

LICEO SCIENTIFICO STATALE  
A. TOSI-BUSTO ARSIZIO (VA)



PROGETTO MIUR  
LINUX@SCHOOL



ISTITUTO TECNICO COMMERCIALE  
E. TOSI-BUSTO ARSIZIO (VA)

## La Scienza e L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xnologia





# La Scienza e L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xnologia

---

## Indice

<b>Presentazione</b>	5
<i>Giuseppe Scoleri</i>	
<b>Il motore</b>	7
<i>Giacomo Andreazza, Andrea Gianneo, Nicola Tosi</i>	
<b>Terremoto d'acqua</b>	15
<i>Annalisa Ausiello, Matteo Cataldi</i>	
<b>Il caso Parmalat</b>	21
<i>Luca Barbarotta, Raffaella Belluschi, Giulia Castiglioni</i>	
<b>Finanza etica</b>	27
<i>Dario Bellinazzi, Gabriele Paccioretti</i>	
<b>Osservazioni sulla cellula muscolare</b>	33
<i>Francesca Castiglioni, Alice Mayer</i>	
<b>Il latte e la sua carica batterica</b>	41
<i>Francesca Corà, Veronica Spreafico</i>	
<b>Un viaggio alla scoperta del super-freddo</b>	51
<i>Michele Giani</i>	
<b>I Glucidi</b>	61
<i>Luca Macedoni</i>	
<b>I Frattali. Codice della natura</b>	71
<i>Martina Maffei</i>	
<b>I virus informatici</b>	79
<i>Alessandro Mara, Maria Staropoli</i>	
<b>La crittografia</b>	87
<i>Fabio Rainoldi</i>	
<b>Le fibre ottiche</b>	95
<i>Daniele Tomasetti, Gionata Zanimacchia</i>	
<b>Quando la casualità ha una legge</b>	103
<i>Matteo Trotti</i>	
<b>Ringraziamenti</b>	112
<i>Giuseppe Scoleri</i>	

# Presentazione

*Giuseppe Scoleri\**

## Presentazione

Questa rivista scientifica è stata realizzata nell'ambito del progetto nazionale **Linux@School**, proposto dalla Fondazione IBM con il patrocinio del Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca e con la collaborazione del Politecnico di Milano. Il progetto ha coinvolto 21 scuole in Italia.

Obiettivi del progetto:

- permettere l'accesso da parte degli studenti sia a contenuti didattici che a sistemi complessi di test e sperimentazione;
- promuovere lo studio di prodotti Open Source di specifico interesse per le scuole: sistemi di e-learning, collaboration, sistemi client, attraverso l'implementazione, la gestione e la documentazione di soluzioni Linux di interesse generale per il mondo della Scuola;
- diffondere la conoscenza sul mondo del software libero nella scuola;
- proporre la sperimentazione di una modalità di accesso a sistemi e servizi semplice e flessibile, basata su Internet e Servizi on-demand.

L'attività del progetto ha preso avvio nel mese di dicembre 2004 e si concluderà nell'autunno 2005.

La prima fase del nostro progetto è stata rivolta allo studio della piattaforma di e-learning ILIAS messa a disposizione (<http://achill.ilias.uni-koeln.de/ios/ILIAS>). È seguita una prima fase di apprendimento a distanza del sistema operativo Linux, grazie ad un Corso on line erogato via Internet sulla piattaforma Ilias. Subito dopo è iniziata l'attività di apprendimento in aula, con lezioni frontali ed esercitazioni sul server virtuale Linux a disposizione di ogni scuola partecipante al progetto.

Dopo l'acquisizione delle conoscenze fondamentali su Linux ha preso avvio lo studio di  $\text{\LaTeX}$ , un elaboratore di testi scientifici molto avanzato.

Finita la fase di studio di  $\text{\LaTeX}$  si è passati alla progettazione e redazione degli articoli della rivista; a questa fase hanno partecipato alcuni docenti delle classi degli studenti coinvolti.

L'ultima fase del progetto (che sarà presumibilmente realizzata nell'autunno del 2005) prevede la produzione di tutorial a supporto dell'apprendimento di  $\text{\LaTeX}$  che consenta, a chi lo desideri, di ripercorrere il nostro affascinante cammino alla scoperta di questo software, diffusissimo in tutte le comunità scientifiche nazionali ed internazionali.

*Busto Arsizio, maggio 2005*

# Il motore

*Giacomo Andreazza - Andrea Gianneo - Nicola Tosi\**

## **Sommario**

*Un viaggio nel mondo dei motori alla scoperta delle caratteristiche dei motori diesel e a scoppio. Tutto ciò con l'ausilio di schemi ed immagini. Un'occasione per scoprire il funzionamento delle più comuni macchine che utilizziamo.*

## Indice

<b>1</b>	<b>Il motore a scoppio</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Il motore diesel</b>	<b>11</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>13</b>

## Elenco delle figure

1	Il motore a scoppio . . . . .	9
2	Un esempio di motore a 10 cilindri da 500 cv . . . . .	10
3	Diagramma di otto . . . . .	11

## 1 Il motore a scoppio

Diamo una descrizione del motore a scoppio a 4 tempi, così detto perché è un motore a combustione interna a pistone che realizza un ciclo mediante 4 corse complete del pistone. Questo motore utilizza la forza di espansione prodotta in un cilindro dall'esplosione di una miscela di aria e di combustibile nebulizzata (generalmente benzina o gasolio). Una rappresentazione in spaccata viene riportata in Figura 1

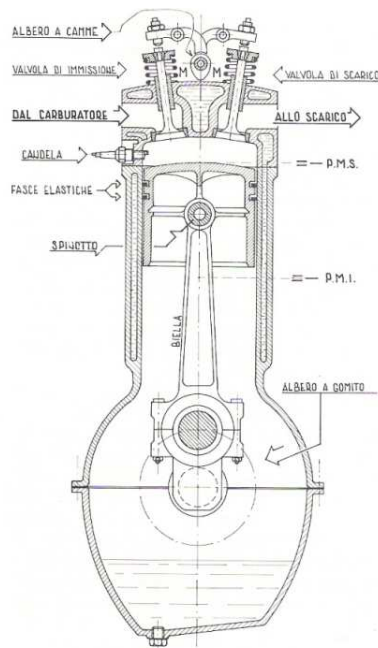


Figura 1: Il motore a scoppio

Le parti fondamentali del motore sono: 1) il carburatore, che è un dispositivo che miscela opportunamente l'aria e il combustibile per poi usarla per alimentare il motore vero e proprio; 2) il cilindro, chiuso nella parte superiore dalla testata che costituisce la camera di scoppio del motore e presenta due fari la cui apertura e chiusura avviene tramite delle valvole; tali valvole sono mantenute chiuse e pressate da apposite maglie e la loro apertura viene comandata da camme montate su di un albero, detto appunto albero a camme. Uno dei due fari mette il cilindro in comunicazione col condotto d'immissione della miscela esplosiva (proveniente dal carburatore), mentre l'altro fano collega il cilindro con il condotto di scarico che consente appunto lo scarico all'esterno dei prodotti della combustione (anidride carbonica, polveri sottili). Nel cilindro scorre a tenuta (garantita dalle fasce elastiche) il pistone che mediante un perno, detto spinotto, è articolato alla biella. Il percorso che il pistone può fare nel cilindro si dice corsa e rappresenta la distanza tra il punto morto superiore P.M.S. e il punto morto inferiore P.M.I.; il diametro del cilindro si dice alesaggio; il volume del cilindro avente per diametro l'alesaggio e per altezza la corsa si dice cilindrata del motore. 3) L'albero motore, che è un albero a gomito il quale trasforma, il movimento alternativo del pistone in un moto rotatorio. 4) L'accensione, che è costituita dalla batteria e dallo spinterogeno (che generano e distribuiscono la corrente elettrica) e da una candela, che è un dispositivo dotato di due elettrodi tra cui scocca la scintilla che provoca la combustione della miscela.

Di questo motore possiamo tracciare il cosiddetto diagramma di indicatore, cioè un diagramma in cui si ripartono come ordinate le pressioni del fluido e come ascisse i volumi della massa variabile



Figura 2: Un esempio di motore a 10 cilindri da 500 cv

di fluido contenuto nel cilindro. Cominciamo a descrivere il diagramma di indicatore quando il pistone si trova al P.M.S. e quindi tra la faccia superiore del pistone e la testata del cilindro resta compreso un volume, che è il volume della camera di combustione. In questa posizione si apre la valvola di immissione e quando il pistone, azionato da forze esterne, compie una prima corsa completa portandosi dal P.M.S. al P.M.I. (e quindi spaziando un volume  $V$  pari alla cilindrata), aspira all'interno del cilindro la miscela di aria e benzina proveniente dal carburatore. Questa fase, che nel diagramma porta da 0 ad 1, è la fase di aspirazione: in prima approssimazione possiamo ritenere che avvenga a pressione costante e precisamente alla pressione ambiente esterna  $p_a$ , per quanto in realtà vi siano delle cadute di pressione. Quando il pistone è al P.M.I., dopo avere aspirato una certa quantità di miscela, che occupa un volume all'incirca uguale alla cilindrata, si chiude la valvola di immissione e, essendo sempre chiusa la valvola di scarico, inizia la fase di compressione. Questa fase avviene dal punto 1 al punto 2 del diagramma, mentre il pistone, sempre per effetto di forze esterne, compie la seconda corsa completa dal P.M.I. al P.M.S. (trasformazione adiabatica). Al punto 2, quando cioè la miscela è stata compressa sino ad occupare il volume  $V_c$ , si fa in modo che avvenga la combustione della miscela. Tale combustione viene provocata facendo uso della candela, tra i cui elettrodi si fa scoccare una scintilla che provoca una temperatura sufficientemente elevata da innescare appunto la combustione della miscela.

Perché l'onda di combustione, si propaghi a tutta la camera, occorrerà un certo intervallo di tempo che però, se la miscela è ben dosata e omogenea, si può ritenere trascurabile: di conseguenza si può ritenere che la combustione avvenga a volume costante da 2 a 3, mentre la pressione aumenta rapidamente dal valore  $p_c$  al valore massimo  $p_m$ . Dal punto 3 ha inizio la fase di espansione che termina al punto 4, ed è la fase che corrisponde allo spostamento del pistone, sotto l'azione della forte pressione creata con la combustione, dal P.M.S. al P.M.I., compiendo la terza corsa completa (1): anche questa trasformazione si può ritenere in prima approssimazione adiabatica. A questo punto si apre la valvola di scarico e la pressione cade di colpo ad un valore prossimo alla pressione  $p_a$  e che, in prima approssimazione, riteniamo proprio coincidente con  $p_a$  (tratto da 4 ad 1 del diagramma). Nel tratto da 1 a 0 del diagramma, cioè mentre il pistone compie la quarta corsa completa dal P.M.I. al P.M.S., si ha la fase di scarico.

Una volta avviato il motore, le quattro fasi si succedono automaticamente. Questo complesso di operazioni si indica normalmente col nome di ciclo (di Otto), anche se questa denominazione è

impropria perché, da un punto di vista termodinamico, non si tratta in realtà di un ciclo, poiché alla fine il fluido si trova in uno stato diverso da quello che aveva inizialmente (da miscela di aria e benzina a gas bruciati).

Si noti che quello riportato è un diagramma teorico, che verrebbe effettivamente seguito solo se venissero verificate puntualmente condizioni, spesso del tutto ideali, sopra enunciate.

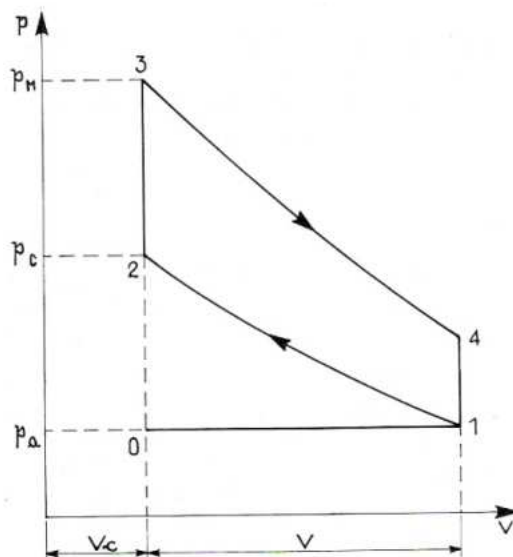


Figura 3: Diagramma di otto

## 2 Il motore diesel

Si è visto che nei motori a scoppio il rapporto di compressione  $E$  non poteva superare certi valori per evitare il verificarsi di inconvenienti quali l'autoaccensione prematura della miscela o la detonazione (1). È possibile però adottare rapporti di compressione più elevati - e quindi ottenere anche un aumento del coefficiente economico - se si pensa di aspirare e di comprimere solo l'aria, iniettando poi il combustibile alla fine della compressione: è quanto avviene nei motori Diesel (2) (o motori ad iniezione).

Tali motori sono ovviamente privi di carburatore, in quanto il combustibile entra direttamente nel cilindro allo stato liquido e viene spruzzato in minutissime goccioline in seno all'aria compressa; e sono anche privi di candele in quanto l'accensione avviene spontaneamente, provocata dal fatto che la forte compressione dell'aria nel cilindro (dell'ordine delle 30 atm) dà luogo a temperatura attorno a  $600 - 700^{\circ}C$ , cioè maggiori della temperatura di accensione del combustibile.

Un altro notevole vantaggio di questi motori è di potere far uso come combustibile di olii pesanti (nafta, gasolio), di costo minore rispetto a quello della benzina. Questi olii pesanti non si possono impiegare nei motori a carburazione in quanto, essendo poco volatili alle basse temperature, non danno luogo a miscele ben fatte alle temperature di esercizio di tali motori. Nei motori ad iniezione invece il combustibile viene iniettato in ambiente a temperatura elevatissima e quindi può evaporare e miscelarsi con l'aria.

(1) L'autoaccensione si verifica quando, durante la fase di compressione, si raggiunge la temperatura di combustione della miscela prima che la compressione stessa sia terminata, cioè prima che il pistone abbia raggiunto il P.M.S. La detonazione è una combustione irregolare che avviene in certe condizioni di pressione e di temperatura troppo elevate; in tali condizioni, anziché una sola

*onda di accensione*, si hanno due o più onde che interagiscono provocando fenomeni di turbolenza del fluido e vibrazioni che sollecitano irregolarmente i vari organi del motore. (2) R. Diesel (1858-1913), ingegnere tedesco. Le pressioni in gioco sono più elevate e dovendo quindi i vari organi meccanici reggere a sollecitazioni più elevate, i motori Diesel sono più grossi, più pesanti e più lenti dei motori a carburazione. Poiché quindi i motori Diesel sono, a parità di potenza, di costo maggiore e con spese di esercizio minori rispetto a quelli a carburazione, ne consegue che il loro impiego è particolarmente indicato su scala industriale e per trasporti industriali.

## **Riferimenti bibliografici**

- [1] M.E Bergamaschini, P. Marazzini, L. Mazzoni. *Fisica 2*. Carlo Signorelli editore, 1997.
- [2] E. Ravagli, R. Cerutti Sola, A. Giocoli. *Fisica applicata e laboratorio*. Calderini, 1990.



# Terremoto d'acqua

*Annalisa Ausiello - Matteo Cataldi\**

## Sommario

*Nasce nelle profondità marine, da un terremoto o da un'eruzione vulcanica, e si propaga a velocità vertiginose, fino a inghiottire in un attimo intere città. Lo tsunami, più ancora dei tifoni o degli uragani, è il disastro più temuto e imprevedibile sulle sponde dell'Oceano Pacifico. Ma ha colpito anche altrove, persino in Europa.*

## Indice

<b>1</b>	<b>Terremoto d'acqua</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>Un improvviso muro liquido</b>	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>La legge della velocità</b>	<b>18</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>20</b>

## Elenco delle figure

1	Moto ondoso anomalo provocato dai movimenti delle placche . . . . .	17
2	Ricostruzione a computer di uno tsunami . . . . .	18
3	Propagazione di uno tsunami . . . . .	19

## 1 Terremoto d'acqua

La nostra Terra è viva. E da quattro miliardi e mezzo di anni, l'epoca della sua formazione, continua a rimodellarsi. Spesso in tempi lunghissimi, non a caso detti tempi geologici, talvolta con brusche impennate ed eventi improvvisi e catastrofici. Come lo tsunami del 26 dicembre 2004. La struttura del nostro Pianeta è a cipolla: ha una crosta esterna, suddivisa in oceanica, spessa circa 7 chilometri, e continentale, spessa in media 20 e più chilometri; seguono un mantello intermedio, suddiviso in superiore e inferiore, e infine un nucleo esterno ancora fluido e un nucleo interno solido. Proprio nel suo cuore, protetto da più di 6000 chilometri di strati rocciosi e compresso da pressioni di milioni di atmosfere, la temperatura del Pianeta è intorno ai  $6000^{\circ}\text{C}$  e fa fondere gli strati soprastanti innescando dei moti convettivi.

Questi ultimi, nel corso di milioni di anni, hanno creato forti tensioni negli strati rocciosi superficiali arrivando a frammentarli in diverse placche. E così i primi 100-200 chilometri di superficie chiamati litosfera sono frammentati in una dozzina di placche che si muovono a velocità dell'ordine di alcuni centimetri l'anno galleggiando sopra uno strato semifluido. Dal momento che la massa del nostro Pianeta è costante, per ogni zona in cui le placche si allontanano permettendo al magma caldo di risalire dalla profondità della Terra e di solidificare formando nuova crosta, ne deve esistere un'altra dove le stesse zolle convergono e sprofondano l'una sotto l'altra. L'attività sismica è localizzata in queste zone, dove ampie porzioni di margini di placca rimangono spesso bloccate da forti attriti per periodi più o meno lunghi subendo una progressiva deformazione e il conseguente accumulo di sforzo elastico. A un certo punto tale sforzo supera la resistenza di attrito e i due margini di placca hanno un brusco scorrimento: si scatena il terremoto (figura 1).



Figura 1: Moto ondoso anomalo provocato dai movimenti delle placche

## 2 Un improvviso muro liquido

La regione indonesiana è una delle zone più sismiche della Terra. L'attività tettonica è dominata dalla convergenza delle placche indiana e australiana verso la placca euroasiatica a una velocità di circa 6 centimetri l'anno. Il terremoto del 26 dicembre è avvenuto al largo della costa nordoccidentale di Sumatra. La sua magnitudo è stata pari a 9 sulla scala Richter, una delle maggiori degli ultimi 100 anni in tutto il mondo.



Figura 2: Ricostruzione a computer di uno tsunami

L'elevatissima energia liberata dal sisma è stata all'origine del catastrofico tsunami che ha devastato l'intero Oceano Indiano. Lo tsunami è un'onda anomala (figura 2), che non ha nulla a che fare con quelle prodotte da tempeste e uragani. Quando comincia a formarsi una tempesta c'è un congruo preavviso: vento e pioggia incrementano progressivamente col tempo, così come il moto ondoso. Uno tsunami, invece, non dà preavviso. Il tempo è mite e soleggiato, il mare calmo e la terra ferma. Poi, improvvisamente, un muro d'acqua travolge ogni cosa. Esso si genera allorché una perturbazione si propaga all'interno di una massa acquosa. La causa più frequente di tale perturbazione sono i terremoti sottomarini che generano spostamenti di porzioni del fondo del mare; seguono le eruzioni vulcaniche o le grosse frane sottomarine. Tuttavia il fenomeno può innescarsi anche per un evento che si verifica sulla terraferma, come quando una frana si stacca da una riva alta e ripida e precipita in mare.

## 3 La legge della velocità

Gli tsunami si propagano con una velocità proporzionale alla profondità del mare in quel punto; in particolare la velocità è uguale alla radice quadrata del prodotto dell'accelerazione di gravità ( $9,8m/s^2$ ) per la profondità dell'acqua (anch'essa in metri). In un oceano con la profondità media di 4000 metri le onde arrivano a 712 chilometri l'ora; in acque ancora più profonde raggiungono

quella di un aereo: a 6100 metri di profondità viaggiano a 890 chilometri orari.

Nel 1960, uno tsunami generato dal terremoto del Cile attraversò l'intero Oceano Pacifico in diagonale raggiungendo in 22 ore il Giappone, distante oltre 16.800 chilometri, dove uccise oltre 200 persone. Poiché in uno tsunami la velocità e l'altezza delle onde hanno un rapporto sostanzialmente fisso, legato all'energia in gioco che ha attivato il fenomeno, più le onde sono veloci e più la loro altezza è bassa (figura 3); solitamente in mare aperto questa non supera alcune decine di centimetri.



Figura 3: Propagazione di uno tsunami

Lo tsunami del 1896 che distrusse 275 chilometri di costa in Giappone facendo 28.000 vittime non fu individuato dai pescatori che si trovavano a 30 chilometri al largo dalla costa giapponese perché le onde erano alte appena 40 centimetri.

La lunghezza d'onda, cioè la distanza tra una cresta e l'altra, va da alcune decine fino ad alcune centinaia di chilometri, con un periodo di oscillazione che quindi varia da 5 minuti fino a un'ora e mezza. In passato molte persone hanno perso la vita perché, passate alcune decine di minuti dalla prima onda, sono tornate nelle case ritenendo che l'allarme fosse cessato. Invece dopo un'ora è arrivata la seconda ondata. Il record: un'onda di 520 metri. A mano a mano che il fondale marino si rialza, verso le coste, e quindi la profondità del mare si riduce, la velocità delle onde si abbassa. Di conseguenza, poiché l'energia in gioco resta la stessa (le perdite dovute alla distanza sono minime), l'altezza delle onde aumenta vertiginosamente, fino a raggiungere anche diverse decine di metri. La più alta onda di tsunami mai registrata è stata di 520 metri. Quello che gli sfortunati abitanti delle coste vedono nell'imminenza di uno tsunami non è però un'onda solitaria e torreggiante, come un cavallone; piuttosto una specie di gigantesca marea, come se tutto il mare prima si ritirasse e poi improvvisamente crescesse di livello. In pratica l'intero mare è l'onda. Le devastazioni possono essere enormi, come il maremoto del 26 dicembre ha mostrato; abbattendosi su una riva, un'onda di tsunami può risalire sulla costa anche ad altezze tre volte superiori alla propria, mentre le correnti generate dall'acqua possono penetrare fino a 20 chilometri nell'entroterra muovendosi a 35-70 chilometri l'ora, una velocità che non consente scampo. Che moltiplica i danni.

## **Riferimenti bibliografici**

- [1] *Newton*. RCS Periodici, 2005.
- [2] F. Barberi, R. Santacroce, M.Luisa Carapezza. *Terra pericolosa*. ETS, 2004.

# Il caso Parmalat

*Luca Barbarotta - Raffaella Belluschi - Giulia Castiglioni\**

## **Sommario**

*A poco più di un anno di distanza dal crack Cirio, un nuovo scandalo finanziario travolge il mercato italiano. Il soggetto coinvolto è la Parmalat, quarto gruppo alimentare in Europa, composto di 213 società distribuite in 30 paesi diversi, attiva non solo nel settore del latte e dei suoi derivati, ma anche delle bevande, dei prodotti da forno e in misura minore nel settore conserviero.*

## Indice

<b>1</b>	<b>Breve storia della Parmalat</b>	<b>23</b>
1.1	Nascita . . . . .	23
1.2	Politiche espansionistiche . . . . .	23
<b>2</b>	<b>La crisi</b>	<b>24</b>
2.1	Primi segnali . . . . .	24
2.2	La situazione precipita . . . . .	24
2.3	Il crack . . . . .	24
	<b>Bibliografia</b>	<b>26</b>

## Elenco delle figure

1	mappa . . . . .	23
2	consiglio di amministrazione . . . . .	25

## 1 Breve storia della Parmalat

### 1.1 Nascita



La Parmalat nasce all'inizio degli anni '60 con la costituzione a Collecchio (provincia di Parma) della Dietalat (poi ribattezzata), che nel giro di poco più di un decennio vede crescere il proprio giro d'affari in modo eccezionale: il fatturato passa da circa 10 mln euro nel 1973 ad oltre 249 mln euro nel 1983. Le ragioni di tale sviluppo sono dovute ad una duplice intuizione del patron Calisto Tanzi: l'impiego per la vendita del latte dei contenitori di cartone tetrapak e il lancio della tecnologia Uht, sistema di conservazione che lascia inalterate qualità proteiche e sali minerali del prodotto. Come sopra accennato, la Parmalat è una multinazionale con sedi in tutta l'Europa (46 stabilimenti) e l'America (78), ma anche in Sud Africa, Australia e Asia (come si vede da figura 1).



Figura 1: mappa

### 1.2 Politiche espansionistiche

La strategia di espansione all'estero del gruppo si è accompagnata ad una rilevante internazionalizzazione dell'operatività nel campo della finanza, non solo nella forma dell'approvvigionamento di risorse finanziarie sui mercati esteri, ma anche nell'attribuzione di fondi a società controllate, spesso dislocate off-shore<sup>1</sup>. Acquisizioni e investimenti sono stati finanziati con il ricorso all'inde-

<sup>1</sup>Testimonianza del Governatore della Banca d'Italia Antonio Fazio dinanzi alle Commissioni Riunite VI (Finanze) e X (Attività produttive, commercio e turismo della Camera dei Deputati e VI (Finanze e Tesoro) e X (Industria,

bitamento, dapprima nella forma di finanziamenti da parte di banche italiane ed internazionali<sup>2</sup>, in seguito con il ricorso al mercato obbligazionario.

## 2 La crisi

### 2.1 Primi segnali

Il 23 dicembre 2002 la Parmalat redige un documento informativo per i futuri acquirenti nel quale afferma che la vicenda Cirio ha avuto l'effetto di aumentare l'attenzione degli investitori nei confronti dei titoli Corporate italiani. Ne risentono anche società come Parmalat. Il livello dello spread, infatti, rispetto ai rendimenti dei titoli governativi è giunto a 350 punti base, un livello più che doppio rispetto alla media delle obbligazioni di emittenti nell'area BBB in area euro. Il KILOVAR<sup>3</sup> della Parmalat 2008 è passato dal 7% ad inizio novembre al 16% il 23 dicembre. Si dichiara, inoltre, che la situazione economica e finanziaria della società è finora confortante, sebbene alcuni punti di debolezza vadano sottolineati. Da un punto di vista strettamente finanziario, la generazione di cassa da parte della società è soddisfacente. La composizione delle attività liquidabili non nasconde crediti verso controllanti (come nel caso Cirio) o veicoli speciali, che possano mettere in dubbio la capacità della società di far fronte agli impegni finanziari futuri. Alcuni dubbi potrebbero essere sollevati sul 2003, a causa dell'impegno, assunto alcuni anni fa, a ricomprare proprie azioni in Canada e Brasile (vendita di opzioni put sulle proprie azioni). A partire dal 2004, invece, i flussi di cassa, generati al netto della spesa per investimenti (free cash flow) sono stimati a euro 400 mln l'anno, pari ad un sesto del debito totale. Da un punto di vista economico, la società ha sofferto la rivalutazione dell'euro nei confronti delle valute dei principali Paesi nei quali Parmalat fattura. In conclusione le obbligazioni Parmalat stanno evidenziando un significativo allargamento degli spread rispetto ai rendimenti dei titoli governativi. I conti della società si caratterizzano per una situazione economica colpita da eventi contingenti (crisi in Brasile e Venezuela e svalutazione del cambio) e quindi meno preoccupanti. La situazione finanziaria non evidenzia quei rischi che hanno caratterizzato la Cirio e offre dunque una maggiore affidabilità nella restituzione del debito, nonostante alcune pressanti necessità di finanziamento attese per il 2003. Parmalat risente, in sostanza, di un clima di sfiducia generalizzato sui Corporate italiani che difficilmente trova fondamento nella capacità della società di creare reddito e di generare cassa.

### 2.2 La situazione precipita

All'inizio dell'anno successivo la percezione sulla società da parte degli investitori è mutata nelle ultime settimane per i dubbi generati dalla decisione di cambiare le modalità di emissione del nuovo prestito obbligazionario. Gli investitori si sono mostrati scettici sul motivo che ha indotto la società ad abbandonare l'idea di un'emissione di un titolo trentennale (duration extralunga) a favore di un titolo settennale (duration media). Ancor meno chiara risulta l'urgente necessità di emettere in questo periodo, vista la buona disponibilità di cassa (euro 3,3 mld, anche se solo per la metà prontamente disponibile) ed il deterioramento del clima di fiducia a causa della vicenda Ahold.

### 2.3 Il crack

A metà anno la situazione risulta a tutti tragica...

Non solo la magistratura italiana si occupa della Parmalat: il 30 dicembre 2003, la Sec, autorità di vigilanza del mercato finanziario statunitense intraprende nei confronti della società italiana un procedimento per frode. L'autorità americana accusa la Parmalat di aver offerto agli investitori

---

commercio e turismo) del Senato della Repubblica, Indagine conoscitiva sui rapporti tra il sistema delle imprese, i mercati finanziari e la tutela del risparmio

<sup>2</sup>Per le singole banche coinvolte e per l'ammontare dell'esposizione debitoria di ciascuna

<sup>3</sup>marchio registrato

americani obbligazioni per 100 mln di dollari sovrastimando il proprio capitale e sottostimando, invece, i debiti. Essa avrebbe, inoltre, falsamente affermato che i 3,95 mld euro di supposta liquidità sarebbero serviti a riacquistare le obbligazioni in circolazione, cosa, che in realtà non è avvenuta. La scoperta dei falsi e il successivo crollo dei titoli in Borsa avrebbero causato rilevanti danni agli investitori americani, dei quali l'autorità chiede il risarcimento. Dinanzi al Tribunale di New York è stata inoltre presentata una denuncia da parte di un gruppo di risparmiatori americani che assumono di essere stati danneggiati dal crack della Parmalat.



Figura 2: consiglio di amministrazione

## Riferimenti bibliografici

- [1] <http://www.intert-general.info>.
- [2] [http://www.parmalat.com.py/parmalat\\_mundo.html](http://www.parmalat.com.py/parmalat_mundo.html).
- [3] <http://www.phillyburbs.com/.../24-01162005.html>.
- [4] <http://www.tradinglab.com/pdf/general/IT>.
- [5] <http://www.ilsole24ore.com>.

# Finanza etica

*Bellinazzi Dario - Paccioretti Gabriele\**

## **Sommario**

*In un mondo nel quale si è sempre più alla ricerca del massimo profitto non considerando le conseguenze che le nostre scelte hanno sulla società, la finanza etica si pone come obiettivo primario la tutela di essa e dell'ambiente. Senza, però, rinunciare a un giusto profitto...*

## Indice

<b>1</b>	<b>Economia moderna</b>	<b>29</b>
<b>2</b>	<b>Il risparmio</b>	<b>29</b>
2.1	La speculazione . . . . .	30
<b>3</b>	<b>Il ruolo della finanza etica</b>	<b>30</b>
<b>4</b>	<b>Applicazioni concrete</b>	<b>31</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>32</b>

## Elenco delle figure

1	La borsa, sede di notevoli speculazioni . . . . .	29
2	Logo banca etica . . . . .	31

## Elenco delle tabelle

1	Confronto tra economia di mercato ed economia civile . . . . .	31
---	--	----

## 1 Economia moderna

Scopo dell'economia è l'utilizzo delle risorse naturali per soddisfare i bisogni dell'uomo, potremmo dire per favorire il benessere dell'uomo.

Il benessere è spesso inteso come potere d'acquisto, ma la sensazione di benessere è monetizzabile?

Dagli anni sessanta ad oggi il PIL (prodotto interno lordo, pari al valore della produzione ottenuta in un anno da un paese) è costantemente aumentato, così come sono aumentati i risparmi in banca.

Nello stesso periodo è aumentato anche il numero dei poveri. L'inquinamento ambientale e la qualità della vita nelle città si sono deteriorati, è aumentata la solitudine.

In questo quadro, ci possiamo chiedere come è inteso oggi il risparmio e quali sono i ruoli della finanza etica e della banca etica.

## 2 Il risparmio

Il risparmio, base dell'attività finanziaria, oggi non è più visto quale supporto all'attività produttiva, ma come una realtà autonoma che ha come fine la crescita del proprio capitale il più rapidamente possibile.

Anche in Italia oggi il risparmio non serve più a costruire qualcosa, com'era negli anni del dopoguerra e nel passato, ma a ottenere sempre di più per il risparmiatore. Per avere di più si usa moltissimo il gioco speculativo all'interno del mondo finanziario distaccato dalla normale produzione di beni e servizi.

Questa realtà ad iniziare dagli anni Settanta ha preso il nome di finanziarizzazione. Il termine sta oggi a indicare il processo secondo cui più della metà dei profitti del sistema economico sono realizzati da attività non direttamente produttive o commerciali, ma finanziarie, di natura speculativa.



Figura 1: La borsa, sede di notevoli speculazioni

## 2.1 La speculazione

Attività speculative di grandi dimensioni creano instabilità finanziaria, come quella che nel 1998 ha condotto alle crisi asiatiche con massicce svalutazioni, forti aumenti dei prezzi e dei tassi di interesse, che hanno provocato una grave recessione con conseguenze sociali come la disoccupazione diffusa. Ciò ha mostrato la fragilità di un sistema volto esclusivamente alla ricerca del profitto senza tenere conto degli indicatori fondamentali dell'economia.

## 3 Il ruolo della finanza etica

In questo contesto si colloca la proposta di un uso consapevole del risparmio fatto dalla finanza etica, per ottenere quel risultato che si può considerare vero benessere sociale.

E' collegato a questo il discorso dell'interesse, un tempo assente, oggi presenza imprescindibile per l'impiego del risparmio. Ci sono però risparmiatori che non si accontentano di qualche punto in più di interesse, ma aspirano a un impiego che vada incontro ai bisogni degli uomini.

L'attività etica in finanza è così sintetizzabile:

- non significa rinunciare a una parte del profitto;
- l'arricchimento basato sul solo possesso e scambio di denaro è considerato illegittimo;
- si considera il denaro come mezzo e non come fine;
- si è sensibili alle conseguenze non economiche delle azioni economiche;
- il profitto ottenuto dal possesso e dallo scambio di denaro deve essere conseguenza di attività orientate al bene comune e deve essere equamente distribuito tra tutti i soggetti che concorrono alla sua realizzazione;
- si prevede la partecipazione alle scelte importanti dell'impresa da parte non solo dei soci ma anche dei risparmiatori;
- è fondamentale un'attenta valutazione delle conseguenze.

La finanza etica propone pertanto un approccio alternativo all'idea di finanza senza ripudiare i meccanismi di base (intermediazione, raccolta, prestito), ma riformulandone i valori di riferimento (la persona e non il capitale, l'idea e non il patrimonio, l'equa remunerazione dell'investimento e non la speculazione) e intende produrre un riflesso sull'economia reale e finanziare le attività che si muovono verso uno sviluppo umanamente ed ecologicamente sostenibile (attività del settore non profit, commercio equo e solidale, agricoltura biologica, produzione eco-compatibile e in genere tutte le attività imprenditoriali che producono sul territorio un beneficio sociale e ambientale).

Quindi si intende l'economia come attività di partecipazione al benessere e al miglioramento sociale, come lavoro, capacità di dare un senso alla creatività manuale e intellettuale e alla realtà espressiva.

La finanza etica ha dato origine a prodotti come i fondi comuni di investimento etici e alle banche etiche in tutto il mondo, l'ultima delle quali è la Banca popolare etica, nata l'8 marzo 1999 in Italia.

In conclusione, la finanza classica sta alla finanza etica come l'economia di mercato sta all'economia civile, il concetto si può sintetizzare con la tabella seguente.



Figura 2: Logo banca etica

<b>Economia di mercato</b>	<b>Economia civile</b>
Denaro come forza di decostruzione civile	Progetti di costruzione del legame sociale
Massimizzazione dei profitti individuali	Massimizzazione del bene comune
Concorrenza e competizione esagerate	Collaborazione e competizione solidale
Mercato libero e assoluto	Mercato solidale
Modello di sviluppo che crea esclusione	Modello di sviluppo che crea inclusione
Creazione di multinazionali in concorrenza	Creazione di reti di imprese e di alleanze
Sradicamento dal territorio	Radicamento nel territorio
Concentrazione della ricchezza	Distribuzione della ricchezza

Tabella 1: Confronto tra economia di mercato ed economia civile

## 4 Applicazioni concrete

Quali saranno i bisogni dell'uomo in questo nuovo millennio? Possiamo permetterci oggi lo spreco di risorse che dovranno servirci anche per il domani? Possiamo ritenere che i bisogni dell'uomo odierno saranno sempre quelli degli uomini del passato: bisogno di sicurezza, di protezione, di amore, di senso, di speranza. La scala dei bisogni di Maslow è ancora molto attuale. Al vertice di questa scala, come bisogno supremo, sta l'autorealizzazione, intesa come benessere individuale che implica un benessere sociale e ambientale e la possibilità di realizzare la propria potenzialità, le proprie aspirazioni più profonde attraverso la creatività.

Tutto ciò è difficilmente raggiungibile, perché si tende ad avere potere e denaro, supportati da una teoria economica e da una finanza che chiedono maggiore crescita in termini di PIL, carriera, beni; ma la crescita di questi elementi per pochi uomini comporta la diminuzione degli stessi elementi per molti altri. La sfida per un futuro migliore si colloca sul piano della libertà di ogni uomo di cooperare allo sviluppo del bene comune, che implica la giustizia sociale, la solidarietà la pace e il rispetto per l'ambiente naturale. Lo sviluppo si realizza solo se ogni persona viene valorizzata e può esprimere libertà, creatività, iniziativa personale per realizzare le proprie aspirazione e potenzialità.

Questo non solo per la chiesa cattolica, ma anche per la dottrina economica. La vera risorsa scarsa è l'opportunità di sviluppo umano.

Oggi esistono diversi enti, associazioni del settore non profit, terzo settore, detto anche economia civile che comprende la finanza etica, che cercano di o-perare in questo senso. Il movimento internazionale che ha dato origine ai fondi comuni etici, alle banche etiche e al microcredito si è creato nel XX secolo. Il principio ispiratore vede nell'homo oeconomicus una persona e nella finanza un'occasione per favorire il benessere sociale.

## Riferimenti bibliografici

- [1] Alessandro Lanza. *Lo sviluppo sostenibile*. Il Mulino, 1997.
- [2] Riccardo Milano. *La finanza e la banca etica - Economia e solidarietà*. Edizioni Paoline, 2001.
- [3] Amartya K. Sen. *La libertà individuale come impegno sociale*. Editori Laterza, 1999.
- [4] Amartya K. Sen. *Etica ed economia*. Editori Laterza, 2001.

# Osservazioni sulla cellula muscolare

*Francesca Castiglioni - Alice Mayer\**

## **Sommario**

*Relazione di un esperimento relativo all'osservazione delle cellule muscolari e approfondimento sulla struttura del sistema muscolare umano.*

## Indice

<b>1</b>	<b>Relazione dell'esperimento</b>	<b>35</b>
1.1	Scopo . . . . .	35
1.2	Materiali . . . . .	35
1.3	Metodo . . . . .	35
1.4	Osservazioni . . . . .	35
1.5	Conclusioni . . . . .	36
<b>2</b>	<b>La contrazione muscolare</b>	<b>37</b>
<b>3</b>	<b>Le cellule muscolari lisce</b>	<b>39</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>40</b>

## 1 Relazione dell'esperimento

### 1.1 Scopo

Osservare la struttura di un muscolo scheletrico

### 1.2 Materiali

Carne	Vetrino Portaoggetti	Bisturi
Provetta	Microscopio ottico	Vetrino coprioggetti
Pinzette	Contagocce	Soluzione di blu di metilene
Soluzione di biureto A e B		

Tabella 1: Materiali necessari per l'esperimento

### 1.3 Metodo

Sfilettare il pezzo di carne, prelevarne una piccola parte e porla sul vetrino portaoggetto. Aggiungere una goccia di soluzione di blu di metilene in modo da facilitare l'osservazione al microscopio. Coprire il preparato con il vetrino coprioggetto facendo attenzione a farlo aderire bene. Osservare il vetrino al microscopio ed annotare le osservazioni.

Prendere un altro pezzetto di carne e porlo in una provetta. Effettuare la prova del biureto<sup>1</sup> aggiungendo le due soluzioni.

### 1.4 Osservazioni

Dall'osservazione al microscopio ottico (vedi figura 1) si può notare che il muscolo è formato da fibre parallele tra loro che presentano numerosi nuclei. Si osservano inoltre delle striature.

Con la prova del biureto la carne assume una colorazione violetta.

---

<sup>1</sup>Il reattivo del biureto è costituito da due soluzioni:

- Biureto A = soluzione di solfato di rame 1%
- Biureto B = soluzione di idrossido di sodio al 10%

Se si aggiungono alcune gocce delle due soluzioni (che possono essere già mescolate) a un composto contenente proteine, si ha la comparsa di una colorazione viola. Ciò si spiega con il fatto che:

- a) la proteina, a contatto con la base forte del biureto B, subisce l'idrolisi, cioè si rompono i legami tra gruppi di amminoacidi;
- b) il solfato di rame del biureto A, reagendo con i gruppi liberi carbossilici degli amminoacidi, forma sali rameici di colore viola.

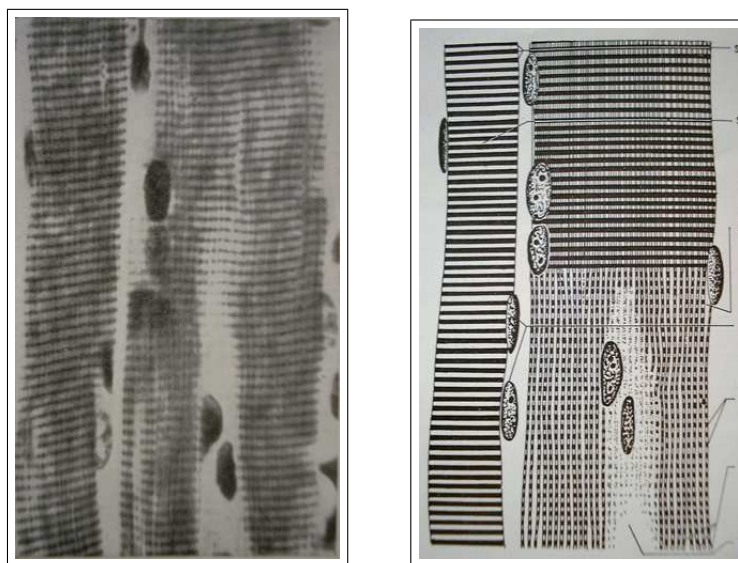


Figura 1: L'immagine mostra una cellula muscolare scheletrica osservata al microscopio e relativa schematizzazione

## 1.5 Conclusioni

Il tessuto muscolare è diviso in fasci le cui singole unità sono chiamate fibre, ovvero cellule muscolari che presentano al loro interno numerosi nuclei.

La presenza di molti nuclei è dovuta alla grande estensione della cellula, e consente il controllo della stessa: un solo nucleo non sarebbe sufficiente.

Nell'osservazione del campione si sono potute notare delle striature definite come unità contrattili, sede del movimento. Le striature differenziano il muscolo scheletrico volontario dal muscolo involontario, nel quale non sono presenti striature, ad eccezione del muscolo cardiaco.

Il saggio del biuretto risulta positivo: da ciò si deduce che nella carne sono presenti proteine.

## 2 La contrazione muscolare

Il **muscolo scheletrico**, che si inserisce sullo scheletro e consente i movimenti del corpo, è costituito da una struttura gerarchica di filamenti paralleli sempre più piccoli. Ogni muscolo è formato da fasci di **fibre muscolari** disposte parallelamente tra loro; ogni fibra muscolare è una singola cellula che possiede più nuclei e a sua volta è formata da un fascio di **miofibrille** più piccole; il muscolo scheletrico è definito muscolo striato poichè, osservando al microscopio ottico, le miofibrille appaiono costituite da bande chiare e scure che si alternano. Le miofibrille sono formate da unità chiamate **sarcomeri**, le regioni comprese tra due sottili linee scure, dette linee Z, e rappresentano l'unità funzionale fondamentale della fibra muscolare.

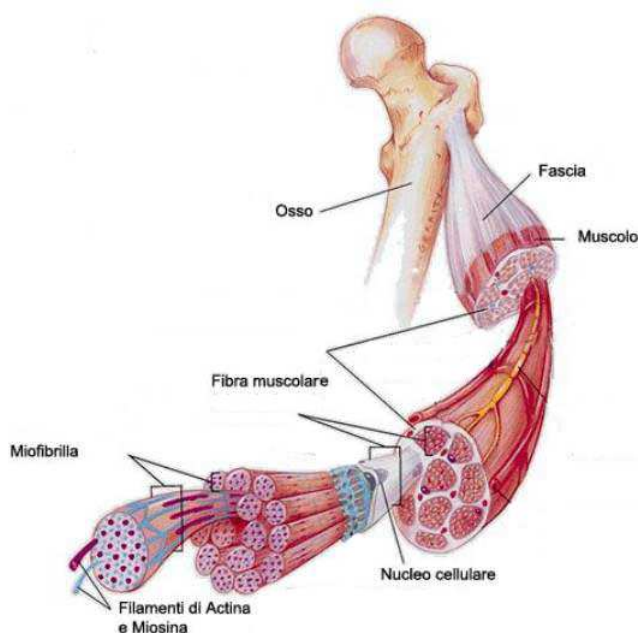


Figura 2: Schema della gerarchia muscolare

Il sarcomero è formato da due tipi di filamenti che si alternano con regolarità: filamenti sottili e filamenti spessi. L'analisi biochimica ha evidenziato che i filamenti sottili sono costituiti, a loro volta, da una coppia di filamenti proteici di actina e da un filamento di una proteina di regolazione, avvolti tra loro; due filamenti di **actina** adiacenti sono uniti tramite la proteina della linea Z. I filamenti spessi sono formati da diversi filamenti proteici di **miosina** disposti parallelamente tra loro.

Questa particolare disposizione ripetuta di unità costituite da filamenti sottili e da filamenti spessi è strettamente correlata al meccanismo che sta alla base della **contrazione muscolare**.

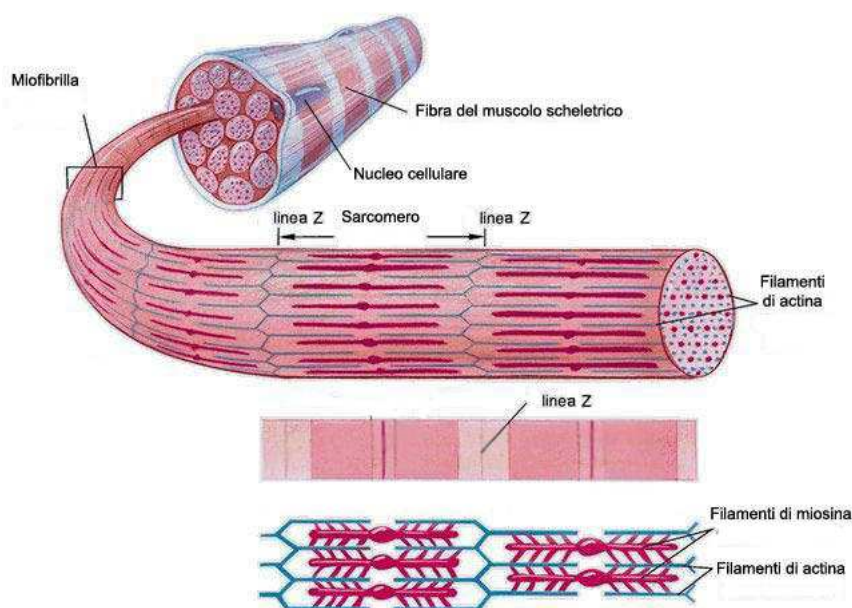


Figura 3: Rappresentazione di una miofibrilla suddivisa nelle sue unità fondamentali: i sarcomeri

Negli anni Cinquanta, il premio Nobel inglese Andrew Fielding Huxley e altri studiosi proposero il **modello di scorrimento dei filamenti** per spiegare questo meccanismo. Il modello illustra la correlazione tra la struttura e la funzione del sarcomero: un sarcomero si contrae (si accorcia) quando i filamenti sottili scorrono lungo i filamenti spessi. Quando il muscolo è completamente contratto, i filamenti sottili si sovrappongono tra loro al centro del sarcomero. La contrazione determina solo l'accorciamento del sarcomero, ma non comporta alcun cambiamento nella lunghezza dei filamenti. Quando tutti i sarcomeri si accorciano, l'intero muscolo può contrarsi fino quasi a dimezzare la lunghezza che presenta a riposo. Le cause dello scorrimento dei filamenti sono le interazioni tra le molecole di miosina dei filamenti spessi e quelle di actina dei filamenti sottili, interazioni che comportano un consumo energetico. L'energia necessaria perché avvenga lo scorrimento proviene dall'**ATP** ma, per la contrazione muscolare, sono indispensabili anche gli ioni calcio ( $Ca^{2+}$ ), che permettono alla testa della miosina di individuare i siti di legame. Il probabile meccanismo alla base dello scorrimento si può sintetizzare nei seguenti passaggi:

- L'ATP si lega alla testa della molecola di miosina, provocando il suo distacco dal sito di legame presente sull'actina;
- La scissione dell'ATP in ADP e fosfato inorganico (che restano legati alla testa della miosina) libera energia necessaria per la contrazione; grazie a questa energia, la testa della molecola di miosina cambia posizione. Nella nuova posizione essa è pronta a legarsi ad un altro sito presente sulla molecola di actina;
- A questo punto lo ione calcio, che proviene dai reticoli endoplasmatici all'interno della cellula, libera un sito di legame sull'actina, rendendo possibile l'unione tra quest'ultimo e la testa della miosina;
- L'evento molecolare vero e proprio che causa lo slittamento è chiamato **power stroke**; quando l'ADP e il fosfato inorganico si staccano dalla testa del filamento di miosina, questa si piega tirando il filamento di actina verso il centro del sarcomero. Dopo il **power stroke**, altre

molecole di ATP si legano alla testa della miosina e l'intero processo si ripete: la testa della miosina si lega ad un altro sito di legame più vicino alla linea Z.

Questo processo continua fino a quando il muscolo è completamente contratto.

### 3 Le cellule muscolari lisce

Il **tessuto muscolare liscio** è caratterizzato dall'assenza di striature, e costituisce le pareti dell'apparato digerente, della vescica, delle arterie e di altri organi interni.

Le cellule hanno una forma affusolata, presentano al loro interno un unico nucleo e si contraggono più lentamente delle fibre muscolari scheletriche, ma possono essere soggette a contrazioni per un periodo di tempo maggiore.

La muscolatura liscia, al contrario di quella scheletrica, è fondamentalmente involontaria.

Confronto tra cellula muscolare striata e liscia	
Cellula striata	Cellula liscia
Costituito da più cellule grosse fuse tra loro e con più nuclei	Costituito da singole cellule allungate con un solo nucleo
Presenza di bande chiare e scure	Bande non visibili
Responsabile dei movimenti dello scheletro	Circonda molti organi interni
Movimenti volontari che dipendono dal sistema nervoso centrale	Movimenti involontari controllati dal sistema nervoso autonomo e da ormoni
Contrazione rapida	Contrazione lenta
Consumo rapido di ATP	Consumo lento di ATP

Tabella 2: Confronto tra cellule muscolari striate e lisce

## Riferimenti bibliografici

- [1] Neil A. Campbell, Lawrence G. Mitchell, Jane B. Reece. *Immagini dalla biologia - Modulo C - Anatomia e Fisiologia del corpo umano*. Ed. Zanichelli, 2003.
- [2] W. H. Freeman, Brain Bracegirdle. *An Atlas of Histology*. Heinemann Educational Books - London, 1967.
- [3] Alba Gainotti, Alessandra Modelli. *Biologia - Diversità e unità dei viventi- Moduli BC- Dalla cellula ai geni- Il corpo umano*. Ed. Zanichelli, 2002.

# Il latte e la sua carica batterica

*Francesca Corà - Veronica Spreafico\**

## **Sommario**

*Relazione di laboratorio di una quarta classe del liceo scientifico documentata con immagini scattate durante lo svolgersi delle prove. Osservazioni sulla composizione del latte e sul variare della sua carica batterica con il passare del tempo.*

## Indice

<b>1</b>	<b>PARTE A - 15 febbraio 2005</b>	<b>43</b>
1.1	Scopo . . . . .	43
1.2	Materiale . . . . .	43
1.3	Metodo . . . . .	43
1.4	Osservazioni . . . . .	44
1.5	Interpretazioni . . . . .	44
1.6	Appunti . . . . .	44
1.7	Conclusioni . . . . .	46
<b>2</b>	<b>PARTE B - 15 febbraio 2005</b>	<b>46</b>
2.1	Scopo . . . . .	46
2.2	Materiale . . . . .	46
2.3	Metodo . . . . .	47
2.4	Osservazioni . . . . .	48
2.5	Appunti . . . . .	48
2.6	Conclusioni . . . . .	49
	<b>Bibliografia</b>	<b>50</b>

## Elenco delle figure

1	Saggio di Fehling . . . . .	45
2	Campione di latte . . . . .	47
3	La misura del PH . . . . .	47
4	L'aumento della carica batterica nel tempo . . . . .	49

## Elenco delle tabelle

1	Valori nutrizionali . . . . .	46
2	Misurazione del pH . . . . .	48
3	Osservazioni qualitative in relazione al tempo . . . . .	48
4	La qualità del latte col passare del tempo . . . . .	48

## 1 PARTE A - 15 febbraio 2005

### 1.1 Scopo

Osservazioni sul latte

### 1.2 Materiale

- provette;
- portaprovette;
- pipetta graduata (portata = 10,0 ml; sensibilità = 0,2 ml);
- cartina tornasole;
- contagocce;
- cilindro graduato (portata = 10,0 ml; sensibilità = 0,2 ml);
- spruzzetta;
- sistema per il filtraggio (becher grande, imbuto, sostegno, garza per filtro);
- acqua;
- acido acetico ( $CH_3COOH$ );
- latte (scadenza: 16 febbraio 2005);
- reattivo del biureto;
- reattivo di Fehling;

### 1.3 Metodo

- Prelevare con la pipetta graduata 10,0 ml di latte e versarli in una provetta.
- Stabilire mediante la cartina tornasole il pH del latte.
- Aggiungere 15 gocce di acido acetico e 10,0 ml di acqua.
- Filtrare.
- Dividere il precipitato in due provette ed effettuare:
  1. saggio del biureto<sup>1</sup>(provetta 1);

---

<sup>1</sup>**Reattivo del biureto:** è costituito da due soluzioni:

- biureto A = soluzione di solfato di rame all'1%
- biureto B = soluzione di idrossido di sodio al 10%

Se si aggiungono alcune gocce delle due soluzioni (che possono essere già mescolate) a un composto contenente proteine, si ha la comparsa di una colorazione viola. Ciò si spiega con il fatto che:

- la proteina, a contatto con la base forte del biureto B, subisce l'idrolisi, cioè si rompono i legami tra gruppi di amminoacidi;
- il solfato di rame del biureto A, reagendo con i gruppi liberi carbossilici degli amminoacidi, forma sali rameici di colore viola.

2. ricerca dei lipidi<sup>2</sup>(provetta 2);

- Aggiungere idrossido di sodio al filtrato ed effettuare la prova con il reattivo di Fehling.<sup>3</sup>

#### 1.4 Osservazioni

- Mediante la cartina tornasole, si nota che il latte è leggermente acido, infatti il pH è 6.
- Dopo l'aggiunta dell'acido acetico, si può notare la presenza di precipitato bianco.
- Nella provetta 1 il colore della soluzione dopo aver effettuato la reazione del biureto è violetto.
- Nella provetta 2 il colore della soluzione dopo aver effettuato la ricerca dei lipidi è rosso, si può inoltre notare la presenza di precipitato bianco.
- Dopo l'aggiunta al filtrato di idrossido di sodio, la cartina tornasole è blu. Dopo aver portato all'ebollizione la soluzione si forma un precipitato rosso mattone. Quando si aggiunge il reattivo di Fehling la soluzione diventa blu.

#### 1.5 Interpretazioni

- Il precipitato presente nella soluzione dopo l'aggiunta dell'acido acetico è la **caseina**, una proteina insolubile che, prima dell'aggiunta dell'acido, era presente sottoforma di **caseinogeno**, una proteina solubile.
- La reazione del biureto risulta positiva, il precipitato esaminato contiene quindi proteine.
- Anche la reazione per la ricerca dei lipidi risulta positiva, il precipitato esaminato contiene quindi lipidi, anche se non in maniera evidente.
- Il colore blu della cartina tornasole indica che la soluzione dopo l'aggiunta dell'idrossido di sodio è basica. In tale ambiente avviene il saggio di Fehling (che non avrebbe luogo in ambiente acido) che risulta positivo. Di conseguenza saranno presenti degli zuccheri riducenti (lattosio).

#### 1.6 Appunti

- Se si lascia a riposo per un determinato periodo di tempo il latte, si forma il **caglio**, cioè la caseina precipitata, perchè il latte è diventato acido.

*Perchè il latte è diventato acido?*

Perchè il lattosio (zucchero formato da glucosio e galattosio) viene trasformato dai batteri in **acido lattico**, e la proteina precipita.

---

<sup>2</sup>**Ricerca dei lipidi:** il reattivo più usato in laboratorio è il Sudan IV, un colorante non polare che è solubile nelle sostanze non polari come i grassi e gli oli, mentre è insolubile nelle sostanze polari come l'acqua. Si aggiunge il reattivo alla provetta, poi si agita: in presenza di grassi e di oli si formeranno delle goccioline rosse in sospensione o uno strato superficiale rosso per effetto della colorazione dovuta al Sudan IV. (Nota bene: tutta la soluzione può assumere una colorazione debolmente rossa, ma la positività del saggio è dovuta alla presenza di goccioline o di uno strato superficiale intensamente colorati in rosso)

<sup>3</sup>**Saggio di Fehling:** riconoscimento degli zuccheri riducenti. Il reattivo di Fehling è costituito da due soluzioni: la soluzione A contiene solfato di rame, la soluzione B il sale di Seignette (tartrato doppio di sodio e potassio) mescolato ad idrossido di sodio in soluzione acquosa. In una provetta versare 2,0 ml di soluzione dello zucchero in esame, 1,0 ml di Fehling A e 1,0 ml di Fehling B. Scaldare a bagnomaria la soluzione blu fin quasi all'ebollizione. Osservare gli eventuali cambiamenti (cioè la formazione di un precipitato rosso). Annotare in quali casi si ha reazione positiva.



Figura 1: Saggio di Fehling

- Nel latte sono presenti batteri, i **fermenti lattici**, anche se il latte è pastorizzato. La **pastorizzazione** infatti è un processo che non elimina completamente i batteri poiché il latte viene riscaldato sotto i  $100^{\circ}C$ . Il latte viene sottoposto a tale processo in modo che non siano eliminati tutti i batteri importanti per la nostra flora batterica. La **sterilizzazione** è invece un processo che elimina completamente i batteri poiché il latte viene riscaldato a  $100^{\circ}C - 130^{\circ}C$ .
- *Perchè abbiamo aggiunto idrossido di sodio prima del saggio di Fehling?*  
Per neutralizzare l'ambiente. Infatti questa reazione è impedita dalla presenza di acidi.
- Il saggio di Fehling si basa sul potere riducente del gruppo aldeidico  $-CHO$  che riesce a ridurre il  $Cu^{++}$  del solfato rameico a  $Cu^{+}$  facendolo precipitare sotto forma di ossido rameoso rosso  $Cu_2O$ . Il gruppo aldeidico si ossida invece a gruppo carbossilico:  

$$Cu^{++} + R - CHO \rightarrow Cu^{+} + R - COOH$$

Sono zuccheri riducenti i monosaccaridi e molti disaccaridi; rappresenta un'importante eccezione il saccarosio. Quest'ultimo riduce la soluzione di Fehling. La scomparsa del glucosio disturba continuamente l'equilibrio sopra indicato e così la reazione si sposta verso la formazione di glucosio.
- Le **proteine** sono polimeri costituiti da monomeri (amminoacidi). In natura esistono circa venti amminoacidi che nella loro formula di struttura mantengono invariata la parte con ad un'estremità il gruppo amminico e all'altra il gruppo carbossilico.

Valori nutrizionali in un bicchiere di		
	latte scremato	latte intero
<b>Peso (in g)</b>	200	200
<b>Energia (in KJ)</b>	280	540
<b>Acqua (in g)</b>	182	175
<b>Proteine (in g)</b>	6,5	6,5
<b>Grassi (in g)</b>	/	7,5
<b>Amidi (in g)</b>	/	/
<b>Zuccheri (in g)</b>	10	9
<b>Fibra alimentare (in g)</b>	/	/
<b>Calcio (in mg)</b>	260	240
<b>Ferro (in mg)</b>	0,1	0,1
<b>Vitamina A (in <math>\mu\text{g}</math>)</b>	/	70
<b>Vitamina C(in mg)</b>	/	2

Tabella 1: Valori nutrizionali

## 1.7 Conclusioni

Nel latte sono presenti il caseinogeno e il lattosio.

## 2 PARTE B - 15 febbraio 2005

### 2.1 Scopo

Misura della carica batterica

### 2.2 Materiale

- provette;
- portaprovette;
- pipetta graduata (portata = 10,0 ml; sensibilità = 0,2 ml);
- cartina tornasole;
- bagno termostatico;
- cronometro;
- latte (prelevare per ciascuna scadenza due campioni in modo da ottenere risultati più attendibili):
  - campione A1,A2 scadenza: 4.02.05
  - campione B1,B2 scadenza: 9.02.05
  - campione C1,C2 scadenza: 14.02.05
  - campione D1,D2 scadenza: 16.02.05
- blu di metilene.



Figura 2: Campione di latte



Figura 3: La misura del PH

### 2.3 Metodo

- Misurare il pH di ciascun campione di latte.
- Introdurre 10,0 ml di ogni campione di latte in due provette.
- Aggiungere a ciascuna provetta 1,0 ml di soluzione di blu di metilene.
- Porre le provette nel bagno termostatico a 37°C.
- Annotare l'ora d'inizio e controllare ad intervalli regolari annotando le osservazioni.

## 2.4 Osservazioni

Misurazione del pH								
CAMPIONE	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2
pH	6,5	6,5	6	6	6	6	6	6
COLORE	blu	blu	azzurro	azzurro	azzurro	azzurro	azzurro	azzurro

Tabella 2: Misurazione del pH

Osservazioni qualitative in relazione al tempo				
	A1	A2	B1	B2
10 min	grumi bianchi	grumi bianchi	/	/
20 min	colore azzurro	/	/	/
30 min	colore giallastro	colore azzurro	/	/
40 min	/	colore bianco	colore bianco	/
50 min	/	/	/	colore bianco

Tabella 3: Osservazioni qualitative in relazione al tempo

Nelle provette contenenti i campioni C1, C2, D1, D2 non si verifica alcun cambiamento.

## 2.5 Appunti

- Il latte è molto cattivo se la decolorazione avviene dopo pochi minuti, è invece buono se la decolorazione avviene dopo varie ore.

La qualità del latte col passare del tempo	
Tempo di decolorazione del blu di metilene	Qualità del latte
< 20 minuti	molto inquinato
2 ore	cattivo
> 6-8 ore	buono

Tabella 4: La qualità del latte col passare del tempo

- Il **blu di metilene** è un accettore artificiale di idrogeno, ‘accetta’ cioè gli atomi di idrogeno riducendosi e diventando incolore.
- Se si sviluppano nel latte batteri aerobi, la diminuzione di ossigeno (usato dai batteri per il proprio metabolismo) è rivelata dalla decolorazione del blu di metilene.
- Se aumenta la **carica batterica** aumenta il **metabolismo** dei batteri.
- Se la decolorazione è più veloce, la carica batterica è più forte. Se invece la decolorazione è più lenta, la carica batterica è meno forte.
- Il latte scaduto ha una maggiore carica batterica.

## 2.6 Conclusioni

La carica batterica del latte aumenta con il passare del tempo.



Figura 4: L'aumento della carica batterica nel tempo

## Riferimenti bibliografici

- [1] Bagatti e VV. *Elementi di chimica*. Zanichelli, 2000.
- [2] Oria Michelagnoli, Pellegrini. *Biologia*. Edizioni Scolastiche Bruno Mondadori, 1991.
- [3] Annamaria Vernazzani. *Esercitazioni di biologia*. Arnoldo Mondadori Editore, 1987.

# Un viaggio alla scoperta del “super-freddo”

*Michele Gianni\**

## Sommario

*Cosa succederebbe se raffreddassimo un ambiente fino allo “0 assoluto”? Potremmo vedere cose che noi umani non avremmo mai immaginato! Entrate dunque in questo fantastico viaggio nei più recessi meandri del freddo.*

## Indice

<b>1</b>	<b>Disordine ed equilibrio</b>	<b>53</b>
1.1	La temperatura . . . . .	53
1.2	Ma perché avviene questo scambio di energia? . . . . .	53
1.3	Kelvin: Una nuova scala per la temperatura . . . . .	53
<b>2</b>	<b>La febbre del freddo</b>	<b>53</b>
2.1	L’età eroica della corsa allo zero assoluto . . . . .	53
2.2	La svolta di Joule: chi s’espande si raffredda . . . . .	54
2.3	Cailletet, Onnes, Dewar: vite spese alla conquista del freddo . . . . .	54
<b>3</b>	<b>Uno zero infinitamente lontano</b>	<b>55</b>
3.1	Verso lo zero assoluto: una questione di ordine . . . . .	55
<b>4</b>	<b>Scivolando nel freddo</b>	<b>56</b>
4.1	Superfluidi . . . . .	56
4.2	Superconduttori . . . . .	57
<b>5</b>	<b>Oltre il freddo cosmico: la condensazione di Bose-Einstein</b>	<b>57</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>60</b>

## Elenco delle figure

1	Lord Kelvin . . . . .	54
2	Apparato sperimentale di H.K.-Onnes . . . . .	55
3	Densità di una nuvola di gas di Rubinio a diverse temperature. . . . .	58
4	Einstein e Bose . . . . .	58
5	La somma di due onde produce un nuovo profilo di tipo ondulatorio. . . . .	58

## 1 Disordine ed equilibrio

### 1.1 La temperatura

Tutti gli oggetti sono composti da un grandissimo numero di atomi. Questi atomi normalmente non sono fermi ma si muovono disordinatamente anche quando il corpo appare immobile. Se un oggetto è solido gli atomi vibrano casualmente in tutte le direzioni. Se si tratta di un gas “volano” e si scontrano come tante piccole biglie. L’aria di una stanza è composta da un numero enorme di atomi (1025 ogni metro cubo) che si muovono a circa 1600 Km/h. Ogni secondo, qualche milione di miliardi di miliardi di atomi rimbalzano sulla nostra mano. Durante questi urti gli atomi dell’aria possono scambiare energia con la nostra mano. La sensazione di caldo o di freddo è dovuta proprio a questo scambio di energia. Sentiamo freddo se cediamo all’aria più energia di quella che l’aria cede a noi e caldo quando succede il contrario.

### 1.2 Ma perché avviene questo scambio di energia?

Il moto disordinato degli atomi ha una certa energia, detta “energia termica”. Quando due oggetti sono a contatto, questa energia viene messa in comune e ripartita secondo gli urti casuali sulle superfici di contatto. La cosa stupefacente è che proprio la casualità degli urti e l’enorme numero degli atomi coinvolti, porta il sistema a una situazione di equilibrio in cui tutti gli atomi hanno circa la stessa energia. Questo equilibrio è descrivibile dicendo che i due corpi hanno la stessa temperatura.

### 1.3 Kelvin: Una nuova scala per la temperatura

Oggi sappiamo che la temperatura di un oggetto è indice della velocità del moto disordinato degli atomi e delle molecole che lo compongono.



Nel '700, quando furono realizzati i primi termometri, questa nozione non era ancora nota: i termometri di Fahrenheit (1720) e Celsius (1742), scale termometriche tuttora in uso, si basano su temperature di riferimento arbitrarie. Solo un secolo dopo, Lord Kelvin, nel 1848, chiarì il nesso tra temperatura e moto atomico disordinato e comprese che “il freddo infinito corrisponde a un numero finito di gradi centigradi sotto lo zero Celsius. Il valore di  $-273^{\circ}\text{C}$  è il punto che non può essere sorpassato da nessuna temperatura, per quanto bassa possa essere”. Questa temperatura limite corrisponde allo 0 della scala Kelvin, e viene indicata come “0 gradi Kelvin” oppure come “zero assoluto”

## 2 La febbre del freddo

### 2.1 L’età eroica della corsa allo zero assoluto

Fin a buona parte del 1800 non era chiara la natura del calore, e si pensava che la temperatura di un corpo fosse legata alla presenza in esso di una sostanza, il calorico. Il raffreddamento dei corpi era visto come al conseguenza di procedimenti che sottraessero calorico. Tali procedimenti, che di solito coinvolgevano reazioni chimiche endotermiche o evaporazione di sostanze volatili, erano considerati più patrimonio di maghi e alchimisti che non conoscenza scientifica.



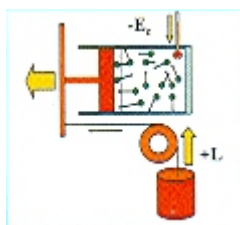
Figura 1: Lord Kelvin

## 2.2 La svolta di Joule: chi s’espande si raffredda

Fu James P. Joule, nel 1843, a dare una svolta all’intera concezione del calore, dimostrando che il calore altro non è che una forma di energia. Una importante conseguenza è che se un gas è contenuto in un recipiente che si espande, il gas si raffredda. Questo fenomeno è il principio su cui funzionano i nostri frigoriferi, il cui motore comprime e lascia espandere un gas, e i distributori di spina alla spina, che spillano birra fresca a causa dell’espansione del gas nella schiuma.



Una pallina, lanciata contro un bersaglio che indietreggia, rimbalza poco (al contrario contro un bersaglio che avanza - una racchetta, per esempio - rimbalza molto). Così, in un gas contenuto in un recipiente con una parete che recede, le molecole rallentano, perdendo energia a ogni rimbalzo contro la parete. E quindi l’intero gas si raffredda!.



## 2.3 Cailletet, Onnes, Dewar: vite spese alla conquista del freddo

L’esplorazione del freddo fu segnata, nella seconda metà del 1800, da tappe precise: la liquefazione dei vari gas, “nuovi liquidi di cui non abbiamo ancora idea”.<sup>1</sup> Il francese Louis-Paul Cailletet riuscì a produrre, nel 1877, alcune gocce di ossigeno liquido, alla temperatura di  $-180^{\circ}\text{C}$ . I quarant’anni

<sup>1</sup>A. Lavoisier

successivi furono segnati da una competizione accesa tra diversi gruppi per la conquista del primato del freddo. L’espansione di Joule-Thomson si impose come metodo di raffreddamento, e fu utilizzata in apparecchiature estremamente complesse realizzate nella speranza di raggiungere lo zero assoluto. Nel 1898 lo scozzese James Dewar dapprima liquefece l’idrogeno (alla temperatura di  $-251^{\circ}\text{C}$ , equivalenti a 22 gradi Kelvin), e in seguito lo solidificò (a 13 gradi Kelvin). L’elio, l’ultimo gas che resisteva ai tentativi di liquefazione, fu oggetto di numerosi esperimenti. Solo nel 1907, l’olandese Kamerlingh-Onnes, riuscì nell’impresa raffreddando l’elio a 4 Kelvin. “Fu un momento meraviglioso”.<sup>2</sup>

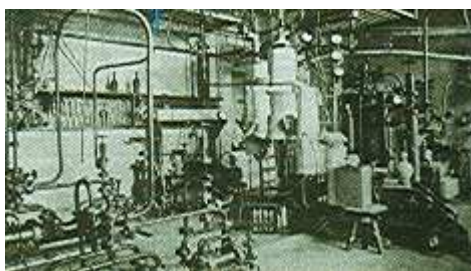


Figura 2: Apparato sperimentale di H.K.-Onnes

### 3 Uno zero infinitamente lontano

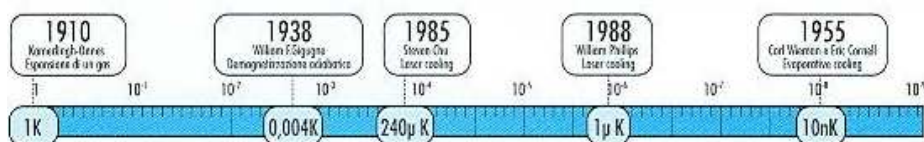
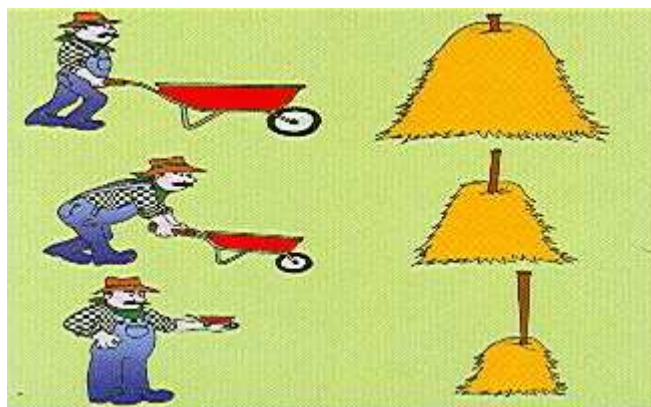
#### 3.1 Verso lo zero assoluto: una questione di ordine

Una legge molto generale è in natura il disordine, formalizzato nel concetto di “entropia”, ma non può mai essere ridotto: tutt’al più può essere trasferito da un posto all’altro. E generalmente nell’operazione di trasferimento si produce ulteriore caos. Questo fatto pone un limite forte alla possibilità di raffreddare un corpo: intrinsecamente, raffreddandosi il corpo perde “disordine”. I frigoriferi sono macchine che trasferiscono il disordine-termico da un sistema all’ambiente esterno. Per funzionare i frigoriferi necessitano di un motore. Nel trasferimento del disordine, i frigoriferi riscaldano l’ambiente che li circonda più di quanto raffreddino la loro camera interna. Lo zero assoluto è anche uno stato di ordine assoluto: tutti gli atomi sono fermi. Quanto più un oggetto è freddo tanto più è difficile trasferire ulteriore disordine verso l’ambiente esterno. Infatti l’efficienza di un frigorifero diminuisce sempre più man mano che la temperatura diminuisce, tendendo verso lo zero Kelvin. Con argomenti simili nel 1907, lo scienziato polacco Walther Nerst<sup>3</sup> mostrò che **lo zero assoluto non può essere raggiunto**. Questo risultato è così fondamentale da essere conosciuto come “terzo principio della termodinamica”. Secondo il Principio scoperto da Nerst, il rendimento anche ideale di un frigorifero, diminuisce assai più velocemente di quanto diminuisca la temperatura del corpo che sta raffreddando. È come voler trasportare un cumulo di paglia avendo a disposizione una carriola che, con l’assottigliarsi del cumulo, rimpicciolisce anch’essa molto più velocemente del cumulo di paglia rimanente: asportare tutta la paglia richiederebbe un tempo infinito, un infinito numero di trasporti e, complessivamente, un investimento infinito di energia.

Una convincente verifica che lo zero assoluto è effettivamente irraggiungibile è data dalla storia della ricerca sulla materia fredda nell’intero 1900. qui sotto è riportata una scala delle temperature in formato logaritmico, cioè spaziato in modo da mettere in evidenza la zona di temperature prossime allo zero. si riportano anche le date alle quali nuove temperature sono state conquistate e le tecniche utilizzate.

<sup>2</sup>H. K-Onnes

<sup>3</sup>premio Nobel nel 1920



## 4 Scivolando nel freddo

### 4.1 Superfluidi

Interrotta la corsa verso lo zero assoluto a seguito della formulazione del principio di Nerst e a causa della notevoli difficoltà sperimentali, gli scienziati del freddo si dedicarono allo studio delle bizzarre proprietà che alcuni materiali acquistano quando la loro temperatura è di qualche grado Kelvin. Così, all’inizio del 1900 nel giro di pochi anni, furono scoperte la superfluidità dell’elio liquido e la superconduttività di alcuni metalli.

Nella nostra comune esperienza, il moto della materia è sempre contrastato dall’attrito e tende ad arrestarsi. Ciò non è più vero per l’elio a temperature inferiori a 2,2 Kelvin. A tali temperature l’elio, già liquido sotto i 4 Kelvin, diventa superfluido: quando viene messo in movimento all’interno di un recipiente, anche denso di ostacoli, si mantiene in moto indefinitamente. Inoltre l’elio superfluido presenta una particolare reattività nella esposizione a fonti di calore. Un recipiente, per esempio una bottiglia, viene costruita con all’interno un tubo capillare che collega l’interno all’esterno e viene riempita di elio superfluido. Se si scalda l’elio, con una fonte di luce, si osserva un getto improvviso attraverso il capillare verso l’esterno, che può arrivare anche a 25-30 cm di altezza e che si mantiene a lungo. L’elio superfluido è come se potesse “scappare” dal calore diversamente da qualunque altro fluido.



Infine se riempiamo un contenitore con un po’ d’elio superfluido e poi lo immergessimo in una vasca piena dello stesso elio, vedremmo che l’elio incomincerebbe letteralmente ad arrampicarsi sulle pareti fino a raggiungere lo stesso livello del liquido esterno, allo stesso modo se lo alzassimo

dal recipiente, l’elio si arrampicherebbe sulle pareti del contenitore fino a defluire del tutto dal contenitore stesso. La superfluidità fu osservata per la prima volta negli anni Trenta dal russo Petr Kapitza<sup>4</sup>. In realtà, l’elio superfluido fu prodotto molti anni prima dall’olandese Kamerlingh-Onnes, il primo scienziato che riuscì a liquefare l’elio (nel 1908). Egli tentò per anni di farlo solidificare raffreddandolo fino alla temperatura di 1 Kelvin. Produسه pertanto numerose ampolle di elio superfluido, che però non riconobbe mai come tale, mancandogli totalmente l’idea della superfluidità.

## 4.2 Superconduttori

Deluso dalla mancata solidificazione dell’elio, Kamerlingh-Onnes si dedicò allo studio delle proprietà elettriche dei metalli a basse temperature e scoprì, nel 1911, che la resistenza del mercurio si annulla sotto i 4,2 Kelvin, temperatura alla quale diventa superconduttore.

Proprio a causa dell’assenza di resistenza (gli elettroni scorrono senza attrito), nei superconduttori possono essere prodotte correnti elettriche enormi che, a loro volta, producono campi magnetici intensissimi. Una delle proprietà più vistose nei superconduttori è che essi espellono dal loro interno i campi magnetici, generando delle correnti superficiali che non si estinguono mai poiché la resistenza è nulla. La conseguenza è che nascono forze repulsive tra il superconduttore e la sorgente del campo magnetico esterno, forze che possono essere utilizzate per levitare il superconduttore.



L’attrito che frena un normale fluido in movimento nasce dai continui urti tra i suoi costituenti microscopici. L’assenza di attrito in superfluidi e superconduttori rivela che in essi gli atomi di elio e gli elettroni *non si muovono più in modo disordinato e ciascuno per conto suo, ma formano un’unica unità coerente che scorre senza subire urti.*

## 5 Oltre il freddo cosmico: la condensazione di Bose-Einstein

Quando, nel 1995, in un laboratorio del Colorado, si riuscì a raffreddare un gas di atomi di rubidio fin sotto la temperatura di 100 miliardesimi di grado Kelvin, si osservò un fenomeno che da tempo era stato predetto, ma ancora mai osservato direttamente: la nuvola del gas si addensò improvvisamente assumendo comportamenti più tipici delle onde che non dei gas.

L’immagine 3 mostra, mediante l’uso di diversi colori e rilievi, la densità di una nuvola di gas di Rubidio a tre diverse temperature. Al diminuire della temperatura si verifica la condensazione di Bose-Einstein.

Il metodo della demagnetizzazione adiabatica, proposto nel 1925 da Debye e realizzato nel 1938, permette di ottenere temperature fino al milliKelvin. Il metodo del laser-cooling, scoperto nel 1985, in cui il gas si raffredda urtando contro fotoni di raggi di luce laser, permette di raffreddare un gas fino alla temperatura di un microKelvin. Nell’evaporazione forzata, utilizzata nel 1995 dagli

<sup>4</sup>premio Nobel 1978

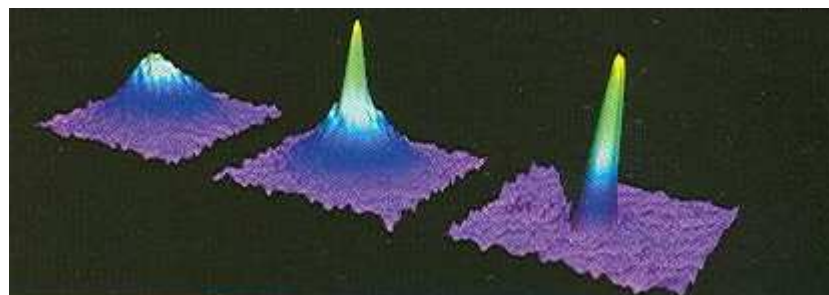


Figura 3: Densità di una nuvola di gas di Rubinio a diverse temperature.

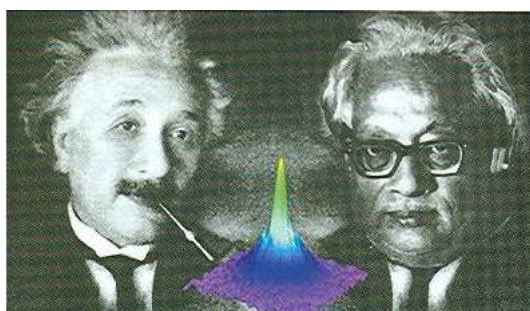


Figura 4: Einstein e Bose

scopritori del condensatore di Bose-Einstein, si permette la fuga dal gas degli atomi più caldi. Con questo metodo si sono raggiunti 10 nanoKelvin. Gli atomi e i loro costituenti, a temperature molto basse, non si comportano più come palline di materia localizzabili. Il loro comportamento è invece spiegato molto bene rappresentandole come onde, la cui estensione è tanto maggiore quanto minore è la temperatura. Quando due particelle identiche si avvicinano, le rispettive onde interferiscono tra loro. Le particelle si distinguono in fermioni (in onore di Enrico Fermi), le cui onde si sottraggono a vicenda, e in bosoni (dal nome del fisico indiano Bose che collaborò con Einstein), le cui onde si sommano. Il comportamento dei fermioni, non fa che rispecchiare la nozione di impenetrabilità della materia a cui siamo abituati: particelle identiche tendono a “rifiutarsi” quando vengono in contatto. Ben più bizzarra è la proprietà che possiedono i bosoni: il sommarsi delle onde fa sì che i bosoni possano occupare a tutti gli effetti il medesimo volume. Questo succede raffreddando un insieme di bosoni sotto una certa temperatura critica: le onde sono così allargate che non si possono più distinguere le particelle tra loro. Esse condensano in un “tuttuno quantistico”, il condensato di Bose-Einstein. La possibilità di distinguere le due onde originarie dipende da quanto esse sono vicine tra loro. C’è un limite oltre il quale i picchi non sono più distinguibili. Questa distanza limite dipende da quanto sono larghe le onde, e nel caso di particelle ultrafredde essa può essere macroscopica, confrontabile con la distanza media in un gas, i cui atomi quindi non possono più essere distinti, e “collassano” nel condensato di Bose-Einstein (vedi fig 5) .



Figura 5: La somma di due onde produce un nuovo profilo di tipo ondulatorio.

Per ottenere questo nuovo stato della materia, nè gassoso nè liquido, previsto teoricamente da Bose e da Einstein nel 1924, ci sono voluti 70 anni di sforzi tecnologici volti a raggiungere temperature che, ai pionieri del freddo estremo, Sarebbero parse inconcepibili. Temperature che mai si sono realizzate prima in alcun punto dell’Univero, la cui temperatura di fondo, dopo miliardi di anni di raffreddamento, è di circa 3 gradi Kelvin.

## Riferimenti bibliografici

- [1] Antonio Caforio, Aldo Ferilli. *Nuova Physica 2000*. Grassina (Firenze), quarta edition, 2002.
- [2] Autori vari. *Alle colonne d’Ercole*. Castel Bolognese (RA), prima edition, Luglio 2003.

# I Glucidi

*Luca Macedoni\**

## Sommario

*I glucidi sono tra i composti organici più diffusi in natura e sono tra i più importanti per l'uomo in quanto ne costituiscono il 'carburante' per ogni attività. In questo articolo esamineremo le caratteristiche dai saccaridi con riferimento ad una attività di laboratorio.*

## Indice

<b>1</b>	<b>Gli idrati di carbonio</b>	<b>63</b>
<b>2</b>	<b>I Monosaccaridi</b>	<b>63</b>
2.1	Il Glucosio . . . . .	63
2.2	Il Fruttosio . . . . .	65
<b>3</b>	<b>I Disaccaridi</b>	<b>65</b>
3.1	Il Saccarosio . . . . .	65
<b>4</b>	<b>Attività di laboratorio</b>	<b>66</b>
4.1	Scopo . . . . .	66
4.2	Materiale . . . . .	66
4.3	Procedimento . . . . .	67
4.4	Osservazioni . . . . .	67
4.5	Conclusioni . . . . .	67
	<b>Bibliografia</b>	<b>69</b>

## 1 Gli idrati di carbonio

Si trovano in natura alcune sostanze che prendono il nome di *idrati di carbonio* cui possono assegnarsi formule brute corrispondenti o molto vicine a  $C_n(H_2O)_n$ . Queste formule brute e la denominazione generica di idrati di carbonio non hanno alcun significato strutturale, ma sottolineano che nelle molecole di questi composti è presente un elevato numero di atomi di ossigeno, pari o molto vicino a quello degli atomi di carbonio. Gli idrati di carbonio sono meglio conosciuti con il nome di *glucidi* o carboidrati e costituiscono il combustibile più adatto per il motore umano. I glucidi si distinguono glucidi semplici, cioè monosaccaridi e disaccaridi e glucidi macromolecolari, ovvero i polisaccaridi.

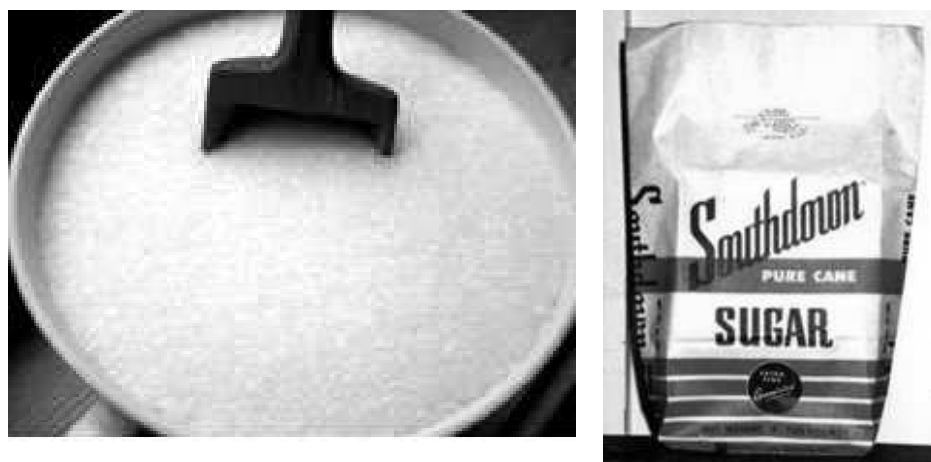


Figura 1: Lo zucchero è il saccaride più diffuso nel mondo.

## 2 I Monosaccaridi

I monosaccaridi sono anche chiamati monosi di formula generale  $C_nH_{2n}O_n$ . Il prefisso mono indica che questi composti non vengono scissi per idrolisi in composti più semplici come avviene per i polisaccaridi. Il sostantivo saccaride o la desinenza oso o osio sono caratteristici della classe. I monosi possono considerarsi polioidrossialdeidi oppure polioidrossichetoni.

### 2.1 Il Glucosio

Esaminiamo ora il monosaccaride più diffuso in natura, il glucosio, chiamato anche destrosio. Non esiste mai in forma aperta, bensì in quella semiacetalica a sei termini, derivabile dal piramo e tale struttura si indica con il nome di glucopiranosio (vedi figura 2.1). La formula bruta è  $C_6H_{12}O_6$

È presente in quantità rilevanti nella frutta dolce e nei liquidi fisiologici degli organismi animali. Si forma per idrolisi dell'amido, del glicogeno, delle destrine, delle cellulose e di vari oligosaccaridi, polisaccaridi e glucosidi. Industrialmente si prepara dall'amido o dalla cellulosa che vengono scissi mediante trattamento con soluzioni di acido cloridrico sotto pressione. Il prodotto di idrolisi si neutralizza con calce e si concentra; mentre si separa il cloruro di calcio, il glucosio cristallizza per raffreddamento, trattenendo una molecola d'acqua. Il glucosio così ottenuto si presenta in cristalli incolori, di sapore dolce, inferiore tuttavia a quello dello zucchero comune.

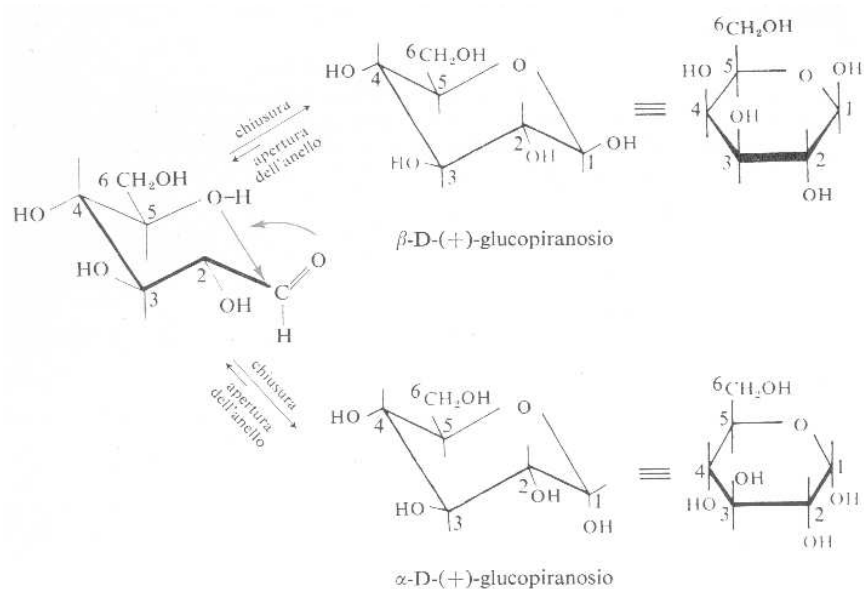


Figura 2: Formazione delle forme semiacetaliche del glucosio. Per convenzione l'anello piranosico si orienta di solito come indicato nelle figure centrali, oppure come indicato a destra nelle formule ad anello piano e si mettono così in evidenza le configurazioni dei gruppi ossilici

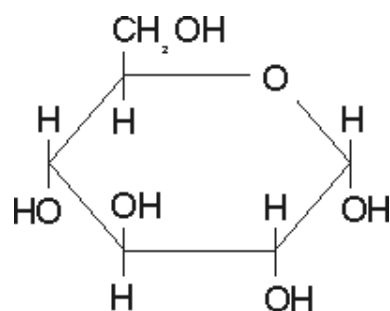


Figura 3: Struttura semplificata del glucosio

La fondamentale importanza biochimica del glucosio deriva dal fatto che esso è la forma nella quale i carboidrati vengono utilizzati dalle cellule; dalla sua trasformazione metabolica origina gran parte dell'energia di cui necessitano gli organismi animali. Il glucosio ha inoltre un ruolo fondamentale nella respirazione delle cellule, interviene nella sintesi del glicogeno, del galattosio, dei nucleosidi, dei cerebrosidi, di numerose scleroproteine. Valore plastico alla molecola del glucosio è conferito pure dal fatto che tra i prodotti della sua demolizione metabolica vi sono numerosi precursori degli amminoacidi.

## 2.2 Il Fruttosio

Il *fruttosio* è un chetoesoso, diffusissimo nei vegetali (il comune zucchero di canna e di bietola). Il fruttosio si può ottenere assai semplicemente dal saccarosio, idrolizzandolo a temperature non troppo elevate oppure utilizzando sul saccarosio acido cloridrico o solforico diluito e ossidando poi il glucosio ad acido gluconico. Nell'uomo il fruttosio viene utilizzato dai tessuti per la sintesi di ATP e per la produzione di energia. Infatti, una volta assorbito dall'intestino, il fruttosio degli alimenti viene fosforilato in posizione I dalla fruttosio-1-fosfotransferasi, enzima contenuto nel fegato, nel rene, nella mucosa intestinale e nei muscoli; da tale reazione si forma fruttosio-1-fosfato, che viene a sua volta scisso da un'aldolasi in gliceraldeide e diidrossiacetone-fosfato. Queste sostanze rappresentano due metaboliti intermedi della glicolisi. Il fruttosio viene adoperato nell'industria dolciaria e in campo farmaceutico per la preparazione di soluzioni nutritive a uso orale o parenterale. Il suo impiego è raccomandato anche nella dieta del diabetico poiché il fruttosio, a differenza del glucosio, viene utilizzato dall'organismo anche in assenza di insulina. Tuttavia il valore di questo zucchero come riserva di carboidrati è limitato dal fatto che soltanto alcuni tessuti sono capaci di metabolizzarlo.

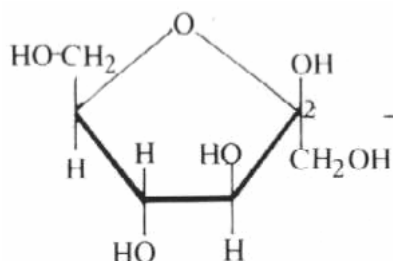


Figura 4: Struttura chimica del fruttosio

## 3 I Disaccaridi

Oltre che con due molecole di diversa natura due monosaccaridi possono unirsi tra loro con legame glucosidico con eliminazione di una molecola d'acqua. Ne risulta un *disaccaride* il quale può essere a sua volta scisso per azione dell'acqua in due molecole di monosaccaride. I disaccaridi si dividono in riducenti e non riducenti, ora esamineremo il più importante disaccaride non riducente.

### 3.1 Il Saccarosio

Il saccarosio è lo zucchero più diffuso al mondo, nel mondo se ne producono più di 100 milioni di tonnellate ogni anno. Il nome saccarosio deriva dal greco *sàkkaron* che significa dolce, e il suo uso come dolcificante è relativamente recente. Il saccarosio è molto diffuso nei vegetali: ne sono per

esempio particolarmente ricchi il sorgo e le carrube, oltre alla canna e alla barbabietola da zucchero dalle quali si ricava tutta la produzione mondiale di saccarosio. Il saccarosio è un disaccaride non riducente, perciò i due monosaccaridi che lo costituiscono (glucosio e fruttosio, uniti dal ponte glicosidico), vengono scissi solo per idrolisi. la formula bruta del saccarosio è  $C_{12}H_{22}O_{11}$ .

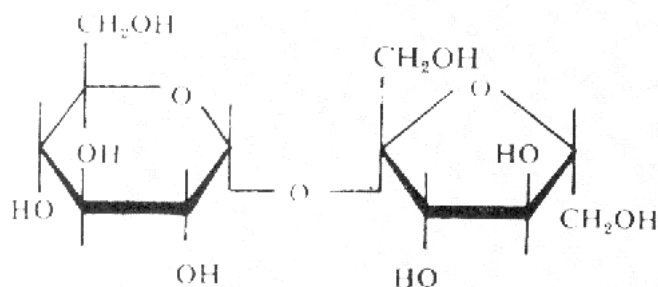


Figura 5: Struttura chimica del saccarosio

## 4 Attività di laboratorio

### 4.1 Scopo

Riconoscere alcuni tipi di zucchero (glucosio, fruttosio e saccarosio) attraverso particolari reazioni chimiche.

### 4.2 Materiale

- Provette
- Portaprovette
- Soluzione di glucosio
- Soluzione di saccarosio
- Soluzione di fruttosio
- Lugol
- Idrossido di Potassio
- Reattivo di Tollens
- Fehling A e B
- Becher
- Fornello elettrico
- Pipette graduate

Il Reattivo di Tollens è soluzione ottenuta dalla reazione tra nitrato di argento, idrossido di sodio e ammoniaca, ha come prodotto lo ione argento ammoniacale  $Ag(NH_3)_2^+$ .

Il Lugol è un indicatore, una particolare sostanza che ha la proprietà di assumere tonalità di colore diverse in base alla concentrazione di ioni  $H^+$  o di ioni  $OH^-$  presenti nella soluzione in cui viene disciolta.

Il Fehling è composto da due soluzioni: il Fehling A contiene solfato rameico, il Fehling B sodio potassio tartrato e sodio iodato. Il Fehling A ha un colore azzurro dovuto al rame. Il B è incolore. Devono essere miscelati in quantità uguali e essere utilizzati a caldo. La formula completa del Fehling è :  $NaKC_4H_4O_6 + 4H_2O + NaOH + CuSO_4SH_2O$ .

### 4.3 Procedimento

Si prendano 3 mL di ciascuno delle 3 soluzioni di zuccheri e si mettano in 3 provette. Si aggiunga nelle 3 provette 2mL di reattivo di Tollens e contemporaneamente si metta a scaldare il becher contenente l'acqua sul fornello. Si prendano altre 3 provette e si inseriscano 2mL delle 3 soluzioni. Poi si aggiunga in queste provette 1mL di Fehling A e 1mL di Fehling B. si mettono successivamente le provette contenenti lo ione argento ammoniacale nel becher fino a che avviene la reazione. Non appena l'acqua bolle si inseriscano le provette con il Fehling e si aspetti che avvenga la reazione. Infine si metta in 2 provette 4mL di glucosio e di fruttosio a cui si deve essere aggiunto circa 2.5mL di lugol con alcune gocce di idrossido di potassio.

### 4.4 Osservazioni

	Reattivo di Tollens	Fehling
Glucosio	Durante la reazione si forma di argento sulle pareti della provetta	Durante la reazione si forma uno strato un precipitato rosso mattone
Fruttosio	Durante la reazione si forma di argento sulle pareti della provetta	Durante la reazione si forma uno strato un precipitato rosso mattone
Saccarosio	Non succede niente	Non succede niente

Come si può osservare dalla tabella non si può distinguere solo con questa prova quale delle soluzioni sia formata da fruttosio o da glucosio in quanto il comportamento con i 2 reattivi è uguale.

	Lugol + KOH
Glucosio	La soluzione giallina si decolora molto velocemente
Fruttosio	La soluzione giallina si decolora molto lentamente

### 4.5 Conclusioni

1. Il gruppo aldeidico presente nel glucosio si evidenzia con la formazione dello strato di argento sulle pareti della provetta: il gruppo aldeidico viene ossidato al gruppo carbossilico (è una sostanza riducente). Il fatto che non si notino differenze rispetto al comportamento del fruttosio, che non presenta il gruppo aldeidico, ma il gruppo chetonico, è dovuto al fatto che l'indicatore aggiunto è una sostanza alcalina (contiene ioni idrossido) e quindi il fruttosio diventa glucosio: i due zuccheri in definitiva vengono rilevati allo stesso modo. Il saccarosio non reagisce in quanto il gruppo aldeidico è impiegato nel legame tra la molecola di glucosio e quella di saccarosio e non è quindi disponibile per una reazione.

2. Sia la provetta contenente glucosio che quella contenente fruttosio assumono una colorazione rosso mattone, dovuta alla reazione  $CHO + Fehling \rightarrow COOH + Cu_2O$ . il fruttosio si comporta come il glucosio perché con l'aggiunta di una sostanza alcalina esso diventa glucosio. Il saccarosio non reagisce per il motivo sopra esposto
  
3. Per distinguere il glucosio dal fruttosio abbiamo utilizzato la soluzione di lugol + KOH. Infatti mentre la soluzione contenente glucosio decolora immediatamente, quella contenente fruttosio impiega una decina di minuti. Da questo esperimento abbiamo conosciuto due tipi di glucidi: i monosaccaridi e i disaccaridi. In particolare i due monosaccaridi sono caratterizzati dal gruppo aldeidico come il glucosio e dal gruppo che tonico come il fruttosio, mentre il saccarosio è ottenuto dall'unione dei due zuccheri menzionanti. Inoltre abbiamo compreso che è possibile trasformare il glucosio in fruttosio semplicemente aggiungendo al primo una soluzione alcalina.  
Possiamo inoltre scindere il saccarosio nei suoi due zuccheri base scaldandolo ad elevata temperatura.

## Riferimenti bibliografici

- [1] Franco Bagatti, Elis Corradi, Alessandro Desco, Claudia Ropa. *Elementi di Chimica*. Zanichelli, 2001.
- [2] L. Malatesta, A. Fiecchi. *Chimica Organmica 2*. L.G.Guadagni, 1972.
- [3] AA VV. *Enciclopedia Encarta*. Microsoft, 1999.
- [4] AA VV. *Enciclopedia Omnia*. De Agostini, 2004.



# I FRATTALI

## Codice della Natura

*Martina Maffei\**

### Sommario

*Il mondo che ci circonda non può essere descritto dalla geometria euclidea. Il codice dei frattali, scritto e studiato da Mandelbrot, negli anni '80, è in grado di descrivere forme apparentemente caotiche come le coste frastagliate o le nuvole e può trovare applicazioni non solo nell'arte, ma anche nell'ambito medico specialistico.*

---

\*Liceo Scientifico Statale A. Tosi Classe 4B

## Indice

<b>1</b>	<b>Dalla complessità ai Frattali</b>	<b>73</b>
<b>2</b>	<b>Mandelbrot e la definizione di frattale</b>	<b>74</b>
<b>3</b>	<b>I Frattali Biomorfi</b>	<b>75</b>
<b>4</b>	<b>I frattali e l'uomo</b>	<b>75</b>
<b>5</b>	<b>I Frattali e la percezione del bello</b>	<b>76</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>78</b>

## Elenco delle figure

1	Galileo Galilei . . . . .	73
2	Il Fiocco di neve di Von Koch . . . . .	74
3	La Felce Frattale e Il Cavolfiore Frattale . . . . .	75
4	Prof. Nicola Dioguardi . . . . .	76
5	L'autosimilarità in Dalì . . . . .	77

## 1 Dalla complessità ai Frattali

... ‘il libro della natura e’ scritto in lingua matematica ed i suoi caratteri sono triangoli, cerchi ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi, è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto’ ...



Figura 1: Galileo Galilei

Questo è ciò che affermava Galileo Galilei agli inizi del diciassettesimo secolo. Tuttavia punti, linee, superfici piane e figure solide non sono sufficienti a descrivere le forme frastagliate delle montagne, quelle complesse dei fiocchi di neve, insomma l'apparente disordine del mondo naturale. Dalla fine del XIX secolo la scienza si è orientata verso lo studio dei *sistemi complessi*: basti pensare allo sviluppo eccezionale che ha avuto la teoria quantistica o quella della relatività. Queste due teorie sono indice di come la ricerca, anche grazie a metodi matematici potentissimi e a livelli di astrazione mai raggiunti fino al XX secolo, non sia più legata all'immediata comprensibilità da parte dell'Uomo, ma sia tesa a investigare le molteplici forme attraverso le quali si manifestano i principi finora scoperti. Questa tendenza alla complessità può essere bene esemplificata appunto, dai frattali: figure complesse e caotiche determinate dall'approssimazione di una funzione ricorsiva. È lo stesso problema che si verifica nei sistemi cosiddetti *non lineari*: non è possibile determinare la situazione finale date solo le condizioni di partenza. Queste problematiche hanno dato l'avvio allo studio del *caos deterministico*, cioè di situazioni di estremo disordine ottenute però da modelli matematici deterministici, i cui studi a proposito sono ancora in grande sviluppo: i frattali si inseriscono prepotentemente in questa nuova branca della matematica. Noi non possiamo sapere come sarà la configurazione finale del sistema dopo infinite iterazioni, ma benchè i processi siano imprevedibili, è possibile, a lungo termine, seguire passo a passo con il computer le trasformazioni, studiandone la struttura.

## 2 Mandelbrot e la definizione di frattale

I frattali erano già stati studiati per le loro proprietà topologiche da Julia negli anni '20, ma non erano mai stati visualizzati graficamente: la matita si mostrava insufficiente per la loro rappresentazione. Tutto quello che è mancato a Julia è stata la capacità di rappresentazione, che ha invece avuto B. B. Mandelbrot negli anni '80 presso il centro *T. J. Watson* della IBM. E certamente questo, cioè riuscire a visualizzare questi strani oggetti matematici e associarli a forme presenti in Natura, ha determinato il successo di Mandelbrot, realizzatosi nell'elaborazione di una vera e propria Geometria della Natura, fondante appunto sul concetto di frattale. La parola **frattale**, derivante dal termine latino *fractus* ovvero *interrotto*, descrive figure geometriche irregolari, caratterizzate da uno stesso motivo che si ripete su scala ridotta. Tale proprietà è nota con il termine di *autosimilarità*: osservando un frattale a ingrandimenti sempre minori, si ottiene, in scala, la medesima figura di partenza o un'altra dalle caratteristiche strutturali molto simili. I frattali sono caratterizzati da un'altra fondamentale proprietà, che riguarda la loro dimensione geometrica. Essi non rappresentando né una linea, né una figura piana, né un solido, non hanno una dimensione geometrica intera. Mandelbrot giunse a definire 'D', l'unità di misura dell'irregolarità, rappresentata da un numero decimale, compreso tra 0 e 3. Avvicinandosi allo studio dimensionale si è giunti anche alla riproduzione di alcune curve, dette 'complesse', che soddisfano ogni regola inerente alla geometria frattale. Un esempio è il celebre 'fiocco di neve di Koch', dal nome del matematico svedese che l'ha ideata nel 1904. Tale figura presenta una dimensione pari a 1,26 e per questo delimita una porzione di piano finita, pur avendo un perimetro incalcolabile perché illimitato.

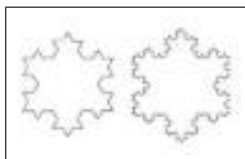


Figura 2: Il Fiocco di neve di Von Koch

### 3 I Frattali Biomorfi

La teoria frattale non è solo astrattismo matematico: infatti strutture frattali sono riconoscibili in comuni verdure, come il cavolfiore, formato da un solo elemento compositivo, che si ripete a diverse scale. Sono frattali anche la struttura a spirale di molte conchiglie, la struttura delle foglie e delle ramificazioni degli alberi, le insenature di una qualunque costa marina o addirittura la forma di alcune barriere coralline. Anche le colonie batteriche, nelle modalità della loro crescita, o le ramificazioni dei fulmini, seguono il codice frattale. Per questo negli anni '80 ('The fractal geometry of Nature' è del 1982) si è sviluppata una branca della geometria frattale che studia i cosiddetti frattali biomorfi. Due fra quelli più riusciti sono la 'Foglia di Felce' e il 'Cavolfiore'.

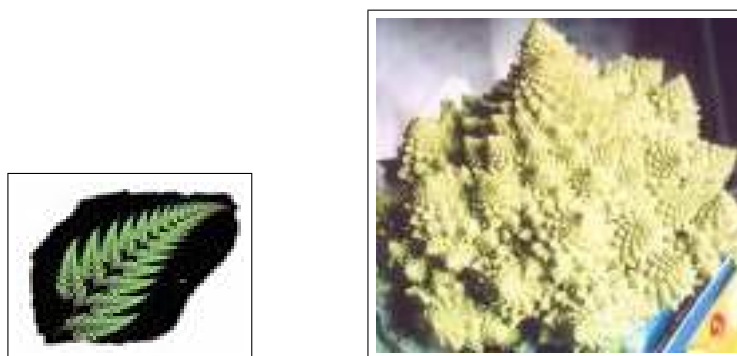


Figura 3: La Felce Frattale e Il Cavolfiore Frattale

### 4 I frattali e l'uomo

Gert Eilenberg afferma a proposito dei frattali che le forme di tutti questi oggetti sono processi dinamici, consolidati in forme fisiche, che dipendono dalla combinazione di ordine e disordine. Ma anche l'uomo vive di questo ordine caotico? Osservando la forma delle strutture canalizzate, come la ramificazione bronchiale nei polmoni, e quella dendridica nei neuroni, la risposta non può che essere affermativa. Gli organi umani sono costituiti da strutture riconducibile alle forme di Maldebrot e tale fatto può essere sfruttato a fini medico-scientifici.

Il professore Nicola Dioguardi, direttore scientifico dell' Istituto Humanitas di Milano, dagli anni '80 si interessa della ricerca medica sulle insufficienze epatiche, avvalendosi appunto della Medicina Quantitativa, che applica la geometria frattale alla misura di componenti normali e patologiche degli organismi umani, prescindendo dalle valutazioni soggettive.

Lo scopo è di ottenere dati metrici, misure rigorose sulle quali basare diagnosi più esatte e veloci, stabilire cure più precise e ridurre il grado di confusione e discrepanze di pareri, qualunque sia la complessità del caso discusso. Infatti il più grande ostacolo, che ha da sempre allontanato il traguardo di una cura efficace e tempestiva alle fibrosi epatiche, consiste nel limite degli strumenti medici tradizionali, che sono incapaci di dare una misura quantitativa dell'estensione del focolaio di infiammazione. Dopo la morte cellulare il tessuto connettivo aumenta e, compromettendo la funzionalità dell'organo, si diffonde in maniera irregolare e fino ad oggi imprevedibile. Le isole di collagene, che si sostituiscono alle strutture sane, formano sulle superficie del fegato delle piccole cicatrici, segno evidente del avanzamento della malattia. La valutazione delle dimensioni delle cicatrici è determinante e fino a Dioguardi, soggetta a sbagli umani. Oggi è in via di sperimentazione l'epatogramma, strumento in grado di considerare la forma delle cicatrici e di misurarle secondo un'unità di misura adatta alla sua complessità: i frattali. Tale strumento, elaborato ne Laboratorio di Medicina Quantitativa, creato dallo stesso epatologo in sei anni di calcoli, consiste in un

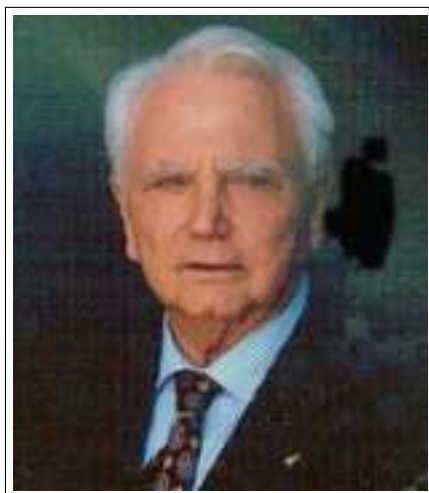


Figura 4: Prof. Nicola Dioguardi

microscopio ottico, collegato ad un pc. Quest'ultimo, attraverso logaritmi e formule matematiche, elabora un frattale e fornisce dati utili per verificare lo stato di avanzamento della malattia.

## 5 I Frattali e la percezione del bello

L'ordine frattale è letto dall'uomo anche nella percezione del bello: un paesaggio risulta piacevole e ci evoca emozioni positive, in virtù della combinazione armonica di ordine e disordine, quale si presentano per esempio le nuvole o le montagne, che non sono altro che schemi frattali. Inoltre sovente gli algoritmi che generano i frattali producono delle immagini di grande bellezza estetica, tanto che è nato un nuovo genere d'arte detta appunto arte (e musica) frattale. Sicuramente uno dei motivi del fascino di queste figure è che sono complesse, ma di una complessità che non ci disorienta: esse risultano in un certo senso familiari e decifrabili dalla nostra mente. Il motivo di questo è che in realtà la loro complessità nasce da leggi molto semplici ed è in sostanza un dispiegarsi assai ridondante di un'iniziale idea elementare. E forse questa 'intuibilità del bello' sta a significare che esiste una sintonia tra il modello frattale e il nostro funzionamento celebrale: non desta stupore dunque che lo studio razionale e matematico dei frattali può raggiungere buoni risultati anche nell'arte, nonostante essa sia emblema del soggettivismo. In molte opere d'arte sono presenti regole frattali (autosimilarità ...) e questo, a livello intuitivo, dimostra come il concetto di ciò che oggi chiamiamo frattale sia da sempre presente nella conoscenza che l'uomo ha del mondo e, forse, è proprio questa sintonia con il reale a contribuire alla bellezza di un'opera d'arte. Ne sono testimonianza le opere dei surrealisti, e in particolare quella di Dalì, che possiamo ammirare qui sotto. Lo schema ricorsivo e il gene autosomigliante trovano la più grande espressione nella famosa opera *Smaller and Smaller* di Escher. Esiste infine un'emergente, ma già riconosciuta, corrente artistica che si occupa dell'elaborazione grafica digitale di forme frattali, il cui più illustre esponente è Wolter Srhaa.

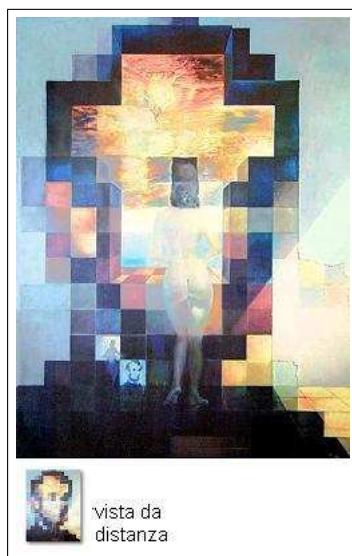


Figura 5: L'autosimilarità in Dalí

## Riferimenti bibliografici

- [1] Mandelbrot Benoit. *Gli oggetti frattali: forma, caso e dimensione*. Einaudi, 1987.
- [2] Mandelbrot Benoit. *La geometria della natura*. Theoria, 1990.
- [3] Peitgen Heinz Otto. *la bellezza dei frattali: immagini di sistemi dinamici*.

# Virus Informatici

*Alessandro Mara - Maria Maddalena Staropoli\**

## Sommario

*Nell'ambito dell'informatica un virus è un particolare software, appartenente alla categoria dei malware, che è in grado, una volta eseguito, di infettare dei file in modo da riprodursi facendo copie di se stesso, generalmente senza farsi rilevare dall'utente.*

*I virus possono essere più o meno dannosi per il sistema operativo che li ospita, ma anche nel caso migliore comportano un certo spreco di risorse in termini di RAM, CPU e spazio sul disco fisso.*

*Nell'uso comune il termine virus viene frequentemente usato come sinonimo di malware, indicando quindi di volta in volta anche categorie di "infestanti" diverse, come ad esempio worm, trojan o dialer.*

## **Indice**

<b>1</b>	<b>Cosa è un virus, dove si trova e come funziona</b>	<b>81</b>
<b>2</b>	<b>Storia dei virus</b>	<b>81</b>
<b>3</b>	<b>Componenti di un virus</b>	<b>82</b>
<b>4</b>	<b>Tipologie di virus</b>	<b>82</b>
<b>5</b>	<b>Modalità di diffusione</b>	<b>83</b>
<b>6</b>	<b>Falsi virus</b>	<b>83</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>85</b>

## 1 Cosa è un virus, dove si trova e come funziona

Un virus è composto da un insieme di istruzioni come qualsiasi altro programma per computer. È solitamente composto da un numero molto ridotto di istruzioni, (da pochi byte ad alcuni kilobyte), ed è specializzato per eseguire soltanto poche e semplici operazioni e ottimizzato per impiegare il minor numero di risorse, in modo da rendersi il più possibile invisibile.

Quindi un virus fa parte dei programmi che possono essere eseguiti da un computer, però la differenza principale è che raramente un virus si presenta come file eseguibile, anzi nella maggior parte delle volte il virus risulta non visibile nell'elenco dei file presenti sul proprio hd. Questo è possibile perché di solito un virus risiede in parti del disco non destinate ai file (per esempio nel boot sector) o nei file stessi.

La tecnica solitamente usata dai virus è quella di infettare i file eseguibili: il virus fa una copia di se alla fine del file eseguibile che deve infettare, pone tra le prime istruzioni di tale eseguibile un'istruzione di salto alla prima linea della sua copia ed alla fine di essa mette un altro salto all'inizio dell'esecuzione del programma. In questo modo quando un utente lancia un programma infettato viene in frazioni di secondo eseguito il virus e poi il programma, quindi l'utente si vede il programma caricato e non si accorge che il virus è ora in esecuzione in memoria e sta compiendo le varie operazioni contenute nel suo programma.

Si possono distinguere due fasi di un virus:

- quando è solo presente su un supporto di massa (disco fisso, floppy, CD, ...) il virus è inerte, anche se copiato sul proprio PC non è in grado di fare nulla fino a quando non viene eseguito;
- quando è stato caricato in memoria RAM il virus diventa attivo ed inizia ad agire.

Principalmente un virus esegue copie di se stesso spargendo l'epidemia, ma può avere anche altri compiti molto più dannosi come: cancellare o rovinare dei file, formattare l'hard disk, aprire della back door, far apparire messaggi, disegni o modificare l'aspetto del video, ...

## 2 Storia dei virus

Il termine "virus" venne usato la prima volta da *Fred Cohen* (1984) nel suo scritto *Experiments with Computer Viruses* (Esperimenti con i virus per computer), dove egli indicò *Len Adleman* come colui che aveva coniato di tale termine. Nella metà degli anni 1970 *David Gerrold* scrisse un romanzo di fantascienza: *When H.A.R.L.I.E. was One*, dove è presente una descrizione di un programma per computer chiamato "VIRUS" che fa esattamente le stesse cose di un virus. Nel 1975 *John Brunner* scrisse il romanzo *The Shockwave Rider* in cui sono descritti programmi chiamati "tapeworms" che si infiltrano nella rete con lo scopo di cancellare tutti i dati. Il termine "virus del computer" con il significato corrente è presente anche nell'albo a fumetti *Uncanny X-Men* n. 158, pubblicato nel 1982. Nel 1973 la frase "virus del computer" era stata usata nel film *Il mondo dei robot* (Westworld). Quindi si può dire che *Cohen* fece per primo uso della parola virus solo in campo accademico, dato che questa era già presente nella lingua parlata.

Un programma chiamato *Elk Cloner* è accreditato come il primo virus per computer apparso al mondo. Fu creato nel 1982 da *Rich Skrenta* sul DOS 3.3 della *Apple* e l'infezione era propagata con lo scambio di floppy disk. Nel corso degli anni 1980 e nei primi anni 1990 fu lo scambio dei floppy la modalità prevalente del contagio da virus informatici. Dalla metà degli anni '90, invece, con la diffusione di internet, i virus e i malware in generale iniziarono a diffondersi assai più velocemente, usando la rete e lo scambio di e-mail come fonte per nuove infezioni. Il bersaglio preferito di questi software sono prevalentemente le varie versioni di Windows. Da allora i sistemi operativi della Microsoft sono i più colpiti dai virus, seppure esistano pochi virus anche per altre piattaforme; soprattutto sui sistemi basati sul progetto GNU (GNU/Linux, GNU/Hurd, BSD, ...) la diffusione di un virus è molto improbabile se il sistema è gestito correttamente dal proprietario e su questi

sistemi il virus molto difficilmente può riuscire a causare danni al sistema operativo. In coincidenza con la diffusione della rete, alla metà degli anni 1990, i virus, che precedentemente infettavano direttamente i sistemi operativi, le applicazioni o i dischi, furono surclassati in quanto a diffusione dai macro-virus, macro scritte nel linguaggio di scripting di programmi di Microsoft come MS-Word ed Outlook. Anche questi virus infettano soprattutto le varie versioni dei programmi Microsoft attraverso lo scambio di documenti.

Ogni sistema operativo che permette l'esecuzione di programmi scritti da terzi è un potenziale sistema attaccabile da virus, però bisogna anche riconoscere che ci sono sistemi operativi meno sicuri di altri. I sistemi più sicuri sono quelli che permettono all'utente di eseguire programmi solo all'interno dello spazio di quell'utente sia per quanto riguarda la RAM che il disco fisso, lasciando il sistema operativo e gli altri utenti presenti su quel computer intatti dall'attacco del virus. In alcuni sistemi operativi di recente concezione (come MacOS X), i virus (con l'eccezione dei macrovirus) sono quasi del tutto sconosciuti agli effetti pratici.

### 3 Componenti di un virus

I virus informatici più semplici sono composti da due parti essenziali, sufficienti ad assicurarne la replicazione:

- una **routine di ricerca**, che si occupa di ricercare dei file adatti ad essere infettati dal virus e controlla che gli stessi non ne contengano già una copia, in modo da evitare l'infezione ripetuta di uno stesso file;
- una **routine di infezione**, con il compito di copiare il codice del virus all'interno di ogni file selezionato dalla routine di ricerca in modo che venga eseguito ogni volta che il file infetto viene aperto, in maniera trasparente rispetto all'utente.

Molti virus sono progettati per eseguire del codice estraneo alle finalità di replicazione del virus stesso e contengono dunque altri due elementi:

- la **routine di attivazione**, che contiene i criteri in base ai quali il virus decide se effettuare o meno l'attacco (es. una data, o il raggiungimento di un certo numero di file infetti);
- il **payload**, una sequenza di istruzioni in genere dannosa per il sistema ospite, come ad esempio la cancellazione di alcuni file o la visualizzazione di messaggi sullo schermo.

I virus possono essere criptati e magari cambiare algoritmo e/o chiave ogni volta che vengono eseguiti, quindi possono contenere altri tre elementi:

- una **routine di decifratura**, contenente le istruzioni per decifrare il codice del virus;
- una **routine di cifratura**, di solito criptata essa stessa, che contiene il procedimento per criptare ogni copia del virus;
- una **routine di mutazione**, che si occupa di modificare le routine di cifratura e decifratura per ogni nuova copia del virus.

### 4 Tipologie di virus

Alcuni virus vengono denominati in maniera particolare a seconda che possiedano a meno determinate caratteristiche:

#### **virus polimorfico:**

è un virus che implementa una routine di mutazione, che gli permette di modificare il proprio codice ad ogni nuova infezione, in modo da rendere più difficoltosa l'individuazione da parte dei software antivirus;

**virus di boot:**

un tipo di virus ormai poco diffuso, che infetta il boot sector dei dischi (floppy disk o hard disk) invece che i singoli file;

**macrovirus:**

può essere contenuto generalmente in un documento di Word, Excel o PowerPoint e consiste in una macro; può diffondersi a tutti i documenti che vengono aperti con quella particolare applicazione. Questo tipo di virus può infettare i sistemi operativi su cui gira ms-office (windows e mac), anche se non è detto che possano funzionare correttamente sui sistemi operativi coinvolti;

**virus multiplatforma:**

ci sono stati vari tentativi per creare virus che infettassero più sistemi operativi che funzionano sotto la stessa architettura hardware, lo stesso processore, ma si sono rilevati degli insuccessi o hanno avuto un successo molto limitato. Un esempio è il virus winux<sup>1</sup> che in teoria può infettare sia i sistemi operativi della microsoft che quelli unix-like (es: GNU/Linux) che girano sotto CPU x86. In generale questi tipi di virus multiplatforma si possono diffondere molto difficilmente su un sistema unix-like: di solito la diffusione avviene solo se l'utente esegue un allegato di una mail, cosa già di per se abbastanza remota, perché appena si salva un allegato questo non può essere eseguito se non gli si assegnano i permessi di esecuzione, quindi l'esecuzione accidentale è da scartarsi; in altri casi addirittura deve essere l'utente root ad eseguire l'allegato, cosa ancora più improponibile per chi sa gestire un sistema di tale tipo. Lo scarso successo che possono avere tali tipi di virus è solo sul fronte dei sistemi operativi della microsoft, dove è possibile sempre eseguire un allegato, anche per errore.

## 5 Modalità di diffusione

Ciò che distingue i virus propriamente detti dai worm e dai trojan è la necessità di un intervento da parte dell'utente per avviare l'infezione. In realtà oggi il confine tra le varie categorie di malware è piuttosto sfumato, dato che molti virus usano Internet e le tecnologie ad essa legate per diffondersi al maggior numero possibile di computer.

Prima della diffusione su larga scala delle connessioni ad Internet, il mezzo prevalente di diffusione dei virus da una macchina ad un'altra era lo scambio di floppy disk contenenti file infetti o un virus di boot.

Uno dei primi virus diffusi sulla rete fu Internet Worm, creato dal figlio di un alto dirigente della NSA nel 1980, quando internet era ancora agli albori. Tale virus riuscì a colpire oltre un terzo dei computer collegati a quel tempo in rete.

Il veicolo preferenziale di infezione è invece oggi rappresentato dalle comunicazioni e-mail e dalle reti di file sharing. I virus che spediscono copia di se stessi in allegato a messaggi e-mail impiegano sovente tecniche di ingegneria sociale per convincere l'utente ad eseguire l'allegato, che spesso non sembra neppure un file eseguibile. Tutti i virus recenti che si diffondono tramite la posta elettronica operano inoltre la falsificazione dell'indirizzo del mittente, in modo che non sia possibile avvisare l'utente infetto della presenza di un virus sulla sua macchina.

## 6 Falsi virus

La scarsa conoscenza dei meccanismi di propagazione dei virus e il modo con cui spesso l'argomento viene trattato dai mass media favoriscono la diffusione tanto dei virus informatici quanto dei virus burla, detti anche hoax: sono messaggi che avvisano della diffusione di un fantomatico nuovo terribile virus con toni catastrofici e invitano il ricevente ad inoltrarlo a quante più persone possibile.

<sup>1</sup>(<http://www.geek.com/news/geeknews/2001mar/gee20010328005073.htm>)

È chiaro come questi falsi allarmi siano dannosi in quanto aumentano la mole di posta indesiderata e diffondono informazioni false, se non addirittura dannose.

## **Riferimenti bibliografici**

- [1] <http://it.wikipedia.org/>. Virus. 2005.



# La crittografia

*Fabio Rainoldi\**

## Sommario

*Un viaggio attraverso la crittografia, dai metodi antichi fino ai moderni sistemi a chiave pubblica.*

---

\*Liceo Scientifico Statale A. Tosi Classe 4E

## Indice

<b>1</b>	<b>Un po' di storia...</b>	<b>89</b>
<b>2</b>	<b>Tecniche crittografiche</b>	<b>90</b>
2.1	Funzioni a senso unico . . . . .	90
2.2	Crittografia simmetrica e asimmetrica . . . . .	90
<b>3</b>	<b>Algoritmi</b>	<b>90</b>
3.1	Sistemi a chiave privata . . . . .	90
3.1.1	DES, 3DES . . . . .	90
3.1.2	Blowfish . . . . .	92
3.1.3	AES . . . . .	92
3.2	Sistemi a chiave pubblica . . . . .	92
3.2.1	Diffie-Hellmann . . . . .	92
3.2.2	RSA . . . . .	92
3.2.3	PGP . . . . .	92
	<b>Bibliografia</b>	<b>93</b>

## 1 Un po' di storia...

Il termine crittografia deriva dal greco *cryptos*, che significa nascosto. Il suo scopo è infatti quello di proteggere dati sensibili in modo che solo le persone autorizzate possano accedervi. Per esempio, crittografare un testo consiste nel riscriverlo in una nuova forma che mantiene le stesse informazioni, ma che può essere compresa soltanto da chi è in possesso della giusta chiave.

Le prime tecniche crittografiche risalgono fino all'epoca egizia. Degno di nota è l'*Atbash* ebraico, in cui la prima lettera dell'alfabeto viene sostituita con l'ultima, la seconda con la penultima, e così via. La parola CRITTOGRAFIA diventa in questo modo XIRGGLTIZURZ.

Il metodo di cui ci scrive il greco Polibio nelle Storie consisteva invece nella sostituzione di ogni lettera con una coppia di numeri, sulla base di una matrice quadrata 5x5 dove erano sistemate tutte le lettere dell'alfabeto:

	1	2	3	4	5
1	a	b	c	d	e
2	f	g	h	ij	k
3	l	m	n	o	p
4	q	r	s	t	u
5	v	w	x	y	z

Tabella 1: Il metodo di Polibio

La lettera A è rappresentata dalla coppia (1,1), la lettera b da (1,2) e così via.

Svetonio, nel II secolo a.C., ci descrive lo stratagemma utilizzato da Giulio Cesare, il quale pensò di sostituire ogni lettera del testo in chiaro con quella che nell'alfabeto si trova n posizioni più avanti. N, la chiave, era necessaria per poter decifrare successivamente il messaggio, eseguendo l'operazione inversa. Tuttavia essa poteva assumere valori da 1 a 25 (con 26 si ottiene il testo di partenza) e con non più di 25 tentativi si poteva riottenere il testo in chiaro.

A questo rimediò il sistema polialfabetico reso famoso dal trattato di Blaise de Vigenère. Era come il metodo di Cesare, con la differenza che invece di mantenere la stessa chiave per l'intero testo, la si cambiava ad ogni lettera. Supponiamo per esempio di utilizzare quattro chiavi (5-4-3-2) per codificare la parola crittografia. E' possibile utilizzare più volte le chiavi se sono in numero minore alle lettere del testo.

C R I T T O G R A F I A	Testo in chiaro
5 4 3 2 5 4 3 2 5 4 3 2	Chiave
-----	
H V L V Z S J T F J L C	Testo codificato

Come potete vedere la C è stata sostituita con la quinta lettera successiva, la R con la quarta e così via. Il numero di combinazioni possibili passava da 25 a  $25^n$ , dove n è il numero di chiavi. La combinazione 5-4-3-2 è anch'essa una chiave.

Le comunicazioni cifrate furono spesso utilizzate in campo militare. Così fece la Germania che, durante la seconda guerra mondiale, utilizzò una macchina elettrica basata sul polialfabeto, chiamata Enigma (Figura 1). Essa fu però violata da Alan Turing che, venuto in possesso di alcune copie di testo in chiaro assieme al rispettivo testo codificato, riuscì a decifrare i messaggi tedeschi, con notevole vantaggio degli inglesi.

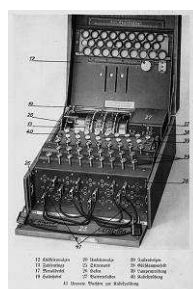


Figura 1: Enigma

## 2 Tecniche crittografiche

### 2.1 Funzioni a senso unico

I sistemi di protezione dei dati adottati ai nostri giorni sono ovviamente molto più complessi e principalmente basati su problemi matematici. Un metodo crittografico ideale deve permettere un facile passaggio dal testo in chiaro a quello cifrato, ma contemporaneamente deve rendere impossibile il procedimento contrario. E' quindi necessaria una funzione a senso unico. Il problema più sfruttato è quello della fattorizzazione, cioè dell'individuazione a partire da un intero  $i$  di numeri più piccoli il cui prodotto è ancora uguale a  $i$ . Mentre calcolare un prodotto è un'operazione veloce, la fattorizzazione di numeri molto grandi è quasi improponibile.

### 2.2 Crittografia simmetrica e asimmetrica

Esistono due diverse tipologie di metodi crittografici. Il sistema a chiave privata, detto anche crittografia simmetrica, prevede l'utilizzo di una sola chiave, conosciuta soltanto dal mittente e dal destinatario, che permette sia la codifica che la decodifica del messaggio. Ma anche se così è possibile trasmettere il messaggio in sicurezza, non si può fare altrettanto con la chiave, che può essere intercettata da terzi. Whitfield Diffie e Martin Hellman, nel 1976, elaborarono il concetto di crittografia asimmetrica o a chiave pubblica. Questo metodo utilizza due chiavi legate tra loro. La prima permette di cifrare il messaggio, la seconda di decodificarlo. Colui che deve ricevere un messaggio crea le due chiavi ed invia quella per cifrare al mittente. Questi se ne serve per codificare il testo ed inviarlo alla prima persona che può ottenere il messaggio in chiaro grazie alla seconda chiave. In questo modo la chiave per decodificare non deve essere trasmessa. Normalmente gli algoritmi di crittografia a chiave pubblica sono molto più lenti e perciò vengono utilizzati per trasmettere una chiave privata che sarà poi effettivamente usata per la decodifica.

## 3 Algoritmi

### 3.1 Sistemi a chiave privata

#### 3.1.1 DES, 3DES

DES è l'acronimo di Data Encryption Standard. Fu sviluppato dall'IBM nel 1970 e adottato negli Stati Uniti come standard per le comunicazioni militari. Si tratta di un sistema crittografico a blocchi, in cui cioè il messaggio viene diviso in più parti di lunghezza fissa che vengono codificate separatamente. E' un algoritmo veloce poichè utilizza operazioni logiche semplici, come quelle di shift e xor, tra il testo e la parola chiave, concatenandole.

L'algoritmo è costituito dalle seguenti operazioni:

- Su ogni blocco viene eseguita una permutazione.
- Il blocco viene diviso in due sottoblocchi di uguali dimensioni.
- Vengono eseguite sui sottoblocchi 16 reti di Feistel in catena.  
Una rete di Feistel trasforma i due sottoblocchi in entrata  $L_0$  e  $R_0$  nei sottoblocchi L e R tali che:  

$$L = R_0$$

$$R = L_0 \text{ XOR } f(R_0, k)$$
 Dove k è la chiave
- I 2 blocchi ottenuti vengono riuniti
- Viene eseguita una permutazione inversa a quella precedente sul blocco ottenuto

Potete vedere uno schema chiarificante in Figura 2

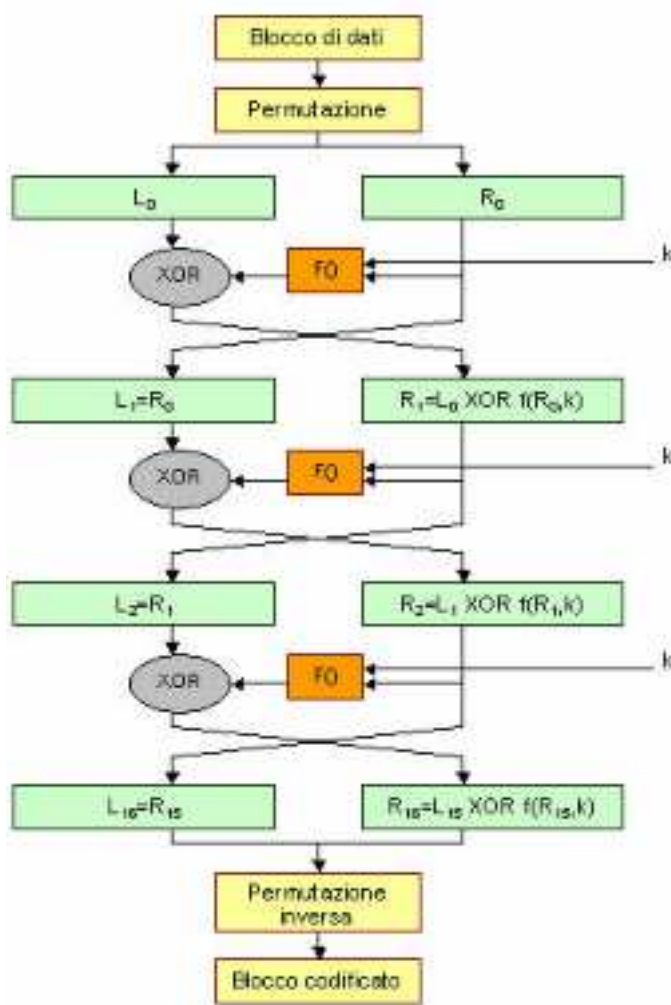


Figura 2: Algoritmo DES

Il 3DES non è altro che l'applicazione ripetuta del DES semplice. Precisamente vengono utilizzate due chiavi. Il testo in chiaro viene codificato con la prima chiave, decodificato con la seconda, che non porta nuovamente al testo originario perchè diversa dalla prima (si tratta sempre di cifra-

tura), e codificato una seconda volta con la prima chiave. Questo porta un aumento di sicurezza che permette al 3DES di essere ancora oggi utilizzato ad alti livelli.

### 3.1.2 Blowfish

Fu inventato nel 1993 a partire dal DES affinché fosse ancora più veloce di quest'ultimo. E' infatti una sua semplificazione, ottenuta riducendo le operazioni eseguite sul messaggio.

### 3.1.3 AES

Si tratta di un standard recente, riconosciuto nel 2000, sviluppato da Joan Daemen e Vincent Rijmen. Si basa su operazioni di XOR e tabelle di sostituzione.

## 3.2 Sistemi a chiave pubblica

### 3.2.1 Diffie-Hellmann

Questo algoritmo venne pubblicato nel 1976, dagli stessi sviluppatori dell'idea dei sistemi a chiave pubblica. Si basa su problemi logaritmici.

### 3.2.2 RSA

Fu sviluppato nel 1983 e prende il nome dai suoi tre autori (Ron Rivest, Adi Shamir e Leonard Adleman). Sfrutta il problema matematico della fattorizzazione. La sua efficacia dipende in gran parte dalla lunghezza della chiave. E' stato infatti possibile violare questo sistema quando utilizzava fino a 512 bit. Attualmente vengono impiegate chiavi a 1024 o 2048 bit.

### 3.2.3 PGP

PGP, scritto da Phillip Zimmerman, è il programma di crittografia a chiave pubblica maggiormente utilizzato per i messaggi di posta elettronica, ma non solo. Oltre alla codifica dei messaggi permette anche l'autenticazione del mittente. Sfrutta l'algoritmo RSA per la codifica di una chiave che viene a sua volta utilizzata per decifrare il messaggio.

## Riferimenti bibliografici

- [1] Prof. Alfredo De Santis. Crittografia classica. <http://www.dia.unisa.it/~ads/corso-security/www/CORSO-9900/crittografiaclassica/index.htm>, 1999-2000.
- [2] John J. G. Savard. A cryptographic compendium. <http://home.ecn.ab.ca/~jsavard/crypto/jscrypt.htm>, 1998-1999.



# Le fibre ottiche

*Daniele Tomasetti - Gionata Zanimacchia\**

## **Sommario**

*Nozioni storiche sulla nascita e sviluppo delle fibre ottiche, la composizione della struttura interna di una fibra ottica, l'utilizzo, i collegamenti informatici transoceanici, tutto questo e molto altro nel seguente articolo.*

## Indice

<b>1</b>	<b>Storia delle fibre ottiche</b>	<b>97</b>
<b>2</b>	<b>Cosa sono le fibre ottiche ?</b>	<b>98</b>
<b>3</b>	<b>Composizione delle fibre ottiche</b>	<b>99</b>
3.1	La struttura . . . . .	99
<b>4</b>	<b>Principio di funzionamento</b>	<b>99</b>
4.1	L'angolo di rifrazione . . . . .	100
4.2	Tipologie . . . . .	100
<b>5</b>	<b>Collegamenti transoceanici</b>	<b>101</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>102</b>

## 1 Storia delle fibre ottiche

L'idea di utilizzare la luce come mezzo di comunicazione risale a circa 200 anni fa. Nel 1790 Claude Chappe costruì un telegrafo ottico composto da torri equipaggiate con braccia mobili. Tuttavia, per trovare qualche applicazione pratica bisogna giungere al 1953 quando Narinder Singh Kapany, ricercatore inglese di origine indiana, che lavorava all'Imperial College di Londra, mise a punto fibre ottiche di vetro con le quali, qualche anno dopo, insieme ad Hopkins, realizzò i primi endoscopi a fibra ottica.



Figura 1: Narinder

Il rallentamento dello sviluppo e dell'impiego delle fibre ottiche era dovuto all'elevata attenuazione del segnale, che nel 1965 raggiungeva ancora i 1000 dB/Km. Soltanto nel 1967 è stato possibile affermare che le fibre ottiche hanno la potenzialità di rivoluzionare le comunicazioni sostituendo il cavo metallico. Infatti in quegli anni fu individuata la causa delle elevate attenuazioni nella non sufficiente purezza del materiale utilizzato. Nel 1970 si assistette ad una svolta storica: i ricercatori della Corning Glass Works riuscirono a perfezionare una fibra ottica con attenuazione di soli 20 dB/Km alla lunghezza d'onda di 633 nm.

I progressi sono poi stati rapidi: nel 1972 una fibra graded index raggiungeva un'attenuazione di 4 dB/Km e ai nostri giorni valori di 0.2 dB/Km a 1550 nm sono raggiunti dalle fibre monomodali. Anche la tecnologia dei trasmettitori e dei ricevitori per fibra ottica ha compiuto grandi passi in avanti in termini di potenza, sensibilità e durata dei dispositivi.

Per quanto concerne lo sfruttamento delle fibre ottiche, i primi cavi sono diventati operativi tra il 1973 e il 1976. La fine degli anni ottanta ha segnato la maturità delle fibre ottiche, e a partire dall'inizio degli anni novanta esse sono state impiegate anche per le reti locali.

## 2 Cosa sono le fibre ottiche ?

Illuminare in modo tradizionale significa usare apparecchi e lampade che ricevendo energia elettrica, producono luce insieme a molto calore e a raggi ultravioletti ed infrarossi, inoltre significa essere condizionati progettualmente da ingombri, pesi e volumi tali da determinare scelte obbligate.

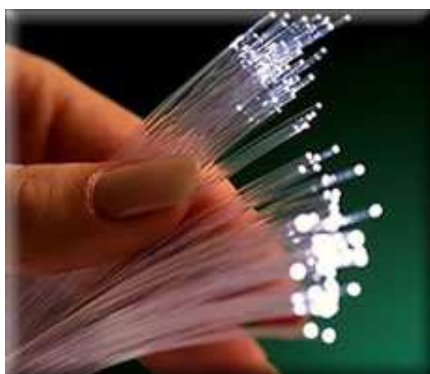


Figura 2: Fibra ottica

I sistemi a guide ottiche infatti permettono attraverso un piccolo generatore di luce o illuminatore, a cui sono collegate le guide a fibre ottiche di raggiungere unicamente con luce trasportata, i punti da cui illuminare ambienti ed oggetti.

Una guida ottica è in sostanza composta da una o più fibre ottiche, ottiche ovvero sottili fili flessibili costituiti da due parti principali: il CORE<sup>1</sup>, trasparente alla luce, ed il CLADDING<sup>2</sup>.

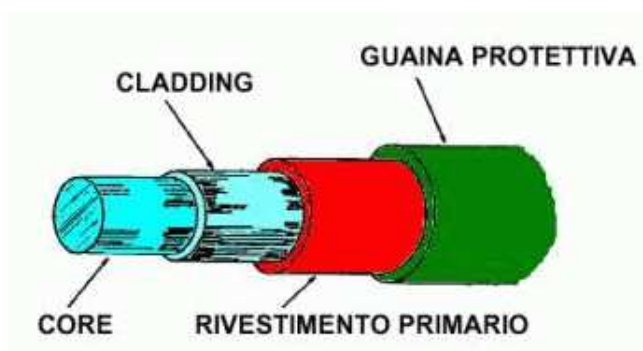


Figura 3: Struttura del cavo

---

<sup>1</sup>nucleo

<sup>2</sup>sottilissimo strato di rivestimento che ha un indice di rifrazione inferiore a quello del nucleo

Il raggio luminoso, che entra nel nucleo da un capo del condotto, va ad incidere sulla superficie curva, perfettamente liscia, di separazione tra i due materiali.

Se l'angolo di incidenza é inferiore o uguale ad un certo valore limite, la luce non viene rifratta, cioè non attraversa il corpo del condotto disperdendosi all'esterno, bensì viene riflessa all'interno.

Nelle guide corre praticamente solo luce priva di radiazioni termiche infrarosse, (IR) ed ultraviolette (UV) , particolarmente adatta in tutte le situazioni in cui si debba illuminare oggetti di pregio che altrimenti subirebbero danni irreparabili se investiti da radiazioni IR e UV.

La luce visibile viene trasmessa con una ripartizione energetica del flusso luminoso in uscita molto simile a quella del flusso in entrata erogato dalla lampada. L'elettricità raggiunge solo l'illuminatore.

### 3 Composizione delle fibre ottiche

Le fibre ottiche sono inserite in una struttura denominata cavo ottico in grado di resistere alle sollecitazioni esterne di trazione e torsione. Ogni fibra, oltre al rivestimento primario, presenta un rivestimento secondario, spesso di tipo a doppio strato, di materiale plastico. Il cavo ottico presenta delle caratteristiche che dipendano dal numero di fibre nel cavo (da quattro ad alcune centinaia), dal tipo di posa (area, sotterranea, sottomarina), ecc. In un cavo ottico possono prendere posto numerose fibre disposte in particolari configurazioni in funzione dell'uso che se ne fa.

All'interno del cavo ottico è inserito un cavo di tiraggio utilizzato, durante la posa in opera, per limitare l'allungamento e la torsione che possono provocare la rottura della fibra. Il cavo è rivestito da una guaina di PVC o polietilene.

#### 3.1 La struttura

Le strutture di un cavo dipendono dalla ditta costruttrice e si dividono in:

- a gruppo;
- a nastro;
- a solchi;
- a strati;

### 4 Principio di funzionamento

Il vetro, se stirato a dimensioni micrometriche, perde la sua caratteristica di fragilità e diventa un filo flessibile e robusto. Una fibra ottica si presenta come un sottile filo di materiale vetroso. Se quindi viene immesso un raggio luminoso da una parte della fibra, dall'altra parte riceveremo lo stesso raggio luminoso che va interpretato come segnale digitale.

Come è possibile tutto ciò? Il core ed il cladding hanno indici di rifrazione diversi, ed il primo è più denso del secondo. La differenza negli indici di rifrazione determina la possibilità di mantenere la luce totalmente confinata all'interno del core.

## 4.1 L'angolo di rifrazione

Perché fra il core e il cladding avvenga la riflessione totale dei raggi luminosi è necessario che essi siano introdotti ad una estremità ottica entro un certo angolo di accettazione della fibra. Tanto maggiore sarà l'angolo di accettazione tanto più alta sarà la cosiddetta apertura numerica della fibra, cioè la quantità di luce che si riesce ad introdurre.

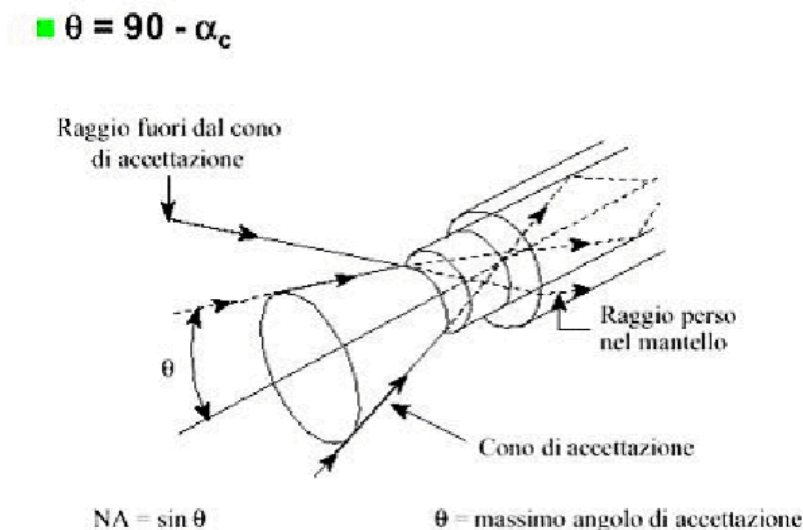


Figura 4: La Rifrazione

L'energia si propaga nella fibra in un numero discreto di configurazioni. Queste configurazioni sono chiamate modi e ogni singolo modo ha sue caratteristiche di propagazione, per cui esistono diverse tipologie di fibre.

## 4.2 Tipologie

- **Multimodali**

Le fibre ottiche multimodali ammettono più modi di propagazione e si dividono in Graded-index e Step-index.

- *Step-index*

Il primo modello di fibra multimodale è detto step-index, ed il principio di funzionamento è molto semplice, in quanto la luce generata da un particolare diodo led entra nella fibra in diverse direzioni, ma rimbalzando sulla superficie di separazione core-cladding, arriva alla fine della fibra. Un fenomeno che caratterizza questo tipo di fibre è la dispersione modale: nelle fibre ottiche multimodali step-index i raggi che si propagano secondo i diversi modi percorrono cammini di lunghezza diversa, cui corrispondono tempi di propagazione diversi.

A questo fenomeno se ne aggiunge un altro, chiamato dispersione cromatica. Tale fenomeno dipende dal fatto che il led produce una luce multicromatica e, ogni colore, avendo una lunghezza d'onda diversa, ha una velocità diversa, causando una distorsione del segnale. Il valore tipico di banda passante è 22 MHz per Km.

- *Graded-index*

Per risolvere il problema della dispersione modale sono state ideate le fibre multimodali di

tipo graded-index. In queste fibre, il profilo d'indice di rifrazione varia gradualmente lungo il diametro della fibra, passando da un valore massimo al centro del core e decrescendo gradualmente sino ad assumere un valore minimo al confine fra core e cladding.

Nelle fibre graded-index, si sfrutta il fenomeno per cui la velocità di propagazione della luce è inversamente proporzionale all'indice di rifrazione del mezzo. Si può quindi ridurre la dispersione modale tarando opportunamente il profilo radiale dell'indice di rifrazione, per diminuire la velocità dei raggi che hanno cammino più breve (quelli centrali).

Il valore tipico di banda passante è 1 GHz per Km.

- **Monomodali**

La soluzione definitiva al problema della dispersione modale è quella di ridurre fortemente la dimensione del core, per consentire la propagazione dei raggi in un solo modo. Si ottengono così fibre con cono di accettazione molto ridotto, dette monomodali, nelle quali la fibra ottica ammette una sola modalità propagativa. Bisogna però tenere in considerazione la dispersione cromatica, dovuta alla presenza di raggi a diversa lunghezza d'onda (e quindi di diversi colori, trattandosi di luce); per questo, mentre sulle fibre multimodali si può trasmettere mediante normali LED (ad ampio spettro di emissione), in quelle monomodali occorre utilizzare dei laser, più sofisticati e costosi, ma più precisi (con emissione di luce monocromatica e coerente). Evitando le dispersioni modale e cromatica si può trasmettere a velocità superiori e su distanze più lunghe.

## 5 Collegamenti transoceanici

Una società americana la Tyco Submarine System Ltd. (TSSL) ha fornito il sistema Pacific Crossing-1 (Pc-1) come progetto chiavi in mano, comprensivo dell'impianto sottomarino, dell'installazione a mare, delle autorizzazioni, della costruzione della centrale di cablaggio e delle attrezzature terminali. La TSSL completerà il sistema PC-1 nel 2000, con l'installazione di altri tre segmenti che formeranno una rete anulare.

Questo cavo telematico sottomarino transpacifico appartiene ed è gestito dalla Global Crossing Ltd. e dalle consociate tramite l'Asia Global Crossing Ltd., che prevede di avviare il servizio prima della fine dell'anno. Il sistema PC-1 system è il cavo telematico sottomarino più avanzato mai installato nel Pacifico. La tecnologia sottomarina per questo sistema è stata messa a punto dai Laboratori TSSL. Il sistema PC-1 rappresenta il primo sistema Dense Wave Division Multiplexing (DWDM) da 10 GB/SEC., che collega direttamente gli Stati Uniti con il Giappone. L'installazione di questo segmento settentrionale ha comportato l'uso contemporaneo di tre navi di livello internazionale della TSSL, la Tyco Provider, la Global Sentinel e la Dock Express-20 ed è stata portata a termine durante il rigido inverno del Pacifico settentrionale, esacerbato da gravose condizioni marine.

La Tyco Submarine Systems Ltd., società controllata di proprietà al 100 per cento della Tyco International Ltd. (Borsa di New York:TYC), è l'unica fornitrice indipendente e completamente integrata di sistemi e servizi telematici sottomarini. La TSSL possiede e gestisce la più vasta flotta internazionale indipendente di navi posacavi per l'installazione e la manutenzione di sistemi in rete di comunicazioni sottomarine.

## Riferimenti bibliografici

- [1] <http://www.gol.grosseto.it/puam/scuole/progetto4/homepage.html>, 1998-1999.
- [2] <http://digilander.libero.it/dank05/Main/home.htm>, 1999-2000.

# Quando la casualità ha una legge

*Matteo Trotti\**

## **Sommario**

*Nel 1897, mentre osservava al microscopio il polline di alcune piante, il botanico inglese Robert Brown si accorse che questi piccolissimi granuli di polline si muovevano nella goccia d'acqua usata per preparare il vetrino. Il loro moto era imprevedibile e le particelle si muovevano a scatti. Nel 1938 Albert Einstein pubblicò un articolo dal titolo "L'Evoluzione della Fisica". In esso diede una spiegazione in termini di teoria cinetica dei gas del moto browniano*

---

\*Liceo Scientifico Statale A. Tosi Classe 4I

## Indice

<b>1</b>	<b>Una scoperta casuale</b>	<b>105</b>
<b>2</b>	<b>Einstein e il moto Browniano</b>	<b>106</b>
<b>3</b>	<b>L'interpretazione di Einstein</b>	<b>106</b>
<b>4</b>	<b>L'interpretazione moderna</b>	<b>107</b>
<b>5</b>	<b>Le leggi del moto browniano</b>	<b>107</b>
5.1	Verifica della perfetta irregolarità del moto browniano . . . . .	108
5.2	Verifica delle leggi di diffusione . . . . .	109
	<b>Bibliografia</b>	<b>110</b>

## 1 Una scoperta casuale



Figura 1: Robert Brown

Nel 1827, mentre osservava al microscopio il polline di alcune piante, il botanico inglese Robert Brown si accorse che questi piccolissimi granuli di polline si muovevano nella goccia d'acqua usata per preparare il vetrino. Il loro moto era imprevedibile e le particelle si muovevano a scatti. Brown cercò di spiegare questo fenomeno dicendo che il polline si muoveva perchè era ancora 'vivo'; quindi lo fece bollire a lungo per 'uccidere' ogni possibile forma di vita. Ma anche dopo la cottura i granuli contenuti nell'acqua si muovevano.

Allora si procurò un cristallo di quarzo nel quale, al momento della sua formazione, milioni di anni prima, era rimasta imprigionata qualche goccia di acqua che certamente non conteneva forme viventi.

Anche con quell'acqua, però, le particelle si muovevano!

Per tutto il XIX secolo la causa di tutto questo movimento, detto moto browniano, in onore del botanico inglese che per primo lo osservò, rimase un mistero.

## 2 Einstein e il moto Browniano

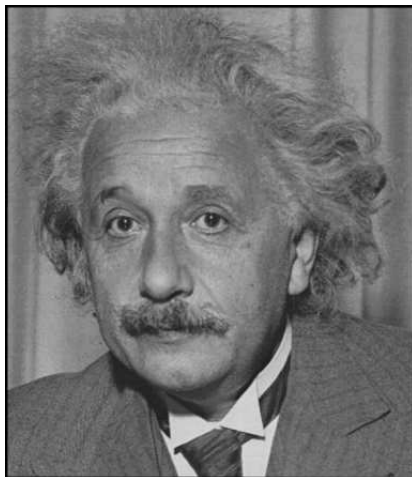


Figura 2: Albert Einstein

Nel 1938 Albert Einstein pubblicò un articolo dal titolo “L’Evoluzione della Fisica”. In esso diede una spiegazione in termini di teoria cinetica dei gas del moto browniano:

*... La scelta di speciali piante è forse essenziale per il fenomeno? Brown rispose all’interrogativo ripetendo l’esperimento con pollini di una grande quantità di piante e constatò che tutti i granuli sospesi in acqua esibivano lo stesso moto, purchè fossero abbastanza piccoli. Egli riscontrò inoltre la stessa specie di incessante ed irregolare movimento con minutissime particelle di sostanze non soltanto organiche ma anche inorganiche. Il fenomeno si manifestò perfino con un frammento di sfinge polverizzato! Come può spiegarsi questo movimento? Esso sembra in contraddizione con tutta l’esperienza anteriore. La distanza delle successive posizioni occupate da una particella ogni trenta secondi circa, rivela la fantastica forma del suo percorso. Tuttavia la cosa più stupefacente è il carattere manifestamente eterno del movimento. Un pendolo oscillante immerso nell’acqua si arresta ben presto se non è soccorso da una forza esterna. L’esistenza di un moto che non si indebolisce mai, sembra contrastare ogni esperienza. Questo enigma venne brillantemente chiarito dalla teoria cinetica della materia.[1]*

## 3 L’interpretazione di Einstein

*Guardando nell’acqua, anche con i più potenti microscopi, non riusciamo a distinguere nè le molecole, nè il loro moto così come viene rappresentato nella teoria cinetica della materia. Dobbiamo inferirne che se la teoria considerante l’acqua come un aggregato di particelle è corretta, le dimensioni delle particelle stesse debbano essere inferiori ai limiti di visibilità dei migliori microscopi. Continuiamo ciò malgrado ad appoggiarci alla teoria cinetica ed ad ammettere che essa ci offra una raffigurazione coerente della realtà. Le particelle browniane, visibili al microscopio, vengono bombardate da quelle molto più piccole di cui si compone l’acqua. Il movimento si produce perchè il bombardamento non è uniforme su tutti i lati e non può venir compensato a motivo del suo carattere irregolare e casuale. Il moto osservabile è quindi il risultato di un moto invisibile. Il carattere irregolare e accidentale delle particelle browniane rispecchia un’analogia irregolarità nel percorso delle particelle più piccole costituenti la materia del liquido. Perciò è plausibile che uno studio quantitativo del movimento browniano ci offra una più profonda comprensione della teoria*

*cinetica della materia. E' chiaro che il movimento browniano visibile dipende dalle dimensioni delle molecole bombardate. Il movimento browniano non esisterebbe affatto se le molecole bombardanti non possedessero una certa dose di energia, o in altre parole se non possedessero massa e velocità. Non fa perciò meraviglia che lo studio del movimento browniano conduca alla determinazione della massa di una molecola.[1]*

## 4 L'interpretazione moderna

Il moto browniano è un esempio di agitazione termica molecolare.

L'avvento della teoria atomica permise di dare un'interpretazione teorica microscopica delle leggi empiriche che descrivono il comportamento dei gas: il volume rappresenta lo spazio disponibile per il moto delle molecole; la pressione, che può essere misurata con un manometro fissato alla parete del contenitore, rappresenta la variazione media della quantità di moto subita dalle molecole quando entrano in collisione con le pareti e vengono di conseguenza riflesse; la temperatura è proporzionale all'energia cinetica media delle molecole, cioè al quadrato della loro velocità media.

La riduzione di queste grandezze macroscopiche alle variabili di posizione, velocità, quantità di moto ed energia cinetica delle molecole permette di studiare il comportamento dei gas in termini statistici, sulla base dei principi della relatività classica.

La teoria che collega le proprietà dei gas alla meccanica classica prende il nome di cinetica dei gas: il volume è lo spazio occupato dal gas, la pressione è legata al numero di urti delle particelle del gas contro le pareti, la temperatura è una misura dell'energia cinetica media delle particelle.

Quando una massa di gas occupa un certo volume a una data temperatura, la natura fissa in modo univoco la pressione; in altre parole, i parametri di stato di un sistema gassoso non sono tra loro indipendenti: noti due di essi, si può ricavare il terzo utilizzando una relazione del tipo  $f(V,p,t)=0$ , la cui formula esplicita dipende dalle particolari proprietà della sostanza gassosa considerata.

## 5 Le leggi del moto browniano

Per interpretare il moto browniano Einstein cambia approccio, scegliendo come grandezza caratteristica del moto di agitazione la distanza percorsa da un granello dal punto di partenza a quello di arrivo, che è tanto più grande tanto più il moto è vivace. Detta  $x$  la misura dello spostamento nel tempo considerato  $t$ , ipotizzando un moto caotico, scopre che la relazione tra spazio e tempo è molto semplice:

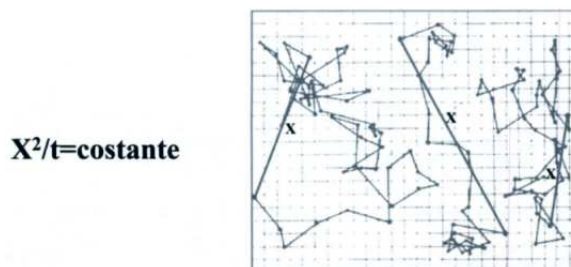


Figura 3: La legge del moto browniano

In questo modo si quantifica il moto browniano mediante un coefficiente di diffusione che sarà misurato da Perrin.

*Dal momento che si è compresa l'essenza del moto browniano, improvvisamente sono svaniti tutti i dubbi ... sulle leggi della termodinamica.*

Nel frattempo, vengono messe a punto tecniche di nuova concezione per l'indagine sperimentale del moto browniano: come l'ultramicroscopio, col quale Theodore Svedberg esegue accurate misure

per verificare l'interpretazione einsteiniana.

I risultati sono però soddisfacenti e Einstein stesso esprime la convinzione che la velocità delle particelle ultramicroscopiche non possa essere direttamente osservata: uno scetticismo peraltro giustificato dalla mancanza di un accordo quantitativo tra tutti i lavori sperimentali allora disponibili.

Tale situazione durerà fino al 1908, anno in cui Jean Baptiste Perrin pubblica i risultati di una serie di esperimenti con i quali era riuscito a confermare quasi tutte le predizioni di Einstein con una precisione fino ad allora mai raggiunta. Ecco i due passaggi principali del lavoro di Perrin:

### 5.1 Verifica della perfetta irregolarità del moto browniano

Considerando la traiettoria nota del granello e riportando ogni segmento al punto iniziale si ottiene la distribuzione circolare e di intensità decrescente allontanandosi dal centro (vedi figura 4). L'immagine è così simile a quella del tiro al bersaglio e dimostra che nessuna direzione è privilegiata così come richiesto dalle leggi della probabilità.

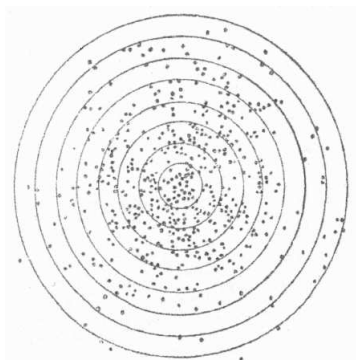


Figura 4: Verifica dell'irregolarità del moto

## 5.2 Verifica delle leggi di diffusione

Perrin considera dei granelli di gommagutta messi in sospensione nella glicerina. Inserisce poi nel liquido una parete perfettamente assorbente, che cattura tutti i granelli che vengono a contatto con essa. La variazione del numero di granelli incollati rispetto al tempo determina il coefficiente di diffusione.

L'anno seguente Einstein scrive a Perrin: *Ritenevo fosse impossibile studiare il moto browniano in maniera così precisa; è davvero una fortuna che Lei abbia deciso di occuparsene.*

## Riferimenti bibliografici

- [1] L. Infeld, Albert Einstein. *L'evoluzione della Fisica*. Boringhieri, 1965.
- [2] Aldo Ferilli, Antonio Caforio. *Nuova Physica 2000*, volume 2. Le Monnier, 2000.



## Ringraziamenti

Ringraziamo, innanzitutto, i Dirigenti scolastici che hanno consentito la realizzazione di questo progetto:

- Luisella Macchi (Liceo scientifico statale Arturo Tosi)
- Benedetto Di Rienzo (Istituto tecnico commerciale Enrico Tosi).

Grazie anche ai tecnici di laboratorio e a tutto il personale dell'Itc Enrico Tosi, che hanno fornito costantemente collaborazione e assistenza tecnica.

Un ringraziamento particolare va ai docenti che hanno assistito i ragazzi nella redazione degli articoli della rivista:

- Elena Astarita e Silvia Tondo (4AM - Itc E. Tosi)
- Maria Luisa Biunno e Rosanna La Torraca (4G - Liceo A. Tosi)
- Marina Celora (4B - Liceo A. Tosi)
- Simona De Pascalis (4CM - Itc E. Tosi)
- Franca Provasoli e Angela Santamaria (4I - Liceo A. Tosi)
- Ermanno Venco (4BM - Itc E. Tosi)
- Attilia Vignati (4E - Liceo A. Tosi)

Un grazie, infine, ai 23 ragazzi che sono riusciti ad arrivare fino in fondo: tutti hanno partecipato con entusiasmo al progetto, impegnandosi in un'attività pomeridiana faticosa ma, a loro parere, molto coinvolgente.

*Busto Arsizio, maggio 2005*