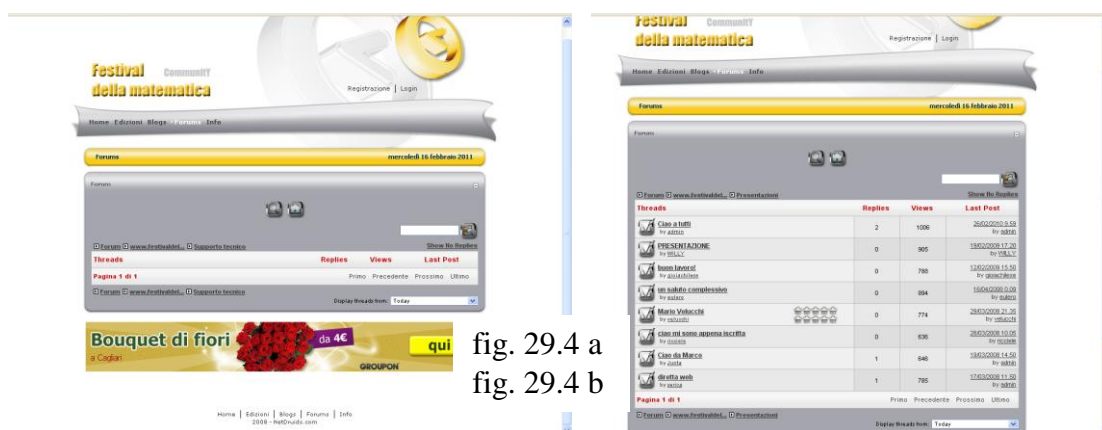


fig. 29.4 a  
fig. 29.4 b

Quello che maggiormente colpisce in questa home è il numero dei views confrontato con i replies (1006 -2), (905- 0). 4 replies su 5788 views. Segno di scarsissima interazione fra amministratore e pubblico.

Tutti i threads inviati manifestano stupore che si possa arrivare a rinunciare ad una manifestazione così importante a causa di una divergenza fra Odifreddi e Fuortes. Seguendo il percorso *Forum/Generale* l'amministratore comunica che in data 06/04/2008 nella trasmissione *Il caffè* su Rai due (tre del mattino) erano presenti nel ruolo di ospiti Ennio Peres, Claudio Procesi e Guido Barbieri. Ennio Peres riproponeva alcuni dei suoi migliori giochi matematici presentati al Festival Scienza 2008. Il professor Procesi illustrava *lo stato di salute e comprensibilità* della matematica pura in Italia e Guido Barbieri affrontava i legami fra la matematica e la musica.

Abbiamo scelto di riportare il messaggio inviato dagli alunni del Liceo Classico F. Stabili di Ascoli Piceno, gli unici ad aver preso parte al dibattito. *"Siamo il Liceo Classico F. Stabili di Ascoli Piceno e vogliamo augurarvi un poetico inizio festival: "LA MATEMATICA è generalmente considerata proprio agli antipodi della poesia. Eppure la matematica e la poesia sono nella più stretta parentela, perchè entrambe sono il frutto dell'immaginazione. La poesia è creazione, finzione: e la matematica è la più sublime delle finzioni"*.

Il sito non è più dotato di un archivio che ci avrebbe consentito, oggi, di rivivere molti momenti interessanti del Festival e dibattiti in TV delle edizioni precedenti. Nell'archivio attuale si possono solo riascoltare o visitare le trasmissioni riferite all'ultima settimana,

Il sito Festival della Matematica ha vissuto momenti fondamentali, vivaci e dinamici solo qualche settimana prima, durante e anche qualche settimana dopo il festival, poi la kermesse fra Odifreddi e Fuortes ha spento il dibattito. Segno che è assente una viva, salutare e continua comunicazione fra gli organizzatori e il grande pubblico.

Il sito è povero di stimoli e per le inefficienze descritte è molto lontano dal rispetto delle regole sia sull'usabilità che sull'accessibilità da noi descritte nel capitolo 4

[www.auditorium.com](http://www.auditorium.com) è il sito dell'Auditorium Parco della Musica di Roma e fornisce tutte le informazioni riguardanti anche il Festival della Matematica che annualmente ospita nella sua struttura.

Lo spazio che il sito dedica al Festival è tantissimo, ma limitatamente al periodo in cui si svolge la manifestazione. Oggi anche in questo sito il dibattito sulla Matematica in particolare si è affievolito, anzi è quasi assente.

La presentazione che qui riportiamo è riferita all'edizione Festival della Matematica svoltasi il 13 - 16 Marzo 2008.

Questa è la pagina a cui rimanda il link del sito del festival della Matematica (fig. 30.4)

fig. 30.4)



Il sito *www.auditorium.com* è ricco, complesso e molto colorato. È studiato nei minimi particolari. Non trascurava di curare nessuna informazione legata alle regole sull'accessibilità e l'usabilità. È dotato di una équipe che si cura dei diversi aspetti: WebSite Manager: Francesca Pompili, *Musica per Roma*; Graphic Concept: Marco Sauro; WebDesign and Development: [Beeweb Srl](#); Auditorium photos by Moreno Maggi.

Riportiamo tre, delle tantissime home, che nell'edizione 2009 sono state dedicate agli eventi e al Festival della Matematica. In fig. 31.4 la pagina che cura gli eventi

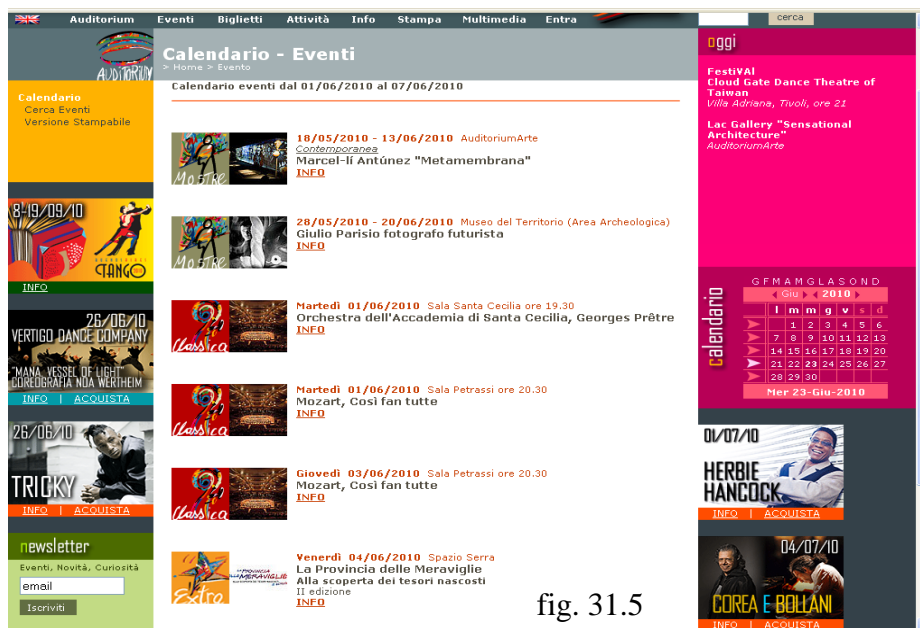


fig. 31.5

In (fig. 32.4) una panoramica dell'architettura del complesso che ospita il Festival

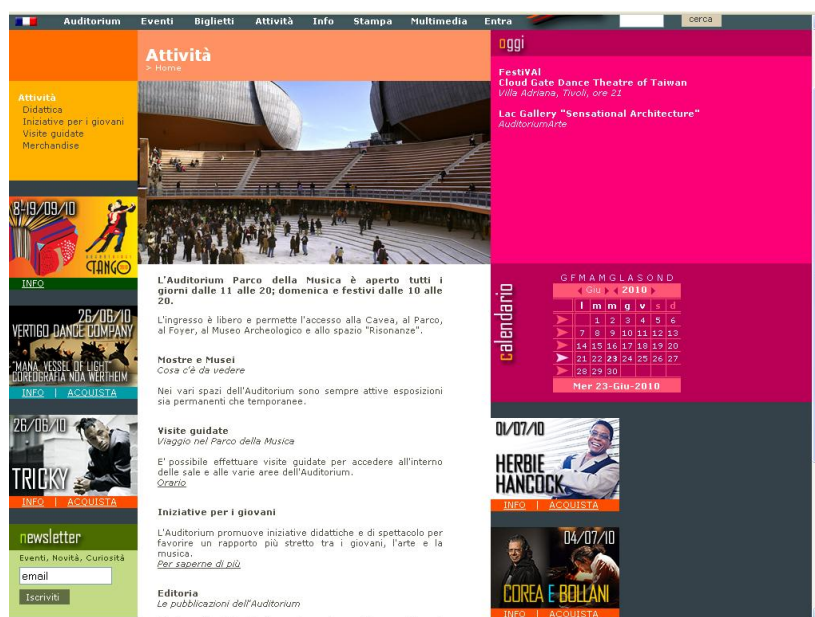


fig. 32.4

Questa pagina presenta l'ingresso alla sala Sinopoli, una delle sale dove si svolgono le affollatissime conferenze del festival. (fig. 33.4)



fig. 33.4

#### 4.10. Do you play Mathematics?

Il sito <http://www.doyouplaymathematics.it> è stato curato no e progettato dopo la manifestazione Do you play Mathematics? sponsorizzata dal progetto Ministeriale Lauree Scientifiche. La manifestazione è anch'essa curata da docenti di Matematica e Informatica, ricercatori, dottorandi e studenti del Dipartimento di Matematica dell'Università di Cagliari.

I nomi dei componenti il comitato citati nel sito sono: Claudia Anedda, Gianluca Bande, Renzo Caddeo (Coordinatore), Gregorio Franzoni, Stefano Montaldo, Monica Musio e Paola Piu.

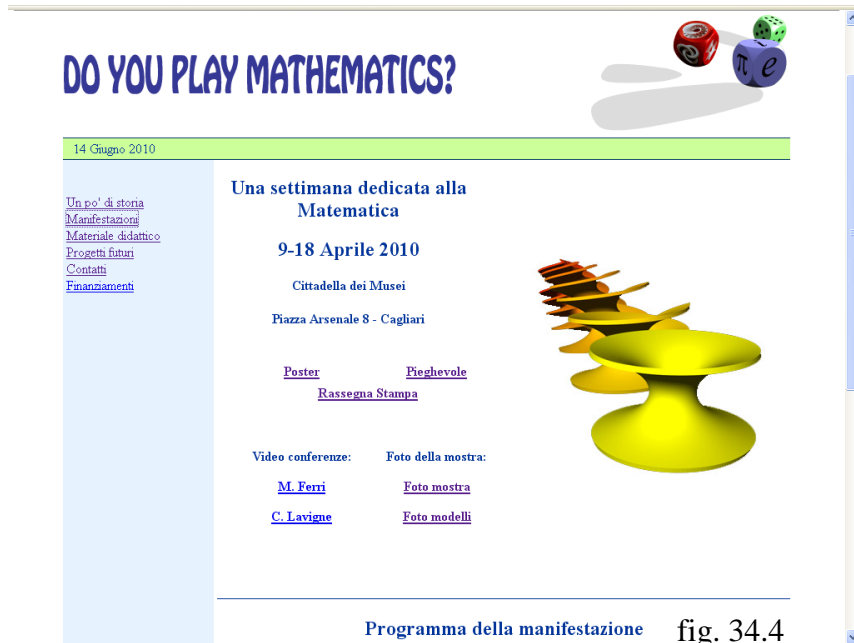
Le altre informazioni riportate sono riferite alle diverse edizioni riguardanti le due manifestazioni svolte; la prima nel 2008 dal 1 al 6 aprile e la seconda nel 2010 dal 9 al 18 aprile presso la Cittadella dei Musei a Cagliari.

Questo sito é parte del dispositivo sperimentale preso in esame da questa ricerca.

I programmi riportati nel sito per entrambe le edizioni ci informano che si sono tenute<sup>350</sup> conferenze, Films, Manifestazioni teatrali e una ricca esposizione di figure solide realizzate in 3D in gesso con una sofisticata stampante, e in altri dodici tavoli sono stati esposti *oggetti matematici* per sviluppare i temi sul moto perpetuo e circolare, le linee e superfici minime, le aree e i volumi massimi, le ellissi e le parabole, i prodotti notevoli con l'utilizzo di figure geometriche, le figure piane e solide regolari componibili, il teorema di Pitagora esteso ad altre figure oltre al triangolo, la geometria sferica, i problemi di topologia, il problema di Eulero e dei ponti di Königsberg.

<sup>350</sup> Per il programma si rinvia al sito <http://www.doyouplaymathematics.it>

La Home page (fig. 34.4) del sito è molto ordinata, composta da due colonne delimitate dai colori. Sulla sinistra le sezioni e al centro le informazioni sull'ultima manifestazione conclusasi.



Programma della manifestazione fig. 34.4

La pagina è molto piacevole per ordine, colori, disegni e la distribuzione degli spazi che ne consentono una facile lettura

Abbiamo visitato il sito in tutte le sue parti, ma abbiamo scelto di non riportare le informazioni riguardanti la manifestazione del 2008 perché si discostano da quelle del 2010 solo in minima parte. (fig. 35.4)

Segue lo stesso divertente e riposante stile colorato e presenta la pagina form per le prenotazioni delle classi che desiderano visitare l'evento, un elenco di titoli di schede didattiche sugli argomenti e oggetti presenti nei tavoli espositivi con possibilità di stampa.



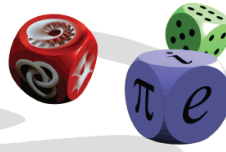
fig. 35.4

Il sito non è solo informativo-descrittivo ma anche didattico. Le schede sono tante quante gli argomenti presentati alla manifestazione. (fig. 36.4), (fig. 37.4) e (fig. 38.4)



# DO YOU PLAY MATHEMATICS?

Una settimana dedicata alla Matematica  
1 - 6 Aprile 2008  
Cittadella dei Musei  
Piazza Arsenale 8 - Cagliari



Per visualizzare la scheda dei modelli di superfici esposti  
alla mostra cliccare i link seguenti

[Dall'elicoido al catenoide](#)

[La superficie di Enneper](#)

[Rotoidi e il nastro di Möbius](#)

[La superficie di Costa](#)

[La superficie di Dini](#)

[Le finestre di Viviani](#)

[Da Möbius a Klein](#)

[I cerchi di Villarceau](#)

[La bottiglia di Klein](#)

[Torna alla Home-Page](#)

fig. 36.4

# DO YOU PLAY MATHEMATICS?



14 Giugno 2010

- Home-page
- Un po' di storia
- Manifestazioni
- Progetti futuri
- Contatti

## Materiale didattico

[Dalle bolle di sapone alle superfici minime](#)  
[L'inversione](#)  
[Scienze2i.sardi](#)



fig. 37.4

I contenuti di questa pagina sono di  
proprietà di:  
[www.doyouplaymathematics.it](http://www.doyouplaymathematics.it)



## Dalle bolle di sapone alle superfici minime



fig. 38.4

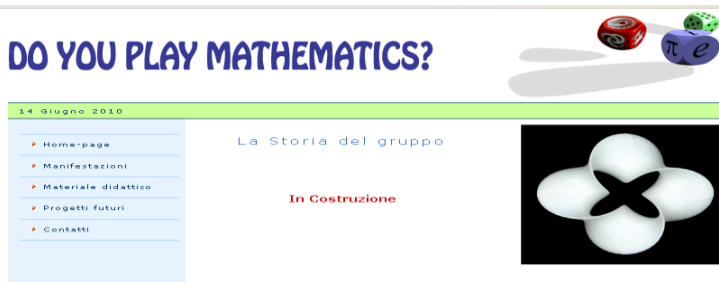
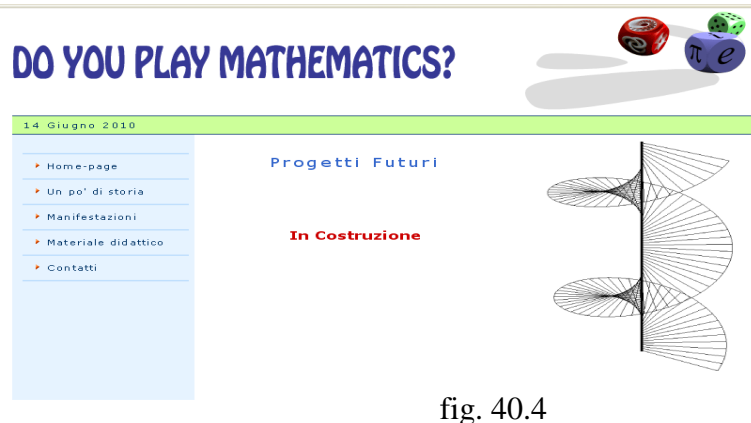
- [1. Introduzione](#)
- [2. Le bolle di sapone](#)
- [3. I ponti di Robert Maillart](#)
- [4. La curvatura media](#)
- [5. Il principio di minima azione](#)
- [6. Le tende di Otto Frei](#)
- [7. Le sculture di Helaman Ferguson](#)

Questa pagina è  
di Antonio Fais. (fig. 39.4)

Maxia e



Alcuni link sono attivi altri no perché le pagine sono in costruzione. (fig. 40.4) e (fig.41.4)



Ora il sito non si può visionare perché in aggiornamento.  
 Il sito attuale non rispetta le norme previste dalla [Priority 2] infatti non é dotato di quei requisiti utili perché il sito possa essere fruito dai non vedenti.

## ***Conclusioni***

Il processo di divulgazione può avvenire sia in presenza che in assenza di una guida. La guida, se presente cura le fasi di interazione affinché si inneschi la fase di devoluzione. L'interazione esiste a distanza anche quando si consulta un sito, e in genere in tutti i mezzi virtuali. Ci chiediamo quali domande sia giusto porre e come porle per innescare il corretto stimolo perché il fruitore continui a risolvere il problema e/o la ricerca in assenza della guida. La teoria delle Situazioni Didattiche, alla quale noi ci appoggiamo, ci dice che sono necessarie le condizioni a-didattiche perché si verifichi il processo di devoluzione poiché, dopo aver risolto il problema, il fruitore non sa ancora di aver imparato, è necessario un processo inverso alla devoluzione: la istituzionalizzazione.

Quest'ultima fase necessita di un contesto che permette di ricostruire l'esperimento e/o di riaffrontare il problema appena risolto.

È in questa fase che avviene l'istituzionalizzazione del sapere.



## **Capitolo 5. Studio di caso: interazione in presenza**

*Lo studio di caso analizza tre tipologie di contesti e scenari di diffusione in presenza di conoscenze matematiche.*

*Il primo è la Lectio Magistralis con la quale Umberto Eco ha inaugurato il Festival della Matematica a Roma nel 2008. Il secondo è lo studio delle risposte fornite da due classi della Scuola Primaria, prima e dopo aver seguito un laboratorio durante il Festival Scienza di Cagliari edizione 2009. Il terzo si riferisce all'esperienza di alunni chiamati a compilare un questionario relativo alla manifestazione divulgativa Do you play Mathematics, organizzata in occasione della Settimana Scientifica nel 2009 a Cagliari.*

### **Introduzione**

Lo studio di caso è finalizzato a cogliere ed analizzare l'interazione divulgatore - pubblico durante una conferenza di apertura di un festival di matematica e visitatori - saperi in interazione con gli exhibit presentati in due mostre temporanee di Matematica.

I dati raccolti nell'interazione divulgatore - pubblico fanno riferimento alla Lectio Magistralis di Umberto Eco in occasione dell'*inaugurazione del Festival della Matematica a Roma nel 2000*, mentre quelli riferiti all'interazione visitatori - saperi emergono dalle risposte al questionario compilato dagli alunni della Primaria che hanno visitato e seguito il laboratorio di Matematica durante il Festival Scienza del 2009 a Cagliari, e dalle risposte al questionario compilato dagli studenti della Secondaria di secondo grado dopo aver visitato alla mostra Do you play Mathematics a Cagliari nel 2009.

Per l'analisi della Lectio Magistralis di Umberto Eco ci siamo serviti dei contratti non didattici e debolmente didattici introdotti in Broussau nel 1997<sup>351</sup> che ci hanno permesso di descrivere e individuare alcuni aspetti caratterizzanti il processo di divulgazione come interazione tra divulgatore e grande pubblico.

L'analisi delle risposte ai questionari ha messo in risalto le interazioni visitatore - oggetti esposti, e visitatori - guide, per cogliere l'aspetto conoscitivo-emotivo degli alunni di due classi della Scuola Primaria, prima e dopo la partecipazione ad un laboratorio, e quelle degli studenti di età compresa fra 16 e 19 anni Di un Liceo Scientifico, dopo la visita alla mostra temporanea.

### **5.1 Lectio Magistralis di Umberto Eco**

Nello scenario della seconda edizione del Festival della Matematica svoltosi a Roma dal

---

<sup>351</sup> Guy Brousseau, 1997, *Les diffusions de connaissance sans intention didactique*, Università di Montréal in occasione del conferimento del titolo di Docteur Honoris Causa

13 al 16 Marzo 2008<sup>352</sup>, la *Lectio Magistralis* di Umberto Eco “*Usi perversi della Matematica. Dalle numerologie folli agli Occultisti*” ha dato via all’inaugurazione presso la sala Sinopoli stracolma di alunni dalla Primaria all’Università. Gli spazi laterali della sala erano occupati dagli adulti. Durante l’esposizione di Umberto Eco regnava un silenzio ossequioso, la sensazione era di sentirsi parte di quel pubblico privilegiato che poteva dire *c’ero anch’io*. Era molto emozionante la numerosa presenza di studenti, scienziati, giornalisti e pubblico e quella del Presidente della Repubblica Giorgio Napolitano. Umberto Eco in *Usi perversi della Matematica* disserta sulle diverse spiegazioni dei misteri dell’universo e/o delle cose più semplici e meno misteriose applicando teorie matematiche in modo *del tutto fantasioso*.

La nostra analisi parte dal considerare il tema degli *Usi perversi della Matematica*, come sapere oggetto del processo di divulgazione; prima dei risultati dell’analisi descriviamo brevemente il modello introdotto da Brousseau (1997) dei contatti non didattici e debolmente didattici.

### **5.1.1 Diffusione di conoscenze senza intenzionalità didattica**

Nel 1980 G.Brousseau, introduce il concetto teorico denominato *contratto didattico* dandone la seguente caratterizzazione:

"(...) l'alunno interpreta la situazione che gli viene presentata, le domande che gli vengono poste, le informazioni che gli vengono fornite, i vincoli che gli vengono imposti, in funzione di ciò che l'insegnante riproduce coscientemente o no, in modo ripetitivo nella sua pratica di insegnamento. Noi ci interessiamo più particolarmente a ciò che, in queste abitudini, è *specifico delle conoscenze insegnate*: chiamiamo «*contratto didattico*» *l'insieme dei comportamenti specifici del maestro che sono attesi dall'alunno e l'insieme dei comportamenti dell'alunno che sono attesi dal maestro*" (Brousseau, 1980, pp.127-128).

L’insieme dei comportamenti e delle attese reciproche dell’insegnante e dell’alunno nei confronti del sapere deve necessariamente contenere degli elementi *impliciti* se tale sapere è in fase di costruzione<sup>353</sup> realizzandosi una situazione che ha le caratteristiche di situazione a-didattica<sup>354</sup>. Nel suo lavoro del 1997, Brousseau introduce alcune caratterizzazioni delle situazioni senza intenzione didattica, fornendo le definizioni di *contratto-non didattico* (articolato in diverse tipologie: di *Emissione*, di *Comunicazione*, di *Expertise* e di *Produzione*) e di *contratto debolmente-didattico* (di *Informazione*). Abbiamo tradotto e rielaborato tali definizioni adattandole al caso delle situazioni di divulgazione oggetto del nostro studio. Il riferimento nella versione originale delle definizioni è principalmente rivolto all’insegnante, come emittente del messaggio inerente una determinata conoscenza, e all’alunno, come ricevente. Nel nostro adattamento, utilizzando l’analogia docente-divulgatore e allievo-pubblico, introdotta nel capitolo 1, ci riferiamo al divulgatore e al pubblico come elementi del sistema

<sup>352</sup> IL Festival si svolge annualmente a Roma presso l’Auditorium parco della Musica sotto l’alto Patrocinio del Presidente della Repubblica, del Comune di Roma e della Fondazione Musica per Roma.

<sup>353</sup> Polo, M., 2000, Interpretare e gestire le risposte degli alunni nelle attività con la matematica, La matematica e la sua didattica, n°4, pp. 423-437, Pitagora, Bologna

<sup>354</sup> Si veda il capitolo 1, § 1.4.3, pp.20-22 per il dettaglio sulle diverse tipologie di situazione

divulgativo<sup>355</sup>; nelle definizioni, per rimanere aderenti al linguaggio usato nell'originale in francese utilizzeremo rispettivamente i termini emittente e ricevente.

In termini di ripartizione delle responsabilità tra emittente e ricevente<sup>356</sup>, la modalità di diffusione della conoscenza senza intenzione didattica, consiste:

*“[...] nel fare in modo che l'emittente (l'autore del testo) non abbia alcuna responsabilità didattica per quanto concerne il ricevente (l'alunno) e non è incaricato di insegnare niente, e se modifica le credenze o gli atti del ricevente (dell'alunno) è in qualche modo indipendentemente della sua volontà e non conformemente ad un progetto da parte sua”.*

Partendo da un minimo di vincoli che pesano sull'emittente, inizialmente solo un emittente di segnali, e andando verso responsabilità sempre più grandi, definiamo nell'ordine quattro tipi di contatto: emissione, comunicazione, expertise e produzione.

### **Il contratto di emissione**

*“non collega direttamente emittente ad un eventuale ricevente. Emittente delibera un messaggio senza preoccuparsi delle condizioni effettive di ricezione. Supporremo comunque in seguito che questo messaggio intelligibile (almeno per una certa istituzione) anche se non è composto che da enunciati veri o falsi, ma ben formati”.*

In una situazione minimale, l'emittente potrebbe non essere tenuto affatto (se non altro per quanto concerne la libertà di espressione) ad emettere un messaggio intelligibile, anche per lui (l'emissione di una semplice interferenza). Questo contratto limite può essere a volte realmente osservato nelle classi. Il professore parla senza tenere alcun conto della presenza degli allievi che emettono contemporaneamente a lui rumori. Questo contratto può anche modellizzare certe emissioni televisive in radio diffusione.

### **Nel contratto di comunicazione:**

*“l'emittente (per esempio il professore) si assume l'incarico di fare “pervenire” ad un ricevente un certo messaggio, deve assicurarsi della corretta ricezione del messaggio (ma non del senso che gli dà il ricevente): del buon funzionamento del canale. Deve utilizzare i repertori del ricevente (repertori calligrafici, fonologici, ortografici, grammaticali, logici, ecc.) e, in caso di necessità o ripetere il messaggio (in particolare alla domanda del ricevente). L'interpretazione del messaggio è interamente a carico del ricevente.*

I contratti di emissione e di comunicazione sono essenzialmente sottomessi a dei limiti relativi alla forma del messaggio, contrariamente a quelli di expertise e di produzione nei quali aumentano le esigenze di vincoli che pesano soprattutto sull'emittente e in minor misura anche sul ricevente

### **Nel Contratto di expertise**

*“l'emittente garantisce la validità di quello che emette. Può essere tenuto*

---

<sup>355</sup> Cap. 1, §. 1.4.3, p. 21

<sup>356</sup> Nelle definizioni riportiamo tra parentesi i termini utilizzati nella versione originale in francese della quale riprendiamo anche commenti alle definizioni ed esempi

*attraverso il destinatario a stabilire, a domanda, una certa validità (la verità, l'autenticità, l'origine, ecc.) di quello che egli ha enunciato (attraverso altre opinioni rispetto alla stessa emissione). Il lavoro di un professore che utilizzasse questo "contratto" per diffondere una teoria matematica, consisterebbe nell'enunciare uno dopo l'altro i "teoremi" che la compongono, in un ordine qualunque. Gli enunciati, dal momento che sarebbero dichiarati implicitamente come "veri", diventerebbero allora delle asserzioni".*

### **Nel contratto di produzione**

*"l'emittente garantisce la novità del suo messaggio, la novità o l'originalità formale o la novità del contenuto intellettuale e scientifico. Egli può garantire una novità "assoluta" (un nuovo teorema) o solamente una novità per una particolare istituzione (per gli allievi di una classe per esempio).*

*L'emittente può non essere tenuto ad apportare egli stesso la prova formale della validità del suo enunciato, ma solamente delle prove indirette. Per esempio, l'emittente trova sempre le radici di certe equazioni, ma non rende pubblico (non lo comunica alla classe) il metodo che ha utilizzato".*

I contratti debolmente didattici si basano su un sapere "nuovo" e l'emittente accetta di organizzare il suo messaggio in funzione di certe caratteristiche "teoriche" del suo interlocutore; assume certe responsabilità per quanto concerne il contenuto del messaggio, ma nessuna per quanto concerne i suoi effetti sul ricevente, anche se l'emittente è cosciente di modificare il sistema di decisione del ricevente (le sue conoscenze).

Il contratto di informazione è *analogo* a quello che, teoricamente, è presente nelle comunità matematica per la diffusione dei risultati.

### **Nel contratto d'informazione**

*"L'emittente garantisce contemporaneamente la novità e la validità del suo messaggio. Accetta di rendersene conto presso il ricevente che diventa l'informato, quello che "compra" l'enunciato perché è nuovo e vero.*

*In questo caso l'emittente deve ricercare il consenso dell'informato e, in risposta alla sua eventuale domanda, fornirgli alcune "prove", fonti, riferimenti, ecc. possibilmente anche a giustificare sistematicamente ogni enunciato".*

Brousseau definisce questo contratto lo *strumento di gestione collettiva della verità conformemente alla tradizione greca di cinque secoli a. C.*<sup>357</sup>.

Il "contratto di informazione" non esige che gli interlocutori abbiano le stesse referenze (stessa cultura, stesso sistema informativo, etc.) ma solamente che essi possano trovarne di sufficienti per sostenere i loro propositi del momento. Questo contratto porta anche ad una costruzione dialettica delle convinzioni e delle conoscenze del ricevente sotto il suo stesso controllo.

Se l'emittente è, per esempio, un professore e vuole poter stabilire, in ogni istante, davanti al suo allievo la validità dei suoi enunciati e garantirne la novità ha interesse a

---

<sup>357</sup> Ibidem, 1997



riferirsi ad una organizzazione appropriata dei saperi da trasmettere, per esempio ad una costruzione assiomatica. Non vi è alcuna ragione di esibirlo davanti al suo interlocutore. Le prove dipendono dalle conoscenze (reali o supposte) del ricevente, e non possono essere fissate a priori in dimostrazioni standard.

I motivi dell'emissione non intervengono esplicitamente nel regolamento del contratto d'informazione in qualche modo minimale. L'emittente risponde ad una domanda del ricevente per una utilizzazione che ignora. Vi è un controllo costante della competenza dell'emittente ma non di quella del ricevente. L'emittente non sa se viene veramente capito, interiorizzato quando il ricevente non manifesta alcuna reazione. L'emittente scrive o dice il sapere del suo dominio nei termini che gli permettono di esprimerlo. Questi termini gli sono forniti dalla sua istituzione d'origine. L' informato si riserva la responsabilità dell'interpretazione e dell'uso di queste informazioni.

Analizzando e riferendo alle situazioni di divulgazione i diversi tipo di contratti introdotti, avanziamo l'ipotesi che tutte le 5 tipologie dovrebbero comparire. Inoltre la loro caratterizzazione conferma la distinzione, come affermato nel capitolo 1, tra il sistema didattico e quello divulgativo. In particolare la distinzione introdotta tra le due denominazioni (per noi elementi del sistema divulgativo) di emittente e informato rimettono in campo la questione da noi introdotta al capitolo 1 del ruolo dell'istituzionalizzazione e di controllo delle conoscenze costruite nelle situazioni di divulgazione

### **5.1.2 Lectio Magistralis di Umberto Eco**

Della Lectio Magistralis di Umberto Eco riportiamo sette sequenze, le prime sei seguono l'ordine di esposizione del conferenziere e utilizzano i contratti di Emissione, Comunicazione, Expertise e Produzione per 6:46 minuti complessivi. La sesta, la trentaseiesima nell'ordine di trascrizione, applica per la prima volta il contratto di Informazione per 1:27 minuti. La trascrizione dell'intera conferenza<sup>358</sup> della durata di 51:26 minuti è suddivisa in 49 sequenze<sup>359</sup> determinate dall'applicazione del modello descritto nel paragrafo precedente.

La trascrizione per le difficoltà incontrate in fase di registrazione è manchevole di alcune parti<sup>360</sup>.

Gli indicatori utilizzati sono i tre punti fra parentesi tonda per indicare le parti mancanti, l'uso delle “” per il discorso diretto e il grassetto per mettere in evidenza gli indicatori linguistici usati per la classificazione.

Le sequenze caratterizzate dal contratto di Emissione sono le uniche prive di indicatori linguistici perché caratterizzate dall'assenza, da parte dell'emittente, di preoccupazioni - constatazioni delle condizioni effettive di ricezione del messaggio.

Quelle del contratto di Comunicazione sono caratterizzate dall'uso della prima persona plurale (**noi, nostra, lasciamo, diciamo, dobbiamo**) e dall'uso della prima persona

---

<sup>358</sup> Allegato n°1, p. 198

<sup>359</sup> Nel seguito individueremo con [n. ] il numero delle sequenze alle quali appartengono i brani riportati in corsivo dal testo delle trascrizioni

<sup>360</sup> Il testo della traduzione proveniente si basa sulla registrazione personale fatta durante la conferenza e del DVD messo in commercio dal mensile Le Scienze. Di qualsiasi imprecisione mi assumo la responsabilità ritengo l'unica responsabile e chiedo scusa.

singolare (**vi faccio, vi leggo**). L'emittente si assume l'incarico di far pervenire al ricevente il messaggio e usa quel tipo di indicatori per catturare l'attenzione e *trascinare dentro* la comunicazione l'ascoltatore.

Il contratto di Expertise è caratterizzato dall'uso dell'imperfetto (**ammetteva, descriveva, aveva, faceva**) accompagnato dall'argomentazione e spiegazione dell'esperto.

Quello di Produzione è il penultimo, nell'ordine individuato da Guy Brousseau, a denotare che è fra i più esigenti, ed è caratterizzato dall'uso di, **si basa, sapete, dimostra, partendo dal principio, provano, infatti**.

Il contratto di Informazione, il più esigente dei cinque, è caratterizzato dall'uso, **era più ragionevole, si è realizzato supporre, secondo le nostre conoscenze attuali,, non avrebbe** e della prima persona, **l'ho fatto, ho dovuto, mio contributo**.

Nella prima colonna, nella seconda è riportata la trascrizione relativa alle diverse sequenze; indicato il tipo di contratto che le caratterizza e la durata espressa in minuti.

*Escludo una delle definizioni più diffuse: un segno è qualcosa che sta al posto di qualcos'altro, o sotto qualche rispetto o capacità. Hanno senso non solo le parole ma anche i segni, i diagrammi, qualsiasi oggetto o fenomeno del mondo può, sotto certi aspetti, agire o essere inteso come segno e così accade per i sintomi atmosferici come i nuvoloni neri che significano pioggia, o i sintomi medici, o persino le pietruzze o i fagioli lasciati cadere dal personaggio della fiaba per indicare la strada che ha percorso. C'è, tuttavia, qualcosa, che rischia di essere usato per significare altro da sé e sono le entità matematiche. Non dico i nomi delle entità matematiche, o i nomi dei numeri quali sono i termini linguistici, ciascuno dei quali, anche se cambia da lingua a lingua, significa sempre la stessa cosa. Dico le quantità in sé. C'è una quantità significata da one, two, three, che non significa nulla se non sé stessa. Certamente 10 vuole dire, o sta per, o suggerisce  $5+5$ , e 25 vuole dire, o sta per, o suggerisce  $5*5$  (...), una certa soluzione melodica non ci disponga da attendere la ricaduta sulla tonica è già una forma di significazione, ma questa apparente semantica delle quantità matematiche è sintattica, che parla soltanto delle loro relazioni interne, senza riferimento ad altro. [1]*

Contratto di  
Emissione

1:50 minuti

*“Certamente nella **nostra** vita quotidiana e nella **nostra** cultura si sono associati altri significati extra matematici” [2]*

Contratto di  
Comunicazione

0.06 minuti

*Basterebbe pensare ad esempio alla drammatica recente nine, eleven, 11 settembre. Ma non vi è nulla di drammatico nelle quantità nove e undici e che l'una significhi, in tanti contesti un mese, la seconda un giorno, ma ancora non basterebbe, ma quel giorno di quel mese connota, se si presuppone che l'anno sia il 2001, un tragico evento come l'attentato alle torri gemelle. Ma il rapporto di significazione non è dato dalle quantità matematiche, bensì, da fattori extra matematici. [3]*

Contratto di  
Emissione

1:15 minuti

*“Ora il titolo della mia comunicazione parla di usi perversi della matematica”.*  
*Questi usi perversi si hanno ogni qual volta si vuole attribuire ai numeri un significato che va al di là del loro essere quello che sono. E non nel loro stare in rapporto ad altri numeri. Vale a dire, quando ai numeri si sono attribuiti significati mistici, o attraverso calcoli numerici si sono individuate corrispondenze mirabili tra fenomeni difformi (...) chiameremo genericamente questa pratica o questa pseudo scienza: numerologia. Non **dovremmo** ascrivere a fantasia numerologica certe invenzioni dei filosofi del passato, che con il termine numerologia **definirei** matematica poetica, cioè **volevano** esprimere in forma mitica la persuasione che il mondo fosse scritto in caratteri matematici. [4]*

Contratto di  
Produzione

0:58 minuti

*L'idea che **noi attribuiamo** comunemente a Galileo, ma che era già presente in Pitagora e nella sua scuola. [5]*

Contratto di  
Comunicazione

0:07 minuti

*Pitagora **diceva** che il principio di tutte le cose è il numero. I pitagorici sono stati i primi a studiare i rapporti matematici che regolano i suoni musicali. “prego la prima immagine, sei già lì”.[Umberto Eco. Chiede l’inserimento della prima immagine]<sup>361</sup>. La grandezza è il rapporto fra la lunghezza di una corda o la grandezza di una campana o il peso di un martello deve essere un suono. **Dice** Teone di Smirne: il vaso di Ermione, di due vasi ambedue della stessa grandezza e della stessa forma, uno lasciato completamente vuoto e l'altro riempito a metà di liquido per poterlo rientrare ne risultava l'accordo di 1/8*

Contratto di  
Expertise

3:10 minuti

<sup>361</sup> In allegato immagine n° 1 pag. 209

e lasciando di nuovo uno dei vasi vuoti e riempiendo l'altro solo per la quarta parte e facendolo risuonare conteneva l'accordo di quarta e l'accordo di quinta? Riempiendone la terza parte, poiché il rapporto dei vuoti era nell'ottava di 2 a 1; nella quinta di 3 a 2, nella quarta di 4 a 3.

La tetraktys era la figura simbolica su cui i pitagorici **compivano** i loro giuramenti e nella quale si condensava, in misura perfetta ed esemplare, la riduzione del numerico allo spaziale e dell'aritmetico al geometrico. **Oggi** la tetraktys **ci può** sembrare qualcosa di molto simile alla formula dell'abracadabra che non ha nessun valore matematico, ma soltanto grafico. Ma questa struttura, per Pitagora, **rappresentava** un nucleo generativo di tutti i numeri possibili. Ogni lato di questo triangolo è formato da quattro punti, al centro di esso c'è un solo punto, l'unità dal quale si generano tutti gli altri numeri. **È vero** che da questa osservazione **potevano** iniziare, e si sono iniziate, le prime speculazioni numerologiche per cui il 4 diventava sinonimo di forza, giustizia, solidità e il triangolo formato da 3 serie di 4 numeri **veniva** inteso come simbolo di uguaglianza perfetta. Ma in via fondamentale, matematica non mistica.

I punti che formano il triangolo sommati tra loro danno il numero 10 e con i primi dieci numeri si possono esprimere tutti i numeri possibili.

Allargando all'infinito la base di questo triangolo **ci troveremmo** ad un passo di quello che oggi **chiamiamo** il successore del numero precedente e si **otterrebbero** delle progressioni numeriche nelle quali si alternano i numeri pari, che per i **pitagorici diventavano** il simbolo dell'infinito, perché impossibile identificare in esso il punto che divide la linea in due parti uguali di punti. I numeri dispari, invece, simbolici del finito perché la linea ha un punto centrale che separa un numero uguale di punti, ma a queste armonie aritmetiche **corrispondevano** anche armonie geometriche, infatti ... potrebbe continuare ad indagare questi punti in una serie definita e concatenata di triangoli equilateri perfetti. [6]

*In sintesi, visto che le spedizioni napoleoniche in Egitto, attraverso le piramidi accessibili agli scienziati, hanno iniziato una serie di ricostruzioni e misurazioni, in particolare nella piramide di Cheope nella cui camera dei re non era stata trovata alcuna mummia, né alcun tesoro e anche **se era più ragionevole** considerare che con l'avvento dei musulmani le piramidi erano state oggetto di saccheggio e quindi la mummia e il tesoro erano scomparsi per ovvie ragioni, **si è realizzato supporre** che la camera di Cheope non fosse una tomba, **bensì** un enorme laboratorio matematico e astronomico le cui misure dovevano tramandare ai posteri un sapere scientifico posseduto dagli antichi costruttori e poi perduto. Un sapere che fosse ignoto persino agli egizi, in quanto, secondo alcuni piramidologi, i costruttori originali vedevano molto più lontano nel tempo e nello spazio forse da un altro pianeta. "Ma non siamo soli nello spazio".*

*Secondo le nostre conoscenze attuali le misure della piramide di Cheope sono 230 metri circa per lato, con leggera differenza tra lato e lato dovuto all'erosione delle pietre e al fatto che non c'è più rivestimento in lastre di ...*

Contratto di  
Informazione

1:27 minuti

che è stato asportato dai musulmani per costruire moschee, per una altezza di 146 metri. **Certamente** la piramide appare orientata secondo i quattro punti cardinali, con una approssimazione inferiore di decimo di grado. Essendo, anche attraverso uno dei corridoi interni, “probabilmente questo”, (immagine proiettata) si poteva vedere quello che all’epoca della costruzione era la stella polare. “La stella polare cambia ogni 25 mila anni” [7]

La tabella 1.5 sintetizza le frequenze e il tempo totale relativi alla distribuzione dei diversi tipi di interazione associati a ciascun contratto

tabella 1.5

Tipo di contratto	Frequenza assoluta	Frequenza relativa	Durata	Durata relativa	Intervalli Min e max
Contratto di Emissione	9	18.37	7:48	15.16	0:18-1:50
Contratto di Comunicazione	16	32.65	3:23	6.58	0:02-1:11
Contratto di Expertise	11	22.45	17:37	34.25	0:04-3:09
Contratto di Produzione	9	18.37	11:55	23.17	0:28-3:00
Contratto di Informazione	4	8.16	10:43	20.84	0:25-7:51

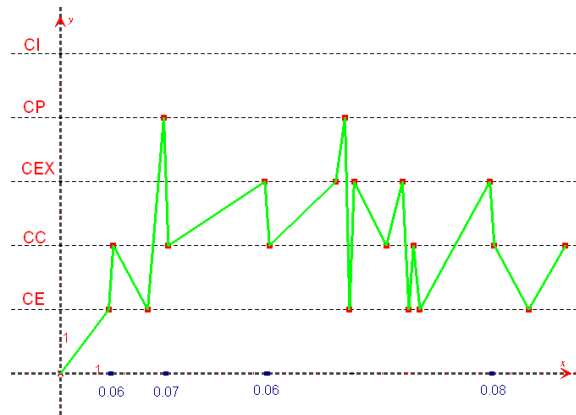
La prima colonna riporta i cinque contratti, in ordine crescente di esigenze; la seconda il numero di volte che ciascun contratto è presente nell’intera trascrizione; la terza riporta la frequenza relativa di ciascun contratto in percentuale.

Abbiamo inoltre riportato, nella tre colonne successive, la durata complessiva dell’insieme delle interazioni relative a ciascun contratto, la frequenza di tale durata, ed infine, il tempo minimo e massimo delle singole interazioni caratterizzate da quel contratto.

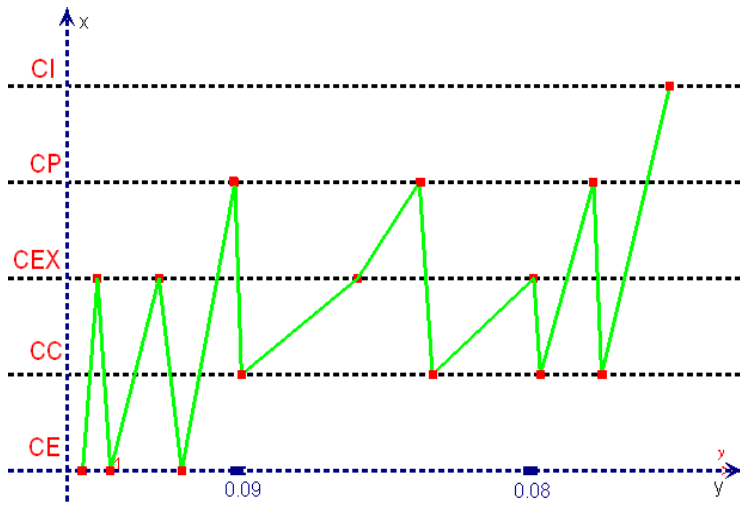
Per apprezzare maggiormente la distribuzione dei contratti e la posizione occupata nell’intera trascrizione abbiamo costruito il grafico che visualizza il loro andamento. (fig. 1.5)

La trascrizione dell’intera conferenza è suddivisa in tre parti che rappresentano tre fasi della conferenza di durata equivalente.

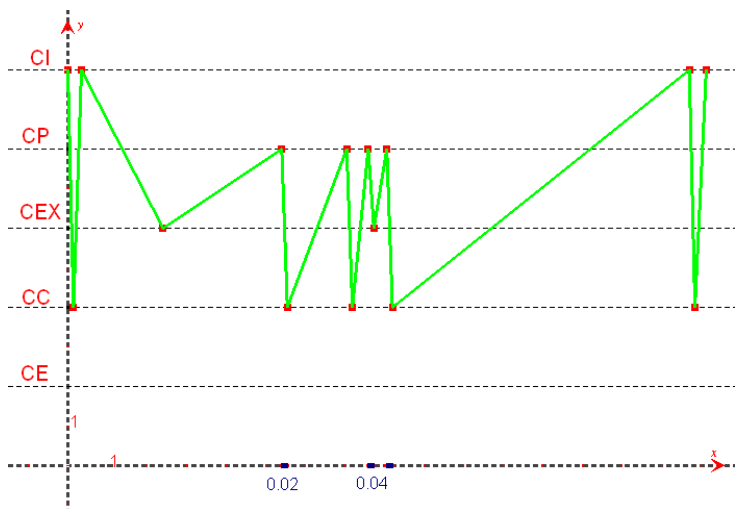
Il contratto di Informazione, unico fra i debolmente didattici e anche il più esigente, è distribuito alla fine della seconda parte e all’inizio e conclusione della terza, a conferma del progetto del Conferenziere di puntualizzare la sua tesi Usi perversi della Matematica.



1<sup>a</sup> fase



2<sup>a</sup> fase



3<sup>a</sup> fase

fig. 1.5

Come mostrano i tre grafici, l'ordine con cui si susseguono le diverse interazioni con il pubblico non segue un andamento lineare e crescente dal contatto meno esigente a quello più esigente. Il primo ad essere utilizzato è proprio quello di Emissione, a seguire quello di Comunicazione e di Expertise

La prima fase è caratterizzata dall'assenza del contratto d'Informazione, la seconda dalla presenza di tutti i tipi di contratto, la terza dall'assenza del contratto di Emissione. Il contratto di Emissione e quello di Produzione sono meno frequenti (9) e la loro durata è breve. Il contratto di Emissione è concentrato nella prima parte, sia della prima che della seconda fase, e totalmente assente nella terza ad indicare una necessità iniziale del conferenziere di procedere senza stabilire un collegamento diretto con il suo ascoltatore o pubblico, senza preoccuparsi delle condizioni effettive di ricezione.

Al contratto di Comunicazione corrispondono il maggior numero di sequenze (16), è distribuito seguendo, in numero, una scala decrescente (6, 5, 4) nelle tre in cui è stata suddivisa la Lectio per dimostrare che una volta avviato il discorso è necessario assumersi sicuramente l'incarico di far pervenire il messaggio a chi ascolta. Nel caso di Eco la durata degli intervalli è molto ridotta ad indicare forse l'intento di non abusare dell'ascoltatore che deve farsi carico dell'interpretazione del messaggio.

Il contratto di Expertise è presente in undici sequenze, è quella che ricopre il maggior tempo (17 minuti e 37 secondi) con una media di 170 secondi per sequenza. È presente nelle tre fasi rispettivamente 5, 4, 2 volte. È distribuito omogeneamente in tutta la Lectio e garantisce la validità di quanto si espone. Il conferenziere è tenuto a rispondere ad eventuali domande, ma nel nostro caso, una Lectio Magistralis e un pubblico dell'ordine dei mille spettatori è Umberto Eco a porsi le domande che avrebbe potuto porre il pubblico in situazioni meno ufficiali e in un contesto diverso. Eco si pone le domande: *"Allora quando inizia un'avventura numerologica dei numeri?"*, *"Quand'è che possiamo dire che l'autore divino dispone dei fatti che tuttavia dobbiamo intendere in senso traslato?"*, *"Quante anime umane sono vissute sulla terra dall'anno ad oggi?"* [*"Una buona approssimazione sarebbe qualcosa tra 153 miliardi e 171 miliardi."*] [45] e fornisce le risposte. È un contratto che fornisce verità e autenticità dell'origine di quanto affermato.

Il contratto di Produzione è quello che ha un andamento crescente nelle tre fasi, rispettivamente nella prima 2, nella seconda 3 e nell'ultima 4; è il contratto che garantisce novità, originalità formale o del contenuto intellettuale e scientifico o una novità assoluta o parziale. Il tempo medio per sequenza è 78 secondi.

Il contratto di Informazione è assente nella prima fase, è presente 1 volta alla fine della seconda fase, 3 volte nella terza (1 all'inizio e 2 a conclusione). Il tempo medio per intervallo è di 155 secondi non distribuito omogeneamente perché la sequenza finale dura 7 minuti e 50 secondi. È il contratto più esigente, come già detto, è quello che contemporaneamente garantisce la novità e viene comunicato all'ascoltatore considerato *persona informata*. All'ascoltatore vengono fornite le fonti e tutti i riferimenti utili a giustificare sistematicamente quanto affermato.

La nostra analisi, in termini di contratto, dimostra che il conferenziere, alternando diverse forme di interazione, sviluppa la sua comunicazione centrata sull'obiettivo espresso nel titolo e subito introdotto come riportato di seguito: *Usi perversi della Matematica* *"[...] un segno è qualcosa che sta al posto di qualcos'altro, o sotto qualche rispetto o capacità. Hanno senso non solo le parole ma anche i segni, i diagrammi, qualsiasi oggetto o fenomeno del mondo può, sotto certi aspetti, agire o essere inteso come segno [...]. C'è, tuttavia, qualcosa, che*

*rischia di essere usato per significare altro da sé e sono le entità matematiche. [...] Dico le quantità in sé* [1].

Il conferenziere avanza con equilibrio dosando il ruolo di produttore di conoscenza e concludendo la Lectio con una sequenza caratterizzata dall'uso del contratto di Informazione. Attraverso l'uso prima di un esperimento dell'architetto Gian Pier Adam e poi uno suo fornisce la prova atta a dimostrare l'obiettivo che si era prefissato: interpretando i numeri con significati lontani “*dalle loro relazioni interne*” o “*sostituendo i numeri interi nella corrispondente lettera alfabetica avremo*” [28] al posto delle misure dello spessore del richiamo degli spigoli di un chiosco dove si vendevano biglietti per la lotteria “*C<sub>10</sub>H<sub>8</sub> la formula della naftalina*” [47] o utilizzando l'ultima cena di Leonardo per ottenere, come dimostra Eco, il numero “666” della bestia dell'apocalisse. “*Per i conti ho dovuto decidere di chiamare Petrus des Joannes in latino. De Matteo in italiano, Giuda una volta in italiano e una volta come Judas ultima ... in latino e non ce n'era ragione e per ottenere 111 finale ho dovuto sottrarre da 121 i 10 comandamenti e non le 5 piaghe del Signore o le sette opere di misericordia corporale, ma così va con la numerologia*” [49].

La quarantanovesima sequenza è ultima e fa uso del contratto di Informazione, il più esigente dei cinque che equivale al “*Come volevasi dimostrare*” della teoria assiomatica.

Umberto Eco riesce nel suo obiettivo in modo catturante riuscendo, fino alla fine, a tenere inchiodato il pubblico alle poltrone con ossequioso silenzio alternando, nella Lectio, momenti diversi che noi abbiamo caratterizzato in termini di tipologia di *contratti-non didattici e debolmente didattici*.

Il contesto ora analizzato è certamente particolare. La scelta è dovuta all'autorevolezza che il Conferenziere ha a livello nazionale e internazionale, al contesto e scenario in cui U. Eco ha tenuto la Lectio Magistralis, all'impatto che questa ha avuto in un pubblico così eterogeneo.

Abbiamo valutato molto importante che si sia svolta una Lectio Magistralis in un ambiente a carattere prettamente divulgativo, come il Festival della Matematica, segno di un forte cambiamento e riconoscimento nei confronti di questo genere di manifestazioni.

I due contesti, che riportiamo in questo capitolo, invece, rientrano in scenari meno ufficiali rispetto al precedente, ma per i nostri studi altrettanto importanti nel confronto alunno-pubblico, insegnante-divulgatore e trasposizione di sapere in ambiente divulgativo quali le due mostre temporanee prese in esame.

## **5.2. Una esperienza laboratoriale**

Il secondo contesto analizzato è tratto da uno degli exhibit<sup>362</sup> del Festival Scienza edizione 2009, Il campione è costituito da due classi quinte della Scuola Primaria di Oliena. La scelta del campione è derivata dalla posizione geografica: Oliena si trova a duecento chilometri circa dal capoluogo sardo. Questa distanza lo tiene lontano dal centro in cui si organizzano manifestazioni di divulgazione scientifica. La visita al

---

<sup>362</sup> In allegato scheda n° 9.5, p. 230



museo è stata concordata e preparata con le classi. È stato scelto l'argomento da sviluppare sotto forma di laboratorio interattivo durante la manifestazione Festival Scienza e successivamente in classe in clima laboratoriale. Lo studio si compone di due fasi: la prima ad Ottobre, prima della visita al Festival Scienza, la seconda alla presenza dell'insegnante del modulo di Matematica con la compilazione di un questionario in classe.

La prima fase ha fornito informazioni sull'esistenza e/o assenza di relazioni, connessioni, rapporti pregressi con esperienze divulgative, pratiche laboratoriali anche a scuola e sulle conoscenze possedute sulla *luce*, argomento del laboratorio.

La seconda nel mese di dicembre, alla presenza dell'insegnante del modulo di Matematica.

con lo scopo di analizzare le ricadute e l'efficacia del laboratorio sulle conoscenze e l'impatto della visita ai diversi exhibits sugli alunni.

## 5.2.1 Le conoscenze prima della visita alla mostra

Il primo questionario<sup>363</sup> è composto da due parti, la prima contenente due domande, la seconda tre. Le domande della prima parte<sup>364</sup> tendono a stabilire se gli intervistati avevano già partecipato ad esperienze a carattere divulgativo. È emerso che nessun alunno aveva visitato un museo, una mostra-laboratorio e vissuto esperienze al di fuori della scuola.

Ecco le domande a cui dovevano rispondere nella seconda parte erano: *Scrivi il nome di un esperimento che conosci e descrivilo, Che cosa è per te la luce; Hai letto o visto qualche programma sulla luce? Raccontalo.*

Alcune di queste domande richiedevano una risposta articolata, non un semplice SI o NO, per poter stabilire se i laboratori erano parte dell'esperienza pregressa svolta solo in ambito scolastico.

I titoli ripetitivi, con alcune lievi varianti, hanno dimostrato che l'esperienza era parte del bagaglio degli alunni intervistati maturata in classe.

Il titolo di una esperienza si è presentata nelle seguenti varianti: *Le piante assorbono l'acqua - Le piante assorbono - Come si nutre una pianta - Le foglie rosse - Il sedano rosso* tutti riferiti alla stessa esperienza.

La descrizione di 31/38 intervistati mette in luce del perché dei titoli scelti: *“Abbiamo preso un barattolo riempito di acqua abbiamo messo sedano gli abbiamo aggiunto un poco di colorante l'abbiamo lasciato dei giorni poi abbiamo visto che le foglie erano diventate rosse”* Da cui i titoli: *Il sedano rosso, Le foglie rosse*. L'effetto finale sulle foglie, la percezione visiva ha guidato le loro scelte.

*Le piante assorbono* deriva, in un caso, dal perché: *“Perché l'acqua era salita attraverso i tubicini”*, nell'altro è frutto dell'azione: *“[...] abbiamo spaccato e dentro i tubicini si era assorbito tutto il colorante”*.

Nel titolo *Come si nutre una pianta Risultato le foglie rosse* non si è voluto rinunciare ad entrambi gli aspetti: nutrizione e colorazione.

---

<sup>363</sup> In allegato è riportata la corrispondente scheda del primo questionario.

<sup>364</sup> Si veda allegato n° 1.5 pag. 222

Quando la descrizione dell'esperimento comprendeva più concetti la difficoltà a trattarli tutti ha creato confusione manifesta nelle risposte fornite.

Nella esperienza *L'attrito* si legge: "Abbiamo strofinato una penna con un pantalone qualsiasi, o si poteva strofinare sulla pelle, in modo da riscaldare la penna per bene. Poi l'ho avvicinata ad un pezzetto di carta e si sono attaccati. Sembra impossibile ma è tutto grazie all'attrito". La capacità di attirare i corpi e il riscaldamento si sono sovrapposti.

In fase di analisi sulla domanda *Scrivi il nome di un esperimento che conosci e descrivilo* si è scelto di raggruppare le risposte<sup>365</sup> in sei tipologie: *registro descrittivo*, *registro argomentativo*, afferente all'ambito delle *Scienze Naturali*, della *Fisica*, presenza del *Titolo*, descrizione accompagnata dal *registro grafico*, *Altro*. (fig. 2.5)

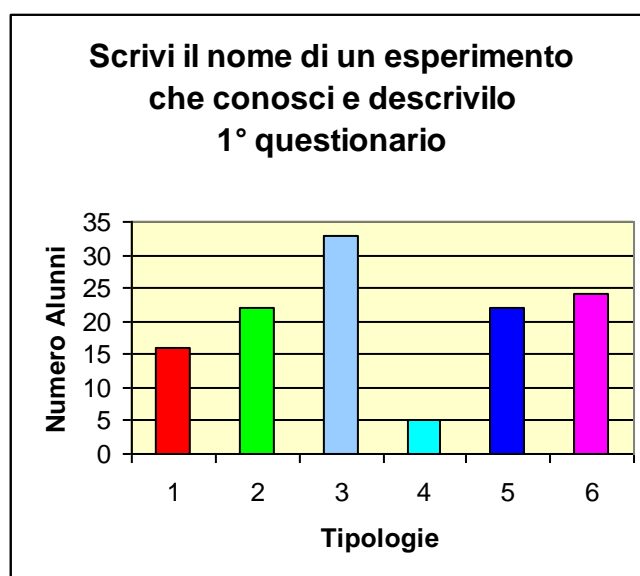


fig. 2.5

Legenda. Classificazione delle tipologie di risposte:

- |                                  |                        |
|----------------------------------|------------------------|
| 1. descrittivo                   | 4. ambito della Fisica |
| 2. argomentativo.                | 5. con titolo          |
| 3. ambito delle Scienze Naturali | 6. reg. grafico        |

Lo studio della risposte ha fornito i seguenti dati di natura quantitativa: descrivono il 42%, argomentano il 58%; l'87% degli alunni dice di conoscere argomenti afferenti alle Scienze e solo il 13% fa riferimento ad argomenti di Fisica. Il 58% dà un titolo all'esperimento che dichiarato di conoscere. Usa il registro grafico il 63%. Di questi ultimi il 39,47% accompagna la descrizione col disegno in bianco e nero e il 50% a colori.

Riportiamo alcuni brani tratti dagli elaborati degli alunni che hanno descrittivo senza argomentare. Riportiamo le descrizioni rispettando, colori e lessico.

<sup>365</sup> Le risposte sono riportate, seguendo lo stesso ordine in fig. 1, rispettivamente da colonna 1 a colonna 6

Primo esempio<sup>366</sup>: “*Il sedano rosso* in terza avevamo fatto un esperimento abbiamo preso un barattolo l abbiamo riempito di acqua abbiamo messo mezzo sedano gli abbiamo aggiunto un po’ di colorante l’abbiamo lasciato dei giorni poi abbiamo visto che le foglie erano diventate rosse”.

Secondo esempio<sup>367</sup> (privo di titolo) “una volta noi abbiamo fatto un’esperimento di un vulcano e abbiamo messo: una bottiglietta piccola di plastica e l’abbiamo ricoperto di terra a forma di montagna poi l’abbiamo messo dentro una bottiglietta: bicarbonato, colorante e aceto e sembrava un vulcano in eruzione”.

Terzo esempio<sup>368</sup> “*Il ghiaccio* per primo abbiamo preso una bottiglietta vuota poi l’abbiamo riempita d’acqua e l’abbiamo messa sul frizzer , e la bottiglia ed era rotta, ma è restata la forma di ghiaccio”

I brani seguenti sono tratti dagli elaborati del 58% degli alunni che ha argomentato e descritto le risposte.

Primo esempio<sup>369</sup> “Come si nutre una pianta. Abbiamo preso un barattolo trasparente di vetro, abbiamo messo dell’acqua e aggiunto del colorante rosso e messo un gambo di sedano e...Dopo e giorni abbiamo visto che le foglie del sedano avevano cominciato a striarsi di rosso. Abbiamo spaccato il gambo e abbiamo visto i tubicelli con l’acqua rossa che aveva assorbito”

Secondo esempio<sup>370</sup> “La bottiglia ghiacciata Per prima cosa si riempie di acqua una bottiglia d’acqua e si chiude bene con il tappo e si mette in freezer e si lascia una notte e il giorno dopo si vede che la bottiglia si è spaccata perché l’acqua si è dilatata ghiacciando”

Terzo esempio<sup>371</sup> “*Il vulcano* Abbiamo preso una bottiglietta vuota e l’abbiamo messa dentro una bacinella. Dopo l’abbiamo circondata con la sabbia fino ad ottenere la forma di un vulcano. Dentro ci abbiamo messo bicarbonato, colorante rosso e aceto. È successo che tutto il liquido è uscito dalla bottiglia come lava di un vulcano con l’energia di un gas che si è formato mischiando questi elementi”

Le espressioni adoperate sono: “Abbiamo visto e abbiamo spaccato, fase di osservazione e ricerca, “perché l’acqua era salita...” elaborazione deduttiva.

La descrizione della simulazione sul vulcano si riduce all’espressione: “con l’energia di un gas che si è formato mischiando questi elementi” ignorando le cause che hanno portato alla formazione dell’anidride carbonica come risultato della reazione fra aceto e bicarbonato. È assente qualsiasi riferimento a ciò che succede in un vulcano reale: reazione esotermica, sintesi del solfuro di ferro.

In tutte le descrizioni è presente la bottiglia che ricostruisce la forma e la terra per ricoprire la bottiglia. Ritroviamo i tratti che Bachelard chiama “parassitari messi in sovraccarico. Il carattere pittoresco dell’immagine trascina all’adesione nei confronti di un’ipotesi non verificata”

---

<sup>366</sup> In allegato scheda n° 1 ( primo questionario), p. 224

<sup>367</sup> In allegato scheda n° 2 (primo questionario), p. 225

<sup>368</sup> In allegato scheda n° 3 (primo questionario), p. 226

<sup>369</sup> In allegato scheda n° 4 (secondo questionario), p. 227

<sup>370</sup> In allegato scheda n°5 (secondo questionario), p. 228

<sup>371</sup> In allegato scheda n° 6 (secondo questionario), p. 229

Nella tabella 2.5 sono riportati i termini scientifici utilizzati e alcune frasi che denotano credenze<sup>372</sup> errate che accompagnano i saperi scientifici acquisiti.

tabella 2.5

Termini scientifici	Credenze
Energia di un gas	L'attrito attira i pezzetti di carta
Acqua filtrata	Tubicini rossi che avevano assorbito il colorante
Acqua trasformata in vapore acqueo	L'evaporazione ha filtrato l'acqua sporca
Il vapore si è condensato	
L'acqua è evaporata	
L'acqua si è depurata	
Il bicchiere era pieno d'aria	
L'acqua si è gelata e dilatata	
L'acqua è salita attraverso i tubicini	
Come si filtra l'acqua	
La terra fa nascere le piante	
L'alcool ha estratto dalla foglia la clorofilla	

Gli alunni dimostrano di ricordarle di più gli argomenti afferenti alle Scienze (87 % ) e meno quelli di Fisica (13%). Questi risultati ci hanno guidato nella scelta del tema su cui organizzare future proponendo il laboratorio sulla luce dal titolo *La luce racconta: Riflessioni allo specchio*.

La quarta e quinta domanda, *Che cosa è per te la luce, Hai letto o visto qualche programma sulla luce? Raccontalo*, miravano ad acquisire informazioni sui saperi acquisiti prima della visita al Festival e a progettare il laboratorio: *La luce racconta: riflessioni ... allo specchio*.

Anche in questo contesto le risposte sono state raggruppate secondo sei tipologie: *Solo descrittivo, Argomentativo, Che cosa è la luce, A cosa serve, Identificazione dell'effetto con l'oggetto e Non risponde*.

Il 71% fornisce una definizione naif ma corretta, nel 13,16% dei casi sono presenti credenze errate o parzialmente corrette. I rimanenti descrivono la luce come “*una cosa che illumina*”. In un solo caso non è stata data risposta.

Come per la domanda precedente, nella tabella 3.5 sono riportati i termini scientifici utilizzati e alcune frasi che denotano credenze errate che accompagnano i saperi scientifici acquisiti.

tabella 3.5

Termini scientifici	Credenze
Energia	Un interretore che è collegato all'elettricità e quando lo schiacci si accende
Campo di forza luminosa	Dio che ci illumina
Flusso di energia solare	Accumulo di energia in un sacchetto che si scoppia ed esce la luce
Fonte di calore	Luce della luna
Energia luminosa	La lampadina e una bolla di vetro per non accecare dentro c'erano due fili elettrici con al capo due pezzi, di vetro e il pezzo di vetro espandeva l'elettrico e si trasformava in luce
Energia elettrica	

<sup>372</sup> Cap. 1, §.1.4.1, pag. 16

Energia alimentata dall'elettrico	
Energia che proviene dal sistema solare	
Un raggio illuminante che acceca se lo guardi ma però fa crescere le piante	
Scarica di elettricità luminante	

Le risposte fornite sono frutto di un lavoro in classe, il 3% ha dichiarato di aver letto o visto un programma sulla luce, confermato dalle risposte registrate.

Nelle risposte alla quinta domanda, *hai letto o visto qualche programma sulla luce? Raccontalo* non ha richiesto la costruzione del grafico perché l'84% ha risposto un secco No, di questi il 13,16%, ha completato la risposta con uno, due e anche tre punti esclamativi. Il 2,84% non ha fornito risposta.

Gli alunni hanno visitato, al mattino, le mostre, i laboratori presenti nella manifestazione con a disposizione oggetti ed exhibit da osservare, apparecchi ed esperimenti da eseguire in prima persona o da osservare perché eseguiti dalle guide presenti. Al pomeriggio hanno seguito il laboratorio condotto da guide-insegnanti esperti che gli alunni non conoscevano. I materiali messi a loro disposizione sono stati progettati e costruiti personalmente dagli esperti. Durante il laboratorio si è lasciato spazio ai partecipanti che hanno posto domande senza ricorrere ai loro insegnanti neanche con lo sguardo. Il clima era colloquiale e non si sono manifestati segni di noia. Prima che l'argomento fosse rivisitato in classe, come concordato precedentemente con l'insegnante è stato somministrato il secondo questionario.

## 5.2.2 Le conoscenze dopo la visita alla mostra

Il campione risulta composto da 27 unità<sup>373</sup> di cui due non presenti al Festival Scienza che si è scelto di non considerare parte del campione anche se hanno compilato il questionario.

L'indagine aveva l'obiettivo di verificare la persistenza delle credenze emerse nel primo questionario e/o anche di nuova costruzione.

Il secondo questionario<sup>374</sup> contiene cinque domande. La prima, *Che cosa è per te la luce*, già presente nel primo questionario come quinta; le successive tre riferite all'utilità, al comportamento e natura della luce, *A cosa serve la luce? In che modo si propaga la luce? Chi la produce?* La quinta, *Scrivi il nome di un esperimento che conosci e descrivilo*, presente anch'essa nel primo come terza domanda.

Lo studio delle risposte ha fornito dati quantitativi che sintetizziamo rimandando al paragrafo successivo per il confronto tra alcuni dei risultati dei due questionari.

Alla prima domanda (prima colonna nella fig. 4.5) l'81,52% fornisce risposte del tipo: *Una fonte che serve per illuminare, Energia luminosa, Energia solare, è una forma di energia emessa da alcuni corpi: le sorgenti luminose, è una fonte di energia sia naturale che elettrica, la naturale prodotta dal sole e le stelle e l'altra la lampadina. È una forma di calore che viene attraverso i raggi del sole, fonte di calore, campo di forza e di energia che manda la luce e tanti raggi luminosi.* Il rimanente 18,52% fornisce risposte del tipo: *La luce è un raggio lucente, una cosa incandescente,*

<sup>373</sup> La classe era composta da 38 alunni, quando è stato somministrato il secondo questionario 11 alunni erano assenti per l'influenza

<sup>374</sup> Si veda allegato n° 5.5 p. 226

*è una fonte naturale, fonte artificiale come la lampadina.*

Alla seconda domanda (seconda colonna fig. 4.5): *In che modo si propaga la luce?* il 100% ha dato risposte del tipo: *per illuminare, vedere, riscaldare, per la vita degli esseri viventi.* Le risposte denotano che i compilatori hanno le idee chiare in merito anche se al posto della definizione, .. forniscono la descrizione. Un alunno ha richiamato la fotosintesi clorofilliana dimostrando di saper utilizzare e collegare i saperi acquisiti in contesti estranei al laboratorio frequentato.

La terza colonna rappresenta il 62,96% delle risposte alla domanda, *In che modo si propaga la luce?*. Di cui 16 affermano in *linea retta*, 1 *si propaga in particelle*, 4 *per mezzo di raggi*. Il rimanente 27,04 % l'unico che non ha dato risposta, coloro che tentano di trovarla attraverso descrizioni del tipo: 2[...] *si propaga partendo da un punto per arrivare ad un altro, secondo lo spazio che ce...*, *si propaga in tutte le parti del mondo quella del sole e anche quella della lampadina la torcia e la televisione, si propaga in modo [...]*".

La quarta e quinta colonna sono riferite alle risposte alla domanda: *Chi la produce*

La quarta registra il 100% che rispondono: *il Sole, stelle, fuoco, torcia, lampi*, poiché le risposte non si sono limitate solo a queste fonti, in quinta colonna si sono registrate le altre fonti contenute che costituiscono credenze quali: *la lampadina, la luna, la televisione*. Sono 32% coloro che indicano anche la lampadina, 8% la luna e il 4% quelli che indicano la televisione.

La quinta colonna é riferita alla domanda *Scrivi il nome di un esperimento che conosci e descrivilo*. Domanda presente nel primo questionario come terza domanda. In questo contesto al fine di verificare se il nuovo contesto e scenario ha influenzato e in che modo le risposte dei compilatori.

La quinta è stata analizzata separatamente utilizzando gli stessi criteri seguiti per la terza domanda del 1° questionario.

Il 77,78% hanno descritto l'esperienza, il 22,22% hanno dichiarato di non conoscere nessuno esperimento (3), (3) scrivono il titolo senza descrizione e (4) descrivono l'esperienza priva di titolo.

Alcuni titoli si ripetono, ma nessuno utilizza quello riportato in brochure. Questi i titoli proposti dal campione esaminato: *Scatole e luce - La luce - La direzione della luce* (6 casi) - *Il signorino allo specchio - La luce puntiforme - Viaggiare per mezzo di raggi - Scatole e luce - La luce va in linea retta - Il foro dove passa la luce - In quale direzione viaggiano i raggi di luce - I due vetri - La luce e come si propaga - Il fiore che diventa blu - Il raggio di luce - Se metto una pianta.*

Il 56% utilizza il registro grafico, il 48,15% rinunciano al disegno.

La tipologia *Altro* inteso nell'accezione che non propongono esperienze vissute in classe e che non richiamano la luce sono l'11,11%, segno che non hanno abbandonato le esperienze che fanno parte del loro bagaglio di vecchia acquisizione: *Il fiore che diventa blu, Se metto una pianta.* Unica l'esperienza (eseguita in classe) sulla rifrazione della moneta in un bicchiere d'acqua, proposta priva di titolo.

### **5.2.2.1 Confronto tra le risposte**

Confrontiamo i risultati del primo e secondo questionario limitatamente alle due domande presenti in entrambi, *Che cos'è per te la luce?* e *Scrivi il nome di un esperimento che conosci.*

Nelle risposte corrette a *Che cos'è per te la luce?* dal 71% si è passati all'81,52%. I termini scientifici utilizzati nel primo caso sono: *Energia, Campo di forza luminosa, Flusso di energia solare, Fonte di calore, Energia luminosa, Energia elettrica, Energia alimentata dall'elettrico, Energia che proviene dal sistema solare*. Le risposte sono articolate in modo da far convivere la definizione e il punto di vista personale con l'espressione *"Per me [...] la luce per me può essere energia che viene usata per illuminare ma anche per altre cose"*. *"La luce per me è indispensabile per vivere perché senza luce del sole le piante non vivono e nemmeno l'uomo"*. *"Per me la luce è una energia molto potente che illumina il pianeta"*

Nel secondo caso le definizioni sono più articolate e le espressioni più corrette, scompare l'espressione *"Per me è"* e ha la struttura di definizione: *"Una fonte che serve per illuminare"*, *"Energia luminosa"*, *"Energia solare"*, *"[...] è una forma di energia emessa da alcuni corpi: le sorgenti luminose, è una fonte di energia sia naturale che elettrica, la naturale prodotta dal sole e le stelle e l'altra la lampadina"*. *"È una forma di calore che viene attraverso i raggi del sole"*, *"Fonte di calore"*, *"Campo di forza e di energia che manda la luce e tanti raggi luminosi"*.

Le credenze emerse attraverso il primo questionario sono: *"L'attrito attira i pezzetti di carta"*, *"I tubicini rossi che avevano assorbito il colorante"*, *"L'evaporazione ha filtrato l'acqua sporca"* *"Un interruttore che è collegato all'elettricità e quando lo schiacci si accende"* *"Dio che ci illumina"*, *"Accumulo di energia in un sacchetto che si scoppia ed esce la luce"* *"[...] il pezzo di vetro espandeva l'elettrico e si trasformava in luce"*

Quelle emerse attraverso il secondo, anch'esse numerose, ma con un numero esiguo di casi che si esprime utilizzando l'espressione *"per me"* (44% dei casi). Sono assenti le espressioni: *"Dio che ci illumina"*, e *"Un interretore che è collegato all'elettricità e quando lo schiacci si accende"*. Segno che l'attività laboratoriale vissuta durante il Festival Scienza ha inciso positivamente.

Per il confronto delle risposte a *Scrivi il nome di un esperimento che conosci e descrivilo* esaminiamo i due grafici (fig. 3.5) e (fig.4.5)

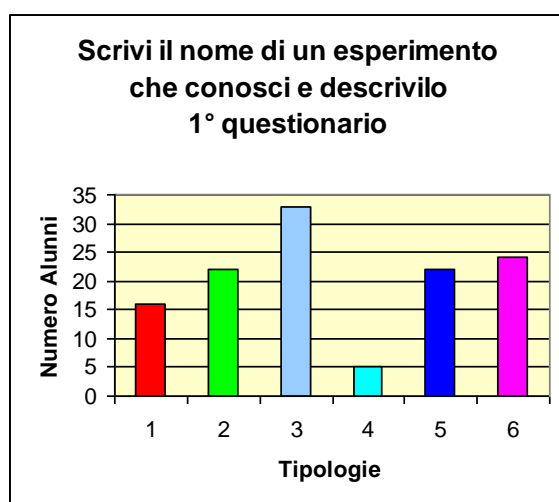


fig. 3.5

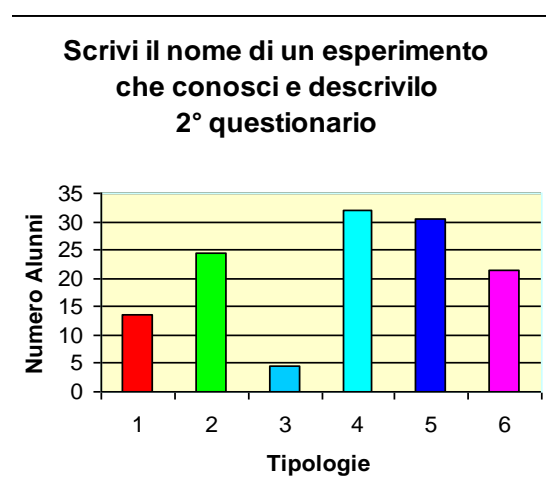


fig. 4.5

Legenda. Classificazione delle tipologie di risposte:

- |                                  |                        |
|----------------------------------|------------------------|
| 1. descrittivo                   | 4. ambito della Fisica |
| 2. argomentativo.                | 5. con titolo          |
| 3. ambito delle Scienze Naturali | 6. reg. grafico        |

Consideriamo le differenze delle frequenze di risposte al primo e al secondo questionario. La tabella 4.5 sintetizza i risultati rilevati.

Tabella 4.5

Tipologie:	<i>Solo descrittivo</i>	<i>Argomentativo</i>	<i>Scienze Naturali</i>	<i>Fisica</i>	<i>Titolo</i>	<i>Disegno</i>
1° Questionario	42	58	87	13	63	65
2° Questionario	37	64	12	84	80	56
Differenze	-5	+6	-75	+71	+17	-9

Fare un'analisi qualitativa richiederebbe uno studio di tutte le variabili che hanno giocato un ruolo fondamentale nell'esperienza preso in considerazione. Possiamo tuttavia affermare che l'esperienza laboratoriale vissuta nella mostra può aver concorso al miglioramento dell'uso dell'argomentazione rispetto a quello della sola descrizione. In modo più fondato possiamo affermare che era prevedibile un aumento di coloro che dichiarano di conoscere un esperimento nell'ambito della Fisica e di coloro che danno un Titolo dato il poco tempo intercorso tra l'esperienza di visita alla mostra e la somministrazione del secondo questionario.

Rileviamo ancora, come fatto prevedibile, che alcune credenze messe in evidenza attraverso il primo questionario permangono, anche se accompagnate da saperi scientifici corretti: “[...] *anche la lampadina*”, “[...] *anche la luna e anche la televisione*”.

Sono scomparse due delle credenze: *l'interruttore e Dio*, segno che l'esperienza di laboratorio hanno inciso positivamente, solo in parte, sul sapere dei compilatori.

La trattazione ha in alcuni casi richiamato e in altri introdotto nuovi concetti quali: *il percorso rettilineo della luce, la riflessione dei raggi sugli specchi, l'uguaglianza fra angolo d'incidenza e riflessione*.

Rimangono ancora aperte le seguenti domande che richiederebbero un'analisi e ulteriori verifiche che esulano dalla nostra ricerca: quanto avrà influito il fatto che organizzatori e insegnanti abbiano programmato la rivisitazione dell'esperienza in scenari e contesti diversi? Quanto avrà influito il fatto che il secondo questionario composto da cinque domande con richiesta di descrizione argomentata? Nella seconda esperienza, alla quale sono stati dedicati 90 minuti, in fase di analisi a priori c'è stata una giusta valutazione sulla quantità dei concetti coinvolti? Quanto ha impedito di costruire il legame fra il prima e il dopo la scheda che gli alunni hanno dovuto compilare per fornire alle guide una valutazione sulla fase di devoluzione messa in atto?

Il confronto quantitativo avalla la nostra ipotesi che in contesto divulgativo c'è apprendimento.



### **5.3. Il punto di vista di visitatori**

La manifestazione di Matematica *Do you play Mathematics* del 2010 è il terzo scenario dello studio di caso di questa tesi.

I dati che riportiamo sono il risultato dell'analisi di un questionario somministrato agli studenti che hanno visitato la mostra.

I risultati non hanno valenza quantitativa sia per il numero esiguo degli studenti che per le condizioni in cui è stato somministrato il questionario.

#### **5.3.1 Il punto di vista degli studenti**

Il questionario è stato somministrato agli studenti visitatori<sup>375</sup> nel mese di Maggio a distanza di circa un mese dalla visita alla mostra.

Il campione è un gruppo di studenti di età compresa fra i 16 e i 19 anni del Liceo Scientifico.

Il questionario contiene una prima parte con 6 domande accompagnate da una griglia con valutazione da 1 a 6 (scarso, mediocre, sufficiente, discreto, buono e ottimo).

La seconda parte, terza e quarta contiene tre domande le cui risposte sono state raggruppate secondo sei tipologie: *Emotività*, *Conoscenze*, *Professionalità delle guide*, *Modalità-contesto laboratotiale*, *Altro* e *le Non risponde*.

Nella tipologia *Emotività* ritroviamo espressioni quali: “non noiosa”, “interessante”, “curiosa”, “piacevole”, ecc., cioè l'auto valutazione del grado di soddisfazione o insoddisfazione provata; in *Conoscenze* ritroviamo: “imparare cose nuove”, “che susciti la voglia di approfondire le cose viste”, “argomenti comprensibili”, “approfondimento utile”, ecc., cioè l'apporto su basi conoscitive che la visita ha risvegliato e presa di coscienza dei *saperi celati* negli oggetti esposti; con *Professionalità delle guide* espressioni del tipo: “guide preparate”, “all'altezza delle aspettative”, “capaci di proporre gli argomenti in modo piacevole”, ecc.; con *Modalità-contesto laboratoriale*: “coinvolgenti”, “interattiva”, “spiegata ed esposta bene”, “guide socievoli”, “vedere l'aspetto pratico delle materie teoriche”, ecc.; *Altro* comprende: le tautologie, le risposte prive di significato e/o difficili da interpretare quali: “oggetti esposti”, “che non deluda le mie aspettative all'ingresso”, “nulla di quello che non ho visto”, ecc.

Alcune risposte, per la loro formulazione, hanno interessato più tipologie e per questo sono state riportate in tutte le tipologie.

L'unità della sesta colonna rappresenta l'assenza di risposta

Sull'asse delle ascisse è riportata la scala di valutazione e sull'asse delle ordinate il numero degli alunni (38).

---

<sup>375</sup> Vedi allegato n° 10.5, p. 235

Il grafico (fig. 5.5) rappresenta la valutazione alla prima domanda:  
**caso a) Ti sono piaciuti gli "oggetti matematici" esposti?**

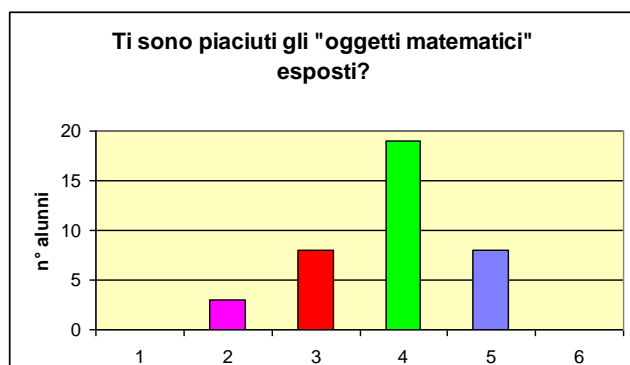


fig. 5.5



La votazione ha interessato la fascia a partire da Scarso (0,0%), mediocre (7,9%), sufficiente (21,0 %) con la punta massima sul discreto (50,0%), buono (21,0%), ottimo (0,0%) e non risponde (0,0%) il valore massimo corrisponde al sufficiente. Il successo che gli "oggetti" matematici esposti hanno riscosso è discreto

Il grafico (fig. 6.5) rappresenta la valutazione alla prima domanda :  
**caso b) Ti ha coinvolto il modo con cui ti sono stati presentati?**

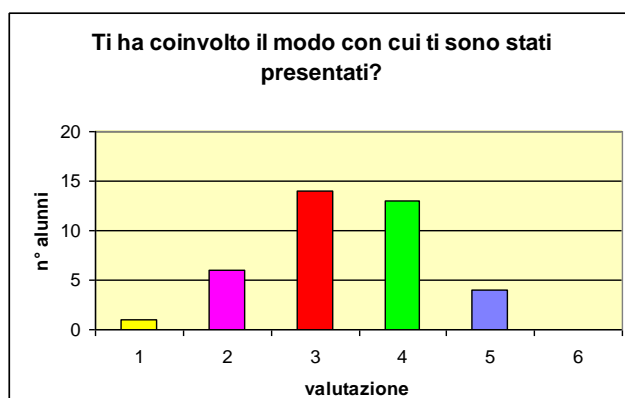


fig. 6.5



La votazione ha interessato la fascia a partire da Scarso (2,6%), mediocre (15,8%), con la punta massima sul sufficiente (36,8%) buono (34,2%), ottimo (10,5%), non risponde (0,0%). La valutazione espressa sulle guide non va oltre il discreto.

Il grafico (fig. 7.5) rappresenta la valutazione alla prima domanda :  
**caso c) Hai risposto alle domande delle guide?**

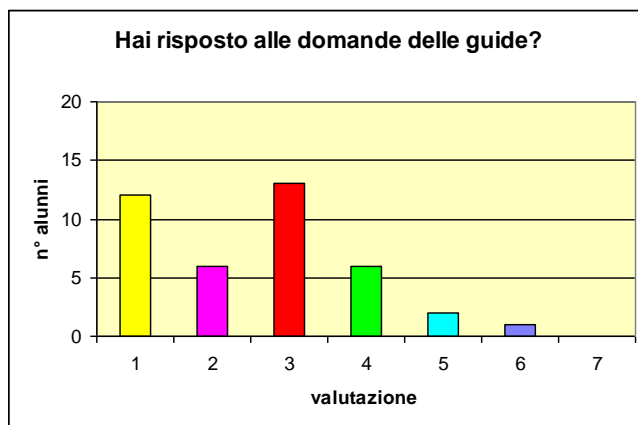


fig. 7.5



La votazione ha interessato tutta la fascia a partire da Scarso (31,5%), mediocre (15,8%), con la punta massima sul sufficiente (36,8%) buono (15,8%), ottimo (5,3%), non risponde (2,6%). L'auto valutazione espressa sull'interazione è complessivamente buona

Il grafico (fig. 8.5) rappresenta la valutazione alla prima domanda:  
**caso d) Ti ha coinvolto il modo con cui ti sono stati presentati?**

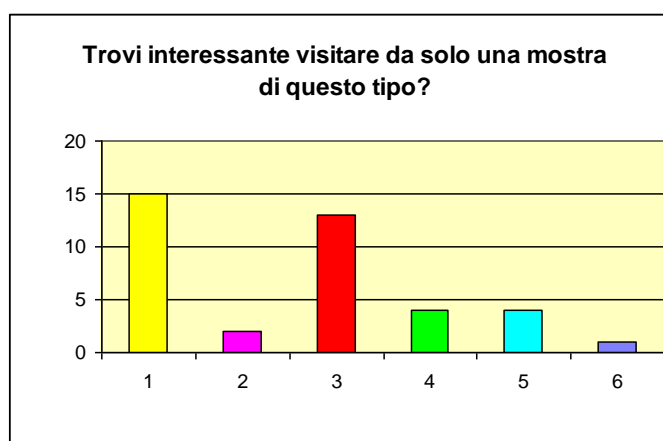


fig. 8.5



La votazione ha interessato tutta la fascia a partire da Scarso (39,5%), mediocre (2,6%),

sufficiente (34,2%) buono (10,5%), ottimo (10,5%), non risponde (2,6%). La valutazione massima ha interessato Scarso, segno che la maggioranza preferisce visitare la mostra accompagnata da una guida.

Il grafico (fig. 9.5) rappresenta la valutazione alla prima domanda:  
**caso e) Hai risposto alle domande della guida?**

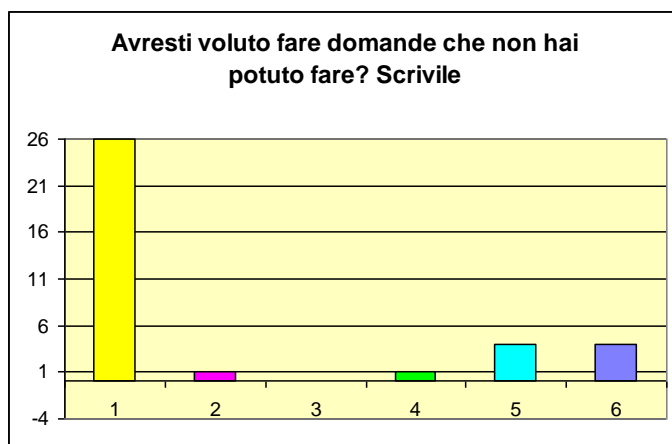


fig. 9.5



La votazione ha interessato tutta la fascia a partire da Scarso (71%), mediocre (2,6%), sufficiente (0,0%) buono (2,6%), ottimo (10,5%), non risponde (10,5%). La valutazione massima ha interessato Scarso, segno che la maggioranza non ama, ho forse ha timore, di porre domande alla guida. Lo stesso atteggiamento seguito nel compilare il questionario. Nessuno ha posto domande

Il grafico (fig. 10.5) rappresenta la valutazione alla prima domanda:  
**caso e) Hai risposto alle domande della guida?**

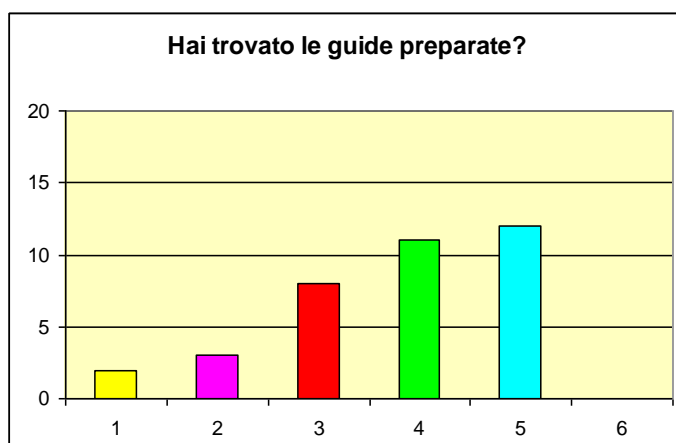


fig. 10.5



La votazione ha interessato la fascia a partire da Scarso (5,3%), mediocre (7,9%),

sufficiente (21%) buono (28,9%), ottimo (31,5%), non risponde (0,0%). La valutazione massima ha interessato Ottimo. Complessivamente il giudizio sulle guide è pienamente buono.

Il grafico fig. (11.5) rappresenta la valutazione alla seconda domanda:

**Cosa ti aspetti quando visiti una mostra? Descrivi brevemente**

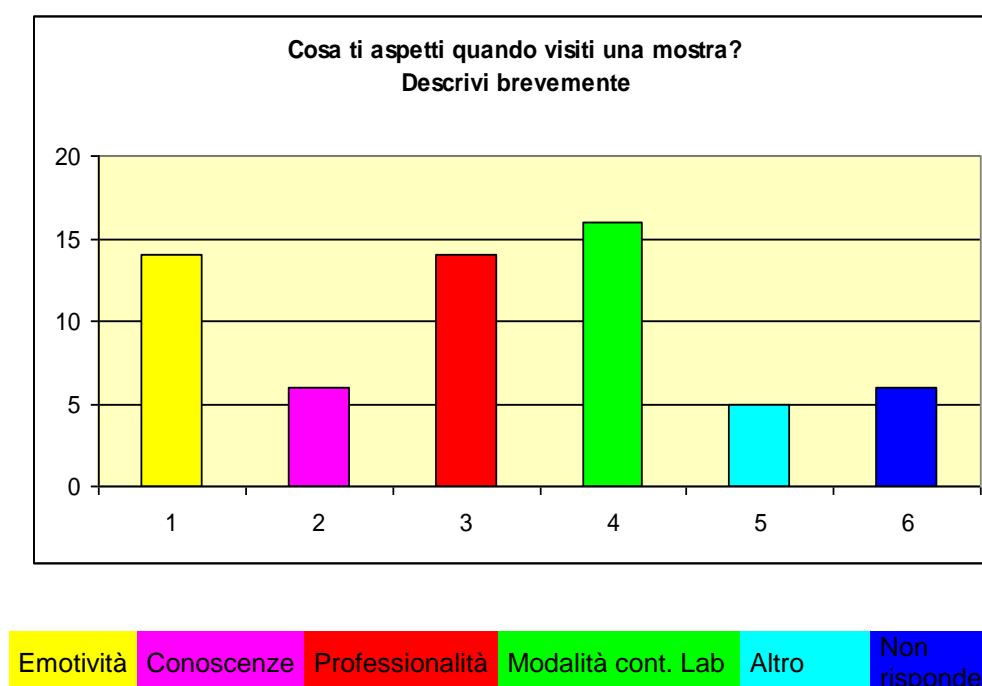


fig. 11.5

Il grafico mette in evidenza le sei tipologie collocando, fra i desiderata dei fruitori, al primo posto le modalità e il contesto laboratoriale, la secondo, a pari valutazione, troviamo emotività e professionalità al terzo posto si collocano le conoscenze.

*Modalità e contesto laboratoriale* descrivono il come, nei vari scenari, la comunicazione è utilizzata a questa i visitatori hanno unito l'interesse creato dalle guide unito alla loro professionalità. Rimangono in secondo piano le conoscenze e tutti gli altri aspetti. Sono tanti quelli che non hanno fornito risposta.

La prima colonna raggiunge il (36,8 %), a seguire (15,8%), (36,8%), (42,1), (13,2), (15,8).

Il grafico (fig. 12.5) rappresenta la valutazione alla terza domanda  
 Terza domanda: **Cosa vorresti trovare in una mostra? Descrivi brevemente**

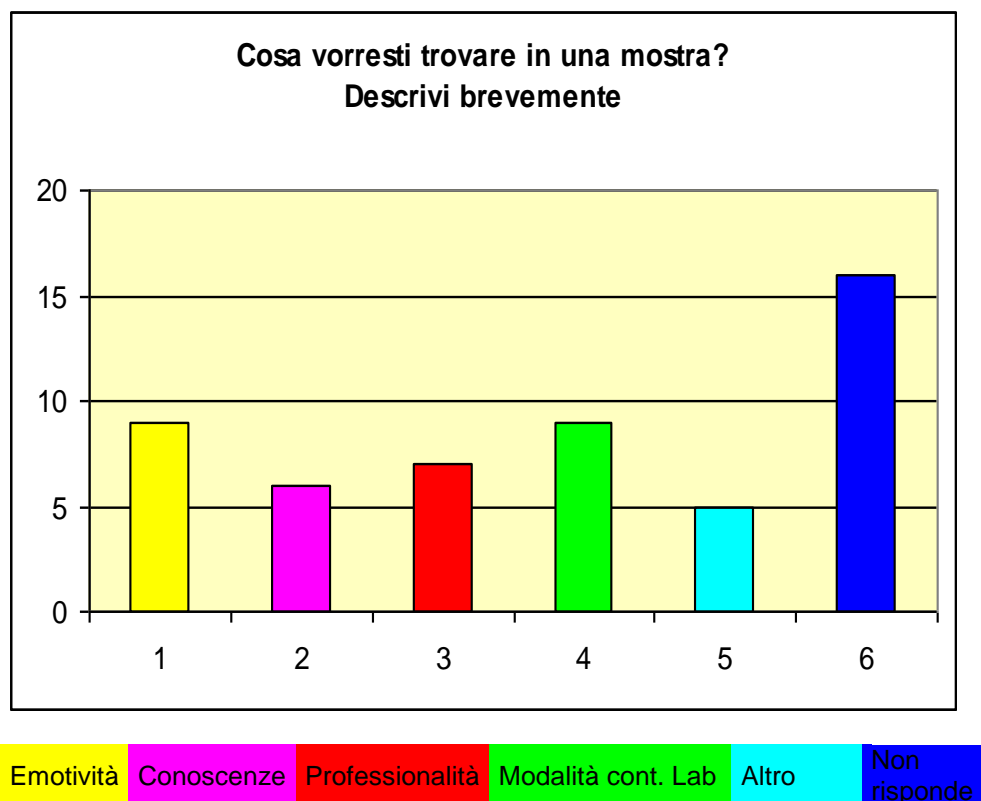


fig. 12.5

La colonna non risponde ha totalizzato la massima percentuale (42,1%) emotività e modalità e contesto laboratoriale rimangono ancora al centro degli interessi dei visitatori (23,7%) a seguire professionalità (18,4%), conoscenze (15,8%), e altro (13,2%).

La quarta domanda ha chiesto ai visitatori di Indicare tre esperienze, fra quelle esposte nei 12 tavoli, che li avevano particolarmente coinvolto

Classificare le risposte a questa domanda ha presentato maggiori difficoltà per l'impossibilità di catalogare i titoli formulati dai visitatori, infatti si è reso necessario ricostruire la tabella 6.5 dove in prima colonna sono riportati i titoli utilizzati in fase di compilazione del questionario, in seconda colonna quelli derivanti dalla lettura della relazione stilata da una guida su richiesta del coordinatore della mostra, in terza colonna i titoli presenti nel sito Do you play Mathematics? In alcuni casi si è reso indispensabile intervistare alcune guide. Queste ultime sono contrassegnate, in tabella 5.5, con

l'asterisco.

tabella. 5.5

Sezioni/ tavoli		Titoli relazione guida	risposte alunni	Titoli nel sito
1	1	Moti: perpetuo circolare		
2	2	Bolle di sapone: linee e superfici minime	Bolle di sapone; Esperimento col sapone, Quello degli strumenti utilizzati con il sapone e l'acqua, *La proiezione del maialino; *Il porcellino in tre dimensioni; *Effetto ottico del maialino	Minimalità: Le bolle di sapone I ponti di Maillart La curvatura media Il principio di minima azione Le tende di Otto Frei Le sculture di Helaman Ferguson
3	3	Aree e volumi massimi, ellisse e parabola	L'ellisse, L'ellisse *L'esperimento delle biglie. *Giochi pratici svolti *Le costruzioni	Massimi e minimi: Vedendo con le mani Pitagora e il suo teorema
4	4	Giochi logici, serie di giochi di legno		I giochi Puzzles
5	5-6	Giochi aritmetici	Quei rompicapo Quesiti con i numeri	Giocando con i numeri
6	7	Prodotti notevoli		
7	8	Area	Figure 3D	Immagini e modelli della matematica: Dall'elicoide al catenoide La superficie di Enneper Rotondi e mastri di Moebius La superficie di Costa La superficie di Dini Le finestre di Figiani Da Moebius a Klein I cerchi di Villerceau La bottiglia di Klein.
8	9	Solidi platonici, figure piane e solide regolari	La composizione dei poligoni con le varie forme, Le prove di composizione dei solidi in generale Componento delle figure geometriche, Figure componibili Assemblaggio dei quadrati	
9	10-11-12	Teorema di Pitagora	Dimostrazione teoremi	Dimostrazione, teorema di Pitagora 1 - 2 - - 3, Esagoni 1 - 2, stelle 1- 2, Teorema di Euclide e teorema di Pappo
10	13-14-8	Geometria sferica e angoli solidi	Gli specchi	Geometria sferica
11	15	Topologia		Topologia
12	16-17	Problemi dei		

		ponti Königsberg	di		
--	--	---------------------	----	--	--

Il grafico (fig. 13.5) rappresenta la valutazione alla quarta domanda  
**Indica tre esperienze, fra le dodici esposte, che ti hanno particolarmente coinvolto**

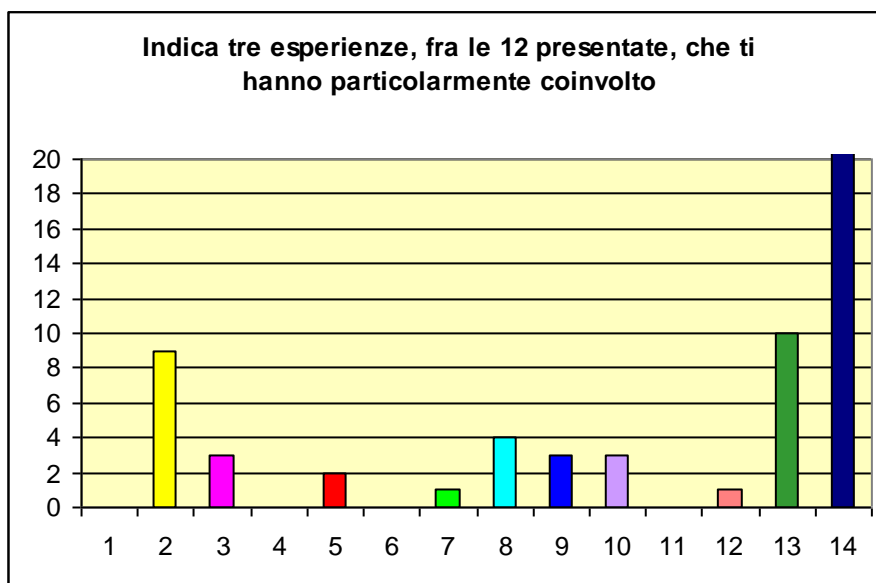


fig. 13.5

Il dato che attira maggiormente nella lettura e analisi del grafico sono:

1. i dati della colonna 14 *Non risponde* che raggiunge il 36,8%;
2. non vengono mai menzionate le esperienze corrispondenti ai tavoli: 1-4-6-11;
3. è citata 1 sola volta l'esperienza del tavolo 12 e 2 volte quella del 5;
4. 3 volte quella dei tavoli 3-9-10; 4 volte quella del tavolo 8;
5. l'esperienza più richiamata, 9 volte, quella del tavolo 2 (15,79%).
6. Anche la colonna 13 della la tipologia *Altro* riporta il 18,4%

Le percentuali relative alle colonne del grafico sono riportate in tabella 6.5

tab. 6.5

n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
%	0,0	23,7	7,9	0,0	5,3	0,0	2,6	10,5	7,9	7,9	0,0	2,6	18,4	36,8

Il tempo trascorso fra la visita e la compilazione del questionario, circa un mese, sembra abbia cancellato il ricordo dell'esperienza oppure, questa è la nostra posizione, la visita alla mostra non ha aumentato in modo incisivo sulle conoscenze degli studenti visitatori.

Non ricordare i titoli di 3 fra le 12 esperienze esposte, in studenti di Scuola Secondaria di 2° grado con età compresa fra i 16 e 19 anni è segno che la visita non ha lasciato grande traccia nel loro vissuto. L'altra lettura potrebbe portarci a dire attribuisce questi



risultati alla presenza di 9 domande forse erano eccessive? In entrambe le ipotesi l'analisi è convalidata dai risultati *Non risponde* e dalla presenza di espressioni "Nulla e Nulla".

## **Conclusione**

I contesti e scenari esaminati, nella loro eterogeneità, hanno evidenziato le peculiarità dell'ambito divulgativo e scolastico da un lato e dall'altro il ruolo del Comunicatore-Divulgatore e Insegnante. Analizzare i diversi scenari e contesti ha permesso di individuare gli aspetti che caratterizzano la divulgazione efficace. Nel caso della Lectio Magistralis abbiamo mostrato l'alternarsi di diverse interazioni messe in atto dal divulgatore per catturare il pubblico. La percezione da spettatrice era di un pubblico attento e catturato dal conferenziere in tutte le sue componenti, anche i più piccoli. Non abbiamo però dati empirici che ci consentono di provare tale percezione. Una pista di ricerca aperta è individuata da questo primo risultato del nostro lavoro e sarà discussa nelle conclusioni.

Nei contesti relativi a scenari di mostre temporanee, abbiamo analizzato il punto di vista del partecipante ad un evento di divulgazione scientifica. Si è trattato di alunni accompagnati dai loro insegnanti; in questo caso è emersa la difficoltà della costruzione sensata e consapevole delle conoscenze scientifiche. L'episodicità, l'estemporaneità e le condizioni dell'esperienza di visita ad una mostra sembrano fattori determinanti nella persistenza di tali difficoltà. Abbiamo inoltre osservato che gli alunni in visita alle mostre hanno indossato *l'usuale abito* dell'alunno. Tale osservazione conduce ad una seconda domanda: in che modo si può caratterizzare una relazione virtuosa tra la partecipazione ad esperienze di divulgazione scientifica, come le visite alle mostre e musei o la visitazione di siti, e l'esperienza scolastica. A partire dai risultati del nostro lavoro cercheremo di delineare uno sviluppo di ricerca tendente a identificare in che modo e a quali condizioni i due ambiti, divulgativo e scolastico, possono incontrarsi e rinforzarsi nel raggiungimento dell'obiettivo di sviluppare il lato culturale e quello emotivo-motivazionale, entrambi fondamentali per la costruzione delle conoscenze scientifiche e più in generale nella formazione dell'alunno come cittadino e parte del *grande pubblico*.



## Capitolo 6. Conclusioni

Questo capitolo raccoglie i risultati di questa ricerca avente come oggetto il vasto e complesso fenomeno della divulgazione scientifica; le risposte, spesso parziali, alle questioni poste inizialmente sono presentate insieme alle domande rimaste ancora aperte.

*“La divulgazione è uno dei mezzi che consentono al sapere di varcare i confini della ristretta comunità degli scienziati. È un processo di trasformazione del sapere condizionato dalle relazioni che si instaurano tra gli scienziati e loro diversi pubblici”.*

Questa definizione di divulgazione scientifica pensiamo possa sintetizzare e cogliere gli aspetti che caratterizzano il fenomeno divulgativo come insieme di metodi e pratiche complesse volte alla diffusione delle conoscenze scientifiche presso il grande pubblico.

Delinare una definizione di divulgazione scientifica è una operazione complessa come hanno messo in evidenza anche le testimonianze di esperti intervistati che studiano e diffondono la scienza. Le loro risposte<sup>376</sup> rimandano a soggetti, a luoghi, finalità e modalità di comunicazione di tipo trasmissivo-informativo più che ad aspetti caratterizzanti la divulgazione scientifica come fenomeno. Nessuna risposta ha rilevato l'aspetto fondamentale della divulgazione: trasposizione e trasformazione dei saperi. Tale trasformazione è una caratteristica intrinseca della diffusione dei saperi scientifici. Abbiamo inoltre ritenuto necessario introdurre una distinzione tra la diffusione dei saperi a finalità divulgativa e la diffusione dei saperi che ha altre finalità, come ad esempio quella formativa dell'istituzione scuola.

Il nostro lavoro considera gli scenari di divulgazione scientifica come contesti potenzialmente atti a realizzare un apprendimento di conoscenze scientifiche. Si tratta di apprendimenti che si collocano fra *l'apprendimento informale e quello non formale*, intesi nel senso ad essi attribuito dalle due definizioni, nel documento di Lisbona del Consiglio Europeo (2000). Tali apprendimenti, contrariamente all'*apprendimento formale*, a carico dell'Istituzione scuola, *di norma non sfociano in una certificazione e nella maggior parte dei casi non sono intenzionali*.

*L'apprendimento informale, che deriva dalle attività della vita quotidiana legate al lavoro, alla famiglia o al tempo libero, non è strutturato in termini di obiettivi di*

---

<sup>376</sup> L'intervista fatta ad esperti è presentata nel cap. 1, §4.1, pp. 12-13 Ricordiamo alcune delle risposte alla domanda *“Chiamata/o a dare una definizione di Divulgazione scientifica ne darebbe una o più di una? Quale/i?”*:

*“[...] qualsiasi forma di comunicazione tesa a diffondere cultura. Quindi il giornalismo, le mostre, i libri, i festival, le trasmissioni televisive etc. La divulgazione scientifica è pertanto la comunicazione, nelle sue varie forme, rivolta a un pubblico grande”; “Attività mirante a diffondere [...] un'immagine corretta della scienza, senza il prerequisito di una specifica preparazione disciplinare”; “[...] trasferire concetti fondanti in modo semplice ma con rigore scientifico[...]”; “[...] contribuire alla crescita culturale e tecnologica della società che necessita di corrette informazioni in settori [...] ambiente ed energia ma significa anche ripercorrere le tappe storiche più significative della ricerca scientifica”; “Possiamo definire divulgazione scientifica tutta quella serie di attività che consentono di sviluppare una cultura scientifica diffusa e un apprezzamento della scienza a livello sociale”; “Tradurre in linguaggio semplice i risultati più importanti della ricerca scientifica”.*

*apprendimento, di tempi o di risorse, mentre quello non formale è strutturato in termini di obiettivi di apprendimento ed è intenzionale dal punto di vista del discente.*

Seguire uno spettacolo, partecipare ad una conferenza, visitare un museo o una mostra ritrovarsi a consultare un sito web, ma anche discutere in famiglia o con gli amici su argomenti scientifici, sono alcune volte fatti occasionali e non intenzionali per l'apprendimento. L'intenzionalità di apprendere non è infatti necessariamente esplicita e consapevole per il fruitore, ciononostante noi riteniamo che in tutti questi contesti si possano realizzare gli apprendimenti classificabili come non formali o informali. In tutti questi contesti di divulgazione scientifica è d'obbligo prendere in considerazione anche l'intenzionalità dell'erogatore. Abbiamo cercato di esaminare questo aspetto attraverso l'analisi di uno dei contesti dello studio di caso, la *Lectio Magistralis* di U. Eco nell'ambito del Festival della Matematica (Roma nel 2008). Abbiamo evidenziato come sia riuscito nel suo intento di comunicare al pubblico alcuni degli *Usi perversi della Matematica* alternando, nello sviluppo della conferenza, momenti diversi che abbiamo caratterizzato in termini di tipologia di *contratti-non didattici e debolmente didattici*

Possiamo considerare questo esempio come emblematico di una intenzionalità divulgativa, e quindi non didattica nel senso che il divulgatore non ha obblighi didattici nei confronti del pubblico. Nella generalità dei contesti di divulgazione il divulgatore non deve valutare ciò che il fruitore ha effettivamente appreso. Tutta la responsabilità e la possibilità di apprendimento ricadono sul fruitore. Diversamente dalla diffusione del sapere a finalità didattica, l'assenza della valutazione, nel senso di giudizio emesso da chi sa nei confronti di chi non sapeva e dovrebbe aver imparato, è carattere specifico di tutti i contesti divulgativi. Questa distinzione ovvia e naturalmente condivisibile è solo apparentemente banale se si vuole cercare di conoscere meglio e descrivere il *funzionamento del fenomeno divulgativo*.

### **Formazione, educazione, divulgazione scientifica**

Per spiegare e descrivere il funzionamento del fenomeno divulgativo abbiamo posto alla base del nostro studio l'analogia tra *docente-comunicatore, allievo-pubblico e sapere scolastico-sapere scientifico divulgato*.

In ogni situazione di divulgazione, di educazione o più specificatamente di formazione e di istruzione, perché si realizzi l'apprendimento, si devono verificare le condizioni affinché sia potenzialmente, realizzabile una situazione a-didattica e quindi si inneschi un processo di devoluzione. Chi apprende deve essersi posto, anche inconsapevolmente, le domande pertinenti rispetto alle conoscenze in gioco e in relazione a quelle già possedute. La situazione a-didattica è potenzialmente quella che dovrebbe essere più diffusamente e naturalmente realizzata in ambito divulgativo.

Secondo la Teoria delle situazioni<sup>377</sup> se il processo di devoluzione ha funzionato e una conoscenza in gioco si è costruita è necessario che si realizzi il processo di istituzionalizzazione, inverso a quello di devoluzione. L'istituzionalizzazione è il riconoscimento di quel sapere all'interno di un corpus scientifico, è il processo che consente, a chi ha appreso, di attribuire ad una conoscenza il carattere universale e culturale di sapere riutilizzabile. È la fase della consapevolezza dei saperi acquisiti. Questo processo dovrebbe caratterizzare anche il sistema divulgativo ma gli scenari da

---

<sup>377</sup> Alcuni degli aspetti teorici di tale teoria da noi utilizzati sono sintetizzati nel cap.1 § 1.4.3, pp. 21-23

noi analizzati non realizzano tale condizione. Spesso il sapere divulgato rimane ad un livello superficiale finalizzato a realizzare reazioni di meraviglia attraverso la semplice descrizione del fenomeno senza arrivare alla sistemazione ordinata degli eventi decisivi anche di livello astratto e formale. Sembra rimanere prerogativa dell'apprendimento formale l'uso del linguaggio formalizzato e prerogativa dell'apprendimento non formale e informale quella di creare sensazionalismi.

Siamo d'accordo con Cerroni nel riconoscere che ogni individuo si porta con sé un certo *rumore di fondo* che comprende il *sentito dire*, frutto delle conversazioni quotidiane e delle credenze, e le *idee e credenze* rimaste ancora ad un livello *superficiale* e non ancora strutturate. Un primo livello di strutturazione è quello generato dalla semplificazione fornito dai media che viene accettato perché condiviso e a molti rinvia al vissuto, o perché coinvolge e comunica la sensazione d'interagire con quanto viene proposto. Queste situazioni non potranno, o difficilmente porteranno, alla sistemazione ordinata degli eventi decisivi e tanto meno all'apprendimento di un sapere astratto, formalizzato e riutilizzabile.

Il nostro lavoro ha dimostrato la possibilità che un processo di istituzionalizzazione si realizzi in situazioni che necessitano però un'interazione fra scuola e contesto divulgativo.

Nello studio di caso abbiamo analizzato, attraverso le risposte degli alunni che hanno partecipato ad un'attività di laboratorio durante una manifestazione divulgativa temporanea, come sia complesso lo sradicare delle credenze<sup>378</sup> che si annidano nelle conoscenze degli alunni. La trasformazione delle credenze in idee passa anche attraverso la denominazione e il riconoscimento dei saperi appresi, ma deve cioè attivarsi quello che abbiamo identificato come processo di istituzionalizzazione..

Le risposte alla domanda *Che cosa è la luce*, posta agli alunni di una Scuola Primaria prima della visita alla mostra, hanno confermato la presenza di credenze<sup>379</sup> frutto del vissuto individuale, che solo in parte sono state rimosse e trasformate in idee<sup>380</sup> a seguito della partecipazione al laboratorio sulla luce. Rileviamo ancora, come fatto prevedibile, che alcune credenze permangono e si accompagnano alla presenza di saperi scientifici corretti e di nuovi saperi.<sup>381</sup>

Nei contesti inquadrati come scenari di mostre temporanee, abbiamo analizzato il punto di vista degli alunni che partecipavano all'evento accompagnati dai loro insegnanti. Dalle nostre analisi è emersa la loro difficoltà per una costruzione sensata e consapevole delle conoscenze scientifiche. L'episodicità, l'estemporaneità e le condizioni dell'esperienza di visita ad una mostra sembrano fattori determinanti nella persistenza di

---

<sup>378</sup> I Termini credenze e idee sono utilizzati nel senso di Cerroni presentato nel cap. 1, § 1.4.1 pp. 17-18.

<sup>379</sup> Alcune delle risposte iniziali: *“Un interretore che è collegato all'elettricità e quando lo schiacci si accende”*; *“Dio che ci illumina”*; *“Accumulo di energia in un sacchetto che si scoppia ed esce la luce”*; *“Luce della luna”*; *“La lampadina e una bolla di vetro per non accecare dentro c'erano due fili elettrici con al capo due pezzi, di vetro e il pezzo di vetro espandeva l'elettrico e si trasformava in luce”*.

<sup>380</sup> Alcune definizioni date dagli alunni dopo la conclusione dell'esperienza: *“Energia”*; *“Campo di forza luminosa”*; *“Energia luminosa”*; *“Flusso di energia solare”*; *“Fonte di calore”*; *“Energia elettrica”*; *“Energia alimentata dall'elettrico”*; *“Energia che proviene dal sistema solare”*; *“Scarica di elettricità luminante”*; *“Un raggio illuminante che acceca se lo guardi ma però fa crescere le piante”*.

<sup>381</sup> Alcuni dei termini utilizzati nelle risposte fornite dopo la conclusione dell'esperienza: *il percorso rettilineo della luce, la riflessione dei raggi sugli specchi, l'uguaglianza fra angolo d'incidenza e riflessione.*

tali difficoltà. Abbiamo inoltre osservato che gli alunni in visita alle mostre hanno continuato ad indossare *l'usuale abito* dell'alunno. L'esperienza ha tuttavia delineato una possibilità di esistenza di una relazione virtuosa tra la partecipazione ad esperienze di divulgazione scientifica e l'esperienza scolastica

Il nostro studio non permette di avere risposte sulla effettiva realizzazione di apprendimenti consapevoli nel caso del fruitore di un evento divulgativo che aderisce spontaneamente, in situazioni con carattere episodico. Uno studio di caso più specifico e prolungato nel tempo si rende necessario per analizzare meglio le specificità del processo di apprendimento nei contesti di divulgazione scientifica che coinvolgono il generico fruitore, compreso l'individuo che occasionalmente si imbatte nella visita virtuale attraverso la navigazione nei sempre più numerosi siti a carattere divulgativo. Tutto questo potrebbe comportare anche l'ampliamento del quadro di riferimento teorico e lascia aperta la questione della costruzione di un paradigma atto a descrivere il fenomeno della divulgazione scientifica e la verifica della possibilità dell'esistenza della divulgazione scientifica come disciplina a se stante.

### **Divulgazione scientifica e divulgazione matematica verso il grande pubblico**

Nonostante il proliferare dei più svariati scenari di divulgazione scientifica, ancora oggi come rilevato nel rapporto Bodmer del 2000, la cultura scientifica non ha raggiunto il grande pubblico. La cultura scientifica non è neanche da tutti vissuta consapevolmente come una componente della *razionalità* umana, ma spesso considerata come ambito di conoscenze e modi di pensare limitati a certi ambiti molto specializzati.

Un primo passo verso il superamento di questa cristallizzazione può essere data dall'interazione tra i due ambiti, divulgativo e scolastico. Siamo convinti che essi possono incontrarsi e rinforzarsi e sviluppare sia il lato culturale che quello emotivo-motivazionale, entrambi fondamentali per la costruzione delle conoscenze scientifiche e più in generale nella formazione dell'alunno come cittadino e parte del *grande pubblico*. Si muovono in tal senso, per ciò che riguarda la divulgazione scientifica e matematica in particolare i musei scientifici italiani, di cui abbiamo visionato e studiato i siti il *Museo Della scienza e Tecnica Leonardo da Vinci e Il giardino di Archimede*. L'aspetto culturale si manifesta attraverso la ricerca dei modi di presentare le scienze, Matematica compresa, come parte non statica della cultura, in connessione con altre discipline, attraverso le scoperte tecnologiche, nel loro volto storico e quindi umano. Questi sono aspetti curati nei contesti divulgativi da noi esaminati e spesso trascurati o assenti nella versione scolastica delle stesse discipline.

Il primo obiettivo, ancora da raggiungere, è quello di fare in modo che il grande pubblico percepisca le scienze e la matematica come strumenti di conoscenza critica, come accrescimento culturale per le implicazioni che esse hanno in tutti gli aspetti della vita da quelli scientifici a quelli applicativi, sociali ed umani. A tal fine assume importanza fondamentale il ruolo del divulgatore e della sua preparazione. Quali titoli accademici, preparazione e requisiti devono possedere il divulgatore, il giornalista, il comunicatore scientifico? Come si colloca il divulgatore scientifico vista l'esistenza di ordini per una molteplicità di professioni, ma non di quello dei divulgatori scientifici? Assistiamo oggi alla nascita delle prime Istituzioni di formazione di tali figure e crediamo sia questa la strada affinché attraverso la divulgazione si realizzino tutte le interazioni comunicative che possono contribuire a far sì che la scienza diventi un bene pubblico globale.

## ***Bibliografia***

1. AA.VV., Storia del Pensiero Filosofico e Scientifico, 1977, a cura di Ludovico Geymonat, Garzanti, Milano
2. AA.VV., 1982, La scienza in tasca, editrice Bibliografica, Milano
3. AA VV, 1982, La storia delle matematiche in Italia, Atti del congresso Cagliari, 29-30 Settembre, 1 Ottobre, Monograf, Bologna
4. AA.VV., 2006, Da Casati a Gentile, momenti di storia dell'insegnamento secondario della Matematica in Italia, a cura di Livia Giacardi, Agorà Publishing, Lugano
5. AAVV, (2008) Festival della Matematica, La regina delle scienze, Catalogo
6. AAVV, 1988, a cura di Anna Rosa Guerriero, L'educazione linguistica e i linguaggi delle scienze, Quaderni del Giscel/4, La Nuova Italia, Firenze
7. AAVV, 1984, Guida per il Museo Della Scienza e della Tecnologia Leonardo Da Vinci
8. AA VV, 2003, Comprensione pubblica della scienza, Storia delle Scienze, vol.1 Treccani, Roma
9. AA.VV., 2004, Matematica e cultura in Europa, a cura di Mirella Manaresi, Springer, on-line
10. Abbagnano Nicola - Fornero Giovanni, 1996, Protagonisti e testi della Filosofia vol. I°, Paravia, Torino
11. Alcuino di York, 2005, Giochi matematici alla corte di Carlomagno. Problemi per rendere acuta la mente dei giovani, Traduzione italiana a cura di Raffaella Franci, Edizioni ETS
12. Angela Piero, La comunicazione scientifica, in Il Grillo, Rai Educational, puntata del 7/5/2002 (registrazione del 7/2/2002).
13. Angela Piero, Raccontare la scienza (a cura di Giuseppe Ferrari), Pratiche Editrice, Milano 1998, p. 65.
14. Antonino B, Olmi G., Tavoni M. G., 2007, Il libro illustrato a Bologna nel settecento, (catalogo a cura di), Alma Mater Studiorum, Università di Bologna, on-line
15. Aristotele (384- 322 a. C.) Metafisica, Libro Primo, on-line
16. Asor Rosa Salvatore, 1975, La Cultura, Einaudi, Torino
17. Austori Giovanni, 2005, di cosa parliamo quando parliamo di scienza? Conversazioni su divulgazione e immaginario scientifico: protagonisti della Scienza e Comunicazione a confronto, Tesi Dottorato, SISSA, Trieste
18. Bachelard Gaston, 1938, La formazione dello spirito scientifico, ristampa 1995, Raffaello Cortina Editore, Milano
19. Bagni Giorgio Tommaso, Cultura e scienza nella Marca del Settecento: la Schola riccatiana, (in via di pubblicazione)
20. Bartolini Bussi, M. G., Ferri, F. e Mariotti, M. A., 2005, L'educazione geometrica attraverso l'uso di strumenti: un esperimento didattico, L'insegnamento della matematica e delle scienze integrate, vol. 28° (2),
21. Bartolini Bussi, M. G., Maschietto, M., 2005, Macchine Matematiche: dalla storia alla scuola, Milano: Sprinter
22. Battifoglia Enrica, 2004, Modalità di comunicazione divulgativa nelle riviste italiane di scienza popolare (1788-2002) <http://www.jcom.sissa.it/archivi/>
23. Beretta Marco 2002, Storia materiale della scienza, Bruno Mondadori, Milano
24. Bernardini Carlo - Tullio De Mauro, 2003, Contare e raccontare, Laterza, Roma-Bari

25. Bernardini Carlo, Divulgazione in controtendenza, in Sapere, n. 6/2003, novembre-dicembre,
26. Bessot Annie, 1994, Panorama del quadrato teorico della didattica della Matematica in Francia, l' *Educazione Matematica* n°1 Febbraio
27. Bodmer Walter, 1985, *The Public Understanding of Science*, London, Royal Society
28. Boero Paolo, 1986, *Insegnare Matematica nella scuola di tutti*, Fabbri Editori, Milano
29. Boyer Carl B., 1976, *Storia della Matematica*, Oscar Mondatori, Milano
30. Brousseau Guy, 1986, *Theorie des situations didactiques*, La Pensée Sauvage, Grenoble
31. ID., 2005, Ricerche in educazione Matematica, in *L'educazione Matematica*, Anno XXVI-Serie VIII- Vol. 1n. 2 Giugno, Rivista quadrimestrale a cura del Centro di Ricerca e sperimentazione dell'educazione matematica di Cagliari, traduzione a cura di Maria Polo
32. ID., (...) *Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques*, *Recherches en didactique del mathématiques* 4 (2)
33. ID., 1997, *Les diffusions de connaissance sans intention didactique*, Università di Montréal in occasione del conferimento del titolo di Docteur Honoris Causa, on-line
34. Carrada Giovanni, 2005, *Comunicare la scienza Kit di sopravvivenza per i ricercatori*, I quaderni dell'MdS, on-line
35. Carocci Gianpiero, 1995, *Storia del fascismo*, Newton, Roma
36. ID., 1996, *Storia dell'Italia moderna dal 1861 ai nostri giorni*, Newton, Roma
37. Castelfranchi Yuri, Pitrelli Nico, 2007, *Come si comunica la scienza?*, Laterza Roma-Bari
38. Cerina Lucia, 2009, *Contratto Didattico: problem solving e pratica didattica nella Scuola Primaria*, Tesi di Dottorato, Università di Cagliari.
39. Cerroni Andrea, 2002, *Libertà e pregiudizio Comunicazione e socializzazione alla conoscenza*, Franco Angeli, Milano
40. Cerroni Andrea, 2007, *Un bisogno "vitale"*, in *Scienza & Vita*, (rivista) pp.135-138
41. ID., 2005, *Scienza e società della conoscenza*, De Agostani Scuola SpA, Novara
42. Cerroni Umberto, 1995, *Il pensiero politico del novecento*, Newton, Roma
43. Chevallard Yves, 1985, *La trasposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné*, La Pensée Sauvage, Grenoble
44. ID. 1999, *L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique*, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol. 19, (2), 221-266
45. Cremona Luigi, 1860, *Considerazioni di storia della geometria*, in *Politecnico*, Milano, n°6, p.323
46. Cremona L. e Brioschi F., 1869, *Lettera al Direttore*, in *Giornale di matematiche di Battaglini*, Napoli, pag.51
47. De Mauro Tullio, 1980, *Guida all'uso delle parole*, Editori Riuniti, Roma
48. ID., 2004, *La cultura degli italiani*, Laterza, Roma-Bari
49. ID., 1989, *Il grande dizionario italiano dell'uso*, UTET, Torino
50. Dedò Maria, *La Matematica nella Società e nella Cultura Bollettino dell'Unione Matematica Italiana* (8), 4-A, agosto 2001, pp. 247-275.
51. Di Sieno, Mostre Simonetta , (2002) *Mostre di matematica: soltanto una nuova moda o una strategia interessante?*, *Bollettino U.M.I., La Matematica nella società e nella cultura*, Serie VIII, vol. V – A (3), 491,-514



52. ID., Mostre Simonetta , (2003) Matematica al Museo, Bollettino U.M.I., La Matematica nella società e nella cultura, Serie VIII, vol. VI – A (1), 85,-103
53. Don Lorenzo Milani, 1970, Lettere, a cura di Michele Gesualdi, Arnoldo Mondadori, Milano
54. Duran John, 1998, Scienza in pubblico Musei e divulgazione del sapere, CLUEB, Bologna
55. Einstein Albert, Leopod Infeld, 2000 (10 edizione), L'evoluzione della fisica, Universale scientifica Boringhieri, Torino
56. Einstein Albert, Pensieri degli anni difficili, Universale scientifica Boringhieri, Torino
57. Fabbri Daniele, -, Piccola storia del D.D.T., on-line
58. Fontanelle Bernard les Bovier, 1839, Entretiens sur le pluralità des mondes, Garnier, Parigi
59. Funari Stefania, Li Calzi Marco, lettera matematica 72 pristem, maggio 2009, Sprinter, Università Bocconi, Milano
60. Furinghetti Fulvia, 2005, Da Casati a Gentile, in L. Giacardi (cur.), Agorà Publishing, Lugano, pp.181-237
61. Gamba E., Montebelli V., Piccini P., La Matematica di Piero della Francesca, Lettera matematica 59, Pristem, giugno 2006, Centro Elusi, Università Bocconi, Sprinter, Milano
62. Garzia R., 1929, Enciclopedia italiana, vol. II, Istituto dell'Enciclopedia Italiana
63. Garzoni Tommaso, 1585, ristampa 1996, La piazza universale di tutte le professioni del mondo, Einaudi, Torino
64. Gennai Patrizio, 1874, Guida all'Orto Botanico della Regia Università di Cagliari, <http://www.webcache.googleusercontent.com>
65. Gibson Wiliam – Sterling Bruce, 1999, La macchina della realtà, Mondadori, Milano
66. Giordano Paolo, 2008, La solitudine dei numeri primi, Mondadori, Milano
67. Gola Giancarlo, 2007, L'apprendimento informale degli insegnanti Prospettive di ricerca sulle pratiche didattiche, hrcak.hr, Metodici obozori 3(2008), str. 63-79
68. Govoni Paola, 2002, Un pubblico per la scienza, Carocci, Roma
69. ID., 2004, Che cos'è la storia della scienza, Carocci, Roma
70. Gramsci Antonio, 1955, Gli intellettuali e l'organizzazione della cultura, Einaudi, Torino
71. Gramsci Antonio, 1954, Passato e Presente, Einaudi, Torino
72. Guerreggio Angelo e Pietro Nastasi, 2008, Roma 1908: il congresso internazionale dei matematici, Bollati Boringhieri, Torino
73. ID., Roma 1908: il congresso internazionale dei matematici, Universale bollati Boringhieri, Torino, 2008
74. Incarbone Flavio, 2008, Catalogo, Il Museo della Scienza e Cultura, Despringing, Novara
75. Kun Thomas S., 1978, La struttura delle rivoluzioni scientifiche, Einaudi, Torino
76. Lai Sebastiana, Trasposizione didattica: vincoli del sistema scolastico, in La didattica dell'Astronomia, supplemento n°3 a Giornale dell'Astronomia, marzo 2002, Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali, Pisa-Roma
77. L'Orefice Paolo, 1996, Continuum educativo nel sistema formativo europeo, Cultura, Scuola, Identità nella prospettiva europea, Valdés, Cagliari
78. Lunari Stefania, Li Calzi Marco, lettera matematica 72, pristem, maggio 2009, Springer

79. Murialdi Paolo, 1974, *La stampa italiana del dopoguerra 1943-1972*, Laterza, Roma-Bari
80. Natale Giuseppe, Colucci Francesco p., Natoli Antonio, *La scuola in Italia Dal 1859 ai decreti delegati*, Mazzotta, Milano, 1975
81. Orrù Roberto, *Formazione senza istruzione*, in *Costruttivismo e scienze della formazione*, Gattico E.-Storari G. P., Edizioni Unicopli, Milano
82. Pacioli Luca, 2009, *De viribus quantitatis*, prefazione di Biancastella Antonino e commento di Giorgio Bagni, Eboea Edizioni, Bologna
83. Piaget J., 1967, *Lo sviluppo mentale del bambino e altri studi di psicologia*, Einaudi, Torino
84. ID., 1969, *Logica e psicologia*, La Nuova Italia, Firenze
85. Peano Giuseppe, 1924, *Giochi di Aritmetica e problemi interessanti*, Pavarina, Torino
86. Pira Michelangelo, 1983, *La rivolta dell'oggetto*, Giuffrè, Milano
87. Polo Maria, 2005, *La trasposizione didattica della matematica: per un curriculum praticabile*, *Insegnare la matematica nella scuola di tutti e di ciascuno* (a cura di) R.L. Ancona, E. Faggiano, A. Montone, R. Pupillo, pp. 230-235, Ghizzetti e Corvi Editori, Milano
88. ID., 2000, *Interpretare e gestire le risposte degli alunni nelle attività con la matematica*, *La matematica e la sua didattica*, n°4, pp. 423-437, Pitagora, Bologna
89. Pompeo Faracovic Ornella, 2006, *Enriques, Gentile e la Matematica*, in L. Giacardi (cur.), *Agorà Publishing*, Lugano, pp.305-321
90. Price De Solla John Derek, 1961, *Science Since Babylon*, Yale University Press, New Hve, enlarged
91. Ricci Emiliano, 2005, *Divulgazione scientifica Dialogo tra scienza, giornalismo e persuasione*, in AA.VV., *La magia della scrittura*, a cura di A. Lucchini, Sperling & Kupfer,
92. Rossi Paolo, 2000, *La vera Scienza Natura e modelli operativi della prassi scientifica*, Dedalo, Bari
93. ID., 2002, *La nascita della scienza moderna in Europa*, Laterza, Bari
94. ID., 2004, *I filosofi e le macchine 1400-1700*, Feltrinelli Editore, Milano
95. ID., 1973, *La rivoluzione scientifica: da copernico a newton*, Loescher, Torino
96. Rubbia Carlo, *Galileo e la divulgazione della scienza*, in *Galileo journal*, *Giornale di scienza e problemi globali*, Anno I, n.1 - Maggio 1996
97. Schott Roberto, 2008, *L'insegnamento della geometria descrittiva in Italia Da Casati a Gentile (1859-1923)*, Tesi di Dottorato, Università di Cagliari.
98. Storari Gian Pietro, 2005, *Cognitivismo e costruzione della conoscenza*, in *Costruttivismo e scienze della formazione*, Gattico E.-Storari G. P., Edizioni Unicopli, Milano
99. Tito Lucrezio Caro, 1994, *De rerum natura*, Garzanti, Milano
100. Tontini Valerio (2003), *La scienza divulgata*, on-line
101. Vita Vincenzo, 1986, *I programmi di Matematica per le scuole Secondarie dall'Unità d'Italia al 1986*, Pitagora Editrice, Bologna
102. Wynne Brian, 1989, *Sheepfarming after Chernobyl, A case Study in Communicating Scientific Information*, *Environment Magazine*, 31, 2
103. Ziman John, 2006, *Il lavoro dello scienziato*, Laterza, Roma-Bari
104. ID., 2002, *La vera scienza. Natura e modelli operativi della prassi scientifica*, Edizioni Dedalo, Bari

## *Indice dei siti*

### Capitolo 1. Questioni iniziali sulla divulgazione scientifica

[http:// www.it.wikipedia.org](http://www.it.wikipedia.org)  
[http:// www.people.sissa.it](http://www.people.sissa.it)  
[http:// www.mestieredi scrivere.com](http://www.mestieredi scrivere.com)  
[http:// www.ambra.unibo.it](http://www.ambra.unibo.it)  
[http://www.ec.europa.eu/public\\_opinion](http://www.ec.europa.eu/public_opinion)  
[http:// www.gokux.whats-up.it](http://www.gokux.whats-up.it)  
<http://www.massimianobucchi.nova100.ilsole24ore.com>  
<http://www.dti.gov.uk/ost/aboutost/dtiwhite/>  
[http:// www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu)  
[http:// www.explora.it](http://www.explora.it)  
<http://jcomsissa.it>  
[http://www. quadernoapquadretti.it](http://www.quadernoapquadretti.it)  
<http://www.galileonet.it>  
<http://www.emsf.rai.it/grillo/trasmissioni.asp?d=910>  
[. http://www.programmaleonardo.net](http://www.programmaleonardo.net)  
<http://europa.eu>  
<http://www.un.org.esa/sustdev/agenda21.htm>

### Capitolo 2. Genesi della divulgazione scientifica

<http://www.libroparlatosanvito.com>  
<http://www.multimediararchitecture.it>  
<http://www.archeostoriasplinder.com>  
<http://webcache.googleusercontent.com/>  
<http://www.forma-mentis.net>  
<http://translate.google.it/>  
<http://www.unisi.it>  
<http://webcache.googleusercontent.com/>  
<http://www.cedoc.mo.it>  
[www.unibelaprospettiva.uniurb.it](http://www.unibelaprospettiva.uniurb.it)  
<http://www.treccani.it>  
[www.syllogismos.it/history/cm-schola.pdf .](http://www.syllogismos.it/history/cm-schola.pdf)  
<http://www.lincci.it>  
<http://www.lincci-celebrazioni.it>  
[www.parados.it](http://www.parados.it)  
[web. Math.unifi.it/users/](http://web.Math.unifi.it/users/)  
<http://www.uriland.it/matematica/DeViribus/Presentazione.html>  
<http://www.uriland.it/>  
<http://www.cronologia.leonardo.it>  
<http://www.unicam.it/botanica/OrtoBotanico>  
[www.sma.unibo.it](http://www.sma.unibo.it)  
<http://www.parodos.it/filosofia/accademie.htm>  
<http://www.ortobotanico.Palermo.it>  
<http://www.horti.unimore.it/CD/Milano>

<http://www.horti.unimore.it/CD/Genova>  
<http://www.culturaitaliana.beniculturali.it/catalogo>  
[www.unibelaprospettiva.uniurb.it](http://www.unibelaprospettiva.uniurb.it)  
<http://www.ccb-sardegna.it/virtual/virtual-lorto.html>  
[www.comune.cuneo.gov.it](http://www.comune.cuneo.gov.it)  
[www.museologando.com](http://www.museologando.com)

### Capitolo 3. La divulgazione scientifica come fenomeno

<http://jcom.sissa.it/>  
<http://arXiv.org/blurb/pg96unesco.html>  
<http://www.eduscuola.it>  
<sup>1</sup> <http://google.it>  
<http://www.dm.unibo.it>  
<http://www.dm.unibo.it/socrates/convegno>

### Capitolo 4. Scenari e Contesti di divulgazione Matematica

<http://www.muse.it>  
<http://www.museionline.it>  
[www2.ceris.cnr.it/ceris/rapportitecnici/2009/RT27-09paziani.pdf](http://www2.ceris.cnr.it/ceris/rapportitecnici/2009/RT27-09paziani.pdf)  
[www.museoscienza.org/museo/](http://www.museoscienza.org/museo/)  
[www.archimede.ms](http://www.archimede.ms)  
<http://www.it.wikipedia.org>  
<http://www.imevolution.it>  
[http://www.wmsociety.org/tred/popolazione\\_rete.html](http://www.wmsociety.org/tred/popolazione_rete.html)  
[Web Content Accessibility Guidelines](http://www.useit.com)  
[www.useit.com](http://www.useit.com)  
[www.webusabile.it](http://www.webusabile.it)  
<http://www.sgsi.net/Norme ISO e Sicurezza Informatica.pdf>  
[www.ecn.org/xs2web/guida.htm](http://www.ecn.org/xs2web/guida.htm)  
<http://www.museionline.it>  
<http://www.w3.org/TR/css3-color/>  
<http://www.wmsociety.org/tred//index.html>  
<http://www.regioni-italiane.com/musei-sardegna.htm>  
<http://www.dm.unito.it/modelli/index.html>  
<http://www.mateureka.it/>  
<http://www.fondazionegalileogalilei.it>  
<http://www.dimat.unipv.it/biblio/modelli/>  
<http://www2.comune.roma.it/museomatematica/>  
<http://www.museo.unimo.it/theatrum>, e <http://www.museo.unimo.it/labmat>  
<http://specchi.mat.unimi.it>  
<http://www.math.unifi.it/archimede/archimede>  
<http://www.sns.it/html/OltreIlCompasso/Mostra-Matematica/home.html>  
<http://www.museoscienza.org/>  
<http://www.regioni-italiane.com/musei-sardegna.htm>  
<http://www.math.unifi.it/archimede>  
[www.mmlab.unimore.it/](http://www.mmlab.unimore.it/)

<http://www.fondation-altran.org/DevSite/index.jsp>.  
<http://www.pirelliaward.com/news0408-3.html>)  
<http://www.dm.unito.it/seמידattica/index.php>.  
<http://www.scienzasocietascienza.eu>  
<http://www.festivaldellamatematica.it/>  
[www.romatoday.it](http://www.romatoday.it)  
[http://www.rai.tv/mpplaymedia/ 0,,Community%5E16%5E68878,00.html](http://www.rai.tv/mpplaymedia/0,,Community%5E16%5E68878,00.html).  
<http://www.auditorium.com> e [www.festivaldellamatematica.it/](http://www.festivaldellamatematica.it/)  
<http://www.doyouplaymathematics.it>



## Allegato

### Allegato 1.1, §1.1.2, n° 1.1 pp.7-8

Conoscenze e opinioni che il grande pubblico possiede ed è in grado di esprimere su alcune tematiche. Ricerca Eurobarometro<sup>382</sup>  
Conoscenza dell'UE e fonti d'informazione

velocità massima) ed auspicano in media una velocità di costruzione più elevata. I dati cumulati indicano che nella stessa scala da 1 a 7 la maggioranza relativa degli intervistati italiani (56%) auspica che si raggiungano ritmi elevati (livelli 5-7). La stessa media scende al 41% tra il campione europeo.

#### Conoscenza dell'Ue e fonti di informazione

L'auto-valutazione della conoscenza dell'Ue è in sensibile diminuzione tra gli italiani. In una scala da 1 a 10 (dove 1 sta per 'non ne so nulla' e 10 per 'ne so moltissimo'), la media italiana è 3,9, mentre quella europea è 4,2. In particolare, la percentuale di intervistati che ritiene di avere una conoscenza dell'Ue superiore alla soglia di conoscenza sufficiente (6-10) è scesa dal 30% della primavera scorsa al 20% attuale. Inoltre la percentuale del campione che invece pensa di avere un livello di conoscenza compreso tra 1 e 5 è salita dal 68% al 78%.

Il 63% del campione italiano si rivolge alla Tv per ottenere informazioni sull'Ue, il 35% ai quotidiani, il 20% ad amici, colleghi e parenti, il 16% ai periodici, l'11% alla radio, il 10% ad Internet e il 7% a libri e brochure. Per il 42% del campione italiano la Tv parla poco dell'Ue. Stessa percezione per la radio (39%), mentre la percezione della stampa è lievemente migliore (29%). Per il 45% la Tv parla abbastanza dell'Ue, mentre la stessa percentuale scende al 32% per la radio. Va meglio invece con la stampa che per il 46% del campione parla abbastanza di Europa. Il mezzo d'informazione che il campione italiano ritiene presenti l'Ue in modo più oggettivo è la stampa (50%) seguita dalla Tv (45%) e dalla radio (46%).

Il test di conoscenza conferma che la maggioranza relativa del campione italiano ha una visione poco chiara dell'Ue: il 69% del campione non conosce il numero esatto di Stati membri, l'83% ignora quando hanno avuto luogo ultime consultazioni elettorali europee e il 64% ignora che l'Ue ha un proprio inno. Va meglio invece con la domanda sull'elezione diretta dei Deputati europei, l'unica alla quale ha risposto correttamente la maggioranza assoluta del campione (53%).

#### Politiche e priorità dell'Ue

La politica Ue che raccoglie la maggior percentuale di favorevoli tra gli italiani è insegnare a scuola ai bambini il funzionamento dell'Ue (83%). Raccogliono evidenti consensi anche politica di sicurezza e di difesa comune (75%) la politica estera comune (71%) e la proposta di una Costituzione per l'Ue (70%). In sensibile aumento anche la percentuale di italiani favorevoli all'euro (64%), mentre il favore cala, pur restando sopra il 50% del campione, per l'allargamento (53%) e scende sotto il 50% per le cooperazioni rafforzate (49%).

Le priorità principali dell'Ue, secondo il campione italiano, sono lottare contro la disoccupazione (36%) e combattere la povertà e l'emarginazione sociale (35%). Gli italiani e gli europei tendono a considerare prioritaria la lotta contro il crimine

6

---

<sup>382</sup> [http://www.ec.europa.eu/public\\_opinion](http://www.ec.europa.eu/public_opinion). Eurobarometro 63.4 Opinione pubblica nell'Unione Europea primavera 2005. Rapporto Nazionale Italia. Sondaggio richiesto e coordinato dalla Direzione Generale Stampa e Comunicazione; prodotto dalla Rappresentanza della Commissione europea in Italia

## Risultati

- Il canale di gran lunga più utilizzato per ottenere informazioni economiche e' la televisione
- Seguono i giornali, la radio ed internet
- Rispetto a due anni fa, diminuisce il ruolo degli opinion leaders e di amici/parenti
- Buon grado di fiducia nelle statistiche ufficiali (45% nel 2007 – Eurobarometro)

Information channels (%)	2007	2009
Television	82.3	91.2
Radio	18.7	17.7
Newspapers, magazines	51.0	49.1
Internet	22.7	24.7
Political, opinion leaders	6.9	4.3
Friends, relatives	11.5	7.5
Don't know	2.4	1.0
Refuse to answer	1.9	0.2

Trust in official statistics	2009
Trust statistics	59.4
Do not trust statistics	33.9
Don't know	6.7

## Da cosa dipende la conoscenza?

### ■ La conoscenza è più alta per:

- I maggiori di 30 anni, ....
- ... uomini, ...
- ... con un più alto livello di istruzione, ...
- ... con un reddito più elevato della mediana, ...
- ... che ritengono tali informazioni notevolmente importanti desiderano averle, e usano i giornali e i contatti con leader politici e civili per ottenerle

■ D'altro lato, la fiducia nei dati statistici, la qualifica professionale e la zona di residenza non sembrano avere una influenza significativa, ceteris paribus, sul grado di conoscenza di questi fenomeni



## ALLEGATO II: GLOSSARIO

Il presente glossario fornisce la spiegazione di alcuni termini chiave utilizzati nella presente comunicazione.

### **adattabilità<sup>84</sup>**

La capacità di adattarsi alle nuove tecnologie, alle nuove condizioni di mercato e ai nuovi sistemi di lavoro sia per quanto concerne le imprese che per coloro che nelle imprese lavorano.

### **alfabetizzazione digitale**

La capacità di usare le TIC in modo efficace.

### **apprendimento compensativo**

L'erogazione di apprendimento che avrebbe dovuto essere acquisito nel corso della scuola dell'obbligo.

### **apprendimento che abbraccia tutti gli aspetti della vita (lifewide learning)**

Qualsiasi attività di apprendimento formale, non formale o informale. Il lifewide learning è una dimensione dell'apprendimento permanente quale definito nella presente comunicazione.

### **apprendimento formale**

È l'apprendimento erogato tradizionalmente da un'istituzione di istruzione o formazione, strutturato (in termini di obiettivi di apprendimento e tempi o risorse per l'apprendimento) e sfociante in una certificazione. L'apprendimento formale è intenzionale dal punto di vista del discente.

### **apprendimento informale**

Apprendimento risultante dalle attività della vita quotidiana legate al lavoro, alla famiglia o al tempo libero. Non è strutturato (in termini di obiettivi di apprendimento, di tempi o di risorse) e di norma non sfocia in una certificazione. L'apprendimento informale può essere intenzionale, ma nella maggior parte dei casi non lo è (ovvero è "fortuito" o casuale).

### **apprendimento intergenerazionale**

Un apprendimento che avviene tramite il trasferimento di esperienze, conoscenze o competenze da una generazione all'altra.

**apprendimento permanente (*talora* istruzione e formazione permanente/lungo tutto l'arco della vita o lifelong learning)**

Qualsiasi attività di apprendimento intrapresa nelle varie fasi della vita al fine di migliorare le conoscenze, le capacità e le competenze in una prospettiva personale, civica, sociale e/o occupazionale.

**apprendimento non formale**

Un apprendimento che non è erogato da un'istituzione d'istruzione o formazione e che non sfocia di norma in una certificazione. Esso è peraltro strutturato (in termini di obiettivi di apprendimento, di tempi o di risorse per l'apprendimento). L'apprendimento non formale è intenzionale dal punto di vista del discente.

**certificato/diploma**

Un documento ufficiale che registra in modo formale i risultati conseguiti da un individuo.

**certificazione**

Il processo di rilasciare certificati o diplomi che riconoscono formalmente i risultati di un individuo, a seguito di una procedura di valutazione.

**cittadinanza attiva**

La partecipazione sul piano culturale, economico, politico/democratico e/o sociale dei cittadini alla società nel suo complesso e in seno alla loro collettività.

**competenza**

La capacità di usare efficacemente esperienze, conoscenze e qualifiche.

**comunità che apprende o collettività che apprende**

Una comunità o collettività che promuove ampiamente una cultura dell'apprendimento sviluppando un partenariato locale efficace tra tutti i settori della comunità e che aiuta e motiva gli individui e le organizzazioni a partecipare all'apprendimento.

**eLearning**

Apprendimento coadiuvato dalle TIC.

**fossato digitale**

Il divario tra coloro che hanno accesso alle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC) e ne fanno un uso effettivo delle, e coloro che ne sono sprovvisti.

**governance europea**

L'amministrazione degli affari europei mediante l'interazione delle autorità politiche tradizionali e la 'società civile': attori privati, organizzazioni pubbliche, cittadini.

**identificazione (di competenze)**

Il processo consistente nello specificare e definire il campo e il contenuto delle competenze.

#### **inclusione sociale**

Si dà allorché le persone possono partecipare appieno alla vita economica, sociale e civile, allorché il loro accesso al reddito e ad altre risorse (personali, familiari, sociali e culturali) è sufficiente per consentire loro di fruire di un livello di vita e di una qualità della vita considerati accettabili dalla società in cui vivono e allorché sono pienamente in grado di far valere i loro diritti fondamentali.

#### **mediatore di apprendimento**

Qualsiasi persona agevoli l'acquisizione di conoscenze e competenze determinando un contesto di apprendimento favorevole, comprese le persone che esercitano una funzione d'insegnamento, formazione o orientamento. Il mediatore orienta il discente fornendogli linee guida, commenti e consigli nel corso del processo di apprendimento oltre ad assisterlo nello sviluppo delle conoscenze e competenze.

#### **occupabilità<sup>85</sup>**

La capacità che hanno le persone di avere un'occupazione: essa si riferisce non solo all'adeguatezza delle loro conoscenze e competenze, ma anche agli incentivi e alle opportunità offerte per incoraggiare le persone a cercare un lavoro.

#### **organizzazione che apprende**

Un'organizzazione che incoraggia l'apprendimento a tutti i livelli (individuale e collettivo) e che quindi si trasforma in continuazione.

#### **orientamento**

Un insieme di attività volte ad assistere le persone a formulare decisioni in merito alla loro vita (sul piano educativo, professionale e personale) e ad attuarle.

#### **possibilità di partecipazione attiva (*empowerment*)**

Il processo che consiste nel garantire agli individui il potere di prendere iniziative responsabili onde orientare la loro vita e quella della loro comunità o società negli ambiti economico, sociale e politico.

#### **regione che apprende**

Una regione in cui tutti gli attori interessati collaborano per soddisfare i bisogni locali specifici in materia di apprendimento e attuano soluzioni congiunte per sormontare problemi comuni.

#### **responsabilità sociale dell'impresa**

L'impegno di un'impresa a funzionare in modo socialmente, economicamente e ambientalmente sostenibile con il riconoscimento degli interessi degli attori interni ed esterni.

#### **riconoscimento delle competenze**

1) Processo globale consistente nel garantire uno statuto ufficiale alle competenze (si tratta di un *riconoscimento formale*) ottenute

- formalmente (rilascio di certificati) ovvero

- in un contesto non formale o informale (riconoscimento di equivalenza, rilascio di unità di credito, convalida delle competenze acquisite);

e/o

2) Il riconoscimento del valore delle competenze ad opera degli attori economici e sociali (questo è il *riconoscimento sociale*).

#### **società civile**

Un 'terzo settore' della società che si affianca allo Stato e al mercato e comprende istituzioni, gruppi e associazioni (strutturate o informali) e che può fungere da mediatore tra le autorità pubbliche e i cittadini.<sup>86</sup>

#### **società basata sulla conoscenza (o società della conoscenza)**

Una società i cui processi e le cui prassi si basano sulla produzione, la distribuzione e l'uso di conoscenze.

#### **valorizzazione dell'apprendimento**

Il processo di riconoscere la partecipazione all'apprendimento (formale, non formale o informale) e i suoi risultati in modo da sensibilizzare gli attori sul suo valore intrinseco e premiare l'apprendimento.

#### **valutazione**

È un termine generale che riguarda tutti i metodi usati per accertare/giudicare i risultati di un individuo o di un gruppo.

---

**Cap. 2 §. 2.1.2 allegato n° 1.2 p. 37**

Questionario rivolto ad insegnanti, guide e persone che curano o amanti della divulgazione scientifica, professionisti e divulgatori

1. Chiamata/o a dare una definizione di Divulgazione scientifica ne darebbe una o più di una?  
Quale? Quali?
  
2. Nel suo ruolo Le succede di svolgere attività di Divulgazione Scientifica?  
In quale contesto?  
Rivolta a chi?  
Che valore le attribuisce?
  
3. A quando lei fa risalire l'origine della Divulgazione scientifica?  
Lo considera un fenomeno attuale o no, perché?
  
4. Secondo Lei esistono o dovrebbero esistere divulgatori "di professione"?  
Che tipo di preparazione pensa debbano avere?
  
5. Che cosa chiede ad una manifestazione che si qualifica di Divulgazione scientifica, in generale e Matematica in particolare?

Cap. 2 §. 2.3 allegato n° 2.2 p. 44

**Tabella 1.** Nella tabella, i periodi compresi fra il 1864 e il 2002. Dall'alto verso il basso sono elencate le aree che hanno ricevuto più spazio sulle riviste. Nello spazio grigio si trovano le aree tematiche alle quali è stato dedicato uno spazio inferiore all'1%, sulla media relativa a ciascun periodo

1864-1914	1915-1945	1946-2002
Industria	Industria	Medicina
Fisica	Medicina	Industria
Elettricità	Attualità	Fisica
Chimica	Fisica 8	Attualità
Medicina	Chimica	Tec. casa e hobby
Astronomia	Astronomia	Astronomia
Attualità	Tecnologie militari	Ambiente
Geologia	Chimica	Aeronautica
Zoologia e natura	Aeronautica	Scienza e società
Agricoltura	Biologia	Zoologia e natura
Tecnologie militari	Storia della scienza	Psicologia
Opere pubbliche	Zoologia e natura	Trasporti
Geografia	Telecomunicazioni	Informatica
Trasporti	Radio e tv	Spazio
Archeologia	Tec. casa e hobby	Tecnologie militari
Botanica	Opere pubbliche	Matematica
Telecomunicazioni	Trasporti	Biologia
Meteorologia	Geografia	Geologia
Esposizioni	Elettricità	Storia della scienza
Storia	Matematica	
	Agricoltura	
	Fotografia e cinem.	
	Geologia	
Storia della scienza	Farmacologia	Opere pubbliche
Aeronautica	Archeologia	Chimica
Palcontologia	Botanica	Archeologia
Matematica	Genetica	Palcontologia
Biologia	Palcontologia	Geografia
Fotografia	Oceanografia	Farmacologia
Psicologia	Storia	Genetica
Oceanografia	Informatica	Agricoltura
Farmacologia	Psicologia	Fotografia
Tec. casa e hobby	Sc. e società	Meteorologia
Demografia	Paranormale	Radio e tv
	Esposizioni	Paranormale
	Ambiente	Storia
	Meteorologia	Elettricità
	Demografia	Oceanografia
	Spazio	Biotechnologie
		Botanica
		Telecomunicazioni
		Fantascienza
		Invenzioni
		Bioetica
		Demografia
		Esposizioni

**Cap. 2 §. 2.5.2 allegato n° 3.2 p. 58**

Giornali e riviste italiane di Matematica fino al 1923

Titolo	Luogo	Anno	Fondatori/Curatori
Annuali di Scienze Matematiche e Fisiche	Roma	1850-1857	Barnaba Tortolini
Annali di Matematica Pura ed Applicata	Roma	1858	Enrico Betti, Francesco Brioschi, Angelo Genocchi e Barnaba Tortolini
Giornale di Matematiche	Napoli	1863	Giuseppe Battaglini, Vincenzo Janni, Nicola Trudi
Bollettino di Bibliografia Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche	Roma	1868-1887	Baldassarre Boncompagni
Rivista di Matematica Elementare <b>(D)</b> <sup>384</sup>	Alba (CN)	1874-1885	Giovanni Massa
Il Piccolo Pitagora <b>(D)</b>	Novara	1883-1884	Alberto Cavezzali
Periodico di Matematica <b>(D)</b>	Roma	1886	Davide Besso
Fondamenti del Circolo Matematico di Palermo	Palermo	1887	Giovanni Battista Guccia
Rivista di Matematica <b>(D)</b>	Torino	1891-1906	Giuseppe Peano
Il Pitagora <b>(D)</b>	Avellino	1895-1919	Gaetano Fazzari
Bollettino dell'Associazione Mathesis <b>(D)</b>	Roma	1896	
Bollettino di Storia e Bibliografia Matematica Sezione del Giornale di Matematiche	Napoli	1897	Gino Loria
La Palestra Scientifica <b>(D)</b>	Torino	1897	Vincenzo Giriodi
Supplemento al Periodico di Matematica <b>(D)</b>	Livorno	1897-1917	Giulio Lazzari
Bollettino di Bibliografia e Storia Scienze Matematiche	Torino	1898-1919	Gino Loria
Scientia		1907-1915	Enriquez
Il Tartaglia <b>(D)</b>	Foggia	1898-1899	Pietro Caminati
Bollettino dell'Associazione Mathesis, Società Italiana di Matematica <b>(D)</b>	Roma	1909-1920	
Periodico di Matematiche	Roma	1921	Davide Besso
Bollettino di Matematica	Bologna	1922	Gino Loria

<sup>384</sup> Il segno **(D)** sta ad indicare che si tratta di giornali o riviste di didattica della Matematica

Esperienze con le bolle di sapone



## Esperienza 6

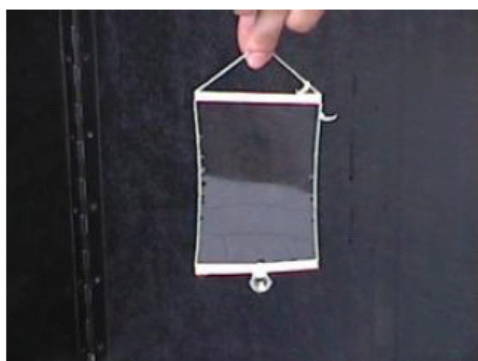
### Obiettivo

Far vedere che esiste una forza che tende a far contrarre le superfici che delimitano i liquide, e in particolare le lamine saponose

### Materiale occorrente

- Cannucce da bibita
- Spago, cotone grosso
- Soluzione saponosa
- Telaio metallico (si può ricavare anche da una gruccia metallica)
- Dei pesini

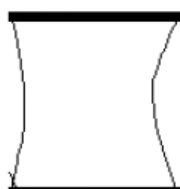
### Procedimento



Prendere due cannucce da bibita tagliarle nella misura desiderata purché uguali far passare al loro interno lo spago e legarlo in modo da formare un telaio rettangolare con due lati paralleli formati dalle cannucce. Immergere nella soluzione saponosa il telaio tenerlo per uno dei lati rigidi (formato dalle cannucce) e poi estrarlo delicatamente in modo che si formi su di esso una lamina saponosa. Inoltre con il filo di cotone formare un anello e legarlo a due estremi opposti del telaio metallico, immergere il tutto nell'acqua saponosa, sollevare delicatamente il telaio fino a quando su questo si forma una lamina saponosa.

### Che cosa fare notare

Quando si estrae il telaio dalla soluzione saponosa su di esso si è formata una lamina di sapone ma si può notare che i lati del rettangolo fatti con lo spago hanno assunto la forma di due archi di circonferenza, la lamina tende a "tirare" i lati formati dallo spago verso l'interno del telaio. Se con una matita asciutta si rompe la membrana si vede che questi due lati ritornano nella posizione di partenza cioè due segmenti .

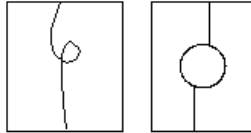


Se dopo aver tolto il telaio metallico dalla soluzione saponosa con una matita si rompe la membrana che si è formata all'interno del cappio di cotone si vede che questo assume la forma di un cerchio.



## Che cosa accade

---



Quando togliamo il telaio rettangolare dalla soluzione saponosa i suoi lati verticali assumono la forma di archi di circonferenza più o meno arcuati a seconda del sistema utilizzato per tenere distanziate le cannucce. Infatti se fissiamo dei pesini sulla cannuccia inferiore l'arco di circonferenza sarà meno evidente.:

Il formarsi di questi archi di circonferenza è dovuto al fatto che, se immaginiamo i lati verticali del telaio divisi in tanti segmentini, ognuno di questi elementi è attirato verso l'interno della membrana da una forza. Questa forza è per simmetria perpendicolare all'elemento stesso, giace nel piano della membrana saponosa ed ha uguale valore per ogni elemento.

Si può comprendere meglio perché i lati assumono la forma di arco di circonferenza se consideriamo cosa succede quando, con una matita asciutta si rompe la membrana nel cappio che si era legato al telaio. Se si considera il filo diviso in tanti pezzettini, perché questo alla fine assume una forma perfettamente circolare, su ognuno di questi elementi devono agire delle forze che per simmetria siano radiali, complanari e che abbiano la stessa intensità.

## Per approfondire

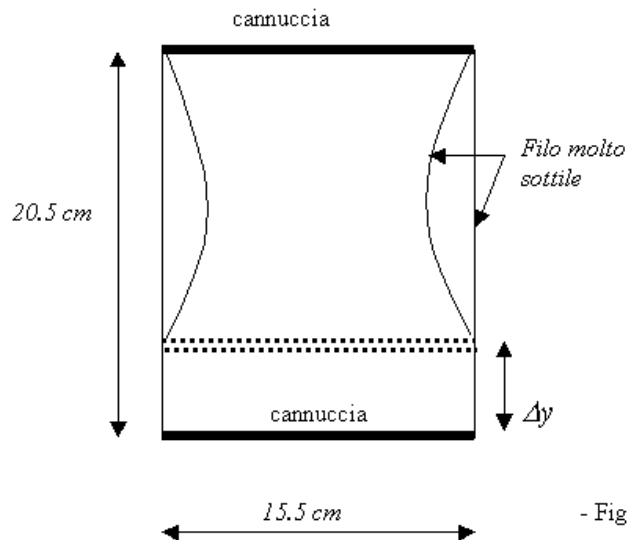
---

- Si può calcolare questa forza (vedi scheda allegata 6/a)
- Si può verificare che il valore di tale forza (che in effetti è una forza per unità di superficie, detta *tensione superficiale  $t$* ) è indipendente dalla superficie cioè non cambia al variare dell'estensione della membrana saponosa. Per far questo basta costruire telai di diverse misure
- Si può vedere come cambia la tensione superficiale dell'acqua se ad essa aggiungiamo del sapone (vedi scheda allegata 6/b)

## Scheda allegata 6/a

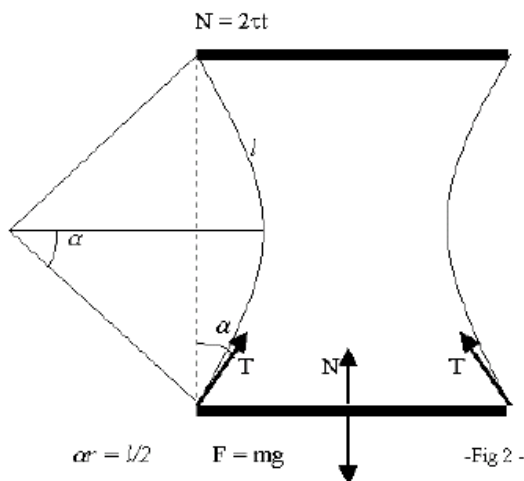
### Calcolo della tensione superficiale di un liquido

Si costruisca un quadrilatero dove due lati opposti sono flessibili. Si misuri la lunghezza dei lati del quadrilatero, lo si immerga poi nella soluzione saponosa, quindi lo si estragga delicatamente e lo si appenda in modo verticale (vedi fig.1). Su di esso si sarà formata una lamina di sapone e i due lati flessibili avranno assunto una forma circolare.



- Fig. 1 -

La quantità  $\Delta y$  di cui si solleva la cannucchia inferiore, rispetto alla sua posizione di riposo, cioè in assenza della membrana, è tanto maggiore quanto più è elevata la tensione superficiale del liquido di cui è fatta la membrana stessa. Si prenda in considerazione l'equilibrio della cannucchia orizzontale inferiore, che si suppone avere massa  $m$  e lunghezza  $t$ .



-Fig 2 -

l'equilibrio della cannuccia sarà dato da:

$$2T \cos \alpha + 2t = mg \quad (1)$$

Esprimendo l'angolo in radianti, dalla stessa figura si ricava facilmente che vale la seguente relazione  $2 \alpha r = l$  e quindi

$$\Delta y = 1/24 \rho / r^2$$

Da quest'ultima si può ricavare :

$$r = \sqrt{\frac{l^2}{24 \Delta y}}$$

sostituendo in

$$\Delta y = 1/6 / \alpha^2$$

si ottiene:

$$\alpha = \sqrt{\frac{5 \Delta y}{l}}$$

La tensione superficiale  $\tau$  è legata al valore della tensione T del filo

$$2T \cos \alpha = 4r \tau \cos \alpha = 4l \sqrt{\frac{2l}{3 \Delta y}} \left( \cos \sqrt{\frac{5 \Delta y}{l}} \right)$$

Ora introducendo questa nella [1] si ottiene:

$$\tau = \frac{mg}{2l + l \sqrt{\frac{2l}{3 \Delta y}} \cdot \cos \sqrt{\frac{5 \Delta y}{l}}}$$

Si è così trovata la formula che permette di trovare il valore della tensione superficiale  $\tau$  del liquido in esame partendo dal valore dell'innalzamento  $\Delta y$  della cannuccia.

### Lectio Magistralis di Umberto Eco

<p><i>Escludo una delle definizioni più diffuse: un segno è qualcosa che sta al posto di qualcos'altro, o sotto qualche rispetto o capacità. Hanno senso non solo le parole ma anche i segni, i diagrammi, qualsiasi oggetto o fenomeno del mondo può, sotto certi aspetti, agire o essere inteso come segno e così accade per i sintomi atmosferici come i nuvoloni neri che significano pioggia, o i sintomi medici, o persino le pietruzze o i fagioli lasciati cadere dal personaggio della fiaba per indicare la strada che ha percorso. C'è, tuttavia, qualcosa, che rischia di essere usato per significare altro da sé e sono le entità matematiche. Non dico i nomi delle entità matematiche, o i nomi dei numeri quali sono i termini linguistici, ciascuno dei quali, anche se cambia da lingua a lingua, significa sempre la stessa cosa. Dico le quantità in sé. C'è una quantità significata da one, two, three, che non significa nulla se non sé stessa. Certamente 10 vuole dire, o sta per, o suggerisce <math>5+5</math>, e 25 vuole dire, o sta per, o suggerisce <math>5*5</math> (...), una certa soluzione melodica non ci disponga da attendere la ricaduta sulla tonica è già una forma di significazione, ma questa apparente semantica delle quantità matematiche è sintattica, che parla soltanto delle loro relazioni interne, senza riferimento ad altro.</i></p>	Contratto di Emissione
	1:50 minuti 1
<p><i>“Certamente nella <b>nostra</b> vita quotidiana e nella <b>nostra</b> cultura si sono associati altri significati extra matematici”</i></p>	Contratto di Comunicazione
	0.06 minuti 2
<p><i>Basterebbe pensare ad esempio alla drammatica recente nine, eleven, 11 settembre. Ma non vi è nulla di drammatico nelle quantità nove e undici e che l'una significhi, in tanti contesti un mese, la seconda un giorno, ma ancora non basterebbe, ma quel giorno di quel mese connota, se si presuppone che l'anno sia il 2001, un tragico evento come l'attentato alle torri gemelle. Ma il rapporto di significazione non è dato dalle quantità matematiche, bensì, da fattori extra matematici.</i></p>	Contratto di Emissione
	0:31 minuti 3
<p><i>“Ora il titolo della <b>mia</b> comunicazione parla di usi perversi della matematica”.</i></p> <p><i>Questi usi perversi si hanno ogni qual volta si vuole attribuire ai numeri un significato che va al di là del loro essere quello che sono. E non nel loro stare in rapporto ad altri numeri. <b>Vale a dire</b>, quando ai numeri si sono attribuiti significati mistici, o attraverso calcoli numerici si sono individuate corrispondenze mirabili tra fenomeni difforni (...) chiameremo genericamente questa pratica o questa pseudo scienza: numerologia.</i></p> <p><i>Non <b>dovremmo</b> ascrivere a fantasia numerologica certe invenzioni dei filosofi del passato, che con il termine numerologia <b>definirei</b> matematica poetica, cioè <b>volevano</b> esprimere in forma mitica la persuasione che il mondo</i></p>	Contratto di Produzione
	1:07minuti 4

*fosse scritto in caratteri matematici.*

*L'idea che **noi attribuiamo** comunemente a Galileo, ma che era già presente in Pitagora e nella sua scuola.*

Contratto di  
Comunicazione

0:07 minuti 5

*Pitagora **diceva** che il principio di tutte le cose è il numero. I pitagorici sono stati i primi a studiare i rapporti matematici che regolano i suoni musicali. “prego la prima immagine, sei già lì”. La grandezza è il rapporto fra la lunghezza di una corda o la grandezza di una campana o il peso di un martello deve essere un suono.*

Contratto di  
Expertise

3:09 minuti 6

***Dice** Teone di Smirne: il vaso di Ermione, di due vasi ambedue della stessa grandezza e della stessa forma, uno lasciato completamente vuoto e l'altro riempito a metà di liquido per poterlo rientrare ne risultava l'accordo di 1/8 e lasciando di nuovo uno dei vasi vuoti e riempiendo l'altro solo per la quarta parte e facendolo risuonare conteneva l'accordo di quarta e l'accordo di quinta? Riempiendone la terza parte, poiché il rapporto dei vuoti era nell'ottava di 2 a 1; nella quinta di 3 a 2, nella quarta di 4 a 3.*

*La tetraktys era la figura simbolica su cui i pitagorici **compivano** i loro giuramenti e nella quale si condensava, in misura perfetta ed esemplare, la riduzione del numerico allo spaziale e dell'aritmetico al geometrico. **Oggi** la tetraktys **ci può** sembrare qualcosa di molto simile alla formula dell'abracadabra che non ha nessun valore matematico, ma soltanto grafico. Ma questa struttura, per Pitagora, **rappresentava** un nucleo generativo di tutti i numeri possibili. Ogni lato di questo triangolo è formato da quattro punti, al centro di esso c'è un solo punto, l'unità dal quale si generano tutti gli altri numeri. **È vero** che da questa osservazione **potevano** iniziare, e si sono iniziate, le prime speculazioni numerologiche per cui il 4 diventava sinonimo di forza, giustizia, solidità e il triangolo formato da 3 serie di 4 numeri **veniva** inteso come simbolo di uguaglianza perfetta. Ma in via fondamentale, matematica non mistica.*

*I punti che formano il triangolo sommati tra loro danno il numero 10 e con i primi dieci numeri si possono esprimere tutti i numeri possibili.*

*Allargando all'infinito la base di questo triangolo **ci troveremmo** ad un passo di quello che oggi **chiamiamo** il successore del numero precedente e si **otterrebbero** delle progressioni numeriche nelle quali si alternano i numeri pari, che per i **pitagorici diventavano** il simbolo dell'infinito, perché impossibile identificare in esso il punto che divide la linea in due parti uguali di punti. I numeri dispari, invece, simbolici del finito perché la linea ha un punto centrale che separa un numero uguale di punti, ma a queste armonie aritmetiche **corrispondevano** anche armonie geometriche, infatti (...) potrebbe continuare ad indagare questi punti in una serie definita e concatenata di triangoli equilateri perfetti.*

*“Lasciamo un po' impazzire il computer e poi le cose che **avete** visto (...)”*

Contratto di

	Comunicazione
	0:06 minuti 7
<p><i>L'idea di passare dal concetto aritmetico di numero al concetto geometrico spaziale dei rapporti tra vari punti è <b>pitagorica</b> e sotto il segno della proporzione geometrica sta tutta la storia dell'arte greca governata dal canone di Policleto, che era organizzato in una statua, la cui bellezza, diceva Callino, non risiede nei singoli elementi, ma nell'armoniosa proporzione delle parti; nella proporzione di un dito rispetto a tutti gli altri e delle dita rispetto al resto della mano, della mano rispetto al polso e di questo rispetto all'avambraccio e dell'avambraccio rispetto all'intero braccio e infine di tutte le parti a tutte le altre. <b>Un esempio non di numerologia, ma di matematica poetica</b>, questa teoria citata da Plutarco, dove dice: vi sono 183 mondi disposti in forme di triangolo equilatero, di cui ogni lato comprende 60 mondi, i 3 mondi restanti sono situati rispettivamente ai 3 vertici, ma toccano quelli che si susseguono sui lati ruotando senza (...) come in una danza corale.</i></p> <p><i>Può sembrarci puramente mitologica e poetica la descrizione della creazione del mondo da parte del demiurgo, che cita Platone nel suo Timeo, dove l'intera fabbrica del mondo viene prodotta dalla combinazione di figure geometriche elementari, che vengono a costituire i così detti solidi Platonici; ma si trattava di un tentativo di fondazione matematica dell'apparato cosmico e i corpi regolari platonici, creati, studiati e celebrati da Leonardo, e nella prospettiva del genio di Pier Della Francesca e nella Divina Proporzione di Luca Pacioli, nella simmetria dei corpi umani di Dürer, oltre il mistero cosmografico di Keplero.</i></p> <p><i>"Allora quando inizia un'avventura numerologica dei numeri?"</i></p>	<p>Contratto di Expertise</p> <p>2:06 minuti 8</p>
<p><i><b>Mi scuserete</b> se non sono in grado di risalire alle antiche civiltà asiatiche, sia per ragioni di competenza che per ragioni di tempo, ma se <b>vogliamo limitarci</b> alla cultura occidentale e alla vicina cultura ebraica <b>comincerai</b> con Sant'Agostino il quale <b>seguiva</b> una tendenza, già presente nella ermeneutica giudaica di età ellenistica e di varie parti della chiesa, e cioè l'interpretazione allegorica dei testi sacri.</i></p>	<p>Contratto di Produzione</p> <p>0:28 minuti 9</p>
<p><i>Agostino era un fondamentalista, come molti ai giorni d'oggi, sapeva che la Bibbia parlava per metafore e dove più che l'allegoria di verbis, e cioè di figure retoriche che si manifestano attraverso il linguaggio, che possiamo trovare anche nella poesia, valeva categorie in factis. Cioè il valore allegorico che assumono i fatti stessi narrati dalla Bibbia. Fatti disposti da Dio proprio per dimostrare qualcosa.</i></p>	<p>Contratto di Emissione</p> <p>0:18 minuti 10</p>
<p><i>"Quand'è che possiamo dire che l'autore divino dispone dei fatti che tuttavia dobbiamo intendere in senso traslato?"</i></p>	<p>Contratto di Expertise</p> <p>0:09 minuti 11</p>

<p>Agostino <b>ci</b> dice che <b>dobbiamo</b> subdorarare il senso figurato ogni qual volta la scrittura si riferisce a fatti che vanno a contraddire verità di fede o impone i costumi.</p> <p>La Maddalena lava i piedi a Cristo con unguenti odorosi, glieli asciuga con i propri capelli.</p> <p>Non è possibile pensare che il Redentore si sottomettesse a un rituale così pagano, dunque la narrazione trasfigurava qualcosa dall'altro, ma <b>dobbiamo</b> subdorarare in senso o secondo, anche quando la sacra scrittura si perde a descrivere oggetti o diventa irrilevante dal punto di vista spirituale, come quando si sofferma troppo e descrive qualcosa senza che si vedano le ragioni di questa insistenza descrittiva, come quando si perde senza costrutti in ogni luogo in termini tecnici, in descrizioni troppo insistite di fiori, pietre, vestimenti, cerimonie e numeri.</p>	<p>Contratto di Comunicazione</p> <p>1:06 minuti 12</p>
<p>In questi casi si deve desumere che al dicitur, <b>diceva</b> Sant'Agostino, ignorare o sottovalutare il significato di uno dei numeri significa precludersi la comprensione di una infinità di nozioni contenute sotto forma di figure.</p> <p>Lo spirito nobile non rinuncerà a qualche significato dei quaranta giorni di digiuno di Mosè per il nostro Signore, e la chiave di questo mistero si trova solo riflettendo sul numero espresso.</p> <p>Oppure <b>diceva</b>: il mondo è stato creato in sei giorni, non perché Dio avesse bisogno di tutto questo tempo per fare ciò che avrebbe potuto fare in un attimo, ma perché 6 è il primo numero che si ottiene dalla somma dei suoi divisori uno, due e tre, e anche perché indica e rappresenta la perfezione del creato. (...)</p>	<p>Contratto di Expertise</p> <p>0:59 minuti 13</p>
<p>Dio sa se la Sacra scrittura non abbonda e Dio sa l'espressione tecnica.</p> <p>Si vede cosa accade in tutta l'ermeneutica medievale a proposito delle misure del tempio di Salomone. Nel tempio si danno due descrizioni meravigliose: una di tipo dei re di Ezechiele.</p>	<p>Contratto di Emissione</p> <p>0:19 minuti 14</p>
<p>"La prima è new frame come <b>diciamo</b> oggi". Lo stesso <b>ci fa</b> venire le vertigini elencando una serie di misure in cubito del tempio, dell'atrio, delle finestre e "<b>vi faccio grazia del resto</b>".</p>	<p>Contratto di Comunicazione</p> <p>0:12 minuti 15</p>
<p>Per giocare con Ezechiele che va avanti almeno per due pagine con una vertigine numerica tale che se si trova con un metro in mano a ricostruire un modellino del tempio, specie se si è un esegeta medievale, che non ha a disposizione una tabella di riconversione delle misure, non si sa dove battere la testa.</p>	<p>Contratto di Emissione</p> <p>0:20 minuti 16</p>

La stessa tradizione ebraica **ammetteva** l'impossibilità di una lettura architettonica coerente e nel 12° secolo, tale era il sogno di Isacco, **ammetteva** che nessuno potesse comprendere qualcosa sulle disposizione delle camere settentrionali, dove iniziassero ad ovest e quanto estendessero ad est; dove iniziassero all'interno, quanto si estendessero all'esterno, e già i padri della chiesa osservavano che le porte, se si stava alla lettera, avrebbero potuto essere più larghe dei muri.

In effetti Ezechiele **descriveva** un sogno, una visione, come se fosse un film; dove le forme si muovevano e si trasformavano una nell'altra e, come per tutta la tradizione ebraica, la sua immaginazione era più uditiva che visiva, ma gli allegoristi, i medievali **dovevano** vedere il tempio quale lo descrive Ezechiele e quindi, se la camera era descritta di 6 cubiti e non di 3 o 7 quello era un fatto che Dio aveva predisposto perché noi potessimo interpretarlo in ogni tempo. Il povero Riccardo di San Sartor, che non era sciocco, nel suo (...) Ezechiele si affanna a far calcoli, riproporre piani e spaccati, o per immagini o con uno spago, con dei pezzi di legno a diventare pazzo decidendo che quando due misure non coincidono una deve essere riferita all'interno dell'edificio e l'altra a una sola delle sue parti, e non ce la **faceva**. Gli altri 3 non (...) commentavano che se Salomone **aveva** usato 30 mila operai perché quel numero era combinazione di 3 e di 10 e 3 è il numero della trinità, delle 3 virtù evangeliche deposte a digiuno in adorazione, delle tre virtù della meditazione e della predicazione e sulla misura del tempio si era affannato persino Newton, che come oggi **sappiamo**, era per un terzo uno scienziato e per due terzi era un matto.

Più amichevole, infine il modo in cui l'autore dell'apocalisse, che era di cultura greca, e quindi **doveva** ben dire, **aveva** interpretato la visione di Ezechiele trasferendo l'immagine del tempio in quella della Gerusalemme celeste.

Contratto di  
Expertise

2:17 minuti 17

E quando **vi** leggo di San Giovanni (...) e **vi** faccio vedere una ricostruzione seicentesca di Padre Kircher [immagine].

Contratto di  
Comunicazione

0:08 minuti 18

*Aveva delle mura grandi alte, aveva 12 porte, alle porte 12 angeli e sulle porte erano scritti i nome che sono quelli delle 12 tribù dei 12 figli di Israele, le mura della città avevano 12 fondamenti sui quali stavano i 12 nomi di 12 apostoli dell'agnello e la città era quadrata, la sua lunghezza uguale alla larghezza, e (...) della città era di 12 mila stadi. L'altezza, la lunghezza e la larghezza erano uguali.*

*Le mura ricoperte di diaspro, la città di oro puro, la prima (...) cristallo, i fondamenti della città erano ricoperte di pietre preziose, il primo fondamento di diaspro, il secondo di zaffiro, il terzo di calcedonio, il quarto di smeraldo, il quinto di sardonico, il sesto di (...), il nono di topazio, (...) l'undicesimo di giacinto e il dodicesimo di ametista e le 12 porte avevano 12 perle e ciascuna era fatta da una terna sola: una piastra della città (...) simile a cristallo trasparente.*

Contratto di  
Emissione

1:06 minuti 19



<p>Questa ricostruzione seicentesca; <b>se avessimo</b> la voglia di farla ruotare da tutte le parti, <b>vediamo</b> che si accede in (...) veridicità mettendo anche i 12 antenati di Cristo, i 12 apostoli, i 12 profeti, le 12 virtù, le 12 gerarchie angeliche, i 12 elementi, e così via.</p> <p>Tutta l'estetica medievale, sul modello ancora pitagorico, <b>riteneva</b> che la bellezza dell'universo fosse espressa e ricostruita secondo proporzione e Agostino l'<b>aveva</b> introdotto nella speculazione, nei secoli successivi, l'idea già biblica, che si trova nella Sapienza, che Dio ha disposto cose secondo ordine, peso e misura, corpo (...) e il numero è il modello principale della mente del creatore, "ma la debolezza della cultura matematica del tempo, che era opziosa" <b>diceva</b> che al massimo in termini musicali, perché almeno della musica, <b>ricorderete</b> Pitagora, si conoscevano bene le regole matematiche altrimenti non era possibile costruire strumenti.</p>	<p>Contratto di Comunicazione</p> <p>1:11 minuti 20</p>
<p>Così per esempio nel dodicesimo secolo indicherà [si riferisce ad Agostino] il capitolo spiegando come il cosmo è disposto in modo simile alla cetra in cui diversi generi di corde suonano armoniosamente. Per il resto, il medioevo, parla moltissimo di proporzioni, di armonie del mondo ma non provvede a nulla per definirla. Per il resto bisognerà attendere il Rinascimento, che con lo studio della sezione aurea e delle tecniche per realizzare la prospettiva ci si serviva di modelli matematici precisi.</p>	<p>Contratto di Emissione</p> <p>0:32 minuti 21</p>
<p>"Per questo la matematica medievale era numerologica". Infinite sono state le speculazioni sull'uno: numero perfetto, sul 2, pari, e <b>dunque ricorderete i pitagorici: perfetto.</b></p>	<p>Contratto di Expertise</p> <p>0:15 minuti 22</p>
<p>In <i>Mundus Numerus</i> che per alcuni rappresentava la figura femminile, evocava l'idea dell'accoppiamento, dunque del peccato, ma con la flessibilità in cui oggi ogni sistema simbolico: ogni cosa può rappresentare un'altra cosa e il suo contrario. Il 2 poteva rappresentare anche la consolazione, la grazia perché Gesù era rimasto due giorni presso le Samaritane e aveva mandato i suoi discepoli a due a due per convertire la giudea e infine rappresentava pur sempre la seconda persona della trinità.</p> <p>Il 3 rappresentava il ritorno all'unità infranta dal 2, evocava il passato, presente e futuro, caratterizzava la trinità, nella ricostruzione classica le 3 (...), le 3 grazie, le 3 barche, nella Bibbia i 3 cani dell'arca, i 3 archi dell'arca di Abramo. Il 4 è stato sempre inteso come numero della stabilità e dell'equilibrio.</p>	<p>Contratto di Emissione</p> <p>0:56 minuti 23</p>
<p>La cultura medievale (...) l'idea di origine platonica, per cui, il cosmo grande uomo e l'uomo un piccolo cosmo e nasceva così la teoria dell'uomo <i>quādrātus</i>. <b>Si rifletteva</b> che la natura si divide in 4 parti 4 sono le regioni del mondo, 4 gli elementi, 4 le qualità prime, 4 le virtù principali, 4 le</p>	<p>Contratto di Expertise</p> <p>1:06 minuti 24</p>

costituzioni fisiche, 4 le facoltà dell'anima, 4 i punti cardinali, le fasi della Luna, le stagioni, 4 il numero costitutivo del tetraedro (...) del fuoco, 4 le lettere del nome Adam e 4 sarà, **come insegnava Vitruvio**, il numero dell'uomo perché la larghezza, a braccia spalancate, corrisponderà alla sua altezza dato così la base e l'altezza del quadrato ideale, 4 sarà il numero della perfezione morale, così che tetragono sarà detto l'uomo moralmente agguerrito, **ricorderete** Dante del tetragono dei colpi di ventura.

Ma l'uomo quadrato sarà l'uomo pentagonale, perché 5 è un numero pieno di arcane corrispondenze, (...) simboleggia la perfezione mistica, 5, quel numero circolare che moltiplicato continuamente su di sé, 5 per 5, 25, per 5, 125, per 5 625. 5 sono l'essenza delle cose, (...), 5 le piaghe del Signore, e a maggior ragione la sapienza dell'uomo inscrivibile in un cerchio di cui centro è l'ombelico, mentre il perimetro formato dalle rette che uniscono le varie estremità da la figura del pentagono, perché questa sia una forma moderna è soltanto la dimostrazione che questa numerologia continua tranquillamente anche ai tempi nostri.

Contratto di  
Emissione

0:56 minuti 25

La mistica di Sant'Eedegaarde **si basa sulla simbologia delle proporzioni**, sulla corrispondenza quasi perfetta nei suoi manoscritti, tra le proporzioni del cosmo e quelle del corpo umano.

Tuttavia **basta paragonare** la rappresentazione medievale delle proporzioni del corpo con quelle di (...), delle cattedrali gotiche, con quelle di Leonardo o di Dürer e si vede quale sia stato il peso della riflessione matematica in natura e i teologi dell'umanesimo e del rinascimento.

**In parallelo** con lo svilupparsi della cultura cristiana si sviluppa nel mondo ebraico la mistica cabalistica e nel rinascimento andrà poi ad influenzare il pensiero dell'umanesimo e del rinascimento europeo.

Per l'ermeneutica cabalistica tre sono i modi con cui la dogà di .bosalto nasconde le proprie rivelazioni. Uno meno tattico, che altro non è che la teoria dell'Agnostico dove si prendono in considerazione soltanto le iniziali delle parole o dei versi di un certo testo.

Contratto di  
Produzione

1:19 minuti 26

Secondo la temporale, ovvero la tecnica dell'anagramma, e terzo, quello che in questa sede **ci interessa**, è la .ghematriah.

Contratto di  
Comunicazione

0:09 minuti 27

Nella cultura ebraica, come del resto anche in quella greca, i numeri venivano rappresentati dalle lettere alfabetiche, quindi, la ghematriah permette di attribuire ad una data parola il suo valore numerico dato dal valore numerico delle sue lettere. E quindi si può sostituire ogni parola con un'altra parola di pari valore numerico. Di fatto questo **avveniva** anche nella cultura babilonese, in quella greca e si era diffusa anche nell'ambiente gnostico. Gli gnostici (...) luoghi sacri abracasas e mitras perché **avevano** uguale valore numerico. Nel mondo ebraico per il valore dello sviluppo della

Contratto di  
Expertise

2:53 minuti 28

cabala avevano lo stesso valore numerico. Nel mondo ebraico per il valore dello sviluppo della cabala la dematrias viene espresso come artificio demonico, ma viene usata dagli ermetici, per esempio, genesi 14,4, parla di 318 uomini e questi 318 uomini stanno nella Eli'ezer, dato che il valore numerico del nome Eli'ezer è 318, oppure si rendevano equivalenti la parola ghevurah, forza, (...) il aryeh, leone, (...) perché 216. Procedimenti del genere **permettevano** di trasvolare da un termine all'altro secondo convenienza. Solo quando la sostituzione **sembrava** avere senso. Trascurando i casi di connessioni le cui parole con lo stesso valore numerico non **rivelavano** niente di interessante. Molti cabalisti mettevano in guardia i fedeli dall'uso incontrollato della ghematriah, ma il procedimento sembrava fatto a posta per giustificare le associazioni azzardate. Ma tanto (...) un altro modo di polemizzare quella composta, nel seicento, da Padre Atanasio Kircher nella sua (...) era stato singolare autore enciclopedico, Gesuita, che aveva scritto su tutto azzeccandone alcune. **Aveva** usato il microscopio per individuare i microrganismi responsabili di pestilenza, fatto osservazioni sperimentali su vulcani, ha capito per primo gli ideogrammi cinesi avevano origini iconiche, a quasi inventato il cinema, in compenso sbagliando totalmente l'interpretazione dei geroglifici egizi anche se raccolto e pubblicato tutti i reperti che potrà trovare a Roma, e grazie anche alla sua predisposizione (...), ma poi si è perso in speculazioni cabalistiche.

Da poi il gesuita ha avuto paura di essere galileiano e ha aderito, perché, sciocco non era, alla soluzione terzo forzista di Tico Brahae che **sapete** com'è, tutto si muove, meno la Terra.(...).

Quando di matematiche non erano digiuno (...).

Invece nella tipologia, **partendo dal principio** pitagorico che il numero sia l'essenza razionale dell'universo, **dimostra** proprio la sua tesi con giochetti che ricorda più la settimana enigmistica che una serie indagine matematica. Fatta la ghematriah cristiana c'è una serie di nomi dell'anticristo.

Scrivendo questi nomi in greco e sostituendo alle lettere il loro valore numerico e poi addizionato il risultato è sempre 6, 6, 6, ovvero il numero della bestia apocalittica (...) di nuovo costruisce delle matrici di numeri in cui comunque si addizionano in verticale e in orizzontale viene sempre 666.

Kircher **non fa nomenclature in termini numerici**, quadrati magici antichissimi (...) "e alla fine si candida come ispiratore nel mondo de Sudoku".

Comunque se **pensiamo** alla speculazione mistica del numero, forse un documento, per l'ingenuità dei secoli passati, riflettiamo nei secoli moderni in vari cenacoli ocultistici, la numerologia (...) si è doppiamente sviluppata. Se **ci si mette** a studiare il significato di culto dei numeri che i medievali non **avevano** avuto la pazienza di calcolare.

Nell'800 il Professor Butte, consigliere del re di Baviera, **stabilisce** che gli atti climaterici dell'uomo sono scanditi dal numero 9 da cui le tappe fondamentali dell'esistenza virile sono 18, 27, 36, 45, 54, 63 anni, dopo,

Contratto di  
Produzione

1:37 minuti 29

Contratto di  
Comunicazione

0:27 minuti 30

Contratto di  
Expertise

come (...) all'epoca morivano. È un peccato che questo, ed altri numerologi, di cui non ho notizia, non abbiano calcolato climatericamente l'avvento dei matrimoni felici del famoso prurito del settimo anno.

Più o meno contemporaneo dell'enciclopedia degli illuministi Louis Claude de Saint Martin in un suo trattato *Des nombres* aveva caratterizzato 2 e 5 come numeri del male, 1, 10, 8, 7, 4 come numeri dello spirito, 3, 6, 9 come i tre numeri della materia.

Complesse dimostrazioni matematiche previste da Saint Martin si mescolano ad osservazioni parascientifiche del tipo: le farfalle che posso esseri resuscitate hanno 4 ali e 6 zampe, hanno sei zampe ma che possono essere resuscitate hanno 4 ali. (...), ma limitiamoci soltanto ad un esempio, **in base** alla tradizione che **derivava dalla cabala**, era usata sovente la somma filosofica, vale a dire che, visto che **non si poteva attribuire** un significato mistico a ciascuno dei numeri interi (...) il significato mistico di ottanta milioni di miliardi ecc., (...) qual è il significato mistico di 534, se addizioniamo  $5+3+4$  (...). Un esempio, Saint Martin **dice**: si prenda un numero, ad esempio 3, lo si elevi al quadrato e si ha 9, si addizioni  $9+1+2+3+4+5+6+7+8$  si ottiene 45, eleviamo 45 al quadrato viene 2025, ora si sommino i cubi di tutti i numeri della somma filosofica di 9, si addizioni i cubi di questi numeri, si ha di nuovo 2025.

2:24 minuti 31

"Oh! Meraviglia questa matematica, buona sintassi Matematica". Che cosa fa Saint Martin?"

Contratto di  
Comunicazione

0:08 minuti 32

**Dice**, si possono trovare una infinità di queste somme di numeri, ma l'utilità di esse è mediocre perché non se ne conosce l'applicazione. **Io trovo** veramente sublime e mistico. Bravissimo ad inventare una semantica dei numeri, presi uno per uno, della sintassi matematica **il numerologo non sa proprio cosa farsene**. Per come le opere dell'occultismo dell'800 fornirebbe esempi infiniti al cacciatore di filosofia, ma sarebbe ragione di molta noia. **Mi limito a citare** il noto occultista Pushi?? da cui, **non solo** tutti i numeri sono un'eparazione del numero 1, che sarebbe una banalità, ma che una lenta discesa dello spirito (...) verso la materia si ha con l'addizione; una discesa rapida con la moltiplicazione, una discesa astrale con l'elevazione al quadrato e una discesa del piano materiale con l'elevazione al cubo. La materia risale passo per passo verso lo spirito attraverso la sottrazione, la divisione, l'estrazione della radice quadrate l'estrazione della radice cubica.

Contratto di  
Produzione

1:19 minuti 33

**Non si specifica** quante esperienze gnostiche si possono avere usando le tavole dei logaritmi (...).

Uno dei culmini della numerologia viene raggiunto nell'800 dalla piramidologia e se **guardiamo** in qualsiasi libreria negli scaffali dei numerici o **masnettate** un poco su internet vedete quanti piramidologi contemporanei ci sono ancora.

Contratto di  
Comunicazione

0:16 minuti 34

*In sintesi, visto che le spedizioni napoleoniche in Egitto, attraverso le piramidi accessibili agli scienziati, hanno iniziato una serie di ricostruzioni e misurazioni, in particolare nella piramide di Cheope nella cui camera dei re non era stata trovata alcuna mummia, né alcun tesoro e anche **se era più ragionevole** considerare che con l'avvento dei musulmani le piramidi erano state oggetto di saccheggio e quindi la mummia e il tesoro erano scomparsi per ovvie ragioni, **si è realizzato supporre** che la camera di Cheope non fosse una tomba, **bensì** un enorme laboratorio matematico e astronomico le cui misure dovevano tramandare ai posteri un sapere scientifico posseduto dagli antichi costruttori e poi perduto. Un sapere che fosse ignoto persino agli egizi, in quanto, secondo alcuni piramidologi, i costruttori originali vedevano molto più lontano nel tempo e nello spazio forse da un altro pianeta. "Ma non siamo soli nello spazio".*

*Secondo le nostre conoscenze attuali le misure della piramide di Cheope sono 230 metri circa per lato, con leggera differenza tra lato e lato dovuto all'erosione delle pietre e al fatto che non c'è più rivestimento in lastre di (...) che è stato asportato dai musulmani per costruire moschee, per una altezza di 146 metri. **Certamente** la piramide appare orientata secondo i quattro punti cardinali, con una approssimazione inferiore di decimo di grado. Essendo, anche attraverso uno dei corridoi interni, "probabilmente questo", [immagine proiettata] si poteva vedere quello che all'epoca della costruzione era la stella polare. "**La stella polare cambia ogni 25 mila anni**".*

Contratto di  
Informazione

1:46 minuti 35

*La cosa non deve **stupirci** perché gli antichi erano attenti osservatori del cielo e dalla storia delle cattedrali cristiane in problemi di orientamento erano molto sentiti.*

Contratto di  
Comunicazione

0:10 minuti 36

*Il problema era **come ristabilire quali fossero le unità** di misura utilizzate dagli egizi, **dato che** se si traduceva nelle unità attuali una certa lunghezza di metri o centimetri 666, **sarebbe oltremodo azzardato** pensare che gli egizi volessero esprimere, con questo numero apocalittico della bestia dato che la stessa lunghezza, espressa in antichi cubiti, **non avrebbe** connotato nulla.*

Contratto di  
Informazione

0:25 minuti 37

*All'inizio dell'800, tale Charles Piazzi Smith "che non aveva visto una piramide in vita sua, ma guardava i disegni altrui", **aveva** scoperto che dividendo il periodo della piramide per il doppio dell'altezza, dividendo la lunghezza della base per l'altezza e moltiplicando il risultato per 2, si otteneva un risultato molto simile al pi greco. Data questa scoperta Taylor **aveva** calcolato il rapporto tra l'altezza e il perimetro come uguale rapporto tra raggio polare e terrestre della sua circonferenza. Le scoperte di Taylor avevano molto influenzato, verso il 1865, un astronomo scozzese John Charles Piazzi Smith, non sapeva niente di archeologia e Smith **aveva** calcolato, non si capisce bene su quali basi, il cubito sacro egizio che corrisponde a 60 centimetri, fosse composto di 25 pollici piramidali e quanto i pollici piramidali corrispondevano ai pollici inglesi. Infatti Piazzi Smith*

Contratto di  
Expertise

2:09 minuti 38

*dedica un capitolo del suo libro per criticare la artificiosità anticristiana del sistema metrico decimale francese per celebrare le naturalità, secondo le leggi divine, del sistema inglese. (...) i pollici piramidali corrispondevano alla lunghezza complessiva di 36.506, [moltiplicando] dividendo questa cifra per 10.000 e sarebbe una virgola decimale, "Dio sa perché", si ottiene il numero esatto dei giorni solari 365,06. Un seguace di Piazzzi Smith, (...) anche se ha visto un giorno il maestro che **limava** le pietre angolari di una galleria per far tornare i conti, ha confermato il calcolo del pi-greco e ha scoperto che anche la camera dei re contiene un pi-greco nel rapporto tra la lunghezza e il perimetro. Moltiplicando per 3,14 la lunghezza della camera del re misurata in pollici piramidali, si ottengono ancora 365,242 (...).*

*Come mostra una carta di Piazzzi [proiezione di immagine] (...), il meridiano e il parallelo che si intersecano nella piramide, 30 di latitudine nord e 31 di longitudine est si incrocerebbero tutte le (...) come se gli egiziani volessero posizionare la piramide al centro del mondo abitato. Tra le risultanze di Piazzzi e quelle dei piramidologi successivi si **sarebbe potuto sostenere** che l'altezza piramidale moltiplicata per un milione rappresenta la distanza minima tra Terra e il Sole, ovvero 146.000.000, "anziché 147". Il peso piramidale moltiplicato per un miliardo rappresenta una buona approssimazione del peso terrestre. Raddoppiando la lunghezza dei quattro lati della piramide otteniamo quasi certamente la misura equivalente ad un sessantesimo di grado la latitudine delle Equatore. L'altezza media dei continenti sul mare è quasi esattamente l'altezza della piramide, la curvatura delle pareti, percettibile ad occhio nudo, identica a quella della Terra e in conclusione, la piramide di Cheope, è nella scala 1 a 43.200 della Terra. **Si badi bene** che anche **se non avevano una idea matematica** della sezione aurea, **gli architetti medievali** disegnavano, per istinto artigiano, strutture così (...) ad esempio la divina proporzione. D'altra parte (...) aveva provato che se si propongono a dei soggetti digiuni di matematica dei biglietti da visita di diverso formato, la maggioranza, sceglie istintivamente quelli il cui rapporti dei lati segue la sezione aurea. Quindi se la testa è fatta in un certo modo di apprezzare certe proporzioni gli egizi potevano avere una certa capacità di ottenere certi rapporti anche se le loro conoscenze matematiche erano meno avanzate di quelle degli Assiri e Babilonesi e la loro geografia serviva solo a determinare (...) 3,1605 appare nel papiro di Rhind del 16° secolo a.C.. **Probabilmente** i costruttori misuravano evidentemente con calibri e **questo spiegherebbe** quei risultati approssimativi (...) quelle misure venivano effettuate come multipli di una quota e allora il rapporto fra diametro e circonferenza pi-greco sarebbe verificato automaticamente, anche se loro non se ne rendevano conto.*

Contratto di  
Produzione

3:00 minuti 39

*"Ma lasciamo pure perdere pi-greco"*

Contratto di  
Comunicazione

0:02 minuti 40

*Il fatto che i piramidologi vogliono che gli egizi **volessero**, trasmetterci attraverso la piramide, una intera enciclopedia di dati scientifici che non potevano conoscere. Piazzi Smith era un astrologo, ma non un egittologo che non aveva buone nozioni di storia della scienza. “A dir la verità difettava anche di senso comune”. **Si pensi** a questa teoria della posizione centrale della piramide tra le terre emerse. Per fare una carta così bisogna **presume** che gli egizi avessero le nostre carte geografiche e sapessero esattamente dove si trovavano gli Stati Uniti e la Siberia e questo anche escludendo l'esistenza della Groenlandia e dell'Australia e in ogni caso non emerge da nessun ritrovamento che gli egizi **avessero** tracciato una mappa attendibile. Parimenti non potevano conoscere (...) dei continenti sul mare perché non conoscevano i continenti. Seppure sin dal tempo dei pre-socratici (...) dopo la costruzione delle piramidi si era già fatta l'idea che la terra fosse sferica è dubbio che gli egizi **avessero** idee precise sulle reale curvatura della Terra e sulla circonferenza terrestre visto che solo nel 3° secolo a. C. Eratostene **avrebbe** calcolato, con buona approssimazione, la lunghezza del meridiano terrestre. Per la distanza del Sole dalla Terra bisogna aspettare che si **abbiano** strumenti di misura adeguati. Non dico che gli egizi pensassero come Epicuro, cioè che il Sole non fosse più grande di quello che appariva e cioè di un diametro di 30 cm. “Come diceva mia nonna studiano tanto che poi sono più bestie degli altri”, ma in ogni caso questi strumenti adeguati non li avevano e in ogni caso avevano sbagliato i calcoli almeno per un milione di chilometri.*

Contratto di  
Produzione

1:50 minuti 41

*Infine i calcoli che assimilano il peso della piramide a quello della Terra sono impossibili, in quanto, neppure ora **sappiamo** con esattezza se la costruzione sia veramente piena in ogni sua parte.*

Contratto di  
Comunicazione

0:11 minuti 42

***Tutte queste obiezioni** provano che i piramidologi non valgono niente, **infatti** come in genere tutti i seguaci della tradizione occulta ritengono che i visitatori antichi e forse i visitatori spaziali (...) avessero conoscenze molto più avanzate delle nostre. Che questo sapere della tradizione fosse poi andato perduto e sia ancora ignoto alla nostra povera scienza sperimentale e **dunque**, la piramide serviva a trasmettere questo sapere che noi abbiamo dimenticato. Piazzi Smith scrive ancora ad un certo punto: dall'apice alla base la misura della grande piramide in pollici egizi sono 161 miliardi.*

Contratto di  
Produzione

0:41 minuti 43

*“Quante anime umane sono vissute sulla terra dall'anno ad'oggi?”*

Contratto di  
Expertise

0:04 minuti 44

*Una buona approssimazione sarebbe qualcosa tra 153 miliardi e 171 miliardi. “Quindi le misure sono buone”. **Si noti che**, se la piramide doveva prevedere il numero degli abitanti della terra nei secoli avvenire, perché*

Contratto di  
Produzione

*avrebbe dovuto trovarsi all'epoca in cui viveva Piazzi Smith e non calcolare (...) il millennio e giù di lì. Procedendo secondo questi principi scientifici, Piazzi Smith, scopriva corrispondenze lineari e volumetriche tra il sarcofago trovato nella camera del re, l'arca di Noé.*

0:34 minuti 45

*“L'arca dell'alleanza, per quanto noi sappiamo è stata vista solo da Indiana Jones”*

Contratto di  
Comunicazione

0:05 minuti 46

*Lui che prende per buone le misure bibliche e traduceva cubiti ebraici in cubiti egizi senza alcuna esitazione. Non solo, ma i rapporti tra la lunghezza dei corridoi della piramide rivelarono alcune date fatidiche come la futura data dell'esodo, e siccome la distanza temporale tra l'esodo e la crocifissione sarebbe stata di 1485 anni, rivelarono che è la data della morte di Gesù. Altri calcoli fatti dai seguaci di Smith rivelano che la somma della lunghezza dei due passaggi alla camera del re darebbe il numero dei pesci pescati dai discepoli di Gesù.*

Comitato di  
Informazione

7:51 minuti 47

*Inoltre, qual che il termine greco per Putz?? viene assegnato un valore numerico 1224, è facile dedurre che 1224 è 153 per 8. “Perché per 8? Insomma si divide 1224 per tutti i numeri finché non si ottiene il risultato che interessa”. Se 1224 non fosse stato divisibile per nessun numero capace di dare 153, ovviamente non si sarebbe considerato pertinente questo esempio”. Nello stesso modo è stato calcolato dai Piramidologi che il tempo vissuto da Gesù sulla terra sia stato di 12.240 giorni e questo numero è il risultato 10 per 8 per 153. Qui bastava moltiplicare 1224 per 10, poi dividerlo per 80, ma la soluzione è stata nello stabilire già da prima che 12240 è il numero dei giorni vissuto da Gesù, computo che nessun testo biblico neppure lontanamente suggerisce, anche perché se Cristo è vissuto 33 anni, moltiplicando 33 per 365 si ha 12045, calcolando anche se la data di nascita di Gesù fosse bisestile, in 33 anni avremmo avuto 9 anni bisestili saremmo arrivati al massimo a 12054, ma siccome l'ultimo anno di vita si ferma a Pasqua, ecco perché la cifra sarebbe inferiore. Il fatto è che con i numeri si può fare tutto quello che si vuole.*

*Proprio discutendo le scoperte dei piramidologi, l'architetto Giampier Adam ha fatto un esperimento sul chiosco dove si vendevano biglietti della lotteria vicino a casa sua. La larghezza del diametro è 149 cm vale un cento milionesimo della distanza terra sole, l'altezza posteriore divisa tra la larghezza della finestra faceva 176, divisa 56 e cioè 3,14. L'altezza anteriore 19 cm cioè pari al numero degli anni del ciclo lunare (...) La somma dell'altezza dei due spigoli anteriori e dei due posteriori faceva 190 per 2, più 176 per 2 uguale 732 che è la data della vittoria di Poitiers Lo spessore del richiamo era di 3 e 20 cm centimetri e la larghezza della cornice della finestra di 8,8 cm. Sostituendo i numeri interi nella corrispondente lettera alfabetica avremmo C<sub>10</sub> H<sub>8</sub> che è la formula della naftalina. “Lezione numerologica. L'ho fatto perché questi discorsi funzionano ancora oggi”.*

*Si prenda per esempio la data citata all'inizio: l'11 Settembre. Sul numero di Settembre scorso di Scienza e Paranormale della benemerita rivista del*



comitato per il controllo della trattazione sul paranormale, Paolo (...) cita una serie di speculazioni numerologiche fatte su quella data. New York Site ha 11 lettere, Afghanistan 11 lettere, (...), Georg David Busc ha 11 lettere, le due torri gemelle formavano il numero 11 lettere, New York è l'undicesimo stato, il primo aereo schiantato sulle torri era il volo numero 11, questo volo portava 92 passeggeri e 9 più 2 fa 11, il volo 77 che si è pure schiantato sopra le torri portava 65 passeggeri e 6 più 5 fa 11. La data 9 – 11 è uguale al numero di emergenza per il carico 911, La (...) interna da 11, il totale delle vittime dell'aereo dirottato è 254 la cui somma interna è 11. L'11 Settembre è il giorno 254° del calendario e la somma interna è 11. Quali sono le obiezioni a queste coincidenze apparentemente prodigiose. New York ha 11 lettere se aggiungi Site. L'Afghanistan ha 11 lettere, Afghanistan ha 11 lettere (...) dall'Afghanistan, dall'Egitto, dall'Arabia Saudita, dal Libano e dagli Emirati Arabi. (...) G. David Busc ha 11 lettere solo se si mette la (...) e come è iniziata (...) Le torri gemelle disegnano un numero 11, ma anche un 2 in numeri romani, il volo 77 non ha colpito una delle torri, ma il Pentagono e non portava 65 bensì 59 passeggeri. Il totale delle vittime non è stato 254 ma 265. Ancora una volta, per far quadrare i conti il numerologo ha fatto limare le pietre come Piazzi Smith nelle piramidi. Ancora una volta scegliendo gli esempi di buon approccio si potrebbe ottenere da un insieme di fatti non 11 ma 13, 10 o 666.

Infatti **per terminare con un mio contributo originale** di numerologia tempo fa ho scritto una parodia del codice da Vinci di Dan Brown e concludo citando i mirabili risultati da cui ho pervenuto

Se osserviamo l'ultima cena di Leonardo e il nome Leonardo è di 13 lettere, vediamo che 13 sono i riquadri tra pannelli e finestre dell'affresco e 13 i convitati, tuttavia eliminando Gesù e Giuda, che moriranno di lì a poco i commensali del cenacolo sono 11. 11 è il numero delle lettere di Petrus e Judas, 11 è il numero delle lettere dell'apocalisse, 11 sono anche le lettere di Ultima cena, (...) del latino. Ai due lati di Gesù appare un apostolo con le mani spalancate uno con l'indice teso a formare in entrambi i casi la cifra 11, inoltre seguendo un elementare principio cabalistico se assegniamo alle 26 lettere dell'alfabeto un numero progressivo, sostituendo ad ogni lettera il numero di Leonardo da Vinci da 12 più 5 e.. da 146 e la somma interna di 146 da 11. Si faccia la stessa operazione col nome di Matteo, la somma dei valori numerici delle lettere è uguale a 56, la somma interna da 11. 11 per 11 da 121, sottraendo da questa cifra i 10 comandamenti abbiamo 111. Vediamo ora cosa accade con il nome di Joannes di Giuda. La somma dei valori numerici di Joannes da 78 la cui somma interna da 15, la cui successiva somma interna da 6. La somma dei valori numerici delle lettere di Giuda è ancora 78, la somma interna da 15 la cui successiva somma interna da 6.

Questa duplice sottolineata apparizione del numero 6 ci induce a moltiplicare 111 per 6 ed ecco che **otteniamo** 666.

Contratto di  
Comunicazione

0:10 minuti 48

*Per i conti ho dovuto decidere di chiamare Petrus des Joannes in latino. De Matteo in italiano, Giuda una volta in italiano e una volta come Judas ultima (...) in latino e non ce n'era ragione e per ottenere 111 finale ho dovuto sottrarre da 121 i 10 comandamenti e non le 5 piaghe del Signore o le sette opere di misericordia corporale, ma così va con la numerologia e spero non me ne vorrete.*

Comitato di  
Informazione

0:36 minuti 49

A

Allegato n°

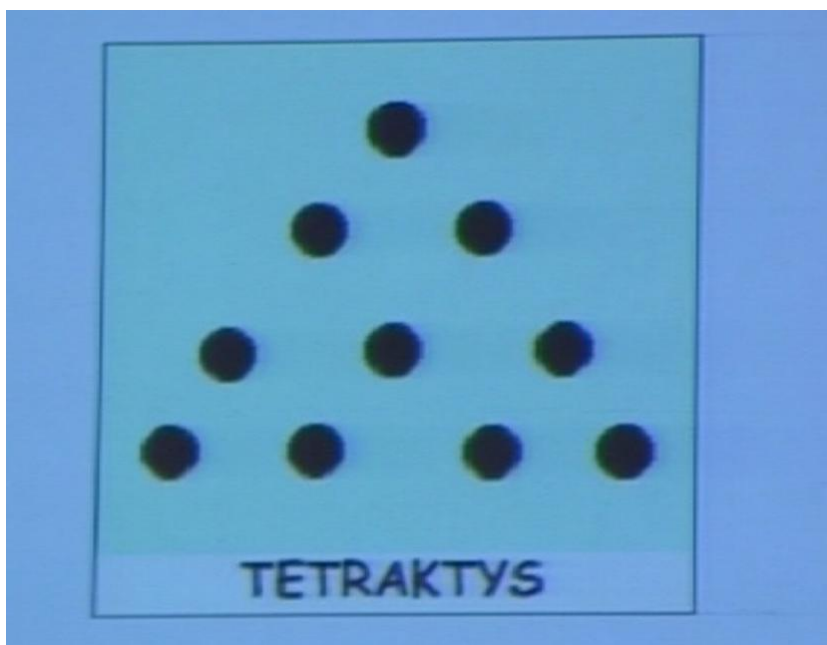
Foto proiettate durante la Lectio Magistralis di Umberto Eco seguendo lo stesso ordine.



1<sup>a</sup> immagine, sequenza 6

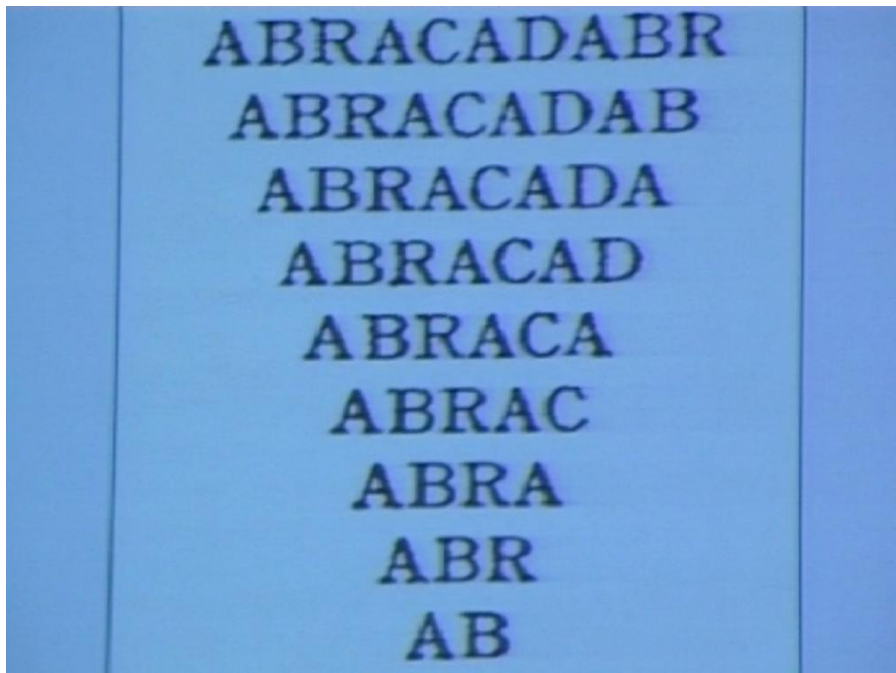


2<sup>a</sup> immagine, sequenza 6

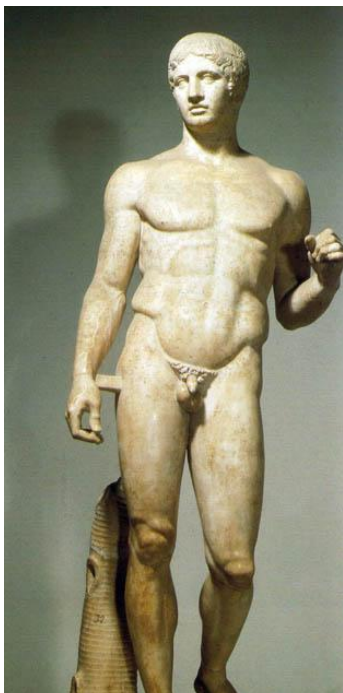


3<sup>a</sup> immagine, sequenza 6

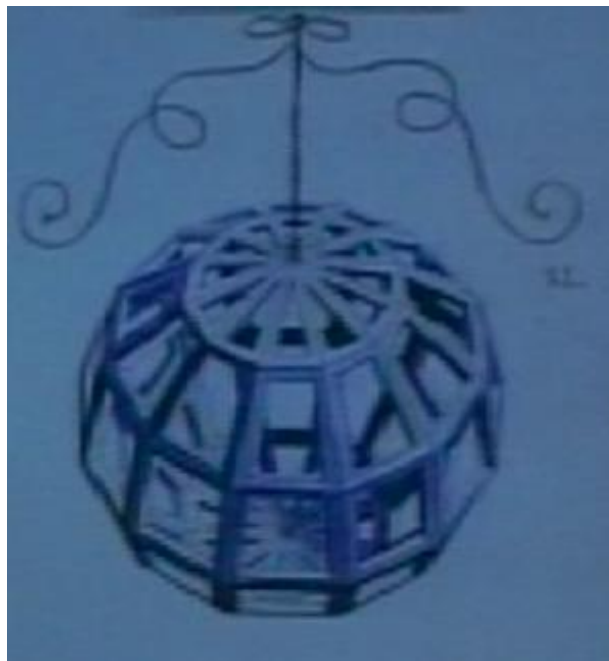
Figura sacra, (triangolo equilatero formato da 10 punti con il lato di 4), sulla quale i pitagorici compivano i loro giuramenti.



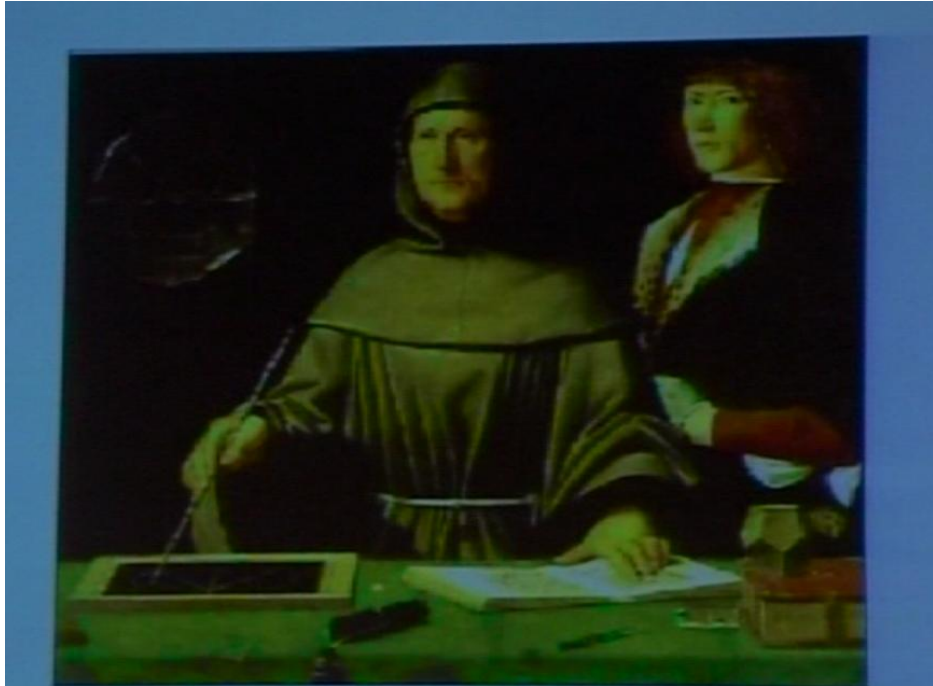
4<sup>a</sup> immagine, sequenza 6  
Formula dell'ABRACADABRA priva di  
valore matematico, ma solo grafico



5<sup>a</sup> immagine, sequenza 8  
Il Doriforo (ca. 445 a.C.). Statua di  
un atleta con giavellotto in mano.  
Copia romana, (non è pervenuto  
l'originale) conservata al Museo  
Archeologico di Napoli, manca la  
lancia retta dalla mano sinistra



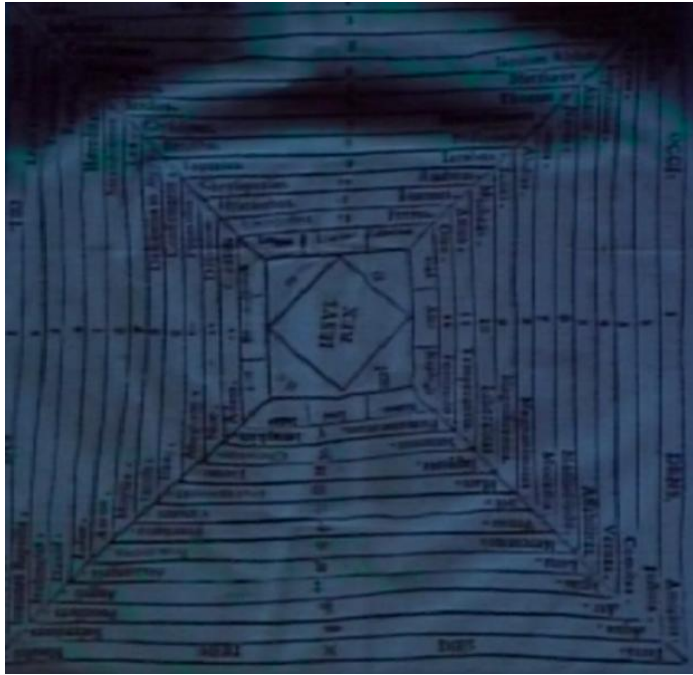
6<sup>a</sup> immagine, sequenza 8  
Disegno di Leonardo per illustrare l'opera "De  
divina proporzione" di Luca Pacioli, 1509



7<sup>a</sup> immagine, sequenza 8 Luca Pacioli, matematico italiano (1445-1510) Dipinto ignoto 1495



8<sup>a</sup> immagine, sequenza 8  
Dodecaedro disegnato da Leonardo per il “De divina  
proporzione di Luca Pacioli



9<sup>a</sup> immagine, sequenza 18  
Immagine del tempio di Ezechiele



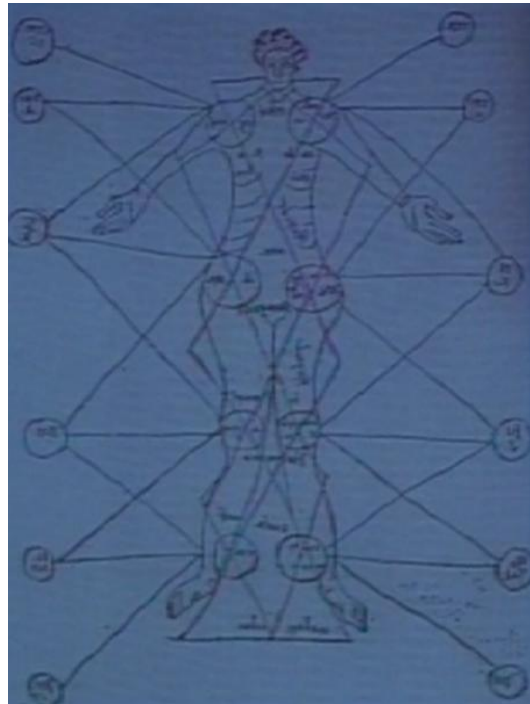
10<sup>a</sup> immagine, sequenza 20



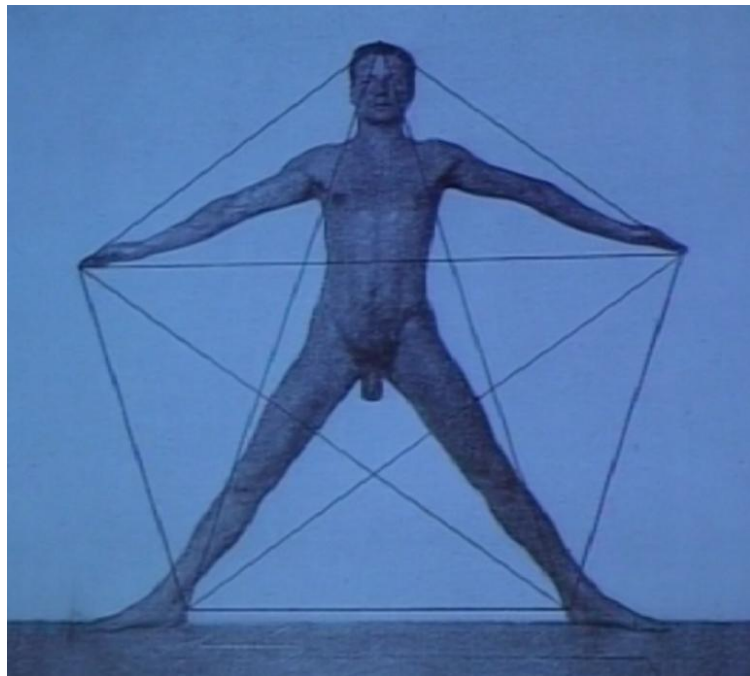
11<sup>a</sup> immagine, sequenza 21



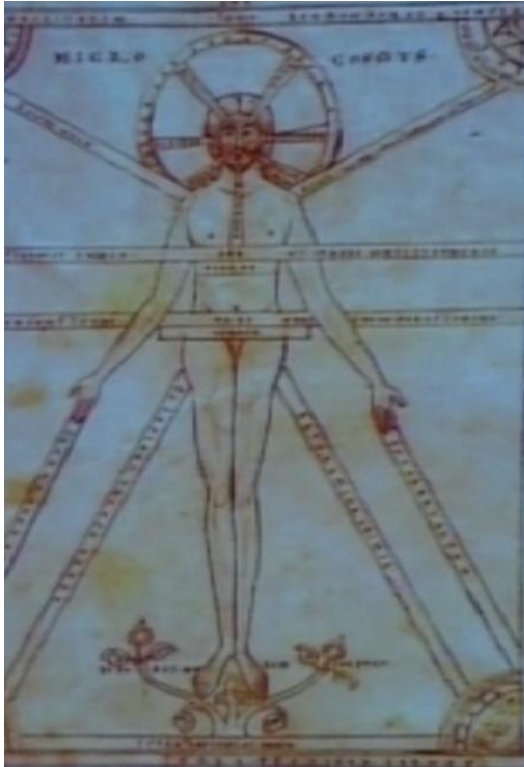
11<sup>a</sup> immagine, sequenza



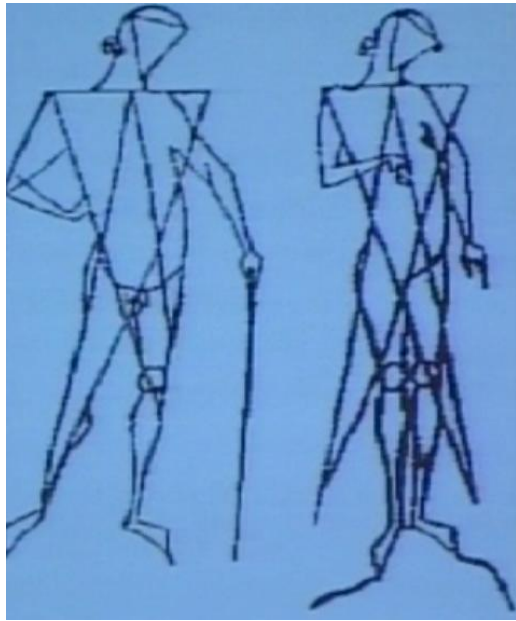
12<sup>a</sup> immagine, sequenza 24?



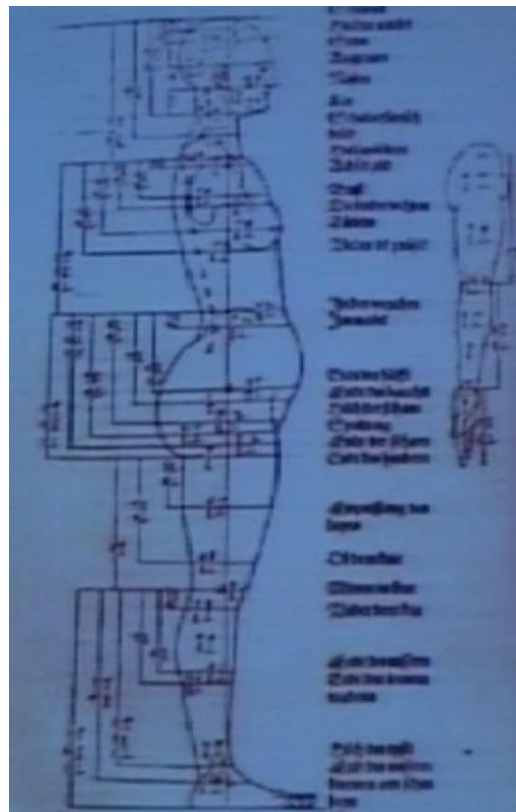
13<sup>a</sup> immagine, sequenza 25



14<sup>a</sup> immagine, sequenza 26

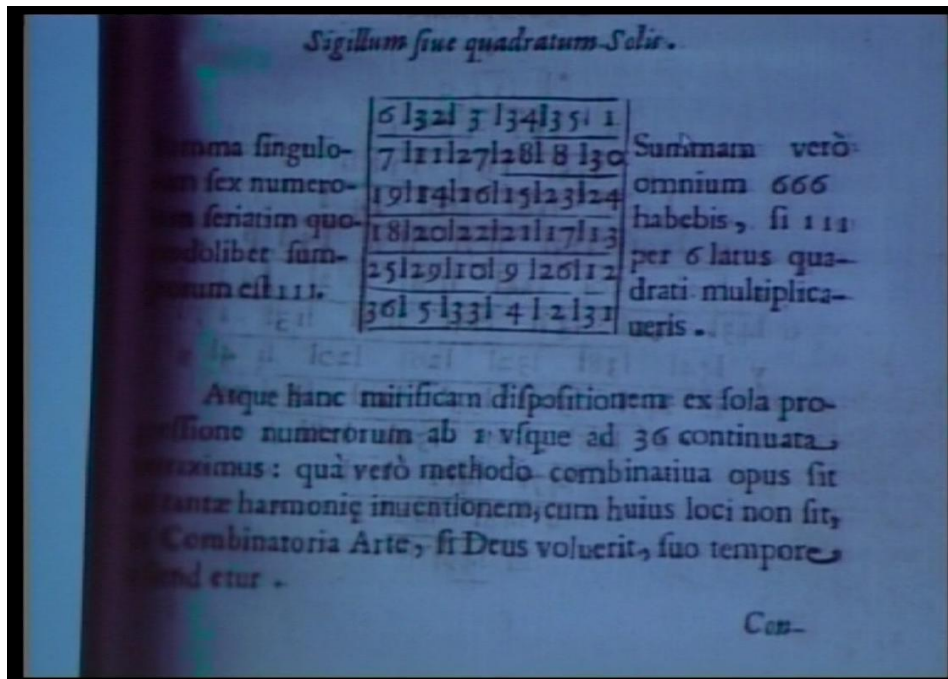


15<sup>a</sup> immagine, sequenza 26



16<sup>a</sup> immagine, sequenza 26





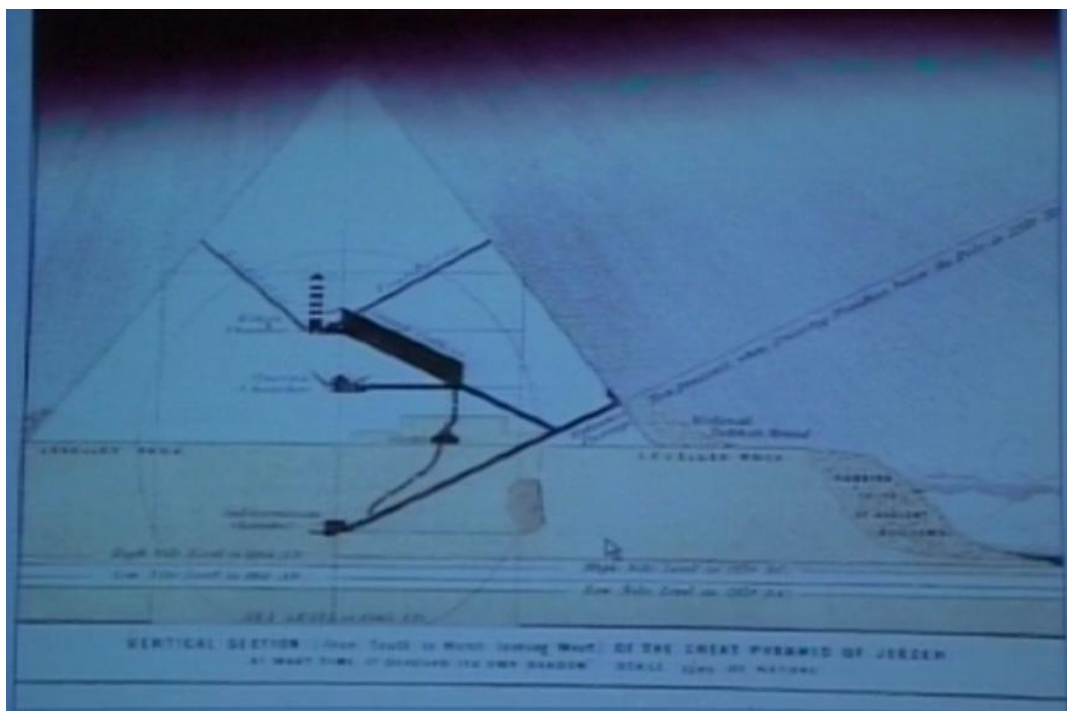
15<sup>a</sup> immagine, sequenza 29  
 Mosaico ritrovato in una villa a Mileto (non datata)  
 Si ottiene 111 in ogni riga, colonna e diagonale. La somma totale è 666 il numero della bestia dell'Apocalisse



16<sup>a</sup> immagine, sequenza?  
 Quadrato Magico del "Sartor", all'esterno del Duomo di Santa Maria Assunta a Siena 1179 o 1229?  
 Opera in bronzo realizzata da Alfredo Di Prinzio

$3^2$	=	9	
$1+2+3+4+5+6+7+8+9$		=	45
$45^2$		=	2025
cubo di	1	=	1
cubo di	2	=	8
cubo di	3	=	27
cubo di	4	=	64
cubo di	5	=	125
cubo di	6	=	216
cubo di	7	=	343
cubo di	8	=	512
cubo di	9	=	729
			2025

17<sup>a</sup> immagine, sequenza 31  
Somma filosofica del numero 3



18<sup>a</sup> immagine, sequenza 35  
Piramide di Cheope



19<sup>a</sup> immagine, sequenza 39  
Carta di Charles Piazzi Smith



20<sup>a</sup> immagine, sequenza 47  
Cenacolo di Leonardo

**Cap. 5 § 5.2.1 allegato n° 1.5 p. 155**

Primo Questionario: Una esperienza laboratoriale

Nome.....

Cognome

Classe.....

Segna con una croce una sola delle caselle e rispondi alle seguenti domande

1. Hai visitato un museo della scienza?

SI

Dove

Quando

NO

2. Hai visitato una mostra-laboratorio scientifico

SI

Dove

Quando

NO

3. Scrivi il nome di un esperimento che conosci e descrivilo

4. Che cosa è per te la luce?

5. Hai letto o visto qualche programma sulla luce? Raccontalo

Questionario **1**

Nome.....  
Cognome.....

Classe.....5<sup>a</sup>.....

Segna con una croce una sola delle caselle e rispondi alle seguenti domande:


1. Hai visitato un museo della scienza?  
 SI Dove ..... Quando.....  NO

2. Hai visitato una mostra-laboratorio scientifico?  
 SI Dove ..... Quando.....  NO

3. Scrivi il nome di un esperimento che conosci e descrivilo  
*Il sedano rosso in terra aravamo fatto un esperimento abbiamo preso un barattolo il abbiamo riempito di acqua abbiamo messo dentro gli abbiamo aggiunto un po' di colorante l'abbiamo lasciato dei giorni poi abbiamo visto che le foglie erano diventate rosse*

4. Che cosa è per te la luce?  
*Per me la luce è ciò che ci illumina*

5. Hai letto o visto qualche programma sulla luce? Raccontalo  
*NO*



Questionario **2**

Nome \_\_\_\_\_ Cognome \_\_\_\_\_

Classe 5<sup>OB</sup>

Segna con una croce una sola delle caselle e rispondi alle seguenti domande:

1. Hai visitato un museo della scienza?  
 SI Dove ..... Quando.....  NO

2. Hai visitato una mostra-laboratorio scientifico?  
 SI Dove ..... Quando.....  NO

3. Scrivi il nome di un esperimento che conosci e descrivilo


*una volta noi abbiamo fatto un'esperimento di un vulcano' e messo: una bottiglietta piccola di plastica e l'abbiamo ricoperto di terra di montagna noi l'abbiamo messo dentro la bottiglietta; bicarbonato, colorante e sembra un vulcano in eruzione.*

4. Che cosa è per te la luce?

*Per me la luce è energia ed è indispensabile per la vita dell'uomo*

5. Hai letto o visto qualche programma sulla luce? Raccontalo

*NOV L'HO HAI VISTO*



13

Questionario **3**

Nome ..... Cognome .....

Classe.....5<sup>a</sup>.....

Segna con una croce una sola delle caselle e rispondi alle seguenti domande:

1. Hai visitato un museo della scienza?

SI Dove ..... Quando.....  NO

2. Hai visitato una mostra-laboratorio scientifico?

SI Dove ..... Quando.....  NO


3. Scrivi il nome di un esperimento che conosci e descrivilo

**IL CHIACCIO**

per primo abbiamo preso una bottiglia vuota poi l'abbiamo riempita d'acqua e l'abbiamo messa sul freezer, e l'abbiamo lasciata per una notte, il giorno dopo abbiamo preso la bottiglia ed era rotta, ma c'è restata la forma del ghiaccio

4. Che cosa è per te la luce?

~~per me~~ per me la luce è energia elettrica che illumina



5. Hai letto o visto qualche programma sulla luce? Raccontalo

**Cap. 5 § 5.2.2 Allegato n° 5.5 p. 159**

Una esperienza laboratoriale

Secondo Questionario: Una esperienza laboratoriale

Nome.....

Cognome

Classe.....

1. Che cosa è per te la luce?
2. A cosa serve la luce?
3. In che modo si propaga la luce?
4. Chi la produce?
5. Scrivi il nome di un esperimento che conosci e descrivilo



Questionario 4

Nome .....

Cognome .....

Classe 5<sup>a</sup> A .....

Segna con una croce una sola delle caselle e rispondi alle seguenti domande:

1. Hai visitato un museo della scienza?

SI

Dove ..... Quando .....

NO

2. Hai visitato una mostra-laboratorio scientifico?

SI

Dove ..... Quando .....

NO

3. Scrivi il nome di un esperimento che conosci e descrivilo

COME SI NUTRE UNA PIANTA

Abbiamo preso un bicchiere trasparente di vetro, abbiamo messo dell'acqua e aggiunto del colorante rosso e messo un gambo di sedano e... Dopo 3 o 4 giorni abbiamo visto che le foglie del sedano ovvero hanno cominciato a stingersi di rosso. Abbiamo spezzato il gambo e abbiamo visto che le foglie tubicelli con l'acqua rossa che aveva assorbito.

4. Che cosa è per te la luce?

La luce può essere energia che viene usata illuminare, ma anche per altre cose. La luce me è indispensabile per vivere perché senza luce le piante non vivono e nemmeno l'uomo.

5. Hai letto o visto qualche programma sulla luce? Raccontalo NO



Questionario **5**

Nome \_\_\_\_\_ Cognome \_\_\_\_\_

Classe 5<sup>a</sup>A

Segna con una croce una sola delle caselle e rispondi alle seguenti domande:

1. Hai visitato un museo della scienza?

SI Dove ..... Quando .....  NO

2. Hai visitato una mostra-laboratorio scientifico?

SI Dove ..... Quando .....  NO

3. Scrivi il nome di un esperimento che conosci e descrivilo

LAB LA BOTTIGLIETTA GHIACCIATA  
PER PRIMA COSA SI RIEPIE D'ACQUA NELLA BOTTIGLIETTA D'ACQUA  
CHIUDE BENE CON UN TAPPO E SI METTE IN FREEZER E SI LASCIA U  
NOTTE E IL GIORNO DOPO SI VEDE CHE SI VEDE LA BOTTIGLIETTA S  
SPACCATA PERCHE' L'ACQUA SI E' DILATATA GHIACCIANDO

4. Che cosa è per te la luce?

PER ME LA LUCE E' UNA FONTE DI CALORE CHE ILLUMINA LA  
E SENZA DI QUELLA POTREMO MORIRE CONGELATI

5. Hai letto o visto qualche programma sulla luce? Raccontalo

NO

30

Questionario **6**

Nome.....  
Cognome.....

Classe 5<sup>o</sup>B

Segna con una croce una sola delle caselle e rispondi alle seguenti domande:

1. Hai visitato un museo della scienza?  
 SI    Dove ..... Quando.....     NO

2. Hai visitato una mostra-laboratorio scientifico?  
 SI    Dove ..... Quando.....     NO

3. Scrivi il nome di un esperimento che conosci e descrivilo

*IL VULCANO*  
Abbiamo preso una bottiglietta vuota e l'abbiamo messa dentro una lacinella. Dopo l'abbiamo circondata con la colla fino ad ottenere la forma di un vulcano. Dentro ci abbiamo messo bicarbonato, colorante rosso e aceto. È successo che il liquido è uscito dalla bottiglia come la lava di un vulcano con l'energia di un gas che si è formato mischiando questi elementi.

4. Che cosa è per te la luce?  
*La luce è una forma di energia, viene usata dalle persone per illuminare le cose o le strade.*

5. Hai letto o visto qualche programma sulla luce? Raccontalo

*NO!*

**Cap. 5 § 5.2.2 allegato n° 9.5 p. 154**

**Laboratorio** - Riflessioni allo specchio (rivolto alle classi 5<sup>^</sup> primaria – Festival scienza 2009 Cagliari-)

**Problema:**

**La scatola magica**<sup>385</sup>

“E’ possibile, attraverso un foro, vedere, riflesso in uno specchio che sta dentro la scatola, un oggetto che sta fuori dalla scatola?”

1° fase

**Problema:**

**La scatola magica**

Scenario

*Giacomo e Lucia stanno costruendo una “scatola magica” e Marco ,il fratellino curiosone di Giacomo, vuole sapere cosa stiano facendo. Lucia spiega: Vogliamo vedere, guardando attraverso questo foro, , riflessi nello specchio che sta dentro la scatola, oggetti che stanno fuori dalla scatola.*

*Marco ride e pensa che lo stiano prendendo in giro...*

**1° Quesito**

**Secondo voi: sarebbe possibile, attraverso un foro vedere, riflesso in uno specchio che sta dentro la scatola, un oggetto che sta fuori dalla scatola?”**

Illustrare concretamente la situazione alla classe, mostrando la “scatola magica”; (la scatola che si mostrerà agli alunni avrà un solo foro).



**Distribuire a ciascun ragazzo la scheda numero 1Rs che mostra l’immagine e riporta il quesito**

Accertiamoci che abbiano capito qual è il loro compito fare congetture sulla possibilità che... e se sì come fare per poter vedere ..... attraverso il foro;

chiediamo di completare la scheda individualmente. Ritiriamo la scheda. ( 10’)

**Se il tempo non ce lo consente, per sveltire il percorso, chiediamo ugualmente che facciano congetture sul quesito, ma solo oralmente**

Se tra le risposte c’è una congettura che si possa verificare immediatamente, facciamolo.

---

<sup>385</sup> Da “Compagni di banco” con libero adattamento di S. Saba e B. Brunetti

Tra le congetture, potrebbe esserci quella che propone di fare un altro buco, di fronte a quello già esistente, che gli permetterebbe di vedere l'oggetto che sta fuori, se opportunamente posizionato.

Dopo aver verificato la validità di questa congettura, si può rilanciare:

“...ma se l'oggetto si trovasse su uno degli altri lati...?”

Sollecitare ancora risposte e congetture, senza esprimere valutazioni sulla loro possibile validità (o meno)

## 2° fase

Portiamo ora l'attenzione sull'oggetto: **Cosa ci permette di vederlo?**

**Avviamo un semplice percorso che permetta agli alunni, di scoprire alcune proprietà della luce e della riflessione su uno specchio piano.**

**Cosa ci permette di vedere gli oggetti?** ( occhio – luce ) sperimentare buio-luce, fonte luminosa, corpi luminosi e corpi illuminati

**Come si propaga la luce?** ( il cammino della luce)

Proporre un'esperienza finalizzata a scoprire che i raggi luminosi si propagano in linea retta

### Prima esperienza

#### I CARTONCINI FORATI

**Occorrente:** 3 cartoncini forati a diverse altezze da due fori ciascuno, un foglio non forato e una sorgente luminosa.

I cartoncini forati potranno scorrere in linea retta lungo una scanalatura (opzionale), perciò potranno essere avvicinati o allontanati dalla sorgente luminosa, fissata di fronte, all'inizio della scanalatura. Dietro i cartoncini forati si posizionerà il foglio non forato (materiale non trasparente).

**2° Quesito: è possibile disporre i cartoncini forati in modo che questo raggio di luce passi attraverso tutti i fori e arrivi su questo foglio?**

Chiamare un componente di ciascun gruppo e lasciare che si adoperino per verificare la possibilità di ottenere il risultato richiesto (potranno interagire e aiutarsi; ci si aspetta che i cartoncini vengano spostati, per tentativi, finché il raggio di luce riesca ad attraversarli tutti attraverso i fori già predisposti e che la luce si “fermi” sull'ultimo cartoncino non forato).

Naturalmente, il raggio luminoso passerà solamente attraverso uno solo dei fori di ciascun cartoncino.

**Discussione** sui risultati ottenuti e sulle strategie messe in atto per risolvere il problema.

**Verifica:** si farà passare un filo attraverso i fori e si chiederà di osservare la linea formata dal filo teso.

Breve **discussione e conclusione** finalizzata a stabilire che:

**La luce si propaga in linea retta, finché trova un ostacolo...**

Far notare anche le proprietà di alcuni materiali, opachi – trasparenti...

### **3° Quesito: e se l'ostacolo fosse uno specchio? Cosa accade quando l'ostacolo è uno specchio?**

Avviare una **breve discussione** che tenderà a far emergere che lo specchio “riflette” le luci e le immagini e come le riflette

**Seconda esperienza** finalizzata a scoprire che quando uno specchio piano riflette un'immagine, l'angolo riflesso è uguale al raggio incidente.

#### **Riflessione allo specchio**

**Occorrente: un'asta in cima alla quale è stato appeso uno specchio, un foglio sul quale è stato riprodotto un goniometro, fissato alla base dell'asta, in modo tale che il punto 0 risulti centrale rispetto allo specchio; una lunga cordicella (circa 3m)**

L'esperimento, gestito da domande guida da parte dell'insegnante, sarà proposto a tutti gli alunni, a turno, un gruppo per volta: una coppia terrà, ciascuno, un capo della cordicella, altri due leggeranno i valori segnati sul goniometro, un altro registrerà alla lavagna i valori che gli verranno dettati (la misura degli angoli).

Gli alunni, due per volta, tengono in mano un capo della cordicella, che scorre alla base dell'asta che regge lo specchio.

Il loro compito è quello di cercare di posizionarsi, sempre tenendo teso il filo, in modo da vedere riflesso nello specchio il compagno che tiene l'altro capo del filo (uno dovrà vedere l'altro).

Quando questo accade, i due si fermano e i compagni “lettori” vengono sollecitati ad osservare qual è, per ciascuno, la posizione della cordicella rispetto al “goniometro” che sta alla base dello specchio, cioè dovranno leggere la misura degli angoli formati dalle cordicelle rispetto alla normale allo specchio.

Ad ogni spostamento valido (o non valido) della coppia che tiene la cordicella (si farà in modo che si possano registrare almeno quattro posizioni diverse per ciascuna coppia), si registrano, alla lavagna o su un cartellone, le variazioni della misura degli angoli letti sul goniometro e si cercherà di cominciare a riflettere, su “quando” ci si può vedere allo specchio o no. Sarà compito dell'insegnante intercalare l'attività con domande atte a stimolare osservazioni in tal senso.

Infine, quando tutti i gruppi avranno fatto la loro esperienza, la lettura collettiva della tabella nella quale sono stati registrati i valori (misure) letti sul goniometro nelle diverse posizioni, stimolerà ulteriori osservazioni e riflessioni che li porterà alla scoperta che:

**Possiamo vedere il compagno allo specchio solo quando i due angoli formati dalle cordicelle rispetto allo specchio, sono uguali.**

Durante le osservazioni e la discussione inserire anche qualche termine specifico, quale “angolo incidente” e “angolo riflesso”, che favorirà anche la chiarezza dell'esposizione e la correttezza della conclusione.

#### **Conclusione e generalizzazione:**

**Abbiamo scoperto che quando un oggetto si riflette allo specchio, l'angolo di incidenza è uguale all'angolo di riflessione.**

**Proporre una verifica immediata, attraverso la scheda individuale n° 2 Rs (allegata)**

Consegna riportata sulla scheda:

**Se inviamo sullo specchio S un raggio che parte da O, quale dei raggi riflessi è quello giusto?**

Osservate bene il disegno, ripassate col colore rosso il raggio che secondo voi è quello valido, poi, giustificate la risposta spiegando il ragionamento fatto.

Breve discussione per stabilire qual è la risposta giusta.

**Ci si attende che almeno uno degli alunni abbia usato il goniometro; sollecitiamo tutti a verificare la loro scelta misurando gli angoli con il goniometro.**

**3° fase**

Riproponiamo il problema iniziale accantonato e ridefiniamo il quesito

**“Sarebbe dunque possibile, trovare una strategia che mi permetta di, attraverso un foro, vedere riflesso in uno specchio che sta dentro la scatola, un oggetto che sta fuori dalla scatola?” Su un lato che non sta di fronte al foro?**

L'ultima parte si aggiunge solo se precedentemente è già stata fatta una congettura in tal senso, congettura della quale sia stata anche verificata la validità

**Lavoro di gruppo**

**PROBLEMA**

**“La scatola magica” :**

**Organizzazione:** lavoro di gruppo

**Occorrente:** per ciascun gruppo: una scatola, uno specchio piano, un oggetto colorato.

**Preparazione** (l'insegnante avrà precedentemente preparato le scatole magiche)

Praticare un foro su un lato corto di ciascuna scatola e un foro su uno dei lati lunghi; il foro sul lato corto sarà aperto e visibile, mentre il foro sul lato lungo rimarrà coperto (i ragazzi non potranno sapere in quale punto del lato si trova, fino al momento della verifica)

posizionare uno specchio dentro le scatole, di fronte al foro aperto. Lo specchio viene posizionato con l'inclinazione voluta dall'insegnante, che può essere anche diversa per ciascuno specchio;

incollare sul coperchio della scatola un foglio sul quale è stata riportata la posizione e l'inclinazione esatta dello specchio che sta dentro

Laboratorio

*Riproporre concretamente la situazione (mostrare di nuovo una scatola che non abbia altri fori che quello indicato dal problema) poi chiedere alla classe che si facciano delle congetture non solo sulla possibilità che il fatto possa avvenire (vedi problema) ma anche per mezzo di quali strategie sia possibile ottenere quel risultato.*

Ci si attende che almeno uno faccia riferimento allo specchio e alle sue proprietà rispetto alla riflessione di un oggetto sullo specchio stesso.

**Porre ora il problema in questi termini: In quale punto della scatola dovremo aprire l'altro foro che ci permetta di vedere riflesso nello specchio “l'oggetto” che sta fuori dalla scatola?**

Sarà possibile scoprire dove deve essere fatto l'altro foro che permetterà allo specchio che c'è dentro la scatola di riflettere l'oggetto che sta fuori ?

Se sì, come?

Se no, perché?

Distribuire il materiale necessario a ciascun gruppo (la scheda **1Rs**; una scatola; un oggetto; la scheda **3Rs**, sulla quale viene riportata esattamente la posizione dello specchio che c'è dentro la scatola; un goniometro; una; un righello; una matita), perché possa cercare di risolvere il problema, mettendo in atto proprie strategie. Tempo a disposizione 30'

Gli alunni vengono invitati, ad utilizzare “la mappa” nella quale è stata riportata la posizione dello specchio e qualunque altro strumento che ritengano utile.

Un componente del gruppo si incaricherà di registrare, su apposita scheda, le fasi più importanti della ricerca di soluzione, le strategie messe in atto e i momenti più importanti della discussione nel gruppo. La conclusione ed eventualmente il disegno, dovranno essere chiari, perché verranno poi presentati agli altri gruppi. **Se il tempo non lo consente, ci si accontenterà di far dichiarare le risposte e far esporre le argomentazioni oralmente.**

La verifica sulla validità delle risposte, verrà fatta quando ciascun gruppo presenterà alla classe il proprio lavoro.

La scatola verrà aperta e si verificherà se il punto, nel quale il gruppo vorrebbe posizionare il foro e l'oggetto, sarà quello giusto, cioè quello che permetterebbe di vedere l'oggetto riflesso nello specchio che sta dentro la scatola.

**Discussione finale** tra gruppi gestita dall'insegnante con domande stimolo, finalizzata a rinforzare la consapevolezza della conoscenza che hanno utilizzato per risolvere il problema (es: quale conoscenza vi ha aiutato a risolvere il problema? Relazione tra angolo di incidenza e angolo di riflessione).

### **Conclusioni**

L'oggetto può essere visto nello specchio che sta dentro la scatola solo praticando un altro foro. Il foro, però, non può essere fatto a caso in un punto qualunque della faccia laterale, perché si deve tener conto della posizione dello specchio e del primo foro, per calcolare l'angolo di incidenza e l'angolo di riflessione di conseguenza anche l'oggetto non potrà essere posizionato in un punto qualunque

Per risolvere il problema, dunque, era necessario sapere che l'angolo di incidenza è uguale all'angolo di riflessione perché, dopo aver misurato gli angoli e tracciato i due percorsi, si può individuare il punto in cui fare il secondo foro e di conseguenza il punto in cui posizionare l'oggetto.



**Cap. 5 § 5.3.1 allegato n° 10.5 p. 163**

Questionario: Il punto di vista dei visitatori

Riferendoti alla mostra DO YOU PLAY MATHEMATICS? rispondi alle seguenti domande segnando, con una croce, una delle caselle da 1 a 5

Ti sono piaciuti gli “oggetti matematici” esposti?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Ti ha coinvolto il modo con cui ti sono stati presentati?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Hai risposto alle domande delle guide?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Trovi interessante visitare da solo una mostra di questo tipo?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Avresti voluto fare domande che non hai potuto fare?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Scrivete

Hai trovato le guide preparate?

Cosa ti aspetti quando visiti una mostra?  
Descrivi brevemente

Che cosa vorresti trovare in una mostra?  
Descrivi brevemente

Indica tre esperienze che ti hanno particolarmente coinvolto



## *Indice dei nomi*

### *Capitolo 1.*

(Angela Piero 11 – 12 -  
Asor Rosa Alberto 23  
Attenborough David 2 – 28 - 40 -  
Austori Giovanni 6 -  
Bachelard Gaston (1884–1962) 18 – 19 – 23 –  
24 – 27-- -  
Bernardini Carlo 11- 12 -  
Bessot Annie 21 -  
Bodmer Walter 2 – 3 – 5 – 7 – 9 – 28 -  
Brousseau Guy 21 – 22 -  
Bucchi Massimiliano 5 -  
Carrada Giovanni 4 – 5 -  
Castelfranchi Yuri 5 -  
Cerina Lucia 22 -  
Cerroni Andrea 9 – 10 – 11 – 12 – 17 – 18 -  
Chevallard ? 19 20 – 21 -  
Croce Benedetto (1866-1952) 23 -  
Dedò Maria 11 – 12 -  
De Mauro Tuttilio 2 -9 – 23 -  
De Vaucanson Jacques (1709-1782) 26 – 59 -  
Eco Umberto 29 -  
Enriques Federico (1871-1946) 23 -  
Fabbri Daniele 4 -  
Galilei Galileo 11-  
Gentile Giovanni (?) 29 -  
Govoni Paola 9 – 12 -  
Gramsci Antonio (1891-1937) 2 -  
Lai Sebastiana 19 – 20 -  
Piaget Jean (1896-1980) 17 -  
Pitrelli Nico 3 – 4 – 5 -  
Polo Maria 20 -  
Potocnik Janez 8 -  
Rossi Paolo 9 – 10 -  
Rubbia Carlo 11 – 12 -  
Turney John 6 -  
Vaucanson ? 27 -  
Voltaire François Marie (1694-1778) 27 -  
Wynne Brian 4 – 5 – 6 -  
Ziman John 2 – 7 – 9 – 10 – 12 – 28 –

### *Capitolo 2.*

Agricola - Georg Bauer (1499-1555) - 39  
Abbagnano Nicola - 38  
Alberti Leon Battista (1404-1472) – 41 - 50  
Albrizzi Girolamo - 43  
Alcuino da York (735-804) - 51  
Aldrovandi Ulisse (1522-1605) - 63  
Alessandro VI - 54  
Algarotti Francesco (1712-1764) – 36 - 41  
Allegretti Jacopo (1326-1393) - 47  
Antistene (V–IV a. C.) - 41  
Antonio da Filicaia (?) - 51  
Archimede (287-212 a. C.) – 34 – 35 - 39  
Aristippo (-) - 41  
Aristotele (384 -322 a.C.) 31 – 45 - 50  
Athanasius Kircher (1602-1680) 62  
Babbage Charles (1791–1871) – 61 -  
Bacchini Benedetto - 43  
Bachet di Méziriac (1581-1638) - 51  
Bacone Francesco (1561-1626) – 32 – 35 - 48  
Bagni Giorgio Tommaso (1958-2009) - 43  
Baranzano Redento (1590-?) – 41 -  
Battifoglia Enrica - 44  
Beccaria Cesare (1738-1794) – 40 - 43  
Benuccio Farnese - 50  
Beretta Marco – 41 – 48 - 53  
Bernard Palissy (1510-1589) - 60  
Besso Davide (1845-1906) - 57  
Bettazzi Rodolfo (1861-1941 - 58  
Bettetini Gianfranco - 39  
Biringuccio Vannocchio (1480-1539?) - 39 -  
Blaserna Pietro (1836–1918) - 57  
Boggio T (?-?) - 53  
Bonafede Francesco (1819-1905) - 54  
Bonola Roberto (1874–1911) - 39  
Borghi Pietro (?-1491) - 38  
Bottasso M () - 53  
Brioschi Francesco - 46  
Brugnatelli Valentino (1761-1818) - 44  
Caccia G.B, (?-?) - 55  
Cagnoli Antonio (1743-1816) - 41  
Calandri Filippo di Treviso (?-?) - 40  
Calzolari, Francesco (1521-1600) - 63  
Cantor Giorgio (1845-1918) - 58  
Capella Marziano (V secolo d.c.) - 34  
Caritat Ribermont (1743–1794) -59  
Caro Tito Lucrezio (96-55 a. C.) - 37  
Cartesio René (?) – 48 – 49 - 61  
Casati G. (1798-1830) - 45  
Castelnuovo Guido (1865-1952) – 57 - 58  
Castelli Pietro (?-?) - 55  
Cattaneo Carlo (1801–1869) – 39 - 44  
Celestino Brugnatelli (1761-1818 ) - 40  
Cerroni Andrea 32 - 35  
Cesi Federico (1586–1630) – 47 - 55  
Chalet Michel (?-?) - 58  
Chambers Ephraim (1680.1740) – 39  
Claude Georges (1870–1960) 60

Comenius - Komensky, Jean Amos (1592-1670) - 33 - 45  
 Comi Vincenzo (1764-1839) - 44  
 Compagnoni Giuseppe (1754-1833) - 38 - 41  
 Condorcet Jean-Antoine-Nicolas (1743-1794) - 36  
 Copernico Nicolò (1473-1543) - 31 - 34 - 36 - 41  
 Coppino Michele (1822?) - 45  
 Cosimo I Medici - 54  
 Cospi Ferdinando (1606-1686) - 63  
 Cremona Luigi (1830-1963) - 45 - 46 - 53  
 D. E. Smith (1860-1944)- 56  
 D'Alembert (1717-1783) - 39 - 48 - 49  
 Da Filicaia Pietro di Antonio (1429-1512) - 47  
 Da Vinci Leonardo (1452-1519) - 37  
 Darwin Charles Robert (1809-1882) - 44 - 61  
 De Filiis Anastasio (1577-1608) - 43  
 De Fontanelle Bernard le Bovier (1657-1757) - 32 36 - 41  
 De Morgan (1806-1871) - 58  
 Della Francesca Piero (1416?-1492) - 41  
 Della Porta Giovambattista (1538-1615)- 47  
 Di Anhalt-Dessau (1710 - 1779) - 48  
 Di Lorenzo Leopoldo - 44  
 Di Siviglia Isidoro ( 560- 636) - 35  
 Diderot Denis (1713-1784) - 39 - 48 - 49  
 Dodgson Carles Lutdwidge (1832-1894) - 51  
 Dudeney Henri Ernest (1857-1930) - 51  
 Dumolard - 40  
 Durant John 32 -  
 Durazzo Ippolito (1769-1857) - 55  
 Durer Albrecht (1471-1528) - 41  
 Einstein, A. - 55  
 Enriques Federico (1871-1946) - 57 - 58  
 Erone di Alessandria (10 a.C. 70 d.C.) - 39  
 Euclide di Alessandria (3000 a.c) - 41 - 45  
 Eulero (1707-1783) - 48  
 Faraday Michael (1791-1867) - 60  
 Farci Raffaella - 61  
 Farnese Ranuccio (??) - 54  
 Fassadoni Marco (1732-1813) - 38 - 39  
 Fedone di Elide (?-?) - 41  
 Fegatelli Giuseppe Maria (1612-1682) - 39  
 Fehr Henri (1870-1954) - 57  
 Ferdinando Cospi (1606-1686) - 62  
 Ferdinando I - 50  
 Ferrante Imperato (1550-1631) - 63  
 Ferrari Ludovico (-) - 62  
 Fibonacci -Pisano Leonardo (1170-1240) -33  
 Fields John Charles (1863-1932) - 58  
 Figatelli G.M. - 42  
 Filiis Anastasio (??) - 47  
 Fior Antonio Maria (-) 60  
 Fornero Giovanni - 38  
 Foucault Léon (1819-1868) - 60  
 Francesco III d'Est (1750-1829) - 55  
 Franci Raffaella .- 51  
 Furinghetti Fulvia - 58  
 Galilei Galileo (1564-1642) - 32 - 35 - 41 - 47 - 48 - 49 - 60  
 Gamba E. - 41  
 Galvani Luigi (1736-1798) - 44  
 Garzoni Tommaso (1549-1589) - 41  
 Geymonat Ludovico (1908-1991) - 32 - 34 - 35 - 36 - 38 - 37 - 49 - 63  
 Gentile Giovanni (??) - 46  
 Ghini Luca (1490-1556) - 54  
 Giacardi Livia - 46  
 Gonzaga Francesco (1438-1566 - 47  
 Govoni Paola 32 - 33 - 37 - 39 - 42  
 Grasso Aldo - 39  
 Griminelli Domenico (-) - 39 - 41  
 Griselini Francesco (1717-1787) - 36 - 38  
 Guccia Giovan Battista (1855-1914) - 57  
 Guerraggio Angelo - 56 - 57  
 Guillaume-François Rouelle (1703-1770) - 59 - 60  
 Gutenberg Johann (1394-99?-1468) - 36  
 Hayes Ludovico (?-?) - 41  
 Hececk van Johannes (1574-1616) - 47  
 Hilbert David (1862-1943) - 57  
 Humphry Davy, (1778-1829) - 60  
 Huxley Henry. (1894-1963) - 61  
 Kirkcher Athanasius (1602-1680) - 63  
 Klein Felix (1849-1925) - 57 - 58 - 59  
 Isabella D'Este (1474-1539) - 47  
 Isidoro di Siviglia - 38  
 Lami Giovanni (1697-1770) - 43  
 Lanza Giovanni (1810-1882) - 55  
 Lavoisier - 44  
 Le Rond Jean Baptiste -  
 Lemery Louis (1677-1743) - 60  
 Lemery Nicolas (1645-1715) - 61  
 Leopoldo di Lorena (??) 48  
 Lewis Carroll Carles  
 Licalzi Marco - 41  
 Lord Kelvin (1824-1907) - 61  
 Loredan Leonardo (14 36-1521) - 47  
 Loyd Samuel (1841-1911) - 51  
 Lucas Edouard (1842-1891) - 48  
 Lunari Stefani a- 41  
 Maffei Scipione - 43  
 Magno Carlo (742-814) - 51  
 Marat Jean-Paul (1743-1793) - 48  
 Maria Luisa di Borbone (1773-1802) - 55  
 Maria Teresa d'Austria (??) - 66  
 Marsigli Luigi Ferdinando (1658-1730) - 63  
 Meloni Baylle ? (??) - 55  
 Mercati Michele (1541-1593) - 63  
 Montebelli V. - 41  
 Mussolini Benito (1883-1945) - 46  
 Nastasi Pietro - 56 - 57  
 Nazari Francesco - 43  
 Newton Isaac (1643-1727 - 41 - 49  
 Nollet Jean Antoine (1700-1770) - 36- 59 - 61  
 Oldenburg Henry (1618-1677) - 43 - 48  
 Orsini Leone (?-1473) - 47

Ottavini Vincenzo (1790-1853) - 56  
 Ozanam Frédéric (1813-1853) - 51  
 Pacioli Luca (1445–1514) – 40 - 51  
 Palissy Bernard (1510-1589) - 62  
 Papa Pio IV (1499-1565) - 34  
 Pastagoni Marco (?-?) - 36  
 Pasteur Louis (1822–1895) - 60  
 Peano Giuseppe (1858-1032) – 49 – 53 – 55 - 57  
 Piccini P. - 41  
 Piccolomini Alessandro (1508-1579) - 41  
 Pincherle Salvatore (1853-1936) - 59  
 Platone (427 -347 a.C.) – 31 – 46 - 53  
 Plinio il Vecchio (23-79) – 38  
 Pomba Giuseppe (1795–1876) - 39  
 Poincaré Henri (1854-1912) - 57  
 Re Giuseppe Bonaparte (1768-1844) - 55  
 Réaumur René-Antoine - 60  
 Riccati ( famiglia) - 45  
 Rossi Paolo 32 – 33 - 36- 37 - 41  
 Rouelle François (1703–1770) - 61  
 Rousseau Jean Jacques (1712-1778) – 39 - 48  
 Russell Bertrand (??) - 57  
 Sacrobosco Giovanni (1195-1256) - 45  
 Scht Roberto - 46  
 Selvatico Matteo (?-?) - 50  
 Settala Manfredo (1600-1680) - 63  
 Severi Francesco (1879-1961) - 58  
 Sguario Eusebio (1717-1764) – 36 - 41  
 Selvatico Matteo (?-?) - 54

Smit D. E. (?-?) – 57 - 59  
 Socrate (470/69?- 399 a.C.) - 30  
 Somerville Mary (1780-1872) - 35  
 Stelluti Francesco (1577–1651) – 47  
 Tartaglia Nicolò (1499-1557) - 62  
 Taylor Coleridge (1772-1834) - 47  
 Teofrasto (372 a.C.-?, 288 a.C.) - 53  
 Tesla Nikola (1856–1943) - 60  
 Tolomeo Johannes Müller (1436–1476) – 35 – 45  
 Thompson Silvanus (1851–1916) – 60  
 Tontini Valerio - 33  
 Treves Emilio (1834–1916) - 40  
 Uri Dario - 51  
 Valentini Michael Bernhard (1657-1729) - 62  
 Valla Giorgio (1447-1500) - 38  
 Valentini Bernhard (1657-1729) - 63  
 Vallisneri Antonio - 43  
 Van Etten (?-?) - 47  
 Verne Jules (1828-1905) - 48  
 Verri Pietro Alessandro - 43  
 Vetruvio (I sec. a. C.) - 37  
 Voltaire (??) 51 - 59  
 Volterra Vito (1860-1940) – 36 - 57  
 Watt James (1736–1819) - 60  
 Whewell William (1794-1866) - 35  
 William Wilberforce (1759–1833) - 61  
 Witman Fulgenzio (?-?) - 55  
 Zeno Apostolo (1668-1750) – 43  
 Ziman Jhon - 32-

### *Capitolo 3.*

Amaldi Edoardo (1905-1989) – 68  
 Alfonsi Leonardo - 79  
 Amaldi Ugo (1875-1957) - 69  
 Arangio Ruiz Vincenzo (1884-1964) - 68  
 Austoni Giovanni - 82  
 Baccelli Riccardo (1891-1985) - 71  
 Bartolini Bussi Mariolina - 78  
 Battifoglia Enrica - 85  
 Battistoni Roberto - 79  
 Bazzoli Luigi - 74  
 Berners –Lee Tim - 78  
 Bianucci Piero – 74  
 Bisconcini Giulio (?-?) - 68  
 Bonomi Ivanoe (1873-?) - 68  
 Bonzanigo G, 68  
 Bottai Giuseppe (1895-1959).  
 Bottai Giuseppe (1944-22 1944) 67  
 Budinich Paolo - 79  
 Cacciopuoti B.N - 68  
 Camiz V. - 68

Caprara Rinaldo De Benedetti - 75  
 Cardano Carla - 84  
 Casati G. 66  
 Castelnuovo Emma – 76 - 78  
 Castelnuovo G, - 66 – 68 - 69  
 Cerreta Pietro - 79  
 Cerroni A. - 75  
 Chaves Manuel Arala - 79  
 Coen G. (?-?) - 68  
 Conti Franco (?-2003) - 78  
 Corbino Orso Maria (1876-1937) - 69  
 D'Agostino Oscar (1901-1975) - 69  
 D'Arturo Guido Horn (1879-1967) - 71  
 De Benedetti Rinaldo (1903-1?) – 73  
 De Cristoforis Giuseppe (1803-1837) - 73  
 De Vecchi Cesare Maria (1884-1959) - 67  
 De Vincenti Francesco (1872-1936) - 73  
 Dedò Maria - 79  
 Di Castro A. - 68

Einstein Albert (1879-1955) - 71  
 Emmer M. - 77 - 78  
 Enriques F. 66 - 68 - 71  
 Fermi Enrico (1901-1954) - 69  
 Ferri Massimo  
 Franciosi Marco - 84  
 Freud Sigmund (1856-1900) 71  
 Galileo G. - 78  
 Gentile Giovanni (1875-1944)- 66 - 67 - 68 -  
 71  
 Giacardi L. - 66  
 Ginsparg Paul - 77  
 Giusti Enrico - 78 - 85  
 Greco Pietro  
 Greco Pietro - 74  
 Harnad Stevan - 77  
 Hoepli Ulrico (1847-1935) - 669 - 70  
 Interlandi Telesio (1894-1965) - 70  
 Israel Giorgio - 81  
 Jean Giorgio - 73  
 Lanciano Paco - 79  
 Lucaroni R. - 68  
 Majorana Ettore (1906-1938?) - 69  
 Manfellotto Dario - 74  
 Marconi Giuseppe (1874-1937) - 70  
 Metraux Alfred (1902-1963)  
 Metraux Alfred (1902-63) - 71  
 Montale Eugenio (1896-1981) - 71

Newton Isaac- 78  
 Ornaghi Rita - 82  
 Panarese Rossella - 81  
 Parri Ferruccio (1890-1981) - 68  
 Pedini Mario (1918-2003) - 76  
 Pietra Italo (1911-1991) - 71  
 Pietra Italo (1911-1991) - 71  
 Pontecorvo Bruno (1913-1993) - 69  
 Rasetti Franco (1901-2001) - 69  
 Rivieccio Giorgio - 78  
 Ruberti Antonio (1927-2000) - 79  
 Rutherford Ernest (1869-1942) - 71  
 Santocanale Giorgio - 75  
 Segrè Emilio (1905-1989) - 69  
 Severi Francesco - 66  
 Silvestrini Vittorio - 79  
 Solmi Sergio (1899-1981) - 71  
 Spirito Giuliano - 85  
 Supino G. - 68  
 Treccani Giovanni (1877-1961) - 68  
 Treves Emilio (1834-1916)  
 Treves Emilio (1834-1916)  
 Vita Vincenzo - 67  
 Volterra V. - 69  
 Zammarchi Angelo - 73  
 Zammarchi Angelo (1871-1958).  
 Zanetti Vittorio - 79  
 Ziman John - 75 - 76

#### *Capitolo 4.*

Alfonsi Leonardo - 79  
 Amaldi Ugo (1875-1957) - 69  
 Arangio Ruiz Vincenzo (1884-1964) - 68  
 Austoni Giovanni - 82  
 Baccelli Riccardo (1891-1985) - 71  
 Bartolini Bussi Mariolina - 78  
 Battifoglia Enrica - 85  
 Battistoni Roberto - 79

Bazzoli Luigi - 74  
 Berners -Lee Tim - 78  
 Bianucci Piero - 74  
 Bisconcini Giulio (?-?) - 68  
 Bonomi Ivanoe (1873-?) - 68  
 Bonzanigo G, 68  
 Bottai Giuseppe (1944-22 1944) 67