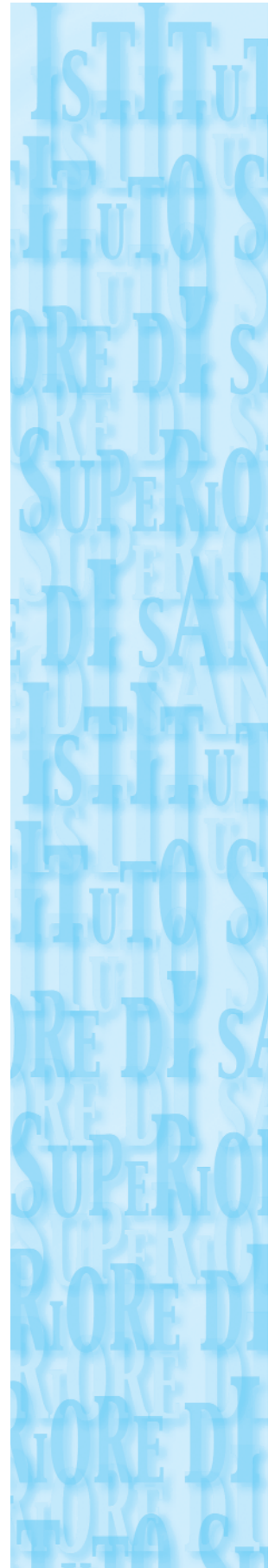


Recenti tematiche in microbiologia: spunti per un'azione didattica

a cura di
Cecilia Bedetti e Anna Bertini



Istituto Superiore di Sanità
Roma 2005





**Recenti tematiche in microbiologia:
spunti per una azione didattica**

a cura di

Cecilia Bedetti e Anna Bertini

Istituto Superiore di Sanità
Roma 2005

Istituto Superiore di Sanità

Recenti tematiche in microbiologia: spunti per una azione didattica

A cura di Cecilia Bedetti e Anna Bertini

2005, ii 144 p.

La pubblicazione conclude il progetto *Il metabolismo della conoscenza nei giovani: una sperimentazione interattiva tra scuole e istituti di ricerca*, indirizzato a studenti e a professori di scuola secondaria e promosso dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS) con il contributo del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR).

La dispensa è stata redatta a seguito di corsi di aggiornamento e seminari volti ad illustrare sia tematiche recenti in microbiologia e medicina sia strumenti e metodi didattici innovativi. La pubblicazione condensa l'esperienza di lavoro svolta nelle scuole aderenti al progetto negli anni scolastici 2003/2004 e 2004/2005, con approfondimenti scientifici nell'ambito della microbiologia medica e delle metodologie didattiche.

Italian National Institute of Health

Microbiology in medicine: hints for an educational action

Edited by Cecilia Bedetti and Anna Bertini

2005, ii 144 p.

This publication concludes the project *The metabolism of learning in young adults: an interactive experiment between schools and research institutes* directed to high school students and teachers, being promoted by the Italian National Institute of Health, supported by the Ministry of Education and University.

The publication has been carried out after training the teachers in both scientific topics especially concerning microbiology and teaching methods based on active/cooperative learning.

Furthermore, the publication also organizes materials produced at school by the teachers guiding their pupils to experience self centred learning in reference to the above mentioned topics.

Progetto grafico della copertina: Cosimo Marino Curianò, SIDBAE, Settore editoriale, ISS.

Le figure nelle pagine 43, 46, 78, 79 e 91 sono state disegnate da Francesca Bedetti.

La pubblicazione è stata realizzata grazie al contributo concesso dal MIUR (legge n. 6/2000, D.D. 12.6.2002).

INDICE

Presentazione <i>Cecilia Bedetti</i>	pag. 1
Stupore, conflitto cognitivo e negoziazione <i>Milena Bandiera</i>	pag. 3
Introduzione al <i>Problem-Based Learning</i> <i>Giovanni De Virgilio</i>	pag. 17
Risorse in rete per la didattica delle scienze <i>Maurella Della Seta</i>	pag. 24
Le malattie infettive dal controllo alla eradicazione <i>Stefania Salmaso</i>	pag. 32
I batteri intorno a noi: amici o nemici? <i>Annalisa Pantosti</i>	pag. 43
L'infezione da HIV: diffusione e strategie di intervento <i>Marco Floridia</i>	pag. 52
L'epatite virale: una malattia, molti virus <i>Graziella Morace</i>	pag. 66
Il laboratorio di microbiologia - esercitazioni <i>Bruna Auricchio</i>	pag. 77
I microrganismi a scuola <i>Silvia Giannella</i>	pag. 84
I microrganismi a scuola: un'esperienza di integrazione tra discipline diverse <i>Silvia Giannella</i>	pag. 90
Un approccio al monitoraggio ambientale del Tevere tramite PBL nella V ginnasio B del Liceo Virgilio di Roma <i>Paolo Tescarollo</i>	pag. 95
A tu per tu con i microbi <i>Lucia Amico</i>	pag. 100
Pericolo... in maschera <i>Candida Di Iorio</i>	pag. 106
I dubbi dell'adolescenza <i>Rita Restante</i>	pag. 109
La paura di Federico <i>Lidia Stelitano</i>	pag. 114
Alcune considerazioni sulla sperimentazione di metodi didattici basati sulla cooperazione <i>Manuela Marini, Maria Luisa Tibaldeschi</i>	pag. 117

Un'esperienza motivante per gli alunni e la docente <i>Anna Maria De Rossi</i>	pag. 121
Controlli microbiologici a scuola <i>Anna Maria Lo Bue</i>	pag. 126
Breve nota su un progetto didattico nel campo della microbiologia <i>Anna Maria D'Andrea, Luciano Filippeschi</i>	pag. 133
Un esempio di proposta didattica: esperienze di microbiologia a scuola <i>Isabella Iezza</i>	pag. 135
Contaminazioni alimentari: breve nota su un percorso didattico <i>Giuseppina Ceraudo</i>	pag. 140
Esperienze basate sul coinvolgimento degli alunni <i>Sergio Vicinanza, Maria Arena</i>	pag. 142

PRESENTAZIONE

A scuola lo studio della microbiologia può offrire molteplici spunti per avviare gli studenti alla riflessione sulla natura delle attività di ricerca. Gli alunni possono essere infatti introdotti, mediante tecniche microbiologiche elementari all'osservazione, a una sommaria classificazione dei microrganismi presenti nell'aria e nell'acqua e, successivamente, al riconoscimento, in campo alimentare di esempi di batteri utili e di contaminanti. Possono poi confrontarsi attraverso lo studio della microbiologia medica con rilevanti e attuali tematiche come: i benefici per la salute conseguenti all'identificazione di microrganismi come agenti causali di molte malattie per l'uomo e per gli animali, e all'opposto le nefandezze della guerra batteriologica..., la vaccinazione per l'eradicazione delle malattie infettive..., le epidemie residue in relazione alle differenti aree geografiche e alle disuguaglianze economiche..., gli antibiotici e la selezione di ceppi batterici resistenti ai farmaci... il controllo delle infezioni sessuali... l'attuale diffusione dell'HIV: i programmi di prevenzione e di profilassi; eccetera....

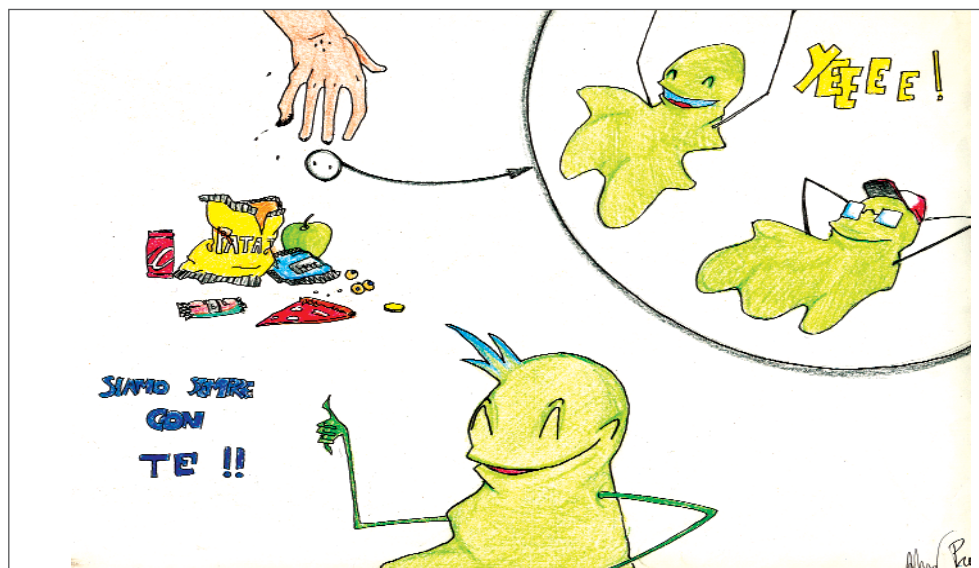


Figura - Disegno realizzato da Adriano Presta, classe I A, Liceo Classico E.Q. Visconti, Roma

Convinti di questo, grazie al contributo del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR), con la partecipazione di insegnanti in servizio presso Regioni del Centro-Sud, nel quadro delle attività culturali dell'Istituto Superiore di Sanità (ISS) abbiamo sviluppato una serie di iniziative che hanno avuto sostanzialmente il compito di avvicinare alla microbiologia studenti di scuole secondarie, perché sappiano che questa disciplina esiste, che sta lavorando per il progresso e che sarebbe opportuno conoscerla.

Le iniziative hanno compreso attività di aggiornamento destinate a docenti di scuole secondarie seguite da interventi didattici.

I corsi di aggiornamento hanno discusso e approfondito non solo i contenuti scientifici – concetti di base di microbiologia, di virologia e di immunologia; l'antrace; la diffusione delle malattie infettive; gli antibiotici; la vaccinazione; la diffusione attuale dell'AIDS, la prevenzione, la profilassi e le terapie anti HIV; i virus dell'epatite; le tossine alimentari –, ma anche le metodologie ritenute adatte a stimolare la partecipazione attiva degli alunni al processo di apprendimento. Ai corsi hanno partecipato complessivamente un centinaio di docenti, quattordici di loro hanno poi dedicato una parte del programma scolastico alla microbiologia. Le sperimentazioni didattiche si sono sviluppate con caratteristiche diverse, legate alla tipologia, alla collocazione geografica delle scuole e all'impostazione scelta dal docente. Tutto ciò fornisce elementi di riflessione. I risultati raggiunti sono stati presentati in cinque convegni organizzati presso l'ISS. Gli alunni sono stati i relatori, mostrando padronanza degli argomenti e capacità di organizzare i concetti.

Questa dispensa contiene, quasi al completo, sia gli interventi presentati dai diversi relatori durante i corsi di aggiornamento sia le esperienze di lavoro, svolte in classe negli anni scolastici 2003-2004 e 2004-2005, sintetizzate dagli insegnanti che le hanno realizzate, con l'eccezione di una scuola romana dove i docenti hanno affidato la relazione a due studenti. Come le precedenti pubblicazioni¹ si propone di fare conoscere una iniziativa che, oltre ad avere suscitato molto interesse e raccolto favorevoli consensi, contribuisce a diffondere, tra studenti e docenti, i dati prodotti nell'ambito di ricerche condotte dall'ISS nel campo della microbiologia e quindi a promuovere il ruolo sociale dell'istituzione.

Cecilia Bedetti
Ufficio Relazioni Esterne, Istituto Superiore di Sanità, Roma

¹ "Le nuove droghe: spunti per un'azione didattica" e "Le biotecnologie in medicina: spunti per un'azione didattica" in formato on line <<http://www.iss.it/ures/docu/index.php?lang=1&tipo=7&anno=2005>>

STUPORE, CONFLITTO COGNITIVO E NEGOZIAZIONE

Milena Bandiera

Dipartimento di Biologia, Università degli Studi "Roma Tre", Roma

I corsi che l'Istituto Superiore di Sanità rivolge agli insegnanti propongono un'impostazione dell'educazione sanitaria fondata sui dati e sui metodi della ricerca, suggerendo nel contempo l'adozione di metodologie didattiche coerenti ed efficaci. Poiché intendo inquadrare queste ultime - ampliando il discorso di Giovanni De Virgilio (pag. 17) - nell'ambito delle strategie che vedono lo studente attivo, ritengo possa essere utile una premessa su alcune peculiarità dell'alfabetizzazione scientifica e su alcuni intralci che tale alfabetizzazione subisce oggi in Italia, e una riflessione sulle modalità di coinvolgimento degli studenti nell'azione didattica, che proporrò con riferimento a tre parole chiave: stupore, conflitto cognitivo e negoziazione.

Oggi. In Italia

Il numero e la diffusione delle applicazioni scientifiche e tecnologiche, con le quali ci confrontiamo nella vita quotidiana, sono in continuo e sempre più rapido aumento. Per l'uomo comune è oramai praticamente impossibile non solo padroneggiarle, ma persino conoscerne l'esistenza.

I tempi e i modi dell'alfabetizzazione scientifica perdono invece rilievo e significatività. Si tratta di un'incongruenza percepita da molti, segnale del divario, sempre più grave, tra le questioni sulle quali sono impegnati gli scienziati e quelle che interessano i comuni cittadini. Tale divario è ben esemplificato dall'intervento di Stefania Salmaso (pag. 32) che ha illustrato certezze consolidate nell'ambito della ricerca, certezze che si confrontano in maniera singolare con le incertezze, le paure, le indecisioni del cittadino comune, anche nel momento in cui si propone una scelta relativamente semplice come quella della vaccinazione nei confronti del morbillo.

Più in generale l'autorevolezza della conoscenza scientifica si contrappone a tutte le forme di sapere più facilmente acquisibili e largamente diffuse: le pseudoscienze, le credenze, le medicine alternative, le religioni orientali, ... Là dove la scienza propone spiegazioni accessibili solo a chi dispone di raffinate competenze (come quelle attinenti, ad esempio, ai complicati fondamenti teorici delle nuove tecnologie), il cittadino comune chiede chiarezza e sicurezza. Non vuole sapere come viene realizzato il vaccino o come si determina la immunizzazione, ma domanda se la vaccinazione è dolorosa, se e quanto è pericolosa, se provoca effetti collaterali.

In altri termini: l'impresa scientifica mira a produrre nuovi saperi perseguiti anche in vista della soluzione dei problemi della vita quotidiana e necessari per valutare l'attendibilità delle soluzioni via via prospettate, ma il cittadino comune può arrivare a padroneggiare un sottoinsieme minimo di quei saperi, un sottoinsieme proposto dalla scuola e dalla scuola selezionato per lo più senza relazione con gli interessi e con le priori-

tà espressi dal contesto sociale. La scienza offre strumenti e procedure (il computer, le materie plastiche, gli OGM e, nella pratica medica corrente: ECG, TAC, NMR, radioterapia, chemioterapia) che noi non siamo in grado di gestire. Siamo costretti a ricorrere all'esperto (per interpretare l'elettrocardiogramma o per riattivare il PC "impallato"). Non abbiamo padronanza e quindi non siamo autonomi, non siamo in grado di fare scelte. Sperimentati questi limiti, basterà un referendum sul nucleare, o sulla procreazione assistita, per determinare sconcerto e apprensione. Non ci è chiaro su quale base – non esclusivamente ideologica – potremo elaborare e formulare un parere.

L'intervento della scuola

Partendo da queste considerazioni, è inevitabile attribuire alla scuola il compito sia di impostare e di esercitare procedure idonee al reperimento di informazioni, sia di potenziare la capacità di giudizio e di collaudare strumenti adeguati per valutarla: strumenti prettamente culturali, tali da consentire l'assunzione di atteggiamenti critici. E non v'è dubbio che il termine "critico" sia qui usato nel senso etimologico più pieno: non a significare "contrario a", o "negativo", bensì attinente a una analisi razionale, che conduca alla piena comprensione della questione oggetto del giudizio, alla valutazione della pertinenza e della completezza dei dati necessari per elaborare il giudizio o, quantomeno, per instaurare un rapporto produttivo con l'esperto.

Sembra infatti – con riferimento a esperienze condotte dove sono adottate correntemente metodologie didattiche simili o analoghe al *Problem-Based Learning* (PBL, v. ad esempio Olsher, Dreyfus, 1999) – che un indizio significativo dell'acquisizione di consapevolezza critica sia la capacità di porre domande. Che domanda potrebbe o dovrebbe essere formulata per ottenere una risposta che consenta di decidere? Se si rivolge, ad esempio a un biologo molecolare, orgoglioso degli esiti delle tecnologie di manipolazione genetica, una domanda che gli consenta di esprimere, con il peso di argomentazioni *esperte*, le prospettive di utilizzazione di OGM in agricoltura, è probabile che non si otterranno informazioni utili né per capire, né tanto meno per decidere. La domanda deve imporre il vaglio della consistenza e della completezza dei dati disponibili, dell'adeguatezza del proprio punto di vista, e anche delle ragioni di coloro che hanno convinzioni contrapposte a quelle più canonicamente scientifiche (gli ambientalisti, i coltivatori diretti, gli operatori delle organizzazioni non governative, ...).

Se ne deduce che la scuola – e in particolare la scuola dell'obbligo, in quanto sede della formazione del cittadino – non può assumere come impegno prioritario quello di fornire tutte le informazioni necessarie per affrontare e risolvere i problemi della vita quotidiana, ma quello di costruire atteggiamenti che orientino alla soluzione dei problemi.

La costruzione di tali atteggiamenti è un compito arduo, anche perché proprio l'esperienza comunemente vissuta, le abitudini e le tendenze largamente diffuse spesso contrastano l'acquisizione e l'utilizzo di conoscenze scientifiche (come tenterò di dimostrare nei prossimi paragrafi con due esempi).

Parole e significati prevaricanti

Introduco il primo esempio invitando il lettore a scrivere una frase di senso compiuto che contenga la parola "adattamento", o una voce del verbo "adattarsi", e che consenta di capire in quale contesto utilizzerebbe questa parola nella vita di tutti i giorni.

Ora il lettore confronterà la sua frase con quelle prodotte da qualche centinaio di insegnanti e studenti coinvolti tempo fa in un progetto di ricerca dedicato ai concetti della Genetica (Bandiera, 1995).

Tali frasi sono state classificate in due categorie. Nella prima si collocano affermazioni del tipo:

“In viaggio è necessario adattarsi alle più disparate situazioni, siamo andati in vacanza al mare, eravamo in dodici, ci siamo adattati dormendo per terra.” e “La sarta adatta un abito sul corpo della persona che lo porterà.”

Nella seconda categoria: “Il modo di vestire si adatta alle condizioni meteorologiche.”, “Il vino bianco si adatta al pesce.”, “Il tappeto si adatta all’arredamento del nostro salotto.”.

Nel primo caso le frasi propongono modificazioni orientate, cioè modificazioni che consentono di eliminare prontamente un problema, un difetto, un intralcio (siamo troppi: modifico il mio comportamento e dormo per terra invece che su un letto; il vestito pende da una parte: la sarta lo modifica, risagomando l’orlo). Nel secondo caso invece si individuano abbinamenti opportuni (sono disponibili tanti vini: se c’è il pesce sceglierò il vino bianco; nell’armadio ho tanti abiti: se fa freddo, ne sceglierò uno di lana; esamino tanti tappeti: sceglierò in base allo stile del salotto).

Nella lingua italiana quindi una stessa parola, “adattamento”, sottintende due procedimenti, ovvero può essere utilizzata con riferimento a due accezioni: la prima accezione è presente nelle frasi formulate dall’81% degli insegnanti di scienze e dal 92% degli studenti (con riferimento a due campioni di oltre cinquecento soggetti interpellati a Roma, Potenza e Udine). Se consideriamo le prestazioni degli studenti, ne possiamo dedurre che l’uso della parola adattamento attiene quasi esclusivamente al cambiamento che porta nell’immediato a risolvere un problema. Tale cambiamento, trasferito in ambito biologico è probabile che suggerisca una spiegazione non corretta del processo di evoluzione, quella esemplificata dall’allungamento del collo della giraffa di lamarckiana memoria. Meno probabile che richiami la modificazione orientata che esiste e si manifesta nell’adattamento fisiologico (l’adattamento culturale, l’abbronzatura nell’uomo o la sintesi di β -galattosidasi nell’*Escherichia coli*). Si tratta comunque di immediate risposte a stimoli, norme di reazione codificate nell’informazione genetica dell’individuo.

L’altro adattamento, l’adattamento genetico di impronta darwiniana, contempla l’esistenza di una pluralità di manifestazioni di uno stesso carattere (variabilità genetica) e una scelta (selezione naturale) operata in relazione alle caratteristiche dell’ambiente. Quest’ultimo adattamento di fatto totalizza l’uso del termine in ambito biologico, laddove per l’adattamento fisiologico si preferisce usare termini diversi, ad esempio induzione. Ma non arriva – ad onta della rilevanza e dell’attenzione di cui gode – ad essere padroneggiato dagli studenti e dall’uomo comune (Bandiera, 1991).

La categorizzazione delle frasi indica che quando gli studenti si esprimono spontaneamente, familiarmente, soltanto l’8% coglie nell’area semantica del termine adattamento la connotazione relativa alla pluralità di opportunità e alla scelta. Ciò riguarda circa il 20% degli insegnanti di scienze che pure sono stati ampiamente esposti all’accezione scientifica del termine.

Si può quindi ipotizzare che l’uso comune dei termini condizioni la concettualizzazione, un processo che secondo E. Mayr è fondamentale in Biologia più che in tutte le altre scienze sperimentali (Mayr, 1982). Nel caso particolare del termine adattamento,

l'uso comune ostacolerebbe l'acquisizione di competenze e atteggiamenti esplicativi di tipo scientifico (evoluzionistico).

Ovario o torsolo?

Il secondo esempio intende mettere a fuoco la caratteristica del rapporto che normalmente si stabilisce con oggetti ed eventi potenzialmente interessanti in ambito bio-naturalistico. Allo scopo il lettore è invitato a procurarsi un frutto (una mela, un kiwi, un peperone o uno zucchini), a immaginare di tagliarlo longitudinalmente o trasversalmente e a rappresentare l'aspetto della sezione. Poi taglierà effettivamente il frutto e confronterà il disegno con la sezione. Centinaia di studenti hanno seguito questa procedura, ma pochi hanno trovato corrispondenze significative tra i particolari che

caratterizzano l'oggetto reale e quelli riprodotti sulla base del ricordo (ricordo di immagini che tutti hanno occasione di vedere "da vicino" e frequentemente).

Ecco (Figura 1) semi sparsi negli spicchi del limone, una raggiera di spicchi sottili nell'arancia, semi dispersi nella polpa della pera, il torsolo ben identificato al centro della mela (Bandiera, di Manno, 2001). Gli autori – studenti del Corso di laurea in Scienze della formazione primaria – hanno quantomeno frequentato la scuola secondaria, hanno studiato Biologia e hanno quindi una se pur limitata competenza di anatomia vegetale; tutti hanno tagliato più volte una mela, ma a tavola, in un contesto di vita quotidiana, e hanno "visto" il torsolo perché, nella vita quotidiana della mela si riconoscono la polpa (che si mangia) e il torsolo (che si scarta). Le modalità di interazione con l'oggetto interferiscono con la percezione dell'oggetto medesimo e non lasciano spazio all'osservazione, ovvero a una analisi mediata dalla vista, che rappresenta il momento fondamentale di ogni metodo sperimentale. Se ne ricava che sarà più facile acquisire una conoscenza scientifica dell'armadillo che del gatto, del baobab che del platano.

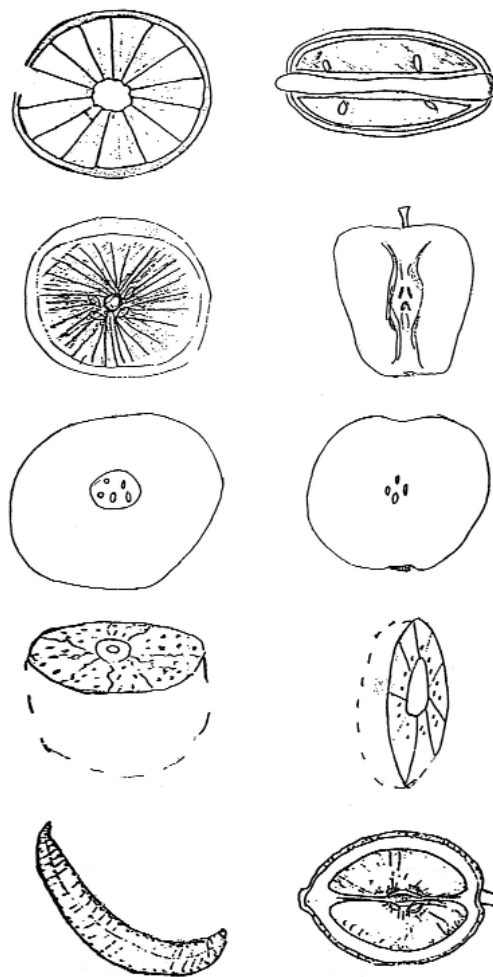


Figura 1 - Esempi significativi dei disegni eseguiti da studenti universitari (1° anno, corso di laurea in Scienze della formazione primaria) per rappresentare sezioni di frutti

La familiarità con gli oggetti vizia due momenti fondamentali per una corretta concettualizzazione: l'osservazione e la descrizione. Prova ne sia il fatto che studenti del terzo anno di Biologia, superato l'esame di Botanica grazie anche alla dimostrata padronanza del lessico specialistico, commentano i disegni delle sezioni di frutto con espressioni quali "il peperone ha un buco centrale", "la mela ha una stella centrale", "nella sezione i puntini sono fuori posto", "manca la zona in cui si attaccano i semi"

I due esempi inducono a ritenere che la scuola debba impegnarsi con più determinazione e sistematicità nel compito di attrarre gli studenti nel mondo della scienza al fine di garantire il riconoscimento prima e l'adozione poi dei punti di vista, dei metodi, dei linguaggi propri della scienza. Allo scopo occorre disporre di opportune metodologie didattiche, strategie, trucchi. Ne ho scelti tre che ho etichettato nel titolo: stupore, conflitto cognitivo e negoziazione.

Lo stupore

Cosa intendo per stupore? Come penso che lo stupore possa promuovere l'interesse per la scienza?

L'estate scorsa ero in Olanda per un convegno. Proprio gli organizzatori del convegno hanno programmato una visita al "NEMO", il museo della scienza di Amsterdam: così affollato di ragazzi, bambini e genitori da sembrare impraticabile. Tutti impegnatissimi: a regolare la velocità e la portata dell'acqua in un canale, a imprigionare se stessi o gli amici in gigantesche bolle di sapone, a sfruttare un campo magnetico per "disegnare" un paesaggio con la limatura di ferro.

C'era anche un laboratorio, al "NEMO", con tutte le attrezzature che qualificano un vero laboratorio di ricerca (microscopi, centrifughe, reagenti, vetreria, ...) e con un piccolo drappello di tecnici in camice bianco: assolutamente deserto. Nei circuiti in cui ai ragazzi era chiesto di fare qualcosa non si camminava, ma il laboratorio era vuoto. Là la scienza entrava sommessamente nel territorio della vita "normale"; qui consentiva pomposamente l'accesso ai propri territori. Là, attività, divertimento, gratificazione e ... stupore. Lo stupore dipinto sulla faccia di un bimbo biondo davanti a una grossa boccia di vetro dove è imprigionato un fulmine che si sposta seguendo la mano che accarezza la boccia. Il bimbo non sa di avere a che fare con un fenomeno di elettrostatica, non sa cosa accade e probabilmente non lo saprà per molti anni ancora, ma certamente nel momento in cui ritroverà quel fenomeno in aula o sul libro di testo lo riconoscerà come una cosa che gli appartiene perché è ancorata alla emozione forte che ha provato mentre io lo spiavo.

Per provare questa emozione non è necessario essere bimbi o visitare un museo della scienza: è sufficiente che si accentui, nel corso di una ordinaria pratica didattica, quanto può essere percepito come imprevisto. Ne faccio personalmente esperienza ogni anno, quando propongo agli studenti di valutare la velocità di decomposizione dell'acqua ossigenata in presenza di un sale di ferro, scaldando il contenitore o ... introducendo nel recipiente un pezzettino di fegato sminuzzato. In quest'ultimo caso accade qualcosa che gli studenti non dimenticheranno più, che li sorprende e li diverte: l'entità e la velocità della reazione sono incommensurabili con le rilevazioni precedenti, tali che effettivamente non possono essere misurate, che soverchiano e scombinano l'apparato predisposto. La funzione degli enzimi non potrà più essere sottovalutata.

Occorre solo un po' di fantasia e una buona regia per trasformare una escursione, una dimostrazione, una seduta di laboratorio in una occasione di stupore.

Il conflitto cognitivo

Il versante pedagogico dello stupore è occupato dal conflitto cognitivo. Dobbiamo a Piaget (1955) l'idea che l'apprendimento significativo sia il risultato di un processo che è utilmente innescato da una difficoltà, da una incongruenza tra ciò che si sa e ciò che si vede, tra ciò che ci si aspetta e ciò che accade, tra la spiegazione che si è in grado di elaborare e quella che ci viene imposta. Questa difficoltà, questa sofferenza per la propria non conformità è stata definita conflitto cognitivo ed è stata ampiamente sfruttata nell'impostazione di strategie e strumenti didattici.

Un esempio classico è proposto in forma di test (Vicentini, 1982). Osservate la rappresentazione della Terra in Figura 2 e assumete che sia stato possibile scavare un pozzo dal polo nord fino al polo sud. Immaginate di trovarvi al polo nord, avete un sasso e lo lanciate nel pozzo: che succede del sasso? Le tre principali risposte corrispondono a tre forme canoniche di mentalità: umanistica, scientifica *soft* (quella dei biologi), scientifica *hard* (quella dei fisici). Nella Figura 3, al centro, il sasso - secondo l'umanista - raggiunge il polo sud, esce e si perde nello spazio. Alternativamente si blocca al centro della Terra (il centro di gravità per il biologo) o - correttamente - oscilla tra i due poli.

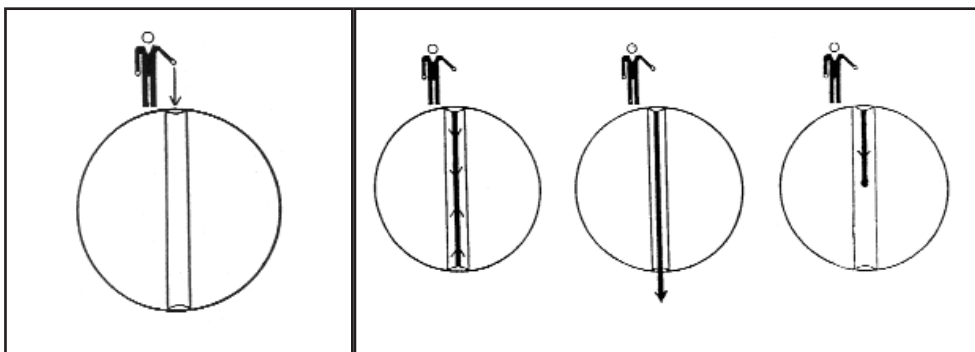


Figura 2 - La Terra. Il pozzo da un polo all'altro e la posizione dello sperimentatore

Figura 3 - Il percorso del sasso: le tre alternative corrispondenti alle ipotesi espresse rispettivamente da fisici, "umanisti" e biologi

Un produttivo conflitto cognitivo può essere stimolato anche dalla richiesta di descrivere il funzionamento di una caffettiera, la cosiddetta moka. Si tratta di dettagliare, sfruttando conoscenze elementari di Fisica, la sequenza di eventi che, a partire dall'accensione del fornello, portano alla produzione di caffè nella parte superiore della macchinetta.

I più ritengono che il riscaldamento dell'acqua contenuta nella caldaietta determini la formazione di vapore, la risalita del vapore nel filtro a imbuto e quindi nella colonnina dove per condensazione comparirebbe il caffè. Questa sequenza è sbagliata ed è facile convincersene in base anche a una sola considerazione: perché il vapore dovrebbe condensare nella colonnina, dove la temperatura è certamente superiore a 100°C ? Quanti hanno ragionato correttamente? Nella caldaietta l'acqua si scalda, si forma il vapore che esercita una pressione sull'acqua residua. Sotto l'azione della pressione l'acqua risale; attraversa il filtro (diventa caffè) ed esce in cima alla colonnina.

La dimostrata efficacia di questo tipo di approccio ha indotto i ricercatori di tutti i paesi occidentali a collezionare un gran numero di oggetti, situazioni, eventi soggetti a spiegazioni o previsioni controintuitive e che predispongono a un apprendimento efficace sia eccitando la curiosità, sia fornendo un buon motivo per saperne di più e per sapere meglio. Ebbene, questa favorevole situazione non è produttiva di per sé: occorre che il soggetto che si dispone ad apprendere sappia ripescare le conoscenze di cui dispone, organizzarle in forma di spiegazione e valutare l'adeguatezza della spiegazione (ad esempio, falsificarla); occorre che sappia valutare la insufficienza delle informazioni di cui dispone e sappia come procurarsene altre, che sappia valutare l'affidabilità delle informazioni che raccoglie. Occorre insomma che abbia sperimentato ed esercitato gli strumenti necessari per acquisire saperi, per valutare i termini dell'acquisizione di saperi e per utilizzare i saperi acquisiti nell'elaborazione di spiegazioni o previsioni. Occorre che si sia messo alla prova nel confronto con l'esperto e con i pari. A queste esigenze formative rispondono le metodologie didattiche fondate su *active* e *cooperative learning*.

L'active learning

All'*active learning* ("apprendimento attivo") in senso stretto fanno riferimento strategie che richiedono tempi brevissimi, dell'ordine di qualche minuto e che possono essere adottate nel corso di una lezione tradizionale (Silberman, 1996). Hanno due obiettivi fondamentali. Il primo è fornire all'insegnante elementi per capire come la classe reagisce all'azione didattica, quali aspetti ne sono stati colti e quali travisati, quali idee sono state evocate e messe in circolazione (*feedback*). Il secondo obiettivo, connesso con la metodologia, attiene al coinvolgimento personale di ogni studente: un sistematico uso di queste strategie infatti fa sì che lo studente si aspetti di essere interpellato nel corso della lezione. Si potrebbe affermare che sia costretto a stare attento, a cercare di capire e a esporsi (con richieste di precisazioni e di approfondimenti; con la formulazione di esempi e di analogie) per apparire all'altezza delle aspettative dell'insegnante e dei compagni.

Paulson e Faust¹ hanno descritto le strategie più ampiamente praticate, etichettandole in modo suggestivo. Ne propongo due.

Per l'*One Minute Paper* ("elaborato che richiede un minuto") l'insegnante predispone tante fotocopie quanti sono gli studenti²: un (quarto di) foglio che riporta una domanda e tre righe vuote. Le tre righe sollecitano la concisione che a sua volta facilita il compito di analisi e di confronto da parte dell'insegnante. I fogli saranno distribuiti al termine della lezione e saranno concessi pochi minuti per elaborare e scrivere la risposta.

¹ Paulson DR, Faust JL. Active learning for the college classroom.
<<http://www.calstatela.edu/dept/chem/chem2/Active/main.htm>>

² Il successo dell'adozione di una metodologia didattica – in particolare di metodologie che comportano il coinvolgimento attivo degli studenti – è condizionato dal rispetto della dimensione rituale. Lo studente valuterà la rilevanza del compito sulla base dell'impegno che la predisposizione del compito stesso ha richiesto all'insegnante. Ai limiti: le fotocopie con la consegna dattiloscritta e le tre righe stampate (eventualmente indicazione e spazi per nome e data) e la sola enunciazione della consegna seguita dal suggerimento di strappare un foglio dal quaderno e scrivere lì quanto richiesto.

Un esempio (Bandiera et al., 2003) tratto da una esperienza condotta nel Corso di laurea in Scienze della formazione primaria, in occasione di una lezione dedicata a “Il ciclo della materia”, attiene alla domanda “Perché il suolo della foresta amazzonica è povero di sali minerali?”. Il rigoglio della foresta avrebbe dovuto suggerire un notevole consumo di sali.

Ma alcune risposte hanno prefigurato spiegazioni alternative e al contempo rappresentazioni mentali alternative. “La foresta è troppo fitta e le sostanze non riescono a passare e a filtrare”, “La luce non filtra e gli alberi non possono produrre i sali”. Perché gli alberi – che sono capaci di realizzare un lavoro chimico complesso come la fotosintesi – non potrebbero essere in grado di fabbricare semplici sali inorganici?

Il dubbio sollevato in questa sede è stato verificato dedicando alle funzioni delle piante un item del test di accesso al corso di laurea in Scienze biologiche: circa il 40% di 300 candidati ritiene che le piante producano i sali (Bandiera, 2005). Effettivamente con un impegno minimo – inducendo un centinaio di studenti a ripercorrere la lezione sugli appunti freschi – è stato possibile stanare un misconcetto impossibile da immaginare da parte di un esperto e tale da ostacolare la corretta concettualizzazione in ampi settori della Biologia.

Fish Bowl (“boccia per i pesci”) è l’etichetta attribuita a un’altra strategia che consiste nel chiedere agli studenti – alla fine della lezione – di formulare una domanda, la classica domanda di chiarimento (di che cosa vorresti che riparlassimo? quale argomento vorresti che fosse approfondito? che cosa non hai capito?). Anche in questo caso, l’insegnante distribuisce fogli con un definito numero di righe. I fogli ripiegati vengono raccolti in un recipiente, in una scatola o – per rispettare la denominazione – in una vaschetta sferica per i pesci. Quindi l’insegnante estrarrà uno o un paio di fogli e fornirà i chiarimenti richiesti. Anche in questo caso con un minimo impegno si ottengono due risultati: fornire un rinforzo relativamente ad aspetti problematici della materia trattata e disporre della gamma completa delle perplessità e dei dubbi emersi. L’estrazione evita all’insegnante di spendere troppo tempo nell’attività di revisione ed evita anche che la maggioranza degli studenti si senta trascurata a favore dei pochi ai quali l’insegnante fornisce i chiarimenti richiesti.

Il *Fish Bowl* è stato adottato al termine di una lezione sull’energia. La fotosintesi si è confermata come argomento ostico: le sono state dedicate ben quattro domande. Ma il dato più interessante è rappresentato dal disorientamento manifestato frequentemente a fronte del fatto – apparentemente illogico – che le piante contemporaneamente assumono (fotosintesi) ed emettono (respirazione) l’anidride carbonica. Si tratta di un nodo concettuale problematico, prezioso ai fini di una proficua ricostruzione della presentazione dell’argomento.

La negoziazione e il *cooperative learning*

L’ultima delle strategie didattiche annunziate nel titolo è la negoziazione, ovvero il processo in cui due interlocutori assumono come obiettivo condiviso quello di raggiungere un accordo, “una sequenza di offerte che possono essere accettate o rifiutate” (Baker, 1994).

Bennet (1976) per primo ha espresso l’idea che l’apprendimento possa essere l’esito di una negoziazione in termini di *progressive approach* all’insegnamento, mentre per primo Bruner (1986) l’ha sostenuta esplicitamente.

A scuola gli interlocutori sono tipicamente l'insegnante e lo studente o gli studenti tra loro: confrontano conoscenze e significati, discutendoli, contrattandoli, ovvero trovando ed esprimendo argomenti per sostenerli. L'attività di negoziazione consente agli interlocutori di recuperare i saperi disponibili, giusti o sbagliati che siano e di acquisirne consapevolezza. La negoziazione favorisce la contestualizzazione delle conoscenze dal momento che - come è assai facile verificare - per convincere l'altro della fondatezza delle proprie ragioni innanzitutto gli si presenterà un esempio, l'occasione in cui "ho visto ..." o in cui "ho fatto ...". La negoziazione mette in moto i saperi, li emenda e li seleziona, auspicabilmente a favore delle concezioni corrette, quantomeno li attiva criticamente.

Le strategie didattiche che fanno ricorso alla negoziazione appartengono per lo più alla categoria del *cooperative learning* (Johnson et al., 1991; Sharan, 1994) sviluppato con riferimento a prospettive piagetiane e vygotskiane, come il PBL (West, 1992) e alcune sue derivazioni, quali il *concept-cartoon* ("vignetta-concetto", Keogh, Naylor, 1997). Per praticare quest'ultima strategia l'insegnante costruisce una vignetta nella quale un certo personaggio presenta un problema o descrive una situazione e un certo numero di altri personaggi propongono soluzioni o spiegazioni alternative. Per formulare le opinioni dei diversi personaggi l'insegnante ricorre al repertorio degli argomenti che - in base alla sua personale esperienza e ai dati della ricerca nel settore - potrebbero essere presi in considerazione, correttamente o scorrettamente, dagli studenti.

La presentazione della vignetta pone di fatto la necessità di scegliere tra opzioni alternative e di spiegare le ragioni della scelta. La caratteristica qualificante essenziale del *concept-cartoon* è l'opportunità di scelta: il campo di riflessione non è completamente aperto, la discussione è limitata agli aspetti che l'insegnante ritiene siano rilevanti. Questa caratteristica potrebbe essere considerata un limite, ma dal punto di vista dell'uso del tempo è certamente un notevole vantaggio, la garanzia che alcuni nodi cruciali saranno sciolti. Gli studenti sono chiamati ad attivare le proprie preconoscenze, ad ammettere di non sapere qualche cosa che potrebbe essere discriminante per la scelta (ed eventualmente a svolgere il medesimo tipo di attività di ricerca che è prevista nel PBL). In ogni caso sono chiamati ad argomentare, a usare i saperi che di norma si limitano a riferire.

Si può anche sfruttare il *concept-cartoon* semplicemente pre-definendo la situazione problematica e proponendo agli studenti di formulare le opzioni alternative da assegnare ai diversi personaggi. In questo caso la caratteristica fondamentale è rappresentata dalla prospettiva dell'insegnante di disporre di indicazioni circa tutto ciò che gli studenti pensano e che ritengono si possa pensare su un certo argomento.

Provate a prendere posizione sul contenuto dei singoli fumetti (Figura 4) e immaginate cinque o sei studenti seduti intorno a un tavolo, chiamati a fare la stessa cosa. Si devono convincere l'un l'altro della correttezza o della assurdità di una affermazione, dispongono di qualche argomento, ma hanno bisogno di aiuto; cercano informazioni e sostegno; dimostrano di avere un fine implicito - e non sempre se ne accorgono: arrivare a pensarla tutti nello stesso modo. Proprio quello che accade nella comunità scientifica, dove il singolo produce dati ed elabora argomenti perché tutti si convincano della validità della sua ipotesi. Così si costruisce la conoscenza disciplinare. Anche la conoscenza individuale si costruisce in una dimensione sociale, cioè confrontandosi e discutendo con gli altri.

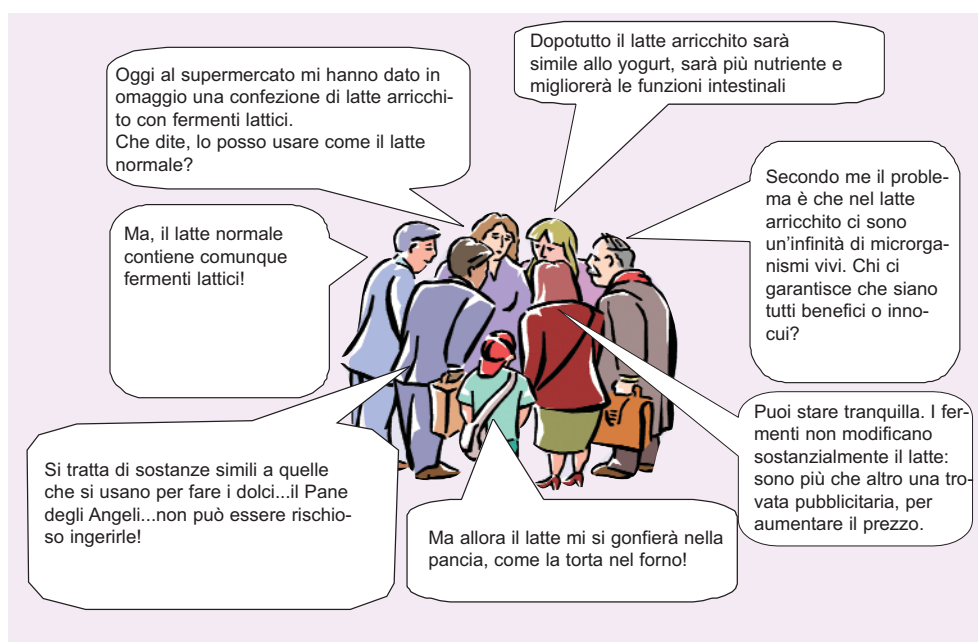


Figura 4 - Esempio di *concept-cartoon* che suggerisce informazioni e opinioni, giuste, sbagliate, pertinenti e non pertinenti, sui fermenti lattici

Un'altra strategia fondata sul *cooperative learning* è il *role playing* (Chesler, Fox, 1966), consigliabile per rivitalizzare una classe demotivata o stanca, assai utile per lo sviluppo di competenze di tipo sociale e comunicativo e perfino psicologico. Si tratta di concentrare l'attenzione su un caso che abbia implicazioni scientifiche e che sia possibilmente emerso nel corso di una discussione con o tra i ragazzi. Una notizia macinata dai mass media in modo tale che non sia possibile non parlarne. L'insegnante inquadrerà la questione, individuerà le figure professionali e sociali direttamente implicate, sceglierà un paio di articoli, scientifici e giornalistici, che possano innescare una ricerca più approfondita e organizzerà una situazione di simulazione – un *talk show* o l'udienza di una commissione parlamentare – in cui abbia senso analizzare a fondo e discutere il caso.

Per il buon funzionamento del *role playing* è importante la dimensione di verosimiglianza. L'impegno non deve essere percepito come la sperimentazione di un modo nuovo, alternativo, di fare lezione, piuttosto come un'occasione per capire quello che succede nella realtà quando un problema impone il confronto tra persone con culture, esperienze e interessi diversi, diversamente colpite da diversi aspetti del problema.

L'esperienza che propongo come esempio (Bandiera et al., 2003) risale all'anno scorso ed è dedicata a quello che è stato definito il "caso Priolo". La notizia, comparsa sui giornali a gennaio, riguarda un impianto ENICHEM, in Sicilia, presumibilmente responsabile delle concentrazioni di mercurio estremamente elevate rilevate nell'acqua del mare. A questa constatazione ha fatto seguito l'individuazione di una serie di problemi di ordine ambientale e sanitario che hanno spaventato la popolazione e che, per l'ennesima volta, sono stati ricondotti a irregolarità gestionali dell'ENICHEM (già implicata in vertenze per disastri in altre parti d'Italia).

In questa situazione sono state individuate come figure interessate al problema soggetti direttamente collegati all'ENICHEM (l'azionista, il direttore dell'impianto, il rappresentante dell'indotto), gli scienziati (il genetista, l'ecologo, il medico), la gente comune (il membro dell'associazione che difende i consumatori, l'ambientalista, la mamma) e i lavoratori (il sindacalista, l'operaio ENICHEM, il pescatore). Tutti gli studenti hanno ricevuto un articolo di settimanale e quattro articoli di quotidiani che trattavano l'argomento in termini molto generali. Dopo due settimane dedicate alla documentazione e allo studio del caso da parte dei gruppi di figure, con particolare riferimento al ruolo assegnato, è stata simulata l'audizione da parte della commissione ministeriale incaricata di prefigurare i provvedimenti da adottare.

E' facile immaginare che i diversi ruoli configurino diversi ordini di difficoltà: dall'approfondimento di implicazioni specificamente scientifiche, all'assunzione di atteggiamenti e responsabilità ripugnanti sul piano etico o politico. Lo studente che ha estratto il ruolo di direttore dell'impianto, visibilmente affranto, si riteneva incapace di sostenere le ragioni di una persona responsabile di danni tanto gravi all'ambiente e alle persone. Tuttavia, discutendo sono emerse anche le "ragioni" del direttore.

Questo è il segno del contributo di questo tipo di esercizio a una formazione sociale più generale. Gli studenti affrontano una situazione complessa dove l'aspetto scientifico ha certamente un peso notevole, ma investe solo un punto di vista utile per condurre l'analisi e, auspicabilmente, per proporre la soluzione del problema.

Nel caso particolare, laddove i rischi sanitari determinati dall'inquinamento avrebbero consentito di pretendere la immediata chiusura dell'impianto, ne è stata messa in evidenza l'importanza socio-economica che faceva riferimento anche alla garanzia di posti di lavoro per due interi paesi. All'ipotesi della chiusura è stata preferita quella della riconversione. L'accento è stato spostato sulla necessità di una normativa più puntuale e di controlli più serrati.

E' stato esplicitamente rilevato che gli scienziati non possono prendere posizioni come se tutti i problemi potessero essere ricondotti all'unica connotazione scientifica (e che se la scuola asseconda questa pratica, fa operazione assolutamente diseducativa).

Sembra quindi opportuno che vi sia nella scuola un momento, anche una sola volta in un'anno, in cui lo studente esercita la sua competenza scientifica ai fini della soluzione di un problema complesso, acquisendo la consapevolezza della importanza e al contempo della parzialità dell'ottica scientifica, sperimentando la legittimità dei punti di vista altrui, quelli non condivisi o, pregiudizialmente, rigettati.

L'esperienza è stata esaminata in una dimensione scolastica più tradizionale: è stato valutato il peso di due tipi di informazioni cruciali (quelle di carattere politico, sociale ed economico e quelle di carattere scientifico) in due "testi" significativi: la documentazione fornita agli studenti e la sbobinatura della registrazione effettuata nel corso della sessione. Le prime informazioni passano da 21 a 40, le seconde da 18 a 29. Quindi il lavoro ha consentito agli studenti di arricchire autonomamente il repertorio dei saperi che sono offerti di norma dal libro di testo, e in questo caso dagli articoli di giornale, realizzando un'esperienza che potranno riprodurre come cittadini, nella loro vita di ogni giorno, ogniqualvolta sentiranno l'esigenza di prendere posizione in piena e assoluta libertà.

L'analisi della discussione ha messo in luce un altro aspetto interessante relativo alle modalità di utilizzazione degli argomenti di ordine socio-economico-politico e di quelli scientifici.

Si può immaginare – con riferimento ai ruoli dell'esempio precedente – che il genetista

parli soltanto di argomenti di ordine scientifico e il sindacalista soltanto di argomenti di ordine socio-economico. Ebbene, le argomentazioni di tutti gli studenti, indipendentemente dal ruolo sostenuto, sono risultate nell'11% dei casi fortemente integrate, cioè gli studenti contemplanò nello stesso ambito razionale tutte le sfaccettature del problema, non si limitano a praticare le linee disciplinari a cui li abitua la scuola ("ora ci occupiamo di scienze", "la professoressa Rossi parlerà di letteratura" e "la quarta ora sarà dedicata alla matematica").

Alla fine di questo lavoro gli studenti (di Scienze della formazione primaria, destinati a divenire maestri) si sono espressi in merito alla possibilità di adottare il *role playing*, nella futura pratica professionale, e ne hanno indicato i "pro" ("occasioni di confronto dialettico tra posizioni diverse"; "eventualità dell'inversione del ruolo per accentuare l'aspetto di legittima diversità di posizioni contrapposte"; "capacità di assumere un punto di vista diverso"; "possibilità di affrontare la questione da molti punti di vista"; "ogni partecipante è indotto a mettersi in discussione, cioè la crisi che colpisce ogni persona che si deve mettere in discussione nel momento in cui vengono proposti argomenti che non sono suoi: il genetista si sarà preoccupato degli aspetti genetici ma troverà il sindacalista che gli dirà che ci sono 50 pescatori e 200 operai che non hanno più lavoro" ...) e i "contro" ("una inadeguata gestione dei rapporti interpersonali può indurre a imporre le proprie idee"; "si corre il rischio di non riuscire a formulare un'ipotesi di soluzione"; "è necessario sostenere le ragioni di figure oggettivamente non difendibili"; "gli interventi possono essere non pertinenti e non aderenti al ruolo" ...).

Per chiudere, un esempio di PBL³.

Prima di procedere, vorrei sottolineare la necessità che il problema tratti una questione che ha senso discutere. Questo problema (Figura 5) aveva senso.

Una prestazione professionale

Il sindaco di Cesenatico ti ha invitato a partecipare alla seduta del Consiglio comunale che si terrà domani. Ti chiede di formulare un'ipotesi per spiegare un fenomeno strano che interessa il mare antistante la costa: le acque si sono intorbidite, hanno assunto una colorazione giallo-rossastra ed emanano anche cattivi odori. Il Consiglio è particolarmente interessato ai rischi sanitari che questa situazione potrebbe determinare. Il Consiglio comunale ha già deliberato di affidarti un lavoro di ricerca sulle cause del fenomeno e di richiederti la formulazione di strategie di intervento potenzialmente efficaci. I risultati della ricerca e le proposte dovranno essere presentati entro il 22 maggio 2003.

Figura 5 - Esempio di problema

Si potevano trovare riferimenti sui giornali, ne parlavano i telegiornali. Il confronto

³ Per evitare che la parola "problema" intralci una corretta concettualizzazione conviene ricordare che la meglio nota e diffusa metodologia didattica denominata *Problem Solving*, pur avendo come obiettivo l'impostazione e la pratica della soluzione dei problemi contempla l'utilizzazione di saperi già acquisiti. La rappresentazione grafica è un circuito: una serie di passi logicamente interconnessi e che logicamente portano a prefigurare una soluzione. L'esito positivo conferma l'adeguatezza dei saperi messi in gioco e delle modalità d'uso. L'esito negativo impone di ripercorrere la sequenza a partire dal primo passo che ragionevolmente possa essere considerato inadeguato o scorretto. Il *Problem Solving* quindi può integrare un insegnamento di tipo tradizionale dove le informazioni sono selezionate e fornite dall'insegnante: il problema mette alla prova la comprensione e l'applicazione di quelle informazioni. Diversamente, il *PBL* è una metodologia didattica che sollecita l'autonoma acquisizione dei saperi necessari per la soluzione di un problema.

con i testi scientifici consentiva anche di valutare l'affidabilità, la completezza, la correttezza (scientifica) dell'informazione fornita dai mezzi di comunicazione di massa.

Sono stati costituiti otto gruppi di sei/nove studenti (non è bene far lavorare gruppi più numerosi, che rendono più difficile il compito del facilitatore, tendono a disaggregarsi e a "nascondere" i pigri e gli indolenti).

Come documentazione iniziale sono stati forniti un articolo tecnico sull'eutrofizzazione, un articolo scientifico e tre paragrafi estratti da libri di testo. Successivamente l'insegnante ha "facilitato" una discussione di due ore finalizzata alla elaborazione di ipotesi di soluzione, alla definizione degli obiettivi del lavoro e delle informazioni da acquisire in quanto necessarie per assumere una posizione. Poi per un mese gli studenti hanno lavorato da soli. Alla fine del mese i ragazzi hanno presentato una relazione, non essendo possibile – per motivi di spazio e di orario – organizzare il più canonico dibattito.

Per promuovere l'adozione del PBL ci si potrebbe limitare a riferire dell'entusiasmo degli studenti, dell'impegno profuso nella ricerca di documentazione, della padronanza acquisita nello specifico. Ma non sarebbe né onesto, né utile. In effetti, un solo gruppo ha acquisito documentazione tenendo d'occhio gli obiettivi. La "maledizione di Internet" ha colpito anche in questa occasione: gli studenti sono entrati in rete con parole chiave sensate, ma non hanno potuto evitare di scaricare e preservare "tutto". Ecco un ennesimo obiettivo formativo: occorre insegnare non solo a cercare informazioni, ma a selezionarle e a spenderle opportunamente, razionalmente⁴.

Un solo gruppo – di otto – è riuscito a integrare i dati in un discorso organico. Occorre insegnare le regole dell'argomentazione logica e pertinente. Quattro gruppi hanno lavorato in modo organico (non si sono limitati alla collazione delle informazioni reperite). Le fonti non sono mai state citate. Occorre acuire la sensibilità critica e l'esigenza di riscontri circa l'attendibilità di chi fornisce l'informazione. Indipendentemente dalla qualità del lavoro, gli studenti degli otto gruppi hanno valutato interessante e proficua l'attività svolta; hanno indicato come aspetti positivi la collaborazione e il confronto nel gruppo e tra i gruppi, l'alto livello di motivazione e la complessità del problema che – singolarmente – compare anche tra gli aspetti considerati negativi, insieme alla difficoltà di organizzarsi in gruppo.

Vale la pena di ribadire che un'attività impegnativa come il PBL o il *role playing* può essere svolta una volta in un anno scolastico, senza turbare gli equilibri e le cadenze della programmazione abituale. Rappresenterà una preziosa occasione per praticare strategie di lavoro collaborativo e per contestualizzare i saperi scolastici integrandoli tra loro e con saperi più ampiamente praticati nella vita di ogni giorno.

Due notazioni per concludere: la prima è relativa alla centralità dell'esigenza di dare un senso all'insegnamento scolastico che vada oltre la conoscenza disciplinare e il voto. La seconda riguarda le modalità di partecipazione degli studenti alla didattica, una partecipazione che non ne valorizzi solamente la presenza fisica: lo studente che si distrae e si annoia, non c'è, anche se siede al banco. L'insegnante può e deve stimolare la partecipazione dello studente dal momento che, come spero di avere dimostrato,

⁴ Il sito <[url.http://www.scholar.google.com](http://www.scholar.google.com)> recentemente attivato consente di accedere a informazioni selezionate: riviste qualificate, libri, documentazione di agenzie scientifiche e culturali. Non compare tutto quanto è collocato in rete da singoli utenti a fini di auto-promozione o di gestione interna.

è possibile mettere in gioco informazioni, competenze e curiosità che spesso gli studenti non sono in grado di esigere con richieste esplicite, ma che sono essenziali perché siano e si sentano protagonisti del processo formativo.

Riferimenti bibliografici

- Baker M. A model for negotiation in teaching-learning dialogues. *J. of Artificial Intelligence in Education* 1994; 5:199-254.
- Bandiera M. La Genetica. In: Grimellini Tomasini N, Segre G (ed.). *Conoscenze scientifiche: le rappresentazioni mentali degli student*. Firenze: La Nuova Italia; 1991. pp. 313-351.
- Bandiera M. Some constructivist tools for teachers' training. In: Psillos D (ed.). *European Research in Science education II*", Thessaloniki (Greece): Art of text S.A. 1995. pp.118-128.
- Bandiera M, di Manno V. "Through the windpipe and intestine down to the stomach ...": Attitude and competence of prospective primary school teachers. In: Garcia-Rodeja Gayoso I, Diaz de Bustamante J, Harms U, Jiménez Aleixandre MP (ed.) *Proceedings of the III Conference of European Researchers in Didactic of Biology*.Universidade de Santiago de Compostela 2001. pp.27-39.
- Bandiera M, Di Giamberardino M, Lorenzi C. Active/cooperative learning strategies in primary school teachers' initial training. In: *Research and the quality of science education*. Proceedings of the ESERA Conference 2003. Noordwijkerhout (The Netherlands) 2003. pp. 48-49.
- Bandiera M. Valutazione di padronanza in ambito bio-naturalistico: i test a scelta multipla. *UeS* 2005; X, 1/R: 42-52.
- Bennet N. *Stili di insegnamento e progresso scolastico*. Roma: Armando; 1976/81.
- Bruner JS. *La mente a più dimensioni*. Roma-Bari: Laterza; 1986/88.
- Chesler M, Fox R. *Role-playing methods in the classroom*. Chicago: Science Research Associates;1966.
- Keogh B, Naylor S. *Starting Points for Science*. Sandbach (Great Britain): Milligate House Publishers; 1997.
- Johnson D, Johnson R, Smith K. *Active Learning: Cooperaton in the College Classroom*. Edina (MI): Interaction Book Company;1991.
- Mayr E. *Storia del pensiero biologico*. Torino: Bollati Boringhieri; 1982/1990.
- Olsner G, Dreyfus A. The "ostension-teaching" approach as a means to develop junior-high students attitudes toward biotechnologies. *Journal of Biological Education* 1999;34:25-31.
- Piaget J. *L'epistemologia genetica*. Bari: Laterza;1955/1983.
- Sharan S. (ed.) *Handbook of Cooperative Learning Methods*. Westport (CT): Greenwood Press; 1994.
- Silberman M. *Active Learning*. Boston: Allyn and Bacon; 1996.
- Vicentini M. *Earth and gravity: comparison bertween adults' and children's knowledge*. Ludwigsburg: Pedagogische Hochschule 1982; p. 234-253.
- West S. Problem Based Learning. A viable addition for secondary school science. *School Science Review*, 1992;73:47-55.

INTRODUZIONE AL *PROBLEM-BASED LEARNING*

Giovanni De Virgilio

Ufficio Relazioni Esterne, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Il *Problem-Based Learning* (PBL) nasce in Canada, precisamente alla Facoltà di Medicina dell'Università di McMaster (Barrows H, Tamblyn, 1980). Il professore Howard Barrows, neurofisiologo, osservava come i propri studenti fossero bravissimi agli esami teorici, ma al momento in cui dovevano svolgere il tirocinio pratico non erano in grado di applicare quanto sembrava avessero meravigliosamente imparato.

Dopo essersi interrogato su quale fosse la causa di questa scarsa capacità di applicazione, giunse alla conclusione che, probabilmente, era dovuta al metodo di formazione. La formazione incentrata prevalentemente sull'utilizzo di lezioni disciplinari (anatomia, fisiologia, biochimica) era forse il motivo per cui, quando gli studenti si trovavano di fronte a un paziente, che rappresenta un problema integrato di varie discipline, essi non riuscivano ad applicare efficacemente le conoscenze apprese.

Decise allora di cominciare ad allenare gli studenti ad utilizzare, fin da subito, un problema ponendo dei casi clinici (problemi) alla base del processo di insegnamento. Da qui la definizione, data dallo stesso Barrows, di PBL o apprendimento basato su problemi. Il PBL è quell'apprendimento che viene generato dal processo di lavorare a comprendere o a risolvere un problema.

Il problema si presenta all'inizio del processo di apprendimento. Questa è proprio una delle caratteristiche che distingue il PBL dal metodo dello studio di caso (*case study*).

Se intendete proporre un modulo PBL, ad esempio riferito all'utilizzo di nuove droghe in discoteca, iniziate il percorso formativo dallo studio di un problema con i ragazzi suddivisi in piccoli gruppi (6-8 persone ciascuno) con un facilitatore. Se invece utilizzate il metodo del case study il percorso formativo comincia con una presentazione della teoria da parte del docente e poi si procede alla applicazione al caso sotto studio. Quindi il PBL propone un percorso inverso rispetto allo studio di caso. Caratteristica del PBL è, quindi, che il problema, il caso viene presentato all'inizio del corso, prima che siano stati forniti elementi teorici.

Per quanto concerne la terminologia, non si deve confondere la tecnica del *problem solving* con un metodo didattico quale è il PBL. La prima è una tecnica per affrontare in maniera strutturata dei problemi, il secondo è un metodo di studio.

Vi ricordo che il PBL è nato nella Università di Medicina di McMaster con l'obiettivo di formare professionisti efficaci e si è poi esteso a molte altre Facoltà in vari Paesi di tutto il mondo: Ingegneria, Giurisprudenza, Economia e Architettura per citarne alcune.

In sostanza, dovendo spiegare in due parole questo metodo, potremmo dire che è basato sul lavoro in piccoli gruppi che vede due momenti di riunione del gruppo di studenti: uno all'inizio ed uno alla fine del ciclo PBL.

Nella prima riunione viene presentato il problema da studiare, ogni componente del

gruppo mette in campo quello che già sa su quel problema e poi propone cosa intende approfondire per spiegare questo problema. In sostanza si fa la "tara" tra quello che già sappiamo e quello che abbiamo bisogno di sapere. Il discente è protagonista nel disegnare il proprio fabbisogno di apprendimento.

Concordati ed esplicitati gli obiettivi di apprendimento del gruppo utili a risolvere quel problema, si ricercano le risorse di apprendimento che soddisferanno detti obiettivi. Tali risorse possono comprendere lezioni, esercitazioni, simulazioni, *role-play*, consultazione di testi in biblioteca e sulla rete. Conclusa questa fase di "studio individuale", gli studenti si ritrovano in gruppo, ognuno presenta la propria soluzione, e si arriva eventualmente ad una soluzione condivisa. In questa fase non ci si limita a ripetere nozioni e teorie già apprese nello studio, ma si applica quanto appreso in maniera finalizzata alla soluzione di un problema. Gli studenti che stanno frequentando la formazione di base praticano in via simulata quanto la loro futura professione richiederà: affrontare problemi sempre nuovi e diversi che richiederanno di acquisire nuove conoscenze, consultare documenti, colleghi e, finalmente, applicare quanto appreso al caso specifico.

Che cosa è in pratica un problema PBL? E' una descrizione più o meno neutrale di fenomeni o eventi interrelati che necessitano di una spiegazione o di una soluzione.

Vediamo l'esempio riportato nella Figura 1: il problema "Il tuono".

Il tuono

E' una giornata calda e umida. Nel tardo pomeriggio nuvole nere si addensano all'orizzonte e l'umidità aumenta ulteriormente. Poi, improvvisamente, un lampo attraversa il cielo ed è seguito, dopo pochi secondi, da un tuono. La pioggia comincia a cadere, fitta. Un vero e proprio temporale!

Spiega questi fenomeni

Figura 1 - Esempio di problema tradotto dal materiale didattico dell'Università di Maastricht, Paesi Bassi

Questo materiale didattico è costituito da tre componenti: il titolo, un testo ed un compito da svolgere.

Il problema "Il tuono" viene utilizzato all'inizio del Corso di Medicina all'Università di Maastricht in Olanda per mostrare agli studenti come lavoreranno con il PBL.

Questo problema è un utile esempio per dimostrare un'altra caratteristica importante del PBL: l'integrazione delle discipline. Chiediamoci, quindi, da quali discipline andranno a trarre materiali di studio per spiegare i fenomeni descritti nel problema del tuono?

Si dovranno, per esempio, acquisire nozioni di Fisica, per spiegare come si trasmettono il suono e la luce, il ciclo di formazione dell'acqua, la relazione tra umidità e temperatura e quant'altro utile a spiegare il fenomeno descritto nel problema. A differenza della didattica tradizionale, divisa per discipline separate, il problema costringe a ricercare risposte da diversi settori di conoscenza e, non solo a memorizzarle e ripeterle, bensì ad applicarle al mondo in cui viviamo.

Esaminiamo ora un altro problema utilizzato durante il percorso formativo specifico dello studente di medicina anche questo tratto dai materiali dell'Università di Maastricht. Il titolo è "Giocando a tennis" ed è presentato in Figura 2.

Giocando a tennis

Hai appena giocato una partita di tennis con dei tuoi amici. E' una giornata calda e soleggiata. Purtroppo hai perso! Tornandotene a casa ti rendi conto di quanto tu sia sudato, con il viso caldo e arrossato e i muscoli delle gambe cominciano a farti male.

Spiega questi fenomeni

Figura 2 - Esempio di problema tradotto dal materiale didattico dell'Università di Maastricht, Paesi Bassi

Dalla lettura di questo problema si evince che gli studenti andranno a ricercare elementi di conoscenza relativi, per esempio, al metabolismo dell'acido lattico, alla fisiologia dell'apparato cardio-circolatorio sotto sforzo, al meccanismo della sudorazione, all'influenza dello stato emotivo (il giocatore ha perso la partita!) sui vari apparati.

Esaminiamo ora il problema dal titolo "Una donna di 55 anni" riportato in Figura 3.

Una donna di 55 anni

Una donna di 55 anni giace per terra lamentandosi penosamente. Il dolore si presenta a ondate successive e si diffonde dalla regione lombare destra fino alla regione inguinale della stessa parte con interessamento anche dell'adiacente parte anteriore della gamba.

***Come puoi spiegare questi fenomeni?
Se tu fossi il medico curante di questa donna, che cosa faresti?***

Figura 3 - Esempio di problema PBL per la formazione del medico, Università di Maastricht, Paesi Bassi

La differenza sostanziale con i problemi precedenti è che qui, oltre a spiegare che cosa sta succedendo (probabili cause del fenomeno osservato) viene anche richiesto allo studente di proporre azioni risolutive: dagli esami diagnostici di approfondimento a proposte terapeutiche.

Abbiamo detto che studiare con un problema genera apprendimento nel tentativo di spiegarne le cause o di proporre una soluzione.

I primi due problemi presentati in Figura 1 e 2 presupponevano un apprendimento di tipo cognitivo: spiega, impara a riconoscere che cosa succede e le cause che generano il fenomeno. Nel problema "Una donna di 55 anni", come medico devi sapere sia che cosa succede, sia che azioni devi intraprendere per risolvere il problema. Questo tipo di problema è di tipologia "procedurale" ed è il tipo di materiale didattico utilizzato più di frequente nella formazione dei professionisti. Apprendere per agire.

Descriviamo ora le 7 fasi classiche del PBL. Usiamo il termine "classico" per sottolineare l'aderenza al modello originale generato alla Università McMaster e al quale que-

sto Istituto aderisce. Altri enti di formazione hanno, talvolta, apportato delle modifiche al metodo pur mantenendone la denominazione. Questo esercizio di creatività crea non poca confusione quando si intende valutare gli effetti del PBL in più scuole, perché si corre il rischio di valutare metodi differenti.

Come anticipato, sono previste due riunioni di gruppo sempre in presenza di un facilitatore. La prima copre le seguenti cinque fasi (in parentesi le attività previste dalla fase):

1. Chiarire i termini/parole/concetti riportati nel problema
2. Definire il problema. (Identificare i punti nodali del problema.)
3. Analizzare il problema. (Produrre le conoscenze ed esperienze già presenti nel gruppo sui punti nodali del problema)
4. Sistematizzare le ipotesi formulate dal gruppo. (Ricondurre le conoscenze esistenti a categorie omogenee.)
5. Formulare obiettivi di apprendimento. (Decidere che cosa studiare.)

La prima riunione si chiude, dopo aver letto il problema, stabilendo gli obiettivi di apprendimento: cosa dobbiamo studiare per spiegare o risolvere il problema.

Segue lo studio individuale (Fase 6) che può, a seconda del tipo di problema, prevedere ricerca e studio di documenti, lezioni, esercitazioni e ogni risorsa di apprendimento ritenuta utile a contribuire alla soluzione del problema.

La seconda riunione di gruppo rappresenta la Fase 7 ossia: la soluzione o spiegazione del problema.

Attraverso il percorso in sette fasi del PBL si ritiene che venga generato un apprendimento efficace e duraturo. Si dice che uno apprende in maniera efficace quando, nel tempo, rimane registrato più a lungo ciò che ha imparato e quanto più velocemente, al momento del bisogno, riesce a "ripescarlo" dalla propria memoria.

L'affermazione che il PBL generi apprendimento efficace è suffragata, secondo Schmidt (1989) dal fatto che il metodo attiva nel proprio percorso tre presupposti dell'apprendimento efficace validati dalla ricerca scientifica. Per altri ricercatori (Albanese, 2000), il PBL mette in campo molti altri requisiti e caratteristiche della didattica moderna per l'adulto: ricordiamo, per esempio, l'apprendimento collaborativo. Abbiamo fornito un'analisi di questo aspetto in un articolo recente pubblicato su una rivista italiana di formazione (De Virgilio, 2004).

Secondo Schmidt, i presupposti sono: la riattivazione di conoscenze pregresse, la specificità di registrazione e l'elaborazione delle nuove conoscenze. Questo succede quando, durante il percorso di formazione, invitiamo i nostri studenti ad attivare le conoscenze pregresse e chiediamo loro cosa sanno su un determinato problema (Fase 3). Le nozioni che il discente già possiede sono richiamate alla memoria, sono ripescati gli schemi concettuali già presenti nell'individuo sugli argomenti principali del problema sotto studio. Questo meccanismo di ripescaggio consentirà di aggiornare e ampliare più efficientemente le nostre conoscenze.

La specificità di registrazione è la contestualizzazione dell'apprendimento. Se studio per diventare medico e mi trovo a studiare su un libro di anatomia, di fisiologia o di patologia clinica il mio momento di studio ha una scarsa correlazione con il momento professionale che è invece rappresentato dall'aver davanti a me una persona con problematiche complesse attinenti a più discipline contemporaneamente. Quanto più il momento di studio riproduce e simula il momento professionale, tanto più efficace sarà l'apprendimento. Se studio su un problema che descrive, seppur in simulazione un

paziente, tanto meglio apprenderò le conoscenze utili per l'utilizzo professionale.

L'elaborazione delle conoscenze vuol dire che l'apprendimento avviene quando si dà la possibilità al discente di fare un riassunto di quello che ha studiato, di applicarlo ad un problema, di fare proprie quindi le nuove conoscenze che ha acquisito. Nella formazione professionale spesso viene richiesto solo di - con quello che gli inglesi definiscono con un termine terribile - "rigurgitare". Ciò significa che quando ho letto le dispense del professore e le ho riferite tali e quali ho imparato. In questo modo non avviene nessuna elaborazione o tentativo di spiegazione da punti diversi di applicazione di quanto appreso.

Tutte le volte che nel percorso formativo del PBL gli studenti spiegano la propria soluzione agli altri, la difendono, ne fanno un riassunto nel lavoro di gruppo, rielaborano le nuove conoscenze che hanno acquisito; quindi praticano questa attività di elaborazione molto importante per un apprendimento efficace.

Passiamo ad alcune differenze con la didattica tradizionale (Tabella 1).

Tabella 1 - Alcune differenze tra didattica tradizionale e PBL

Didattica tradizionale	PBL
- a discipline separate	- integrazione discipline
- centrata sull'insegnante	- centrato sul discente
- nozionistica	- esperienziale
- individuo	- gruppo
- curriculum rigido	- curriculum flessibile
- apprendere come fine	- applicare come fine

La didattica tradizionale è tendenzialmente passiva: io, docente, vi dico quali argomenti studiare, in quanto tempo, da quali libri da me indicati.

Nel PBL il discente ha, dunque, una maggiore responsabilità nel processo formativo: è un apprendimento maggiormente centrato sul discente e in minore misura sul docente. Il docente proporrà la propria visione della materia e il discente lo consulterà in maniera finalizzata a soddisfare i propri obiettivi, a loro volta, finalizzati a risolvere un problema. Con riferimento alla formazione dei nostri futuri professionisti, questo scambio docente-discente allena alla consultazione dell'esperto/consulente. Ci si abitua al fatto che si è responsabili di quello che si fa, che gli esperti che ci circondano possono avere opinioni differenti e contrastanti. Era rassicurante vivere nel mito che il docente ci portasse una verità assoluta pronta per l'applicazione! Ritengo che, nel mondo complesso in cui viviamo, per la crescita dei cittadini/professionisti di domani, sia pratica assai utile sviluppare, già dalle scuole superiori, capacità critiche su informazioni e opinioni contrastanti che provengono dal mondo professionale o informale.

Richiamiamo altre differenze nella Tabella 1. In tutte le professioni formare dei professionisti in grado di lavorare in gruppo, piuttosto che come individui, costituisce una ricchezza. Sia che si tratti della progettazione di un'automobile di successo che della gestione dei servizi sanitari; avere dei piccoli geni che non sono in grado di lavorare con altri non è un obiettivo utile alla società nella maggior parte delle attività socio-economiche.

Uno dei vantaggi dei metodi didattici che utilizzano il lavoro in piccoli gruppi – e il

PBL è uno di questi – è proprio formare persone che sono abituate a studiare/lavorare in gruppo.

L'Istituto Superiore di Sanità utilizza il PBL dal 1988 su stimolo e indicazione dell'Organizzazione Mondiale della Sanità con l'obiettivo di rinnovare e rendere più efficaci i percorsi formativi nella sanità. Non solo il PBL veniva indicato come metodo efficace per apprendere, ma soprattutto, come metodo che genera persone in grado di gestire la propria formazione continua in un mondo di conoscenze in continuo e rapidissimo cambiamento.

Altri vantaggi del metodo che possiamo evidenziare:

- sviluppa la capacità analitica. Abbiamo un problema: quali sono le cause? Quali ipotesi possiamo formulare?
- educa ad identificare il proprio fabbisogno di apprendimento. Ho un problema, vediamo cosa mi manca di sapere o saper fare per risolverlo;
- educa alla ricerca e alla selezione di informazioni: saper ricercare in Internet, in biblioteca e saper efficacemente consultare una persona esperta. La parola "selezione" è importantissima. Per certi argomenti possiamo scaricare quantità considerevoli di informazioni da Internet e reperire molti documenti, articoli in biblioteca. Si deve, quindi, imparare a selezionare l'informazione. I percorsi formativi che, come il PBL, attuano questi passaggi sono utilissimi per formare dei professionisti in grado di acquisire tali capacità;
- spinge all'integrazione delle discipline;
- enfatizza il fine ultimo dell'apprendimento: apprendere per spiegare il mondo in cui viviamo, per agire, per decidere.

Passiamo ora in rassegna agli aspetti pratici da considerare quando si intenda sperimentare l'utilizzo del PBL:

- è assolutamente consigliabile confrontarsi con qualcuno che già adotta il metodo per chiarirsi alcuni aspetti organizzativi e applicativi;
- per utilizzare il PBL è necessario avere delle risorse umane formate specificatamente a produrre i materiali didattici (problemi), disegnare il percorso di studio, facilitare i gruppi;
- sono necessarie strutture fisiche adatte a poter lavorare senza essere disturbati in piccoli gruppi.

La ricerca e consultazione di risorse di apprendimento può comprendere un facile accesso ad Internet, a una biblioteca, a un laboratorio per le esercitazioni pratiche.

Il PBL non è un percorso fatto solo di problemi da leggere, discutere e risolvere. Tutte le tecniche didattiche da utilizzare vanno ogni volta studiate in base agli obiettivi che i ragazzi si sono dati. Questo è un messaggio molto importante per tutti i docenti che temono di non utilizzare proprie capacità ben consolidate con tecniche da lungo esercitate quali la lezione o l'esercitazione pratica. Sono tecniche e risorse di apprendimento assolutamente utili e preziose anche nel ciclo PBL. Per diretta esperienza i docenti coinvolti in corsi PBL si sentono, in generale, molto soddisfatti: quando vengono consultati dai discenti, infatti, questi fanno delle domande molto mirate, finalizzate alla soluzione di un problema, hanno già letto alcuni documenti e circostanziano adeguatamente i propri quesiti.

Il docente esperto deve collaborare alla stesura dei materiali didattici (i problemi) che siano verosimili, stimolanti. La resistenza da parte dei docenti che non vogliono cambiare metodo didattico è stata ed è un grosso ostacolo per tutte le organizzazioni che

decidono di percorrere nuove strade. Per questo il coinvolgimento dei docenti nelle fasi di progettazione degli eventi formativi è essenziale per condividere il metodo e ritrovare in esso un ruolo ben noto e soddisfacente.

Ricordo anche che il formatore rimane responsabile di buona parte del processo formativo in quanto decide quali problemi costituiranno il percorso didattico, ma, rispetto al metodo tradizionale, lascia maggiore responsabilità ai discenti per affrontare e studiare i problemi proposti. Nel PBL il formatore e il discente hanno, quindi, responsabilità ben definite.

L'ISS ha maturato diverse esperienze applicative del PBL in campo sanitario.

Per quanto concerne il settore delle scuole secondarie, l'esperienza generata da progetti in convenzione con il MIUR è descritta nelle dispense precedentemente pubblicate "Le nuove droghe: spunti per un'azione didattica" e "Le biotecnologie in medicina: spunti per un'azione didattica"¹.

La nostra missione, come Istituto - che come sapete si occupa di sperimentazione, controllo, ricerca e formazione - è di proporre in Italia l'utilizzo del PBL come metodo da affiancare ad altre strategie didattiche con l'intenzione di arricchire il bagaglio di competenze dei formatori. La diffusione del metodo consente di raccogliere da più centri dati e informazioni utili a valutarne l'efficacia e l'appropriatezza in contesti diversi seppure sempre in relazione al campo di azione di questo Istituto: la promozione e tutela della salute di tutti i cittadini.

Riferimenti bibliografici

Albanese M. Problem-based learning: why curricula are likely to show little effect on knowledge and clinical skills. *Medical Education* 2000;34:729-738.

Barrows HS, Tamblyn RM. *Problem-based Learning: an approach to medical education*. New York: Sprienger Publishing Company;1980.

De Virgilio G. Problem Based Learning: un nuovo metodo per la formazione dell'adulto in Sanità. *FOR* 2004;61:19-23.

Schmidt HG. The rationale behind problem-based learning, in Schmidt HG, Lipkin M.Jr, de Vries MW, Greep JM (ed). *New directions for medical education. Problem-based learning and community-oriented medical education*. New York: Springer-Verlag;1989.

¹ in formato on line all'indirizzo <<http://www.iss.it/ures/docu/index.php?lang=1&tipo=7&anno=2005>>

RISORSE IN RETE PER LA DIDATTICA DELLE SCIENZE

Maurella Della Seta

*Servizio Informatico, Documentazione, Biblioteca ed Attività Editoriali,
Istituto Superiore di Sanità, Roma*

Introduzione

La ricerca dell'informazione scientifica in Internet non sempre riesce a produrre risultati soddisfacenti, paradossalmente proprio a causa dell'enorme quantità di materiale disponibile in rete. I motori di ricerca, infatti, per quanto strumenti potenti, effettuano una ricerca indiscriminata attraverso l'uso di una terminologia non controllata, e sono pertanto carenti, a volte, per quanto concerne la precisione.

Alcuni paesi, come gli Stati Uniti e la Francia, hanno realizzato dei portali ufficiali di risorse Internet scientifiche accuratamente selezionate in base alla loro qualità, mentre l'Italia è ancora carente da questo punto di vista. Il portale americano *Science.gov*, ad esempio, <<http://science.gov>>, classifica le risorse Internet di fonte pubblica per materia (Agricoltura, Astronomia, Scienze applicate, Matematica e Fisica, Biologia, ecc.). Attraverso questo portale si possono reperire siti web, banche dati e pubblicazioni varie, anche a testo completo. Per ogni risorsa è presente una breve descrizione del contenuto. Il portale *Science.gouv*, <<http://www.science.gouv.fr>>, è l'equivalente francese di questa iniziativa: raccoglie vari tipi di risorse elettroniche, tra cui animazioni multimediali e video scientifici, indirizzati sia all'utente comune sia al ricercatore.

In mancanza di strumenti analoghi nella realtà italiana, si esamineranno in questo intervento alcune realizzazioni diffuse in rete che possono essere di supporto per la didattica delle scienze.

La qualità dei siti web: criteri europei ed internazionali

L'effettiva qualità delle informazioni scientifiche disponibili in Internet è stata spesso messa in discussione, soprattutto in considerazione del fatto che chiunque può pubblicare in rete quello che desidera, in assenza di qualsiasi meccanismo di controllo o di revisione. La commissione delle Comunità Europee ha pubblicato nel 2002 sulla rivista elettronica *Journal of Medical Internet Research*¹, un insieme di criteri di qualità per i siti Internet relativi al campo della salute, per assistere i cittadini nella selezione di risorse web attendibili. I principali criteri selezionati sono rappresentati:

- dalla trasparenza relativa al responsabile del sito (persona od organizzazione);
- dalla presenza di riferimenti espliciti alle fonti di tutta l'informazione fornita nel sito;
- dalla tutela della privacy degli utenti che accedono al sito e dei dati personali da essi inviati;

¹ eEurope 2002: Quality Criteria for Health related Websites. J Med Internet Res 2002;4(3):e15
<URL: <http://www.jmir.org/2002/3/e15>

- dall'aggiornamento regolare del sito;
- dall'accessibilità al sito, che deve essere assicurata e garantita anche ai disabili.

Anche altre organizzazioni hanno sviluppato criteri simili e realizzato, di conseguenza, portali per l'accesso a risorse di qualità. Se ne segnalano alcuni tra i più affidabili e completi:

Hon foundation (Health on the net foundation)

<<http://www.hon.ch/HONcode/Italian>>

Organizzazione internazionale svizzera, non a fini di lucro, creata nel 1995. Attribuisce un codice di accreditamento (*Hon Code*) ai siti che rispondono a determinati standard di qualità. Le regole standardizzate per la creazione di un sito medico, sono state tradotte in diciassette lingue, tra cui l'italiano. Agli otto principi base considerati da Hon aderiscono circa 3.000 siti medici. Nello stesso tempo Hon è anche un portale <<http://www.hon.ch/HONselect/>>, che dà accesso a risorse mediche selezionate, indicizzate con terminologia medica standardizzata (*Medical subject headings*).

Netscoring

<www.chu-rouen.fr/netscoring>

Servizio sviluppato dal *Centre hospitalier universitaire de Rouen*: seleziona una cinquantina di criteri atti a valutare la qualità dell'informazione sanitaria in rete. I criteri stabiliti da *Netscoring* sono utilizzati dal sito *Cismef* <<http://www.cismef.org/>> catalogo delle risorse mediche in lingua francese.

Biome

<www.biome.ac.uk>

Catalogo di risorse Internet qualitativamente valide in vari settori della scienza, come medicina, infermieristica, medicina veterinaria, biologia, scienze naturali, agraria. Sono incluse nella selezione, effettuata da specialisti inglesi, anche risorse italiane. Tutte le risorse sono ricercabili anche tramite la terminologia MeSH (*Medical subject headings*).

Medlineplus

<<http://medlineplus.gov>>

Portale realizzato dalla *National Library of Medicine* di Bethesda, Usa, in inglese e spagnolo. Consente l'accesso a risorse selezionate nel campo della biomedicina; la presentazione delle informazioni è particolarmente orientata verso un linguaggio comprensibile per il paziente e l'utente non specializzato nella materia. Per i criteri adottati nella selezione delle risorse si veda in particolare la sezione *Medlineplus selection guidelines*.

<www.nlm.nih.gov/medlineplus/criteria.html>

Principali motori di ricerca e *directory* elettroniche

I motori di ricerca sono programmi presenti in Internet che catalogano automaticamente le pagine Web e forniscono agli utenti uno strumento di ricerca dei siti attraverso l'uso di parole chiave.

La ricerca avviene fornendo al programma una o più parole chiave, combinate tra loro attraverso gli operatori logici AND, OR e NOT. La ricerca avviene di solito, se non specificato diversamente, con l'operatore AND, quindi di norma più parole si inseriscono più si limita il numero di riferimenti reperiti.

Il risultato è costituito da un elenco di indirizzi Internet (URL)² accompagnato da una breve descrizione delle pagine corrispondenti.

Ormai tutti i motori dispongono di modalità di ricerca avanzata che guidano all'utilizzazione degli operatori logici per combinare tra loro i concetti; consentono di cercare parole adiacenti (in genere utilizzando le virgolette " "); di escludere siti che contengano particolari parole chiave, nonché di effettuare la ricerca di documenti o pagine web all'interno di un determinato sito a cui ci si è collegati. Nella tabella 1 sono riportati alcuni dei più noti motori di ricerca, con relativo indirizzo web.

Tabella 1 - Principali motori di ricerca e relativo indirizzo web

Altavista	http://it.altavista.com	Yahoo!	http://it.yahoo.com
Hotbot	http://www.hotbot.com	Arianna	http://arianna.libero.it
Google	http://www.google.it	Virgilio	http://www.virgilio.it
METAMOTORI (consentono la ricerca su più motori)			
Meta Crawler	http://www.metacrawler.com	Kartoo	http://www.kartoo.com
Motori di Ricerca	http://www.motoridiricerca.it		

Prendiamo adesso in considerazione le caratteristiche di *Google* e di *Yahoo!*, due dei motori di ricerca più consultati. Per quanto riguarda *Google* i punti di forza che ne hanno decretato il successo sono costituiti dai seguenti fattori:

- la selezione dei risultati di ricerca avviene valutando l'importanza di ogni pagina web con metodi matematici (*Page Rank*). *Google* controlla non solo il contenuto della pagina web, ma verifica anche i collegamenti verso la pagina: in base alla quantità ed al tipo di collegamento, la pagina riceve una valutazione più o meno alta.
- La velocità di esecuzione.
- La grandezza dell'archivio che ha oltre un miliardo di pagine censite.

Le funzioni di ricerca avanzate di *Google* consentono inoltre di:

- limitare la ricerca alle pagine contenute in un sito Web specifico;
- escludere dalla ricerca alcune pagine di un sito Web specifico;
- ricercare solo le pagine disponibili nella lingua selezionata;
- trovare tutte le pagine collegate ad un sito Web specifico;
- trovare tutte le pagine correlate ad un sito Web specifico.

Attraverso *Google* è quindi possibile la ricerca dell'informazione all'interno di grandi siti formati da migliaia di pagine web. *Google* è in grado di ricercare anche file in formato PDF (*Adobe Portable Document Format*), formato particolarmente utile per ritrovare documenti a testo completo. Inoltre, attraverso la funzione Domini, *Google* ricerca le pagine contenute all'interno di un dato sito e attraverso la funzione Collegamenti ricerca pagine che contengano collegamenti ad una data pagina, funzione utile per vedere quali siti hanno "citato" un determinato sito. Consente la ricerca di immagini (oltre 900 milioni di immagini sul Web, che possono però essere protette da copyright e quindi non utilizzabili liberamente).

² URL, acronimo di Uniform Resource Locator, è l'indirizzo unico che identifica univocamente una risorsa presente in Internet

Yahoo!, nato dall'iniziativa di due studenti dell'università di Stanford, è noto per essere stato il primo motore di ricerca ad indicizzare manualmente i siti. I siti sono ordinati per argomento all'interno delle directory e la ricerca può avvenire con modalità semplice o avanzata. La directory per argomento di *Yahoo!* è particolarmente curata e può essere un utile punto di partenza per effettuare una ricerca iniziando la navigazione da una categoria (Tabella 2).

Tabella 2 - Directory di Yahoo! per la voce "Scienza e Tecnologia", http://it.dir.yahoo.com/scienza_e_tecnologia/

Categorie	
Acustica (13)	l'esperto risponde (2)
agricoltura (87)	matematica (83)
ambiente e natura@	medicina@
animali e insetti@	meteorologia@
antropologia e archeologia@	misure e unità (21)
astronomia (276)	musei e mostre (19)
attualità e media (27)	organizzazioni (26)
aviazione e aeronautica (31)	paleontologia@
bibliografie (2)	periodici (3)
biblioteche (3)	personaggi (4)
biologia (824)	politiche per la scienza e la tecnologia (4)
chat e forum (8)	premi (1)
chimica (27)	psicologia@
ecologia (31)	ricerca (11)
editori@	scienza amatoriale (3)
elenchi (8)	scienza cognitiva (6)
energia (49)	scienza dell'informazione (62)
eventi (6)	scienza e fede@
fisica (72)	scienze alternative
geografia (288)	scienze della terra (175)
geologia e geofisica@	scienze della vita (3)
idrologia@	spazio (3)

- Vediamo adesso quali sono i limiti della ricerca in Internet effettuata tramite motori:
- la ricerca si effettua su documenti presenti sul web o in quella sezione del web che il motore può controllare. I motori ricercano periodicamente nel web e aggiornano i propri indici, predisponendo una fotografia della realtà documentaria in un dato momento, realtà che è in continua evoluzione.
 - I motori di ricerca non valutano la qualità e attendibilità delle informazioni.
 - La graduatoria (*ranking*) delle pagine si basa su algoritmi non sempre affidabili.

- L'utente è costretto a visualizzare un'offerta di migliaia di pagine, senza certezza di non aver perso dei risultati³

Tipologia della documentazione scientifica. Movimento *Open Access*

La classificazione tradizionale della tipologia dei documenti li suddivide in documenti primari (informazioni di carattere originale, elaborati direttamente dagli autori), secondari (bibliografie, banche dati, cataloghi) e terziari (repertori, rassegne ecc.). I documenti primari possono ricadere nelle seguenti categorie: monografie e contributi a monografie, pubblicazioni in serie e periodici, rapporti tecnici e di ricerca, comunicazioni a convegni, progetti di ricerca, brevetti. La distribuzione di questi documenti può avvenire su supporto cartaceo o in formato elettronico; a pagamento, tramite i normali canali dell'editoria commerciale, o gratuitamente. La diffusione di Internet, soprattutto negli ultimi dieci anni, ha fatto sì che molti documenti a testo completo siano oggi disponibili in rete, con varie modalità d'accesso.

Negli ultimi anni un movimento di opinione definito *open access* (accesso libero) promuove la libera diffusione dei risultati della ricerca scientifica in rete. Le prime esperienze di questo tipo sono state sviluppate nel settore della fisica, attraverso gli archivi di *preprint*, (articoli diffusi in rete prima della loro pubblicazione), di cui il più noto è *ArXiv*, realizzato da Paul Ginsparg presso il Los Alamos National Laboratory, ora ospitato sul server della Cornell University <<http://arxiv.org>>. La replica italiana del sito di ArXiv <<http://it.arxiv.org>> è ospitata presso la SISSA (Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati) di Trieste.

La *Sparc* <<http://www.arl.org/sparc>> (*Scholarly publishing academic research coalition*), è un'alleanza tra società scientifiche, università e biblioteche di ricerca, sviluppata dall'Association of research libraries nel 1998, allo scopo di promuovere nuove forme di editoria scientifica, in grado di competere con gli editori commerciali. La *Sparc Europe* <<http://www.sparceurope.org>>, istituita nel 2002, nasce dall'iniziativa di biblioteche di ricerca europee. Vi partecipa, in qualità di membro italiano, il Caspur <<http://www.caspur.it>>, Consorzio interuniversitario per le applicazioni di supercalcolo per università e ricerca.

La *Budapest open access initiative* (BOAI) <<http://www.soros.org/openaccess>> nasce da un convegno tenuto a Budapest nel dicembre 2001 allo scopo di accelerare lo sforzo internazionale di mettere a disposizione liberamente in rete gli articoli scientifici. BOAI si muove su due direttrici: incoraggiare l'auto-archiviazione su server locali di versioni elettroniche dei propri articoli da parte degli autori, e la creazione di nuove riviste ad accesso libero.

Open archives initiative (Oai) <<http://www.openarchives.org>> incoraggia lo sviluppo e la promozione di standard che rendano possibile l'interoperabilità e l'efficiente diffusione del contenuto dei vari archivi ad accesso libero disponibili sui server di pubblicazioni elettroniche.

HighWire Press <<http://highwire.stanford.edu>> nasce nel 1995 su iniziativa delle biblioteche dell'università di Stanford, per contrastare la crescita dei prezzi degli abbonamenti delle riviste scientifiche; consente attualmente l'accesso gratuito ad oltre novecentomila articoli a testo completo, tratti da oltre ottocento periodici.

³ Si veda a questo proposito Cavalieri P, Venturini F. Documenti e dati pubblici sul web. Bologna: Il Mulino;2004, pp 78-80

PubMed central <<http://www.pubmedcentral.gov>> è un archivio digitale di pubblicazioni scientifiche a testo completo, sviluppato dalla National Library of Medicine statunitense. Contiene attualmente articoli tratti da circa centottanta riviste, tutti controllati da comitati di revisione: l'accesso gratuito per alcune riviste avviene dopo alcuni mesi dalla pubblicazione dell'articolo nella versione a stampa. Tutti gli articoli presenti in *PubMed central* sono direttamente collegati alla base di dati *PubMed*.

BioMed Central, <<http://www.biomedcentral.com>>, rappresenta una forma di editoria scientifica alternativa, che propone il modello "author pays". Infatti l'accesso agli articoli dei periodici è gratuito per il lettore, ma non per l'autore o per l'istituzione di appartenenza, che paga un prezzo predeterminato per ogni articolo pubblicato o una quota unica per tutti i suoi ricercatori. *BioMed Central* pubblica oltre centotrenta riviste in tutti i settori della medicina e della biologia.

Tra i repertori di periodici a testo completo disponibili gratuitamente in rete ricordiamo: *DOAJ Directory of open access journals*, <<http://www.doaj.org>>, repertorio continuamente aggiornato prodotto dall'Università di Lund in Svezia. *DOAJ* elenca circa milleseicento riviste selezionate tutti i settori della scienza, con accesso gratuito al testo completo.

Più specifico per l'ambito medico è il repertorio *Free medical journals*, <<http://www.freemedicaljournals.com>>, comprendente circa millequattrocento riviste mediche gratuite, ricercabili per specializzazione e per lingua di pubblicazione. Su questo sito è riportato anche l'*impact factor* - indice di impatto del periodico - di alcune riviste ad accesso libero.

L'Istituto Superiore di Sanità ha realizzato e diffuso in rete uno strumento per la ricerca dei periodici, gratuiti o in abbonamento; si tratta di *PIRAMIDE, Periodici In Rete dell'Area Medica Indicizzati e Descritti*, <<http://www.iss.it/sitp/pubm>>. *PIRAMIDE* comprende oltre diecimila titoli di periodici analizzati dalle basi di dati della National Library of Medicine statunitense, tra cui tutti quelli del *Medline/PubMed*. Per ogni periodico è presente il collegamento al catalogo della biblioteca dell'ISS, se presente nella collezione, alle biblioteche italiane e alla versione elettronica sul sito dell'editore. I periodici possono essere ricercati anche per argomento, grazie all'indicizzazione con parole chiave, effettuata secondo uno schema elaborato localmente sul modello della classificazione dell'*Index Medicus*.

Alcune università italiane hanno aderito alla filosofia dell'Open Access e stanno creando i propri archivi istituzionali. Si ricordano, ad esempio, il progetto *PADIS* dell'Università La Sapienza di Roma, <<http://padis.uniroma1.it/>>, e il progetto *ESE* dell'Università di Lecce, <<http://siba2.unile.it/progetti/ese.htm>>.

Le banche dati

Le banche dati o basi di dati sono archivi elettronici in cui:

- l'informazione è strutturata ed organizzata, visualizzabile attraverso una maschera di ricerca.
- La ricerca si svolge su un insieme definito di informazioni, predisposto dal produttore della banca dati stessa.
- I campi che costituiscono il singolo record (registrazione) hanno delle etichette che ne consentono l'identificazione.
- È garantita la continuità nel tempo della conservazione e dell'aggiornamento.

Per quanto concerne la tipologia delle basi di dati, un tempo si riservava la definizione "banca dati" a quegli archivi in cui si può reperire immediatamente il dato ricercato, mentre la dizione "base di dati" si riferiva principalmente ad archivi di tipo bibliografico in cui è presente solo il riferimento al documento originale. Attualmente si considerano i due termini come sinonimi e si preferisce distinguere tra banche o basi di dati testuali (bibliografie, guide, repertori, dizionari, testi e documenti, brevetti); banche dati numeriche (contenenti ad esempio dati statistici o proprietà di sostanze chimiche); banche dati di immagini, come ad esempio quelle anatomiche. Le banche dati bibliografiche prendono in considerazione le pubblicazioni scientifiche e ne effettuano lo spoglio, indicizzando analiticamente ogni articolo di periodico o capitolo di monografia e attribuendo parole chiave, selezionate generalmente all'interno di una terminologia controllata. I campi considerati nel record bibliografico sono di solito l'autore, il suo indirizzo e l'istituzione di appartenenza, il titolo del lavoro, il titolo e i riferimenti bibliografici della pubblicazione in cui è inserito, la lingua, il riassunto e le parole chiave: grazie allo sviluppo delle tecnologie informatiche e delle reti di comunicazione è oggi sempre più frequente il collegamento al testo completo del documento in formato elettronico.

Si riportano qui di seguito alcuni esempi di banche dati di interesse scientifico, disponibili gratuitamente sul sito dei *National Institutes of Health* statunitensi.

Dal portale del *Toxicology and Environmental Health Information Program* (TEHIP) <<http://www.sis.nlm.nih.gov/Tox/ToxMain.html>> si può accedere ad una vasta gamma d'informazioni di carattere tossicologico e ambientale. Alcune risorse sono state espressamente progettate per venire incontro alle esigenze informative dell'utenza non specializzata: ad esempio, *TOXTOWN* <http://toxtown.nlm.nih.gov/index_content.html> è un archivio multimediale, con suoni, animazioni, grafici ed illustrazioni a colori, relativo alla pericolosità di sostanze chimiche con cui si entra a contatto nella vita quotidiana; *HouseHold Products Database* <<http://hpd.nlm.nih.gov/>> fornisce informazioni sulle sostanze chimiche contenute nei prodotti per l'igiene personale e per la pulizia della casa.

TOXNET (TOXicology data NETwork) <<http://toxnet.nlm.nih.gov/>> è un sistema computerizzato di archivi relativi alla tossicologia ed altre aree correlate, che comprende gli archivi di seguito elencati:

TOXLINE (TOXicology literature onLINE), base di dati bibliografici, considera gli aspetti biochimici, farmacologici, fisiologici e tossicologici di sostanze ed altri agenti chimici. *TOXLINE* contiene oltre tre milioni di citazioni, quasi tutte con abstract, termini di indicizzazione e numeri di registro assegnati dal CAS (*Chemical Abstracts Service*), che identificano univocamente ogni sostanza chimica.

DART/ETIC (Development and Reproductive Toxicology/Environmental Teratology Information Center) è una base di dati bibliografici sulla tossicologia delle fasi riproduttive e dello sviluppo, contiene oltre 90.000 riferimenti pubblicati dal 1965.

HSDB (Hazardous Substances Data Bank) è una banca dati testuale sulla tossicologia di oltre 4.500 agenti chimici pericolosi o potenzialmente pericolosi con informazioni riportate in 144 campi.

IRIS (Integrated Risk Information System) è un archivio prodotto dall'*Environmental Protection Agency* (EPA). Contiene informazioni sul rischio da esposizione ad oltre 500 sostanze chimiche cancerogene e non-cancerogene, valutate dall'EPA.

CCRIS (Chemical Carcinogenesis Research Information System), archivio sponsorizzato dal National Cancer Institute (NCI), contiene dati valutati scientificamente, derivati

da test di cancerogenesi, mutagenesi, promozione ed inibizione tumorale su circa 8.000 agenti chimici.

GENE-TOX (Genetic Toxicology), archivio creato dall' EPA, contiene i risultati dei test di tossicologia genetica di oltre 3.000 agenti chimici.

ChemIDplus, dizionario chimico prodotto dalla National Library of Medicine (NLM) di Bethesda, MD (USA), dà accesso agli archivi di struttura e nomenclatura ufficiale, utilizzati per l'identificazione delle sostanze citate nelle basi di dati della NLM. ChemIDplus contiene oltre 350.000 record chimici, di cui circa 114.000 includono la struttura. La ricerca può essere effettuata tramite nome chimico, sinonimi, numero di registro del CAS, formula molecolare, codice di classificazione, codice dell'archivio e struttura.

LE MALATTIE INFETTIVE DAL CONTROLLO ALLA ERADICAZIONE¹

Stefania Salmaso

Centro Nazionale di Epidemiologia, Sorveglianza e Promozione della Salute
Istituto Superiore di Sanità, Roma

La ricerca epidemiologica nel campo delle malattie infettive continuamente si confronta con i problemi connessi alle interazioni tra agenti patogeni (principalmente batteri, virus e parassiti) e gli esseri umani. Questo intervento cercherà di mettere in luce gli aspetti che rendono questo settore particolarmente attuale. Lo scopo è fornire spunti utili da trasferire in classe con un impatto positivo sull'interesse degli studenti.

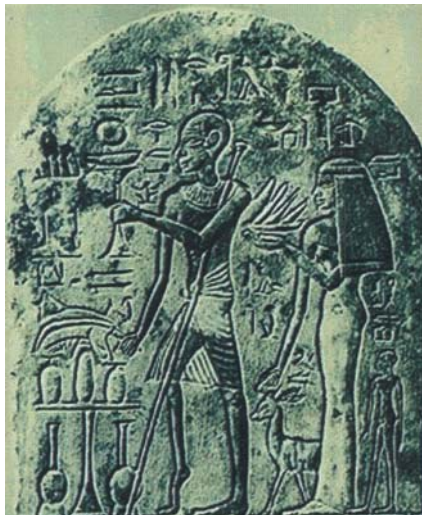


Figura 1 - Stele egiziana datata 3000-3500 a.C

Tradizionalmente si è portati a considerare le patologie infettive un campo in cui tutto sia stato scoperto. In effetti, in anni passati, per un certo periodo, si è creduto di averle sconfitte definitivamente grazie alla individuazione, per la maggior parte di loro, dell'agente eziologico e degli antibiotici. In seguito, tuttavia, il progredire delle conoscenze scientifiche ha chiarito che i microrganismi patogeni non causano soltanto eventi acuti quali le malattie infettive che conosciamo, ma che sono all'origine anche di alcuni processi cronico-degenerativi.

L'avanzamento delle conoscenze in microbiologia quindi appare fondamentale non solo per debellare le malattie infettive "classiche" ma per alleggerire la popolazione di molte malattie anche croniche. Si pensi, ad esempio, al ruolo dell'*Helicobacter pylori* nell'ulcera peptica. L'ammoniaca prodotta da questo batterio, annidato in una piccola nicchia sulla mucosa interna dello stomaco, scava nel tempo dentro la mucosa, e determina una lesione ulcerosa. Per anni si è detto, a chi soffriva di bruciore allo stomaco e di ulcera, di modificare il proprio stile di vita, di assumere tranquillanti contro lo stress, mentre sarebbe stato necessario un antibiotico. Infezioni virali temibili sono, per esempio, l'epatite B e l'epatite C che possono provocare cirrosi e perfino il cancro al fegato. Si tratta di un dato ormai acquisito: alcuni tipi di cancro - la malattia del secolo - sono causati da infezioni. Raramente l'opinione pubblica percepisce che qualche volta (come nel caso dell'epatite virale di tipo B e il cancro del fegato) il rimedio contro l'infezione è in realtà uno dei pochi interventi di pre-

¹Trascrizione dell'intervento registrato in occasione dei corsi di aggiornamento rivolti a insegnanti di istituti di istruzione secondaria superiore

venzione di un tipo temibile di cancro. Infatti una quota non trascurabile di casi di cancro al fegato è legato alla cronicizzazione dell'infezione da epatite B e, quindi, prevenirla può prevenire il tumore al fegato.

La storia delle malattie infettive è antica quanto la storia dell'umanità. La poliomielite, per esempio, era nota già nella civiltà egizia: una stele datata 3.000-3500 a.C. mostra un sacerdote che cammina con l'aiuto di un bastone perché la malattia ha colpito una gamba, causando paralisi ed atrofia dei muscoli (Figura 1). La raffigurazione appare originale da un punto di vista stilistico. Le figure sia maschili, sia femminili erano, nell'arte egiziana, rappresentate attraverso stereotipi, senza rispecchiare le vere caratteristiche fisiche dell'individuo. Nella stele, invece, il sacerdote presenta un difetto fisico, che testimonia come, in quel tempo, si potesse anche sopravvivere alla poliomielite, pur con le conseguenze note ancora oggi.

Per 5000 anni i tre virus della poliomielite, che infettano solo l'uomo e non vivono nell'ambiente esterno, sono sopravvissuti e si sono propagati attraverso la l'infezione di esseri umani e la successiva trasmissione da persona a persona. Di fatto, l'uomo ha rappresentato l'habitat naturale per il virus e la poliomielite è stata una terribile malattia non solo all'epoca degli egiziani. Ai nostri giorni la percezione della pericolosità si sta attenuando perché sono stati raggiunti grandi traguardi e la poliomielite è vicina ad essere eradicata, ossia è prossima alla estinzione su tutta la terra. In Figura 2 un'immagine, ormai d'archivio (risale agli anni '50), mostra bambini colpiti dalla poliomielite, ricoverati a decine e decine in polmoni d'acciaio presso ospedali negli Stati Uniti. Oggi questa immagine deve rimanere nella nostra memoria storica a costituire le motivazioni dell'accettazione dell'offerta di vaccinazione antipolio, quando il rischio è praticamente azzerato nel nostro Paese.



Figura 2 - Bambini colpiti da poliomielite, negli anni '50 negli Stati Uniti

I microrganismi, come ogni specie vivente, tendono a creare e allargare sempre più la propria "nicchia ecologica". L'interazione ospite-patogeno pertanto può essere considerata come una eterna battaglia, tra agenti eziologici e esseri umani e, talvolta, serbatoi animali. La competizione naturale tra specie viventi è una legge di natura, non

sempre percepita nella sua necessità di essere. L'equilibrio si sposta continuamente a favore di una specie o di un'altra presente in natura a seconda delle condizioni dell'ambiente e delle armi che le diverse specie oppongono. Sia l'agente patogeno sia l'ospite possiedono "armi" al servizio della propria sopravvivenza. Vediamo innanzitutto

Agente contro Ospite ad armi ...pari?	
Armi dell'agente	Armi dell'ospite
- dimensioni	- funzionamento complesso
- semplicità di funzionamento	- riconoscimento di sostanze estranee
- velocità di crescita	- risposta immunitaria
- generazione di unità differenti	- capacità di mettere a punto sostanze che potenziano le nostre difese (vaccini) o che danneggiano gli agenti (farmaci)
- capacità di sopravvivere in condizioni estreme	
- capacità di spostarsi da un ospite a un altro	

quali sono quelle a disposizione degli agenti eziologici. Innanzitutto le dimensioni: essere organismi molto piccoli facilita la penetrazione nell'organismo umano. Inoltre hanno una struttura molto semplice. L'estrema semplicità li rende rapidamente adattabili a qualsiasi contesto. Un altro fattore importantissimo favorevole agli agenti patogeni è la velocità di crescita. Una generazione di microrganismi si può riprodurre nel giro di 20 minuti e moltiplicarsi, nel giro di poche ore, con una crescita esponenziale da pochissime unità fino a essere in grado di raggiungere rapidamente le quantità definite "dose infettante", cioè in grado di sopravvivere alle difese naturali dell'organismo. Le generazioni di microrganismi non sono mai identiche come i figli non sono mai identici ai genitori. Pur essendo presenti meccanismi di controllo, piccoli errori, in ogni generazione, si creano nella replicazione, determinandone la variabilità biologica. Quest'ultima rappresenta un'ulteriore arma a favore dei microrganismi: sicuramente, qualcuno tra i moltissimi microrganismi generati potrà sopravvivere alle mutate condizioni esterne e avere le caratteristiche vincenti per propagarsi. Un esempio si osserva in ogni stagione invernale con l'epidemia influenzale. I virus dell'influenza, per loro natura, sono dotati di uno scarso sistema di correzione degli errori. In ogni riproduzione quindi si producono con grande facilità virus varianti. Tra le migliaia che non hanno nessuna possibilità di sopravvivere, ogni tanto "emerge" un virus che risulta "nuovo" per l'organismo ospite, in grado di innescare un'epidemia, magari su scala mondiale (ovvero una pandemia).

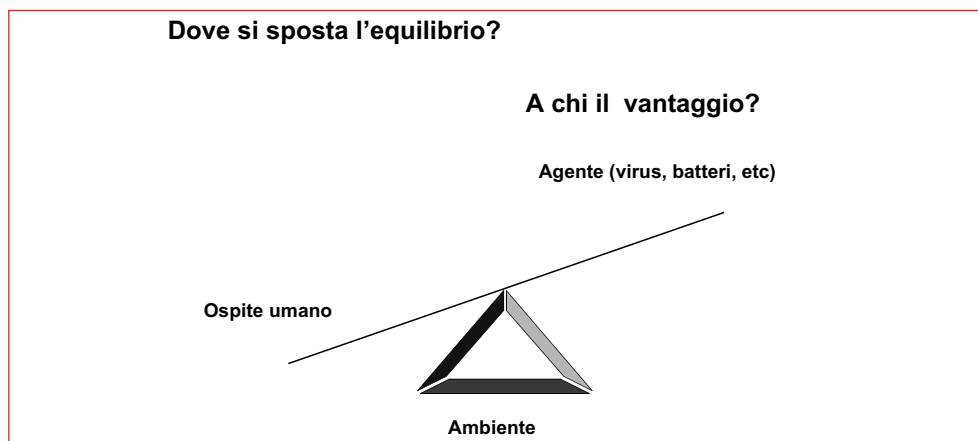
Gli agenti eziologici hanno la capacità di sopravvivere in condizioni estreme. Consideriamo batteri, come quelli del tetano, che producono spore. La spora è una sorta di fortificazione che racchiude e protegge, in attesa di tempi migliori, il patrimonio genetico del batterio e può rimanere a lungo. Le spore di batteri, gli stessi della nostra epoca, sono state trovate già nelle antiche tombe egiziane, testimoniando la capacità di permanenza per migliaia di anni. Infine i microrganismi sono in grado di spostarsi da un individuo a un altro, per esempio attraverso le goccioline che vengono emesse con la tosse o gli starnuti.

Per quanto riguarda invece le armi della specie umana, dobbiamo innanzitutto pensare che se uno dei punti di forza degli agenti delle malattie infettive è la semplicità della loro struttura, il principale punto di forza della nostra specie è probabilmente la

sua complessità, che fornisce molti strumenti per difendere il proprio stato di equilibrio (cioè di salute). Infatti abbiamo i cosiddetti sistemi di omeostasi per ristabilire l'equilibrio alterato. Disponiamo di un sistema immunitario che ci consente di individuare tutte le sostanze che ci sono estranee, inclusi gli agenti patogeni, e di difenderci da questi attraverso la produzione di anticorpi e l'attivazione di cellule specifiche in grado di ucciderli o inattivarli. La nostra difesa a volte è efficace, a volte lo è meno. La stessa nostra presenza sulla faccia della terra provoca una pressione selettiva nei confronti dei microrganismi. Proprio perché siamo in grado di neutralizzare gli agenti eziologici già incontrati, saranno i "nuovi", quelli non ancora riconosciuti dal nostro organismo a selezionarsi e a costituire una minaccia.

Un altro aspetto da non dimenticare sono le capacità intellettuali e creative della nostra specie, che ci hanno consentito di mettere a punto sia sostanze che danneggiano gli agenti patogeni, come gli antibiotici, sia sostanze che potenziano le nostre difese immunitarie, come i vaccini.

L'ambiente nel quale viviamo si caratterizza per un continuo assestamento di equilibri. In passato quando anche le dimensioni della popolazione umana erano molto ridotte si aveva l'impressione di una situazione più stabile con uno spostamento degli equilibri più lento. I cambiamenti si verificavano in tempi talmente lunghi che non se ne percepiva l'esistenza nell'arco della vita umana e nella memoria storica immediatamente vicina. Attualmente le condizioni sono mutate ed i nostri tempi sono caratterizzati da veloci cambiamenti e la sensazione di essere di fronte a fenomeni nuovi.



Lo schema sopra riportato sta a indicare il ruolo essenziale dell'ambiente, sia esterno e sia interno al nostro organismo (quindi presenza e assunzione di determinate sostanze, ad esempio di antibiotici o di sostanze nutritive) nell'influenzare questo equilibrio.

Ovviamente noi vogliamo spostare l'equilibrio a nostro favore e a sfavore degli agenti di malattia. Le leggi della natura agiscono allo stesso livello sia per l'uomo sia per i microrganismi, tuttavia questi ultimi hanno su di noi il vantaggio di essere comparsi sulla terra milioni di anni prima e di essere numericamente maggiori (miliardi). Tra i microrganismi esistenti quelli che attaccano e causano malattie nell'uomo sono una frazione minuscola. Batteri e virus rappresentano il 60% di tutta la biomassa del pianeta, non si può pensare quindi di sopravvivere semplicemente affidandosi in questo contesto a un equilibrio ecologico naturale.

La composizione della popolazione umana in individui immuni e individui suscettibili sicuramente determina spostamenti nell'equilibrio. Gli immuni sono le persone il cui sistema immunitario è stato già "allertato" contro uno specifico agente per cui un ulteriore contatto non causa malattia, mentre suscettibili sono le persone che non sono mai venute in contatto con l'agente (non hanno avuto la malattia, non sono stati vaccinati) per cui si possono contagiare e albergando il microrganismo possono a loro volta trasmetterlo ad altri.

La composizione in immuni e suscettibili fa sì che la popolazione possa sperimentare ondate epidemiche di malattie, periodi di apparente assenza di malattia, nuove ondate epidemiche. Per le infezioni a trasmissione interpersonale il contagio avviene da persona a persona, e ovviamente tutte le persone implicate devono essere suscettibili. Quando l'agente infatti si imbatte in un soggetto immune non è in grado di infettarlo o di causare malattia. Quindi se ci sono un gran numero di immuni nella popolazione questi agiscono come "barriere" al propagarsi dell'infezione e la protezione non riguarderà soltanto l'individuo immune, ma anche la comunità, giacché l'infezione sarà arrestata nella sua circolazione. Questo aspetto viene descritto come "immunità di gregge". Dallo schema in Figura 3 si ha un'idea di come si innescano le epidemie.

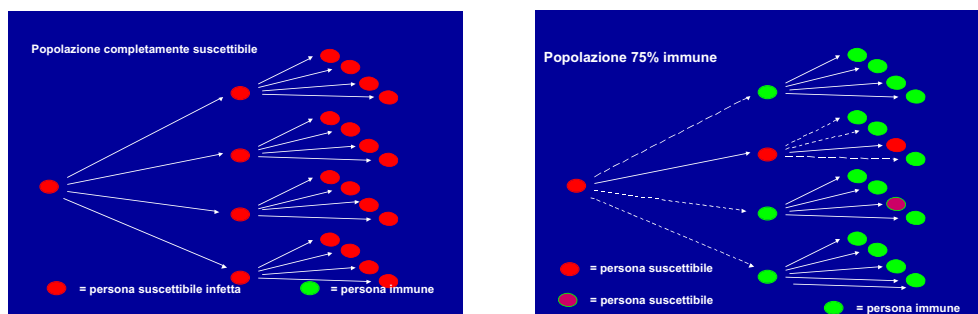


Figura 3 - Schema di trasmissione interumana

Se ogni soggetto suscettibile, diventato infetto ha quattro contatti con quattro soggetti a loro volta suscettibili e questi diventati a loro volta infetti possono avere altri quattro contatti e infettare altre quattro persone, è evidente che nel giro di due generazioni avremo una crescita esponenziale nel numero di casi di malattia. Questa è un'infezione per la quale si innesca un meccanismo che definiamo "epidemia", in quanto il tasso di trasmissione è maggiore di uno e da un singolo caso se ne generano più d'uno (nell'esempio il tasso di riproduzione è 4).

Se nella popolazione sono presenti persone immuni, la protezione agisce anche nei confronti di coloro che sarebbero suscettibili ma risultano protetti dai soggetti immuni, come se si creasse una sorta di muro - i soggetti che non sono in grado di trasmettere - che interrompe la trasmissione. Pertanto, con riferimento alle malattie a trasmissione soltanto interumana, come ad esempio vaiolo, poliomielite, morbillo, con un numero di soggetti immuni maggiore rispetto a quello che si crea spontaneamente, siamo in grado di interrompere la trasmissione dell'infezione. Se quell'agente eziologico, che può vivere soltanto nell'organismo umano, non trova nessun altro individuo suscettibile necessariamente si estingue. Questa è la base al principio di eradicazione per alcune malattie infettive. Eradicazione non significa assenza di nuovi casi di malattia infettiva, ma estinzione in condizioni naturali di un agente patogeno. L'eradicazione

degli agenti infettivi è stata portata a termine con successo per il vaiolo, è sulla via di completamento per la poliomielite, mentre il prossimo obiettivo è il morbillo.

La diffusione del morbillo, già noto nell'antico Egitto, ha seguito nei secoli la storia delle grandi civiltà (Figura 4).



Figura 4 - Probabile via di diffusione del morbillo con la crescita delle civiltà umane. Barriere alla diffusione del morbillo (in rosso)

Il punto di partenza del morbillo è stato fatto risalire alle prime città in Mesopotamia ed ha seguito l'urbanizzazione degli uomini. Si è diffuso nel bacino del Mediterraneo, in Europa ed in Asia, in aree dove vi erano strutture sociali favorevoli all'aggregazione di individui in grandi villaggi e città, seguendo le direttive dei viaggi e degli scambi commerciali.

Non era presente nel continente americano dove arrivò nel XVI secolo con le invasioni europee (Figura 5) e fu causa di moltissimi decessi.



Figura 5 - Diffusione del morbillo nel Nuovo Mondo (1500-1840). Sono indicate le date stimate del primo ingresso nel Nuovo Mondo. Le frecce indicano i "corridoi" di diffusione

Questa patologia, anche se nei Paesi industrializzati appare meno grave rispetto a cento anni fa, rappresenta una delle principali cause di morte tra i bambini nei Paesi in via di sviluppo. I fattori che facilitano l'insorgenza e la diffusione delle malattie infettive sono numerosi. Tra questi, il sovraffollamento e l'urbanizzazione, perché le persone hanno maggior probabilità di incontrarsi e di conseguenza anche gli agenti infettivi hanno maggiori probabilità di trasmettersi da un individuo all'altro. Inoltre, soprattutto nei Paesi in via di sviluppo, le condizioni di vita nelle metropoli sono disagiate e molte persone vivono in condizioni socio-sanitarie scadenti; per esempio le baraccopoli prive di fognature ed impianti igienici che costituiscono le periferie di tante città del Sud del mondo rappresentano il terreno ideale di replicazione e diffusione degli agenti causali delle malattie infettive.

Un altro grave fattore che facilita il diffondersi di infezioni sono purtroppo le guerre, ed i conseguenti spostamenti di popolazioni. Le fotografie riportate nelle Figure 6 e 7 sono state scattate in Africa, durante i recenti conflitti che hanno colpito Congo, Ruanda e Burundi.



Figura 6 - Profughi in Africa



Figura 7 - Profughi africani deceduti durante il cammino

Nei campi profughi si possono verificare epidemie di molte malattie infettive, tra cui il colera. Questa malattia può essere curata con farmaci reidratanti ed antibiotici; in situazioni come queste, tuttavia, i farmaci non sono disponibili e la Figura 7 mostra quali siano i suoi effetti: una scia di persone decedute abbandonate lungo il cammino dei profughi.

Le situazioni drammatiche, che favoriscono il riemergere delle malattie infettive sono presenti anche in Europa, basta pensare ai rifugiati che scappano dalle loro terre e vivono in campi privi di tutto.

Un altro punto critico nella lotta alle malattie infettive è dato dalla grande facilità di spostamento che caratterizza il mondo attuale. Naturalmente la possibilità di viaggiare rapidamente è un grande vantaggio, ma insieme agli uomini viaggiano anche batteri, virus e parassiti, che possono spostarsi da aree endemiche (dove una data malattia infettiva è frequente e costante nel tempo) ad aree dove la stessa malattia era sconosciuta o molto rara. Dobbiamo tenere presente che la velocità di spostamento è estremamente aumentata. Nel 1850 erano necessari per compiere il giro del mondo

trecentosessantacinque giorni, mentre nella nostra epoca bastano poche ore (Figura 8), contemporaneamente la popolazione sulla Terra è cresciuta e, di conseguenza, il numero di persone che si sposta. Tutto ciò crea nuove sfide in un contesto generale completamente diverso

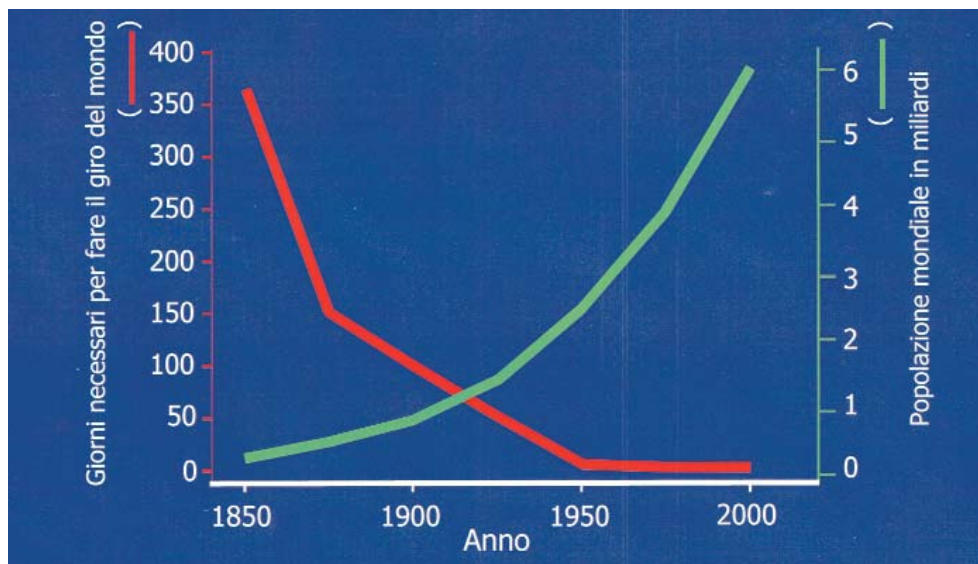


Figura 8 - Velocità di spostamento (linea rossa) e crescita della popolazione (linea verde) sulla terra. La figura è tratta da: Murphy FA, Nathanson N, Seminars in Virology 5, pagina 88, 1994, per gentile concessione della Academic Press, Orlando, Florida

Un esempio è l'insorgenza di SARS nel 2003 iniziata come la segnalazione di casi di polmonite a Guang Dong, in Cina meridionale. La malattia ha causato non solo vittime, ma anche spavento perché ha rappresentato una sfida rispetto tutto ciò che conosciamo. Non si sapeva quale fosse l'agente eziologico, quale il quadro clinico che consentisse distinguere la SARS da altre forme di polmonite; non avevamo idea di come poterla diagnosticare, trattare e nemmeno per quanto tempo fosse contagiosa. Gli interventi sanitari si sono basati sull'esperienza acquisita nel trattamento di altre infezioni. Abbiamo imparato da questa vicenda che nuove malattie possono emergere violentemente. La natura può sia creare sia, altrettanto facilmente, distruggere specie microbiche, che, anche se non sono destinate a durare, possono creare danni. Dobbiamo quindi attrezzarci con sistemi di risposta molto più efficaci ed efficienti di quelli utilizzati in passato.

Nel caso della SARS, grazie ai mezzi di comunicazione di massa, tutti noi abbiamo avuto la possibilità di seguire in diretta le fasi dell'epidemia e le modalità di intervento. Esiste tuttavia il rovescio della medaglia: la maggior parte delle persone, che comunque non poteva fare nulla, era allarmata dalle notizie, come sempre avviene quando si tratta di salute.

Dobbiamo anche tenere conto dell'impatto dell'ambiente sulla salute. In città anche l'inquinamento dell'aria facilita la diffusione delle malattie infettive: respirare aria inquinata da gas di scarico delle automobili o da impianti industriali irrita le vie respiratorie e rende meno efficienti le difese nei confronti delle infezioni.

Infine ricordiamo un fattore che limita le nostre possibilità di lotta alle malattie infet-

tive: la resistenza agli antibiotici, sostanze naturali o sintetiche in grado di uccidere i batteri. I batteri, come sopra accennato, possono andare incontro a mutazioni che li rendono resistenti all'azione di questi farmaci; i germi mutati avranno maggiori probabilità di sopravvivenza durante un trattamento antibiotico e visto che il loro tempo di replicazione è molto breve, potranno dare origine a ceppi batterici che non rispondono alla terapia. E' chiaro che si tratta di un problema emergente di grande rilevanza per l'ampio contesto nel quale sono utilizzati questi farmaci: in agricoltura e negli allevamenti animali oltre che nella terapia delle infezioni.

Tuttavia, sul lungo periodo, la lotta alle malattie infettive può contare su uno strumento preventivo efficacissimo: i vaccini. All'inizio di questa relazione abbiamo parlato della poliomielite, presente da più di 5.000 anni. Dopo il vaiolo, proprio la poliomielite è vicina ad essere eradicata. I due ricercatori, ai quali dobbiamo questo grande successo, sono Albert Sabin e Jonas Salk i quali tra il 1950 e il 1960 misero a punto i vaccini contro la poliomielite.

Il grafico riportato in Figura 10 mostra l'andamento della poliomielite in Italia: prima dell'inizio della vaccinazione di tutti i bambini, si verificavano epidemie con più di 8.000 casi in un anno. La vaccinazione di massa, iniziata negli anni '60 con il vaccino Salk, ne ha ridotto la frequenza drasticamente, ma è stata l'introduzione del vaccino orale con virus vivo attenuato a causarne la scomparsa. Lo stesso si può dire per la maggioranza delle Nazioni.



Figura 10 - Poliomielite in Italia negli anni da 1939 al 1999

Raggiungere l'eradicazione richiede la vaccinazione dei bambini in ogni parte del mondo, e questo comporta un grande sforzo di coordinamento e di collaborazione tra paesi più ricchi, in grado di investire soldi nelle vaccinazioni, e paesi più poveri, con meno risorse. L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha avuto il grande merito di organizzare iniziative di vaccinazione simultanea, i *National Immunization Days*, in



Figura 11 - Vaccinazioni effettuate durante un conflitto in Sud America

vaste zone geografiche anche dove la guerra teneva separati i confini. Sono stati stabiliti giorni di tregua, in Figura 11 vedete delle guerrigliere che effettuano le vaccinazioni in Sud America.

Siamo molto vicini, grazie all'impiego del vaccino con virus vivo attenuato, al traguardo fondamentale per salute dell'umanità di azzeramento, su scala mondiale, di casi di poliomielite. (Figura 12). Nel continente americano l'ultimo caso di poliomielite si è verificato in Perù nel 1991, nel Sud -Est asiatico in Cambogia nel 1997, in Europa in Turchia nel 1998.

In sostanza riassumendo in poche parole la chiacchierata, potreste trasmettere agli studenti il messaggio che la storia degli agenti di malattia è strettamente legata alla storia dell'umanità, e quindi lo studio dei microrganismi non va limitato al versante scientifico, ma integrato in ambito pluridisciplinare.

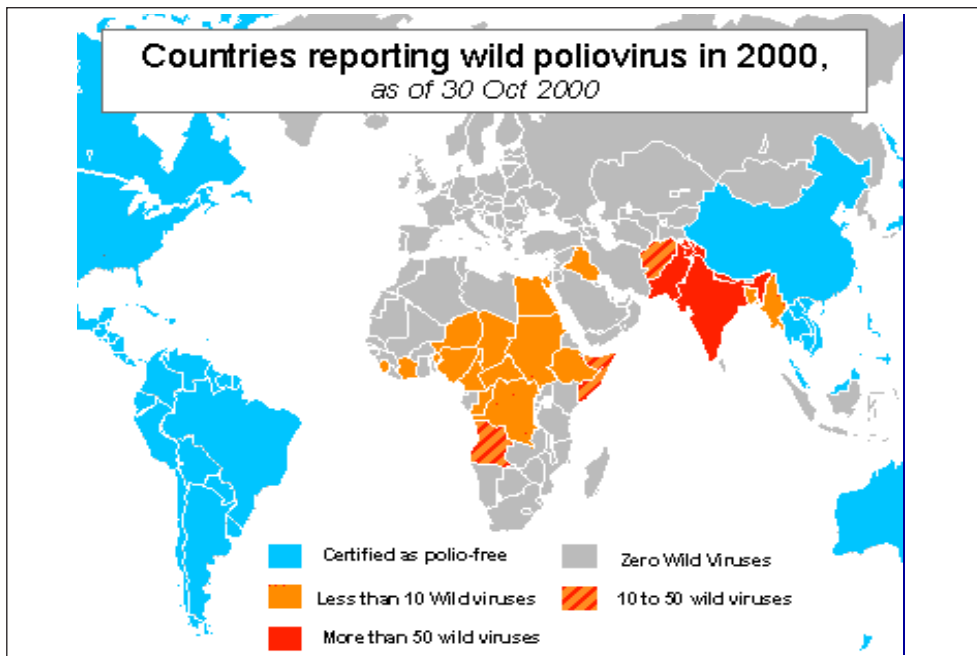


Figura 12 - Situazione globale della poliomielite

In secondo luogo che il mito del "vivere secondo natura" implica di fatto una competizione per la sopravvivenza e la presenza umana necessariamente modifica l'equilibrio ecologico.

Un altro messaggio importante è che la scienza ha raggiunto molti traguardi, ma resta ancora molto da fare. Il messaggio si rivolge ai giovani con la speranza che qualcuno di loro possa poi dedicarsi con passione alla ricerca per migliorare la salute di tutti.

I BATTERI INTORNO A NOI: AMICI O NEMICI?

Annalisa Pantosti

*Dipartimento di Malattie Infettive, Parassitarie ed Immunomediate
Istituto Superiore di Sanità, Roma*

I batteri: amici o nemici?

Quando parla di batteri si pensa sempre ai batteri che causano malattie, cioè ai batteri cosiddetti patogeni. Tra i miliardi di miliardi di batteri che popolano ogni nicchia ecologica della terra compresi i suoi abitanti, piante, animali ed esseri umani, i batteri patogeni sono l'eccezione.

E' sorprendente pensare che i batteri che sono associati con il corpo umano, sono molto più numerosi delle cellule somatiche che lo formano (Figura 1). L'intera superficie esterna ed interna del corpo, cioè la cute e le mucose (numerosi metri quadrati di superficie che comprendono l'intestino, l'albero respiratorio, l'apparato uro-genitale) è

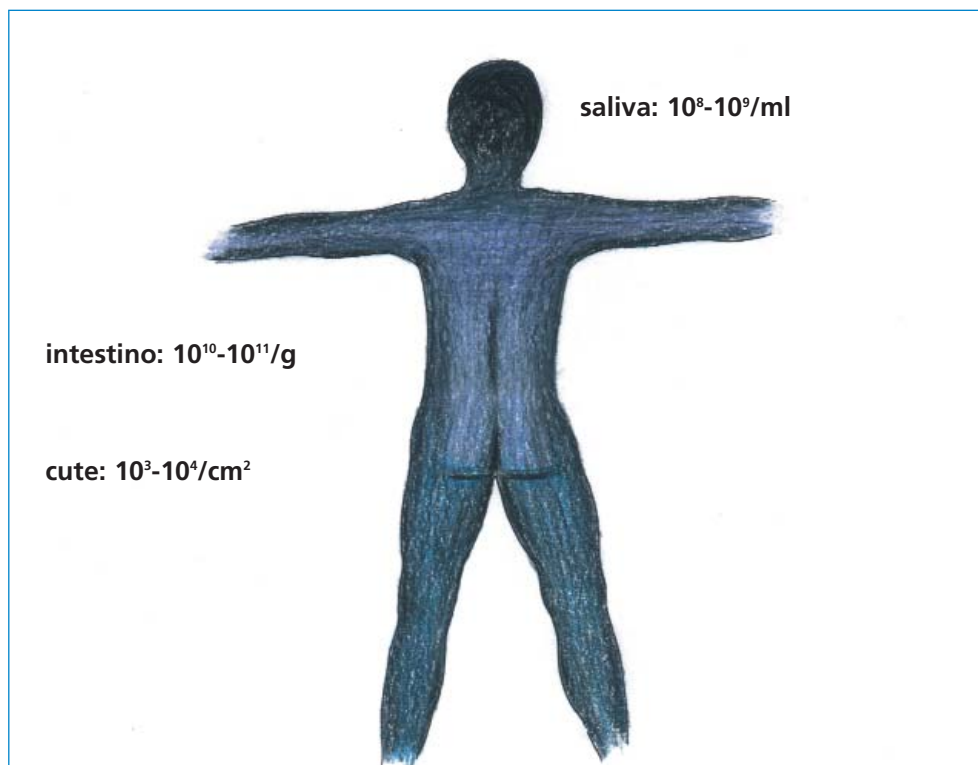


Figura 1 - La maggior parte delle cellule del corpo umano sono batteri. I numeri indicano quanti batteri si possono coltivare dai vari distretti del corpo umano.

popolata di batteri che vengono definiti batteri saprofiti o commensali o anche, nell'insieme, flora normale o endogena. Il termine flora evoca la numerosità e la diversità delle forme viventi che popolano i distretti dell'organismo. Anche la definizione "batteri commensali" è molto appropriata e sta a significare che questi batteri si siedono alla stessa tavola dell'uomo, e sono dunque batteri amici.

La flora normale e l'antagonismo microbico

Il bambino vive in ambiente sterile nella vita intrauterina e comincia ad acquisire la flora batterica dalla madre durante il parto e poi mediante il latte. L'allattamento al seno favorisce l'instaurarsi di una flora intestinale considerata particolarmente "buona", ricca cioè di lattobacilli e di bifidobatteri. La flora intestinale si modifica e diviene più complessa con lo svezzamento e intorno ad un anno di età il bambino comincia a sviluppare una flora simile a quella dell'adulto, che comprende numerose e diverse specie batteriche sia aerobie che anaerobie, e che rimarrà piuttosto stabile durante tutta la vita.

I batteri commensali, soprattutto quelli che risiedono nell'intestino, svolgono numerose funzioni essenziali per la vita, mediante la produzione di enzimi e di altre sostanze (Tabella 1).

Tabella 1 - Attività dei batteri nell'intestino umano

- Partecipazione ai processi digestivi e metabolici (es. ciclo dei sali biliari)
- Produzione di sostanze indispensabili all'organismo (es. sintesi di vitamina K)
- Antagonismo microbico
- Regolazione del corretto sviluppo della mucosa intestinale e dell'immunità intestinale (ridotto sviluppo della mucosa in animali mantenuti artificialmente privi di flora batterica "germ-free")

Inoltre sono i protagonisti del cosiddetto antagonismo microbico, il meccanismo di concorrenza o competizione attraverso il quale i batteri, che vivono costantemente associati con il nostro organismo, impediscono l'impianto di batteri esterni o esogeni, compresi i batteri patogeni. L'antagonismo microbico si esplica mediante competizione per i nutrienti presenti in un certo ambiente, che servono ai batteri per crescere e moltiplicarsi, o per i recettori che si trovano sulle cellule delle mucose, che servono ai batteri come ancoraggio in modo da non essere lavati via dalle secrezioni. Inoltre i batteri commensali producono metaboliti che possono rendere l'ambiente inadatto all'attecchimento di altre specie. A livello intestinale sono abbondanti i batteri anaerobi, che vivono in assenza di ossigeno, e producono acidi grassi ed altri metaboliti maleodoranti, che rendono il contenuto intestinale inospitale per batteri esogeni. Nella vagina i lattobacilli residenti fermentano il glicogeno con produzione di acido lattico, che abbassa il pH: l'ambiente acido che ne deriva è sfavorevole all'impianto di microrganismi patogeni causa di vaginiti.

I batteri utili alla salute: i probiotici

Negli ultimi anni, molto interesse è stato diretto verso i "probiotici", batteri utili alla salute che favoriscono il mantenimento della flora intestinale normale. I probiotici

sono stati messi in commercio sia sotto forma farmaceutica, che come supplementi di yogurt o di altri derivati del latte. I più utilizzati sono i lattobacilli e i bifidobatteri, i batteri predominanti nella flora intestinale del bambino allattato al seno. In questo caso, la pubblicità commerciale ha contribuito a rendere familiare al pubblico il concetto che vi sono batteri benefici. L'assunzione di probiotici è consigliata quando la flora intestinale è stata alterata, per esempio in seguito ad una terapia antibiotica: i probiotici possono favorire il ripristino della flora normale occupando le nicchie che sono rimaste temporaneamente vuote, e impedendo l'attecchimento di batteri patogeni. Lo studio degli effetti esercitati dai probiotici è ancora all'inizio e molti aspetti devono essere verificati; per esempio, non è noto se i ceppi utilizzati nelle diverse preparazioni siano in grado di impiantarsi nell'intestino e quanto tempo sopravvivano.

La guerra totale ai batteri: antisettici, disinfettanti, antibatterici, germicidi ecc.

Basta recarsi in un qualsiasi supermercato per accorgersi che dagli scaffali dei saponi e dei detergenti per la casa è stata dichiarata una guerra di sterminio verso tutti i batteri o microrganismi o "germi". Le etichette dei prodotti promettono di sterilizzare e disinfettare tutto, dalla biancheria, ai pavimenti, alla cucina, scrivania, telefono. Oggi il concetto di pulizia in casa viene confuso con il concetto di disinfezione o sterilizzazione, principi importantissimi nella pratica medica, ma non nella pratica domestica. E' necessario che i ferri chirurgici siano sterili, cioè assolutamente privi di batteri, ma non i sanitari di casa. Un disinfettante è un prodotto chimico che elimina tutti o la maggior parte dei batteri dalla cute, da una superficie o da uno strumento medico-chirurgico. Può essere utile per medicare una ferita, ma in casa in condizioni normali non abbiamo bisogno di disinfettanti, ma di semplici saponi e non serve la sterilità (cioè l'assenza di batteri, che non si può mantenere) ma la pulizia. Lavarsi le



mani è la procedura più semplice e più efficace per evitare la trasmissione dei batteri patogeni (Figura 2), anche in ospedale. Diversi studi hanno dimostrato che il lavaggio delle mani accurato da parte del personale medico e paramedico prima di visitare un nuovo paziente, evita la trasmissione delle temibili infezioni ospedaliere, da paziente a paziente. L'utilità del lavaggio delle mani era stata dimostrata prima ancora della scoperta dei batteri da un medico ungherese, il dottor Semmellweiss, il quale aveva notato come la febbre puerperale, che mieteva vittime tra le donne dopo il parto, poteva essere evitata se i medici si fossero lavati le mani prima di visitare le pazienti.

Figura 2 - Lavarsi le mani è una semplice ma importante abitudine. Il lavaggio delle mani deve essere effettuato con cura, utilizzando il sapone e sfregandosi le mani per qualche minuto, non frettolosamente per pochi secondi (riprodotto per gentile concessione da www.stanford.edu/.../hand%20washing.jpg (Courtesy of © Food and Drink Federation (www.foodlink.org.uk/))

Gli antibiotici

Gli antibiotici sono farmaci importantissimi che hanno permesso enormi progressi nella lotta contro le malattie infettive e nella pratica medico-chirurgica, ma che oggi rischiano di diventare inutili perché i batteri stanno sviluppando resistenza.

Gli antibiotici sono sostanze prodotte da microrganismi in grado di uccidere altri microrganismi; sono dunque, almeno in origine, sostanze naturali. Il più noto produttore di antibiotici è una muffa, il *Penicillium*, da cui è stata estratta la penicillina, il primo antibiotico utilizzato in medicina. In seguito si è scoperto che gli antibiotici naturali potevano essere resi più attivi con modificazioni chimiche della loro struttura e si è quindi passati a molecole di sintesi. È importante ricordare che per antibiotico si intende un farmaco capace di uccidere i batteri ma non i virus (organismi più piccoli dei batteri che non sono in grado di replicarsi autonomamente). Sono causati da un virus tra l'altro, l'influenza ed il raffreddore: è un errore pensare di curare una malattia virale con antibiotici.

La resistenza agli antibiotici: sono ancora efficaci?

Recentemente sono apparsi sulla stampa numerosi articoli dai toni apocalittici, sui batteri "super-resistenti" e l'inutilità degli antibiotici. A parte ogni esagerazione, è importante capire quali provvedimenti possiamo prendere per arrestare questo fenomeno e mantenere l'efficacia degli antibiotici.

Dall'introduzione sul mercato del primo antibiotico, la penicillina, sono comparsi batteri resistenti e man mano che sono stati introdotti nuovi antibiotici, la resistenza anche a questi nuovi prodotti è comparsa in modo inesorabile. Stiamo assistendo ad un fenomeno di vera e propria evoluzione darwiniana in atto: i batteri diventano resistenti per rispondere all'offensiva degli antibiotici. Mentre la popolazione batterica sensibile viene uccisa, i batteri che hanno sviluppato resistenza possono sopravvivere e moltiplicarsi; quindi una minoranza di batteri resistenti può prendere il sopravvento (Figura 3).

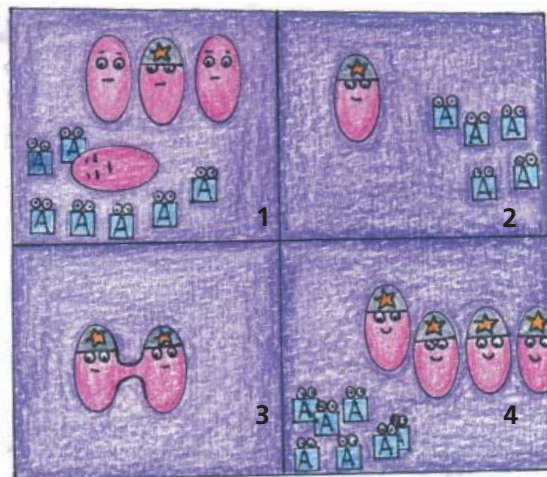


Figura 3 - L'evoluzione in atto: selezione e diffusione di batteri resistenti agli antibiotici

Pannello 1. Gli antibiotici (pedine A) uccidono i batteri sensibili

Pannello 2. Rimangono solo i batteri resistenti (★sull'elmetto)

Pannello 3. I batteri resistenti (★) si dividono attivamente per moltiplicarsi finché...

Pannello 4. Un esercito di batteri resistenti(★) si oppone all'azione degli antibiotici (A)

Tra le specie batteriche che negli ultimi anni sono diventate resistenti agli antibiotici, rendendo difficile la terapia, ricordiamo: lo *Staphylococcus aureus* che dà infezioni della cute (foruncoli, ascessi) ma anche setticemie e altre infezioni gravi ospedaliere, lo *Streptococcus pneumoniae*, una delle più frequenti cause di polmonite e di meningite; il *Campylobacter*, un batterio cosiddetto zoonotico, cioè che si può trasmettere dagli animali all'uomo, e può causare infezioni intestinali.

Come i batteri diventano resistenti

I batteri diventano resistenti agli antibiotici mediante un cambiamento del loro patrimonio genetico, cioè del loro DNA, che può avvenire secondo due meccanismi principali: per mutazione spontanea, oppure per il cosiddetto trasferimento orizzontale di geni.

La mutazione spontanea consiste in un errore nella duplicazione del DNA durante la replicazione batterica, che modifica il patrimonio genetico del batterio. La maggior parte di queste mutazioni spontanee sono inutili o addirittura letali e si perdono rapidamente; però, casualmente, una di queste mutazioni può essere utile come difesa da un antibiotico: il batterio con la mutazione risulta avvantaggiato in presenza di antibiotici, e viene selezionato. Poiché i batteri hanno un tempo di generazione velocissimo (20 minuti per *Escherichia coli* in coltura), un gran numero di mutazioni spontanee si può verificare in un tempo relativamente breve, aumentando la possibilità di sviluppare una mutazione utile.

Il secondo meccanismo di acquisizione della resistenza è il trasferimento orizzontale di geni da una specie batterica all'altra. Il trasferimento consiste nell'acquisizione da parte di un batterio di un blocco di DNA "prefabbricato", già assemblato in un'altra specie batterica, contenente uno o più geni che conferiscono resistenza ad uno o più antibiotici. L'acquisizione avviene mediante meccanismi di trasferimento specializzati che coinvolgono elementi genetici mobili quali i plasmidi, ed il blocco di DNA acquisito si può anche inserire nel cromosoma batterico, diventando parte integrante del corredo genico del batterio. Il cambiamento genetico determina un cambiamento strutturale nel batterio, che rappresenta un meccanismo di resistenza agli antibiotici. I diversi meccanismi conosciuti fino ad oggi sono riassunti nella Figura 4. Un batterio può anche essere dotato di più di un meccanismo di resistenza; in questo caso sarà resistente a diversi antibiotici contemporaneamente, sarà cioè multiresistente.

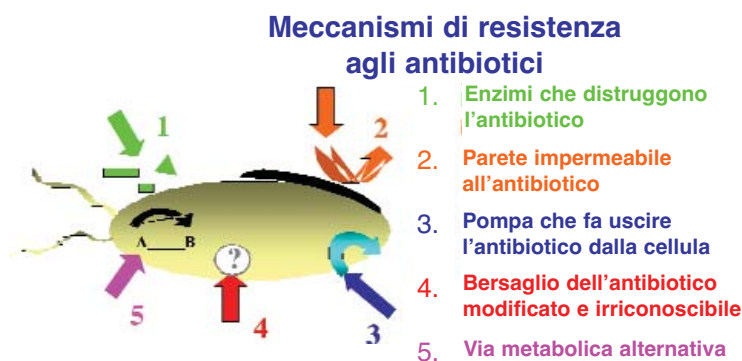


Figura 4 - La cellula batterica può divenire resistente agli antibiotici (indicati da frecce) attraverso diversi meccanismi, a volte anche associati tra di loro (immagine ridisegnata da: The path of least resistance scaricabile dal sito <http://www.advisorybodies.doh.gov.uk/smac1.htm>)

L'uso degli antibiotici: dove e perché

Dal momento che i batteri diventano resistenti rapidamente quando si usano antibiotici, è importante cercare di limitare il loro uso, e quindi rallentare lo sviluppo di resistenza.

E' sorprendente scoprire che gli antibiotici vengono utilizzati non solo per curare le infezioni degli essere umani, ma anche delle piante e degli animali. Una quantità di antibiotici almeno pari a quella utilizzata per la medicina umana, è usata per gli animali da allevamento. Fino a qualche anno fa gli antibiotici erano usati anche come promotori di crescita, cioè per fare ingrassare più velocemente gli animali. Ora questo uso degli antibiotici in Europa è vietato, ma è ancora consentito in altri Paesi. Se consideriamo l'uso in terapia umana, la maggior parte degli antibiotici (più dell'80%), non sono usati in ospedale, ma a casa, e sono usati soprattutto per infezioni, anche banali, delle vie respiratorie, che sono spesso causate da virus verso i quali gli antibiotici sono inefficaci

Per evitare l'uso inutile di antibiotici, sono state stilate a livello europeo delle regole che sarebbe bene conoscere e seguire (Tabella 2).

Tabella 2 - Regole per un uso appropriato di antibiotici, dalle "Raccomandazioni di Copenhagen", Convegno Europeo sulla Minaccia microbica, 1998

- non utilizzare antibiotici per curare il raffreddore comune o le altre infezioni virali
- non autoprescrivere antibiotici
- non utilizzare gli antibiotici avanzati in casa senza il parere del medico
- non chiedere (e non insistere) col medico per avere antibiotici: potremmo ottenerli senza averne veramente bisogno
- se gli antibiotici sono stati prescritti, attenersi scrupolosamente alle dosi e alla durata della terapia consigliata dal medico

Usare gli antibiotici quando non è necessario può anche essere dannoso per la salute: l'antibiotico ha un'azione poco selettiva, non differenzia i batteri patogeni da quelli della flora normale, perciò elimina anche i batteri buoni ed utili, con la possibilità di effetti collaterali (es. diarrea da antibiotici) e di aggressioni da parte di batteri esterni patogeni. Se noi limitiamo l'uso degli antibiotici, riduciamo la selezione di batteri resistenti e limitiamo i danni alla salute.

I batteri come nemici assoluti: il bioterrorismo

Alla percezione dei batteri come pericolosi nemici ha senz'altro contribuito il bioterrorismo. Per bioterrorismo si intende il rilascio deliberato di un agente infettivo (o di una sua tossina) per provocare un disastro e seminare terrore e confusione.

Il bioterrorismo non è un'invenzione recente: anche prima che i microrganismi venissero scoperti, si era capito che le malattie e soprattutto le epidemie potevano essere utilizzate per fiaccare il nemico. Un esempio famoso è quello dell'assedio di Kaiffa, un emporio genovese sul Mar Nero, a metà del XIV secolo: i tartari che assediavano la città gettarono cadaveri con la peste all'interno delle mura, per diffonderci la malattia. Benché poi la peste seminasse la morte anche tra gli assediati, furono proprio navi genovesi in

fuga da Kaiffa a portare in Italia la peste che devastò il paese negli anni successivi.

Per arrivare più vicino a noi, coperte infettate con il vaiolo furono distribuite alle tribù più ribelli di indiani d'America per piegarne la resistenza. Quando gli agenti infettivi erano ormai conosciuti, durante la prima guerra mondiale e nella guerra cino-giapponese, il rilascio deliberato fu praticato con cognizione di causa: si fece uso di antrace, ma anche di salmonella, per contaminare pozzi ed acquedotti.

Durante la seconda guerra mondiale sono stati fatti esperimenti con l'antrace, soprattutto da parte dell'Inghilterra e degli Stati Uniti. E' rimasto famoso l'esperimento di contaminazione dell'isola di Gruinard, al largo delle coste della Scozia, che è rimasta contaminata con spore dell'antrace per più di cinquant'anni.

Nel 1972 più di 100 paesi, tra i quali, gli Stati Uniti, l'Unione Sovietica e l'Iraq hanno ratificato un trattato che impedisce lo sviluppo, la produzione e lo stoccaggio di armi biologiche. Questo trattato non ha impedito che gli studi continuassero, soprattutto nei laboratori delle potenze militari mondiali.

L'antrace e gli altri agenti di bioterrorismo

I microrganismi che possono essere usati per la guerra biologica (o il bioterrorismo) hanno in comune alcune caratteristiche: sono in grado di sopravvivere nell'ambiente e di resistere al disseccamento, sono capaci di infettare per via aerea, mediante aerosol, e di colpire un gran numero di persone contemporaneamente. Comunemente si ritiene che gli agenti per il bioterrorismo siano facili da produrre e costino poco, quindi possano essere utilizzati come armi di distruzione di massa anche dai Paesi poveri. In realtà è necessaria una tecnologia complessa e sofisticata per produrre armi efficaci, come ad esempio le spore di antrace nella forma di polvere bianca che hanno seminato il panico attraverso la posta negli Stati Uniti nel 2001: le spore, che rappresentano la forma di resistenza del bacillo dell'antrace, erano state prodotte in forma molto purificata e disseccate in polvere; inoltre, erano ricoperte da una sostanza chimica per neutralizzare le forze elettrostatiche, in modo che rimanessero disperse nell'aria e potessero essere inalate.

Gli agenti biologici potenzialmente utilizzabili come armi biologiche sono stati classificati in gruppi a seconda della loro pericolosità e della esistenza o meno di un vaccino protettivo. Gli agenti di Classe A, che sono i più pericolosi, perché sono facilmente disseminati o trasmessi da persona a persona, e causano alta mortalità, sono elencati nella Tabella 3.

Tabella 3 - Agenti di bioterrorismo classificati in categoria A

Categoria A *

- Virus del vaiolo
- *Bacillus anthracis* (antrace)
- *Yersinia pestis* (peste)
- Tossina prodotta da *Clostridium botulinum* (botulismo)
- *Francisella tularensis* (tularemia)
- Virus delle febbri emorragiche (Ebola, Marburg, Lassa, etc)

* secondo la classificazione dei Centers for Disease Control and Prevention (CDC) di Atlanta (USA), 2000.

Tra gli agenti di classe A, il vaiolo è sicuramente il più temibile, ma l'antrace ha recentemente ricevuto molta attenzione dopo gli eventi del 2001. In natura l'antrace è una malattia degli animali (ci sono ancora pochi casi in Italia tra bovini od ovini) e l'uomo si infetta occasionalmente, soprattutto in forma cutanea. L'infezione polmonare avviene solo se l'individuo inala spore presenti in polveri o in derivati animali (come la lana) e non si trasmette da uomo a uomo. Il bacillo dell'antrace, osservato al microscopio dopo colorazione, è facilmente riconoscibile: è grosso, con estremità squadrate ed ha una tipica disposizione a canna di bambù, con le spore al suo interno che non si colorano (Figura 5). Il bioterrorismo ha uno scopo preciso che è quello di seminare il panico e di sconvolgere l'organizzazione di un Paese, come qualunque forma di terrorismo. Nell'immaginario comune, alla parola bioterrorismo si associano scenari con migliaia di

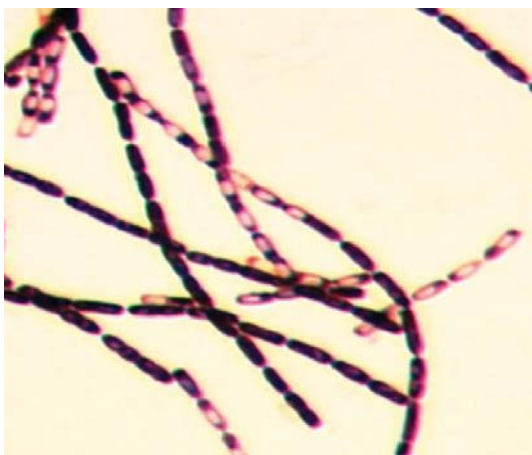


Figura 5 - *Bacillus anthracis*, l'agente dell'antrace o carbonchio, colorato con il Gram. Notare le spore non colorate nel corpo batterico (ingrandimento 1000 X). (Immagine fornita dai CDC nel sito <http://www.bt.cdc.gov/agent/anthrax/lab-testing/>)

vittime, come nei film più catastrofici. L'episodio di bioterrorismo negli Stati Uniti è stato limitato (22 persone colpite dall'antrace con 4 vittime), tuttavia l'organizzazione sanitaria del Paese è stata messa a dura prova.

La migliore difesa contro il bioterrorismo è la conoscenza precisa dei pericoli e la preparazione contro eventuali attacchi: solo così si riesce ad arginare l'effetto più devastante del bioterrorismo che è proprio il panico. Essere preparati significa conoscere i possibili scenari, avere già una rete operativa organizzata che comprenda protezione civile ed esercito, ospedali, laboratori, medici di base, ma anche poter contare su una informazione per il pubblico corretta, che non alimenti allarme e panico ingiustificato.

Conclusioni

Molti amici e pochi nemici tra i batteri, dunque. E' importante ricordare che i batteri amici ci servono anche per difenderci dai nemici: quindi evitiamo l'uso di disinfettanti quando basta mantenere pulizia ed igiene, e soprattutto lavarsi le mani! Evitiamo l'uso di antibiotici quando non c'è reale bisogno, perché l'unico effetto sarebbe un attacco ai batteri buoni ed utili che alberghiamo. Il bioterrorismo ci presenta batteri utilizzati come armi mortali: le nostre conoscenze in merito possono aiutarci a trovare provvedimenti efficaci e a non lasciarci sopraffare dal panico.

Per chi ne vuole sapere di più

Batteri e microbiologia:

<<http://www.microbeworld.org>> (un divertente sito della American Society for Microbiology da navigare con curiosità).

Antibiotici e resistenza

Nicolaou KC, Boddy Christopher NC. Dietro le linee nemiche. *Le Scienze* 2001, giugno: 44-50.

Amábile-Cuevas C. Nuovi antibiotici, nuova resistenza. *Le Scienze*, ottobre 2003:49-59.

Antrace e bioterrorismo

Young John AT, Collier R John. Combattere l'antrace *Le Scienze* 2002, aprile:42-48.

<<http://www.bt.cdc.gov/agent/agentlist.asp>> (nel sito dei *Centers for Disease Control*, un'agenzia governativa americana, informazioni precise su tutti gli agenti di bioterrorismo).

L'INFEZIONE DA HIV: DIFFUSIONE E STRATEGIE DI INTERVENTO

Marco Florida

Dipartimento del Farmaco, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Introduzione

Questa breve relazione riporta gli argomenti trattati in occasione di alcuni incontri fra ricercatori ed insegnanti sul tema dei microrganismi che si sono svolti in ISS nel 2003-2004. L'argomento è stato discusso in termini molto generali, cercando di fornire una panoramica globale sull'HIV nei suoi aspetti epidemiologici, clinici e di laboratorio. La presente relazione non ha pretese di completezza, e si rimanda a testi o a monografie di carattere specialistico per un approfondimento.

Epidemiologia

Secondo i dati diffusi dall'OMS la situazione attuale (dati 2004) indica che le persone che vivono con HIV/AIDS nel mondo sono più di 40 milioni (questa cifra forse è anche sottostimata) e, purtroppo, il numero di decessi per anno per HIV attualmente è superiore ai 3 milioni. Da una situazione che vent'anni fa, o poco più, era circoscritta, o perlomeno si pensava fosse circoscritta solamente ad alcuni gruppi e ad alcuni paesi, e che si pensava costituisse un problema relativamente limitato o limitabile, si è confermato per l'HIV quanto già si sapeva per altre infezioni, e cioè che i microrganismi non hanno una tendenza spontanea a circoscriversi o a limitarsi a delle persone, a delle categorie, e naturalmente a dei paesi (Tabella 1).

Tabella 1 - I dati dell'epidemia di HIV/AIDS, dicembre 2004 (fonte: UNAIDS)

Numero di persone viventi con HIV	Totale	39,4 milioni (35,9-44,3 milioni)
	Adulti	37,2 milioni (33,8-41,7 milioni)
	Donne	17,6 milioni (16,3-19,5 milioni)
	Bambini sotto i 15 anni	2,2 milioni (2,0-2,6 milioni)
Nuove infezioni da HIV nel 2004	Totale	4,9 milioni (4,3-6,4 milioni)
	Adulti	4,3 milioni (3,7-5,5 milioni)
	Bambini sotto i 15 anni	640.000 (570.000-750.000)
Decessi per AIDS nel 2004	Totale	3,1 milioni (2,8-3,5 milioni)
	Adulti	2,6 milioni (2,3-2,9 milioni)
	Bambini sotto i 15 anni	510.000 (460.000-600.000)

Se analizziamo i dati relativi alla distribuzione, appare evidente che il peso di questa malattia è, per ragioni che sono essenzialmente economiche, distribuito in maniera ineguale, così come sono distribuite in maniera ineguale le risorse; questo peso è oggi

essenzialmente a carico dei paesi più poveri, soprattutto dell’Africa subsahariana dove vive la maggior parte di persone colpite dall’infezione e dove scarseggiano i mezzi per intervenire adeguatamente.

I dati relativi alle nuove infezioni indicano un totale di 5 milioni l’anno di nuove infezioni, i decessi sono 3 milioni e la mortalità, analizzata per aree, appare estremamente ridotta nei Paesi sviluppati grazie all’introduzione di terapie specifiche ed efficaci, mentre nei Paesi subsahariani e nei Paesi dell’Asia, per la grande diffusione dell’infezione e per la scarsità o l’assenza quasi completa di risorse, la mortalità ha un peso estremamente più forte (Tabella 2).

Tabella 2 - Diffusione dell’infezione nelle principali regioni geografiche (fonte: UNAIDS, dicembre 2004)

Regioni geografiche	adulti & bambini con HIV	adulti & bambini colpiti da nuove infezioni	adulti prevalenza (%)	adulti & bambini deceduti a causa di AIDS
Africa subsahariana	23,4-28,4 milioni	2,7-3,8 milioni	6,9-8,3	2,1-2,6 milioni
Nord Africa & Medioriente	230.000-1,5 milioni	34.000-350.000	0,1-0,7	12.000-72.000
Sud e Sud Est asiatico	4,4-10,6 milioni	480.000-2,0 milioni	0,4-0,9	300.000-750.000
Est asiatico & Pacifico	560.000-1,8 milioni	84.000-830.000	0,1-0,2	25.000-86.000
America latina	1,3-2,2 milioni	170.000-430.000	0,5-0,8	73.000-120.000
Caraibi	270.000-780.000	27.000-140.000	1,5-4,1	24.000-61.000
Europa orientale & Asia centrale	920.000-2,1 milioni	110.000-480.000	0,5-1,2	39.000-87.000
Europa occidentale e centrale	480.000-760.000	14.000-38.000	0,2-0,3	< 8.500
Nord America	540.000-1,6 milioni	16.000-120.000	0,3-1,0	8.400-25.000
Oceania	25.000-48.000	2.100-13.000	0,1-0,3	< 1.700
Totale	39,4 milioni (35,9-44,3milioni)	4,9 milioni (4,3-6,4 milioni)	1,1% (1,0-1,3)	3,1 milioni (2,8-3,5 milioni)

Esaminando l’andamento della diffusione dell’infezione nella popolazione in maniera sequenziale attraverso la valutazione della prevalenza dell’HIV, cioè della percentuale di persone infette tra la popolazione, si vede come dal 1986, in cui l’HIV era una condizione relativamente poco preoccupante, questa percentuale è salita in maniera

rapida e incontrollabile in Africa fino ad arrivare a situazioni estremamente gravi con enormi frazioni della popolazione colpite dall'infezione; in alcuni paesi la prevalenza nell'età adulta, quella centrale della vita e lavorativamente produttiva, raggiunge il 20-30% (Figura 1).

Inoltre, su scala mondiale, anche se la maggior parte dei casi è centrata soprattutto nell'Africa, sta sorgendo un problema importante in alcune aree dell'Asia, come India e Cina, dove l'epidemia sta galoppando in maniera abbastanza veloce e molto preoccupante, con un grande e rapido aumento dei casi.

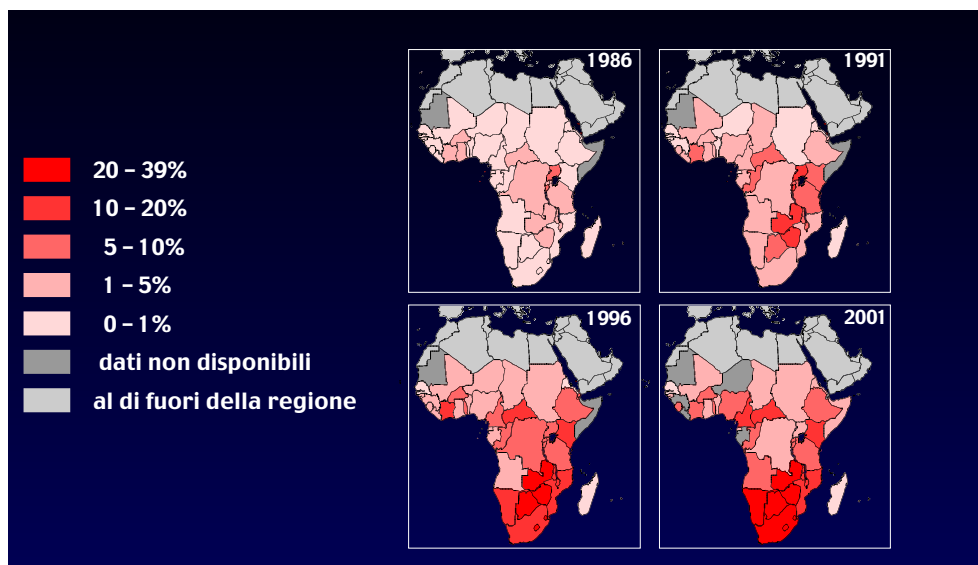


Figura 1 - Prevalenza di HIV nella popolazione adulta nell'Africa subsahariana negli anni compresi tra il 1986 e il 2001 (fonte: UNAIDS)

L'impatto di questi dati è assolutamente devastante. La Figura 2 mostra l'aspettativa di vita in alcuni paesi africani selezionati. Come è evidente, a causa essenzialmente dell'HIV, c'è stato un crollo di tutti i progressi che erano stati faticosamente raggiunti a partire dagli anni '50 fino agli anni '90. Le linee punteggiate in salita sono state abbattute con una perdita di decine di anni di attesa di vita nei paesi dove l'HIV ha un'alta prevalenza; mentre vedete che nei paesi descritti dalle linee continue, dove l'HIV ha una prevalenza meno forte, l'impatto di mortalità è stato diverso e la tendenza ad un miglioramento dell'aspettativa di vita, quindi della qualità e della durata della vita, è stata meno influenzata. Alcuni paesi stanno quindi pagando un peso insostenibile, e si è ritornati ai valori degli anni '50 o addirittura peggio, cancellando una serie di sforzi faticosi che erano stati compiuti nel recente passato (Figura 2).

Le riduzioni dell'attesa di vita media per i paesi più poveri e più colpiti possono raggiungere i 10, 20 ed anche i 30 anni di vita. Analogo è il dato per l'aspettativa di vita di bambini che nascono nel 2000, e quello della riduzione della popolazione dell'età scolastica, che arriva al 20-25% in alcuni paesi. Le proiezioni sulla riduzione della percentuale della forza lavoro indicano per il 2005 una perdita della forza-lavoro intorno al 10%, ed in alcuni paesi fino al 30% nella proiezione al 2020.

Analizzando la distribuzione dei decessi in relazione alla disponibilità dei farmaci nelle varie aree del mondo, le differenze sono più che drammatiche, in quanto la disponibilità dei farmaci e dei sistemi sanitari per somministrarli ha invertito nei paesi sviluppati il decorso della malattia e quindi la sua prognosi. E questo perché, in tempi rapidissimi, si è riusciti, laddove ci sono state le risorse, ad acquisire conoscenze scientifiche ed una serie di strumenti terapeutici che hanno invertito completamente la storia naturale della malattia. La mortalità, che era in aumento, è crollata laddove è stato possibile introdurre delle terapie, soprattutto attraverso la combinazione di antiretrovirali. A partire dal 1996 circa, la disponibilità di più farmaci e la comprensione su come usarli meglio hanno permesso di invertire questo processo di aumento della mortalità: negli Stati Uniti, ad esempio, nella fascia di popolazione adulta fra i 25 ed i 44 anni dall'82 al '96 l'HIV è cresciuto in maniera rapidissima fino a diventare la principale causa di morte per le persone in questa fascia di età. La successiva introduzione di una serie di terapie ha fatto crollare la mortalità fino a livelli che adesso, sebbene tuttora rilevanti, sono comunque meno drammatici. Anche in Europa ed in Italia il numero dei casi di AIDS è cominciato a calare e continua a calare, più o meno dalla stessa epoca.

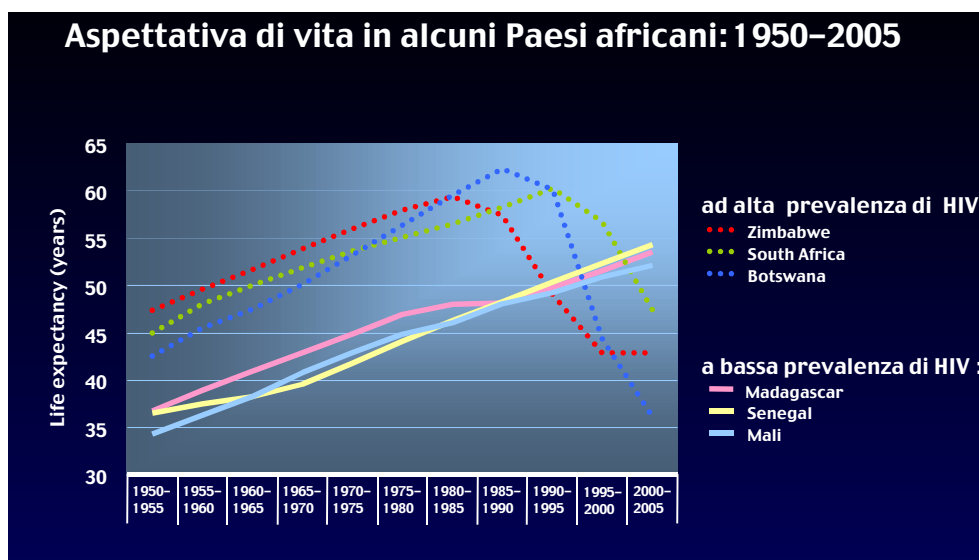


Figura 2 - Andamento dell'attesa di vita in paesi africani a bassa ed alta prevalenza di HIV, 1950-2005 (fonte: UNAIDS)

HIV e AIDS: definizione

Dopo questa panoramica di carattere epidemiologico è importante affrontare un punto su cui si fa generalmente molta confusione e cioè la differenza fra l'infezione da HIV e l'AIDS.

Per AIDS si intende una malattia conclamata con una o più patologie opportunistiche importanti. Tale condizione è soggetta a notifica obbligatoria ed è quella su cui c'è una sorveglianza molto precisa, mentre l'infezione da HIV di per sé non è soggetta a notifica. La malattia o l'infezione da HIV diventa AIDS quando compaiono queste condizioni opportunistiche, favorite cioè dall'immunodeficienza determinata dall'HIV. Nei casi in

cui purtroppo si arriva al decesso, nella maggior parte dei casi non è direttamente l'HIV a provocarlo ma una o più condizioni opportunistiche favorite dal deficit immunologico determinato dal virus: queste condizioni sono in genere infezioni, ma a volte anche neoplasie, comunque favorite dall'indebolimento del sistema immune (Tabella 3).

Tabella 3 - Fasi cliniche della malattia da HIV

Storia naturale

- **malattia acuta**, in coincidenza con la sierconversione anticorpale
- **infezione asintomatica**: assenza di manifestazioni cliniche correlate all'HIV, con modesti segni di attività virale e relativa integrità del quadro immunologico
- **AIDS conclamato**: insorgenza di malattie opportunistiche maggiori in seguito alla grave deplezione di linfociti CD4+

La trasmissione dell'infezione da HIV avviene attraverso il sangue, con i rapporti sessuali e dalla madre infetta al neonato. Una madre con infezione da HIV, in assenza di terapia, ha un rischio di trasmettere l'infezione al neonato del 20% circa; quindi, in una buona percentuale di casi, il neonato da madre infetta può nascere già con l'infezione da HIV.

Queste sono le tre vie essenziali di trasmissione, ma nel mondo è attraverso la via sessuale che si verifica oggi la maggior parte delle infezioni, come confermano numerosi dati fra cui quelli del Registro Nazionale AIDS, gestito dall'ISS, che indicano come nella notifica dei casi la quota di persone che avevano verosimilmente assunto l'HIV per via sessuale sia in continuo aumento; se si considerano le infezioni attuali è attualmente la via più frequente. Pertanto, l'infezione da HIV va intesa essenzialmente come malattia a trasmissione sessuale e ne consegue l'importanza di alcune regole fondamentali di prevenzione.

Il virus

Dal punto di vista della sua struttura, l'HIV è stato approfonditamente studiato e ben definito per quel che riguarda genoma e proteine (Figura 3); è ormai abbastanza ben definito il ruolo di molte di queste proteine con riferimento alle modalità in cui l'HIV entra nella cellula, e con cui si replica. Le proteine dell'HIV continuano ad essere studiate, e la conoscenza del suo ciclo replicativo fornisce elementi allo sviluppo di farmaci e alle ricerche sul vaccino.

Una descrizione dettagliata del ciclo replicativo dell'HIV non è importante in questa sede, ma è invece utile indicarne alcune tappe che risultano significative ai fini della comprensione della malattia:

1. Il virus attacca direttamente delle cellule del sistema immune, quindi il danno che produce è dovuto al fatto che finisce per distruggere alcune cellule che ci difendono dalle infezioni. L'effetto finale è che si diventa più sensibili alle infezioni.
2. Il virus HIV, molto spesso, non uccide le cellule al suo ingresso, ma vi rimane in maniera latente; una volta che è entrato nella cellula entra infatti nel genoma

della cellula (questa fase si chiama integrazione) e lì rimane definitivamente. Una volta che si è annidato in questo modo dentro la cellula non c'è più modo di eliminarlo, a meno di non eliminare la cellula affetta dal virus.

3. Il virus HIV produce costantemente una distruzione di cellule, ed arriva in maniera molto lenta ad erodere progressivamente, quantitativamente e qualitativamente, le risorse del sistema immune; quindi è un'infezione cronica che per molti anni può non dare alcun segno, nessuna patologia.

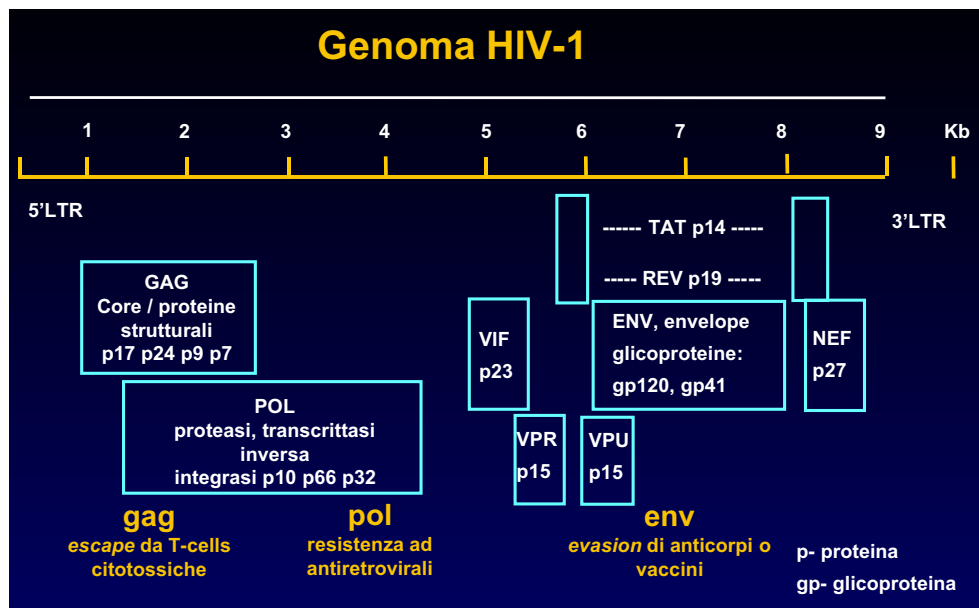


Figura 3 - Il genoma dell'HIV

4. Il virus HIV, come tutti i microrganismi, e in maniera forse peggiore di altri perché manca purtroppo di alcuni di quei meccanismi di controllo che riducono l'errore nella "copia" del genoma, fa delle copie non sempre esattamente identiche. Anche se non è immediatamente evidente, questa caratteristica si traduce non tanto in una debolezza quanto in una forza, perché in questo modo il virus si modifica continuamente; per cui chi è infetto da HIV, anche per la grande velocità di replicazione del virus, non si considera infetto da un semplice tipo di virus bensì da uno sciame di virus, tutti leggermente diversi uno dall'altro. Questo determina una serie di problemi dal punto di vista delle strategie di controllo, sia di terapia farmacologica che di vaccino.

5. Il virus HIV complessivamente ha diversi bersagli, ma quello centrale nella genesi del danno immunologico è una classe dei linfociti che intervengono nell'immunità cellulare, precisamente i linfociti T CD4. La risposta immune, molto grossolanamente, ha due rami di funzione: quella cellulare e quella umorale (o della difesa anticorpale); l'HIV agisce essenzialmente danneggiando la risposta cellulare, e questo ha un'importanza anche sul tipo di patologie opportunistiche che poi favorisce, che risultano più frequentemente dovute a virus e miceti e meno frequentemente causate da batteri. Quindi le patologie opportunistiche da HIV sono di un certo tipo perché il virus attacca

in maniera preferenziale questi linfociti T4 o CD4 (praticamente la stessa cosa, il CD4 è una molecola di membrana che identifica queste cellule), che hanno un ruolo complesso ed importante nella regolazione della risposta immune (Tabella 4).

Tabella 4 - Meccanismi di azione dell'HIV

In che modo HIV si differenzia da altri virus epidemici?

- attacca direttamente il sistema immune
- si integra **definitivamente** nel genoma della cellula ospite
- determina un'infezione cronica prima di diventare patogenetico
- si modifica con una certa frequenza nell'ospite
- recluta altre cellule direttamente o con *cell transfer*

La storia naturale dell'infezione

Una delle caratteristiche comuni ai primi casi identificati della malattia era quella di avere un basso numero di linfociti. Fin dall'inizio, quando non si disponeva ancora di un test specifico per la diagnosi, questo è stato uno dei marcatori principali della malattia; una volta isolato il virus, si è anche capito più in dettaglio come funziona la sua replicazione e si sono identificati marcatori più specifici. Clinicamente, la malattia da HIV presenta diverse fasi. La malattia acuta si ha in prossimità dell'infezione, in media poche settimane dopo l'infezione, e può dare una serie di sintomi non specifici che non sono facilmente identificabili; possono essere riconosciuti dall'infettivologo e anche dal medico di base (se può sospettarlo) e portare quindi ad una serie di accertamenti. Questi sintomi non particolarmente specifici possono non essere riconosciuti in questa fase della malattia poiché non si pensa all'infezione da HIV; passata la fase acuta di malattia si entra in una condizione di infezione asintomatica che dura per moltissimi anni in cui il virus però è presente e continua a replicarsi e ad erodere le difese del sistema immune. Finché ad un certo punto queste difese non sono più sufficienti a proteggere da una serie di microrganismi ospiti del nostro organismo (*herpes, citomegalovirus, candida*) o da cui normalmente ci difendiamo senza grossi problemi. Quando il nostro sistema immune non ci difende più da questi microrganismi insorgono una serie di patologie, cioè la malattia diventa sintomatica.

La fase asintomatica è una fase molto lunga, la cui durata è abbastanza variabile nella popolazione e dipende da tanti fattori non ancora chiari, che in parte rientrano nell'individualità della risposta immune e nell'interazione tra ospite e virus. Non si conosce qual è il limite superiore, e ci sono soggetti che hanno l'infezione da più di vent'anni e fortunatamente alcuni di essi, anche se molto pochi, non hanno ancora avuto sintomi, anche perché chi sa di avere l'infezione si sottopone ad una visita per un eventuale inizio del trattamento prima della comparsa delle infezioni (vedremo successivamente i criteri di inizio e svolgimento di tale trattamento) (Tabella 5).

Anche se in questa sede non c'è spazio per ricostruire la storia della malattia, possiamo dire che dopo aver isolato il virus e messo al punto il test per la diagnosi, si sono studiati la storia naturale della malattia ed i marcatori dell'infezione. I marcatori oggi utilizzati per seguire l'infezione da HIV sono essenzialmente due: la conta dei linfociti

CD4, che indica il grado di immunodeficienza raggiunto dal soggetto, e il numero di copie nel plasma di RNA virale; con tecniche ormai alla portata della maggior parte degli ospedali è possibile verificare quanto virus è presente nel plasma, un indice per capire quanto velocemente avviene la replicazione.

Naturalmente, più virus è presente e maggiori saranno la replicazione e le conseguenze dannose: lentamente, nel corso degli anni, le cellule CD4 calano, il virus aumenta progressivamente e si arriva, nel momento in cui le cellule vanno molto in basso, alla comparsa dei sintomi.

Nella primissima fase, quando il virus fa quel corteo di sintomi che caratterizzano l'infezione acuta, c'è un calo delle cellule CD4 (c'è una distruzione abbastanza marcata di queste cellule), poi si crea una risposta immune specifica, si raggiunge un equilibrio e le cellule CD4 risalgono, fino a raggiungere un livello più alto, e si entra nella fase asintomatica, in cui le cellule CD4 tendono a calare nuovamente, ma molto più lentamente.

Tabella 5 - Categorie cliniche della malattia da HIV secondo i *Center for Disease Control (CDC)*

Classificazione dell'infezione da HIV secondo i CDC	
Categorie cliniche	
stadio A	infezione retrovirale acuta, infezione asintomatica o presenza di linfadenomegalia generalizzata
stadio B	condizioni sintomatiche non incluse nella categoria A né in quella C
stadio C	presenza di condizioni cliniche indicative di AIDS

Dal punto di vista clinico, in questa fase si possono osservare episodi minori nelle fasi in cui i linfociti CD4 sono abbastanza alti ed episodi importanti e gravi nelle fasi finali, quando i linfociti CD4 sono a livelli generalmente inferiori a 200, una fascia di CD4 dove il rischio di infezioni opportunistiche gravi è sostanziale. Anche quantitativamente si ritiene che quel numero di linfociti indichi una scarsa capacità a difendersi dalle infezioni opportunistiche che diventano sempre più gravi, o comunque una soglia di allarme.

Questa era in breve la storia naturale dell'infezione da HIV fino alla fine degli anni '80 e forse anche per i primi anni '90, con un declino clinico ed immunologico che non si riusciva ad interrompere e ad alterare. Ora naturalmente la storia naturale è diversa (Tabella 6).

Tabella 6 - Meccanismi di sviluppo dell'immunodeficienza

Patogenesi	
-	La principale alterazione causata dall'HIV è la progressiva deplezione dei linfociti T CD4 , che svolgono un ruolo essenziale nel sistema di immunoregolazione
-	HIV provoca nel sistema immunitario profonde alterazioni in cui sono coinvolti numerosi tipi cellulari e meccanismi effettori

La malattia può essere studiata secondo il grado di immunodeficienza raggiunto (registrato attraverso la conta delle cellule CD4, con il rischio maggiore al di sotto delle 200 cellule) o secondo i sintomi clinici che si sono presentati nel soggetto. Nello stadio

clinico A il virus non ha ancora attaccato in maniera importante le difese immunitarie; generalmente questo stadio comprende l'infezione acuta e la lunga fase di infezione sintomatica. Nello stadio B compaiono condizioni sintomatiche lievi, i soggetti cominciano ad avere una serie di disturbi, quali piccoli episodi di herpes, candida a livello della bocca e altre piccole infezioni che non sono pericolose come gravità ma che possono mettere in allarme da un punto di vista clinico-terapeutico. Nello stadio clinico C, l'AIDS vero e proprio, si determinano condizioni cliniche importanti dovute all'immunodeficienza ormai in atto che è abbastanza marcata (Tabella 7).

Tabella 7 - Categorie immunologiche nell'infezione da HIV

Classificazione dell'infezione da HIV secondo CDC	
Categorie secondo il numero dei CD4	
Gruppo 1:	≥ 500/mmc (≥ 29%)
Gruppo 2:	200-499/mmc (14-28%)
Gruppo 3:	< 200/mmc (< 14%)

Le manifestazioni cliniche dell'AIDS possono essere diverse e colpire gli organi più disparati, per cui si osservano patologie cutanee, polmoniti, lesioni cerebrali ed altre condizioni ancora. Un esempio di patologia cerebrale opportunistica è la *toxoplasmosi*, caratterizzata da lesioni cerebrali responsabili di sintomi gravi. Un'altra condizione opportunistica che definisce l'AIDS è la retinite, generalmente sostenuta dal *citomegalovirus*, un organismo normalmente non pericoloso in soggetti senza deficit immunitari ma che nei soggetti con immunodeficienza può provocare lesioni in vari organi, compresa una retinite che può potenzialmente portare alla cecità. Relativamente frequenti anche le esofagiti: questo tipo di lesione a livello dell'esofago può derivare da candida o da *citomegalovirus*, i quali arrivano ad erodere localmente i tessuti in maniera importante per la mancanza di difese.

La malattia acuta da HIV, cioè quella che si manifesta poche settimane dopo aver acquisito l'infezione, ha delle caratteristiche particolari, in quanto interessa un po' tutto l'organismo ma con modalità variabili e non specifiche. E' quindi una forma clinicamente variabile, con sintomi che possono far pensare ad altre malattie virali, come l'influenza o la mononucleosi, e sta al medico nel valutare una serie di elementi considerare la possibilità di una recente infezione da HIV, soprattutto sulla base dell'anamnesi.

La prevenzione, il test e la terapia

Dal punto di vista dei controlli su sangue ed emoderivati si è raggiunta ormai una certa stabilità perché per dare sicurezza alle trasfusioni sono state messe a punto già da tempo una serie di procedure. Quindi oltre alla prevenzione basata sull'evitamento dello scambio di siringhe o di aghi, bisogna considerare, per affrontarla nel modo migliore, che l'infezione da HIV è oggi una malattia trasmessa soprattutto per via sessuale; la prevenzione deve quindi essere basata sull'evitamento di rapporti sessuali non protetti. Numerosissime campagne informative e preventive hanno sottolineato l'importanza dell'uso del preservativo nei rapporti sessuali nella prevenzione della trasmis-

sione dell'HIV (Tabella 8). Le stesse campagne informative raccomandano l'importanza del test per la diagnosi dell' infezione.

Tabella 8 - Trasmissione dell'HIV

Trasmissione dell'HIV	
-	Attraverso i rapporti sessuali
-	Per via parenterale: trasfusione di sangue o emoderivati o inoculazione di piccole quantità di sangue contaminato (scambio di siringhe, puntura accidentale con aghi o strumenti infetti)
-	Da madre a neonato

Il test, sebbene sia secondo l'OMS tra le prime procedure da seguire come strategia di intervento, è ancora svolto probabilmente troppo poco, anche nel nostro paese, in quanto si pensa che attualmente in Italia una grande quantità dei sieropositivi non sappia di essere sieropositivo. E' molto importante comprendere che difficilmente ci si trova in una situazione di assoluta estraneità rispetto al rischio di aver contratto l'infezione. E' anche molto importante il ruolo svolto da consultori o da altre strutture informative (molte gestite da associazioni) per discutere l'eventuale presenza di un rischio e in caso di infezione accertata prendere tutta una serie di provvedimenti che hanno poi una valenza importante per l'intera popolazione. L'accesso ai consultori determina ad esempio una migliore prevenzione della trasmissione da madre a neonato, nonché una migliore adesione a dei comportamenti sicuri. L'informazione è come sempre centrale per l'indirizzarsi verso comportamenti che, anche se semplici, hanno un peso notevolissimo nella prevenzione.

Per chi attraverso il test scopre di avere acquisito l'HIV, le prospettive sono oggi molto diverse rispetto a 10 anni fa grazie alla presenza di terapie specifiche potenti ed efficaci. La terapia blocca la replicazione del virus e, indirettamente, previene il declino immunologico, permettendo al sistema immune di recuperare. Il danno del sistema immune non è considerato irreversibile, ed anche se i linfociti CD4 sono arrivati a livelli bassissimi, è possibile recuperare e ritornare ad una situazione decisamente più tranquilla dal punto di vista della suscettibilità alle infezioni (Figura 4). Azzerare la replicazione virale significa ridare respiro al sistema immune che può riportare il soggetto al di fuori della fase di rischio per infezioni opportunistiche.

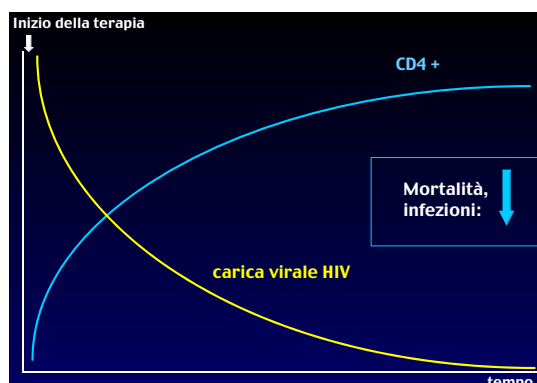
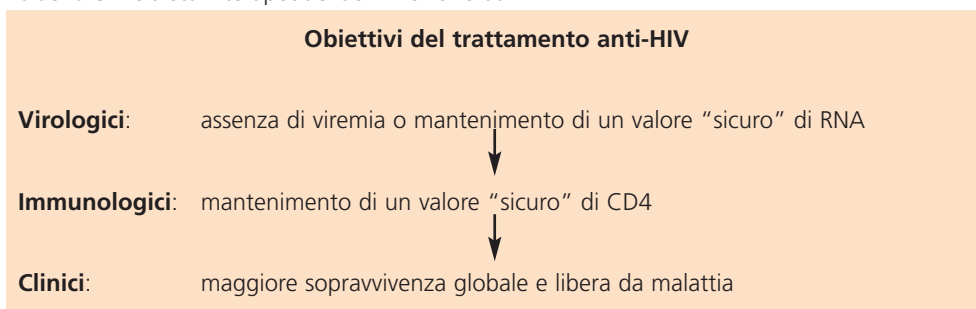


Figura 4 - Andamento dei linfociti CD4 e della carica virale in corso di terapia anti-HIV

L'obiettivo "ideale" della terapia è di azzerare la replicazione virale per un tempo indefinito in cui il soggetto sta bene, il suo sistema immune rimane normale e si vive una vita normale (Tabella 9).

Tabella 9 - Obiettivi terapeutici dell'infezione da HIV



Anche se la sopravvivenza e la qualità della vita sono molto migliorate con le terapie attuali, esistono importanti problemi nella gestione del trattamento che rendono questo obiettivo ideale ancora da raggiungere. Anzitutto, sembra che questi farmaci, che devono essere usati in combinazione, debbano essere assunti per moltissimo tempo, e probabilmente a vita, per controllare l'infezione. Inoltre, almeno per ora, nell'infezione da HIV le terapie sono abbastanza complicate e possono richiedere l'assunzione di numerose compresse al giorno, con importanti implicazioni nella conduzione delle normali attività e con problemi di tossicità legati all'assunzione a lungo termine di farmaci. Si sta cercando di mettere a punto delle strategie per migliorare la tollerabilità, per favorire l'aderenza al trattamento e per sviluppare nuovi farmaci.

Oggi sono disponibili oltre 15 farmaci e solo dieci anni fa erano disponibili soltanto tre di questi farmaci con i quali, a causa della loro appartenenza alla stessa classe, si ottenevano risposte solo parziali. La disponibilità di nuove classi di farmaci è un punto estremamente importante perché all'interno di ogni classe anche farmaci diversi possono avere profili simili di efficacia e resistenza. Occorre quindi trovare farmaci nuovi e diversi al tempo stesso. Dal 1987 al 1996 era disponibile un'unica classe di farmaci. Intorno al 1996 sono arrivate quasi contemporaneamente due nuove classi di farmaci (gli inibitori non nucleosidici della trascrittasi inversa, NNRTI, e gli inibitori della proteasi, IP), e la situazione è drasticamente cambiata (Tabella 10).

Tabella 10 - Risorse terapeutiche contro l'infezione da HIV

Terapia antiretrovirale	
Oggi sono disponibili quattro classi di farmaci anti-HIV:	
-	inibitori nucleosidici della trascrittasi inversa (dal 1987)
-	inibitori non nucleosidici della trascrittasi inversa (dal 1996)
-	inibitori della proteasi (dal 1996)
-	inibitori della fusione (dal 2003)

Attaccare in maniera specifica il ciclo replicativo di un microrganismo è complesso e quindi avere la capacità di attaccarlo da punti diversi dà una grande sicurezza di efficacia perché diventa più complicato per il virus evadere da questo tipo di meccanismi. Potenzialmente ci sono ancora enormi spazi per farmaci che agiscano su altre fasi del ciclo, ed una nuova classe di farmaci, gli inibitori della fusione, è appena entrata nell'uso clinico. Infine, ci sono altri inibitori in fase di studio come quelli dell'integrasi.

Aggredire il virus da punti diversi aumenta le possibilità di successo (Figura 5). Ormai è chiaro che non è verosimilmente possibile eradicare l'infezione cronica ripulendo completamente tutto l'organismo dal virus dell'HIV. È perciò necessario individuare strategie che determinino il controllo a lungo termine, quindi terapie sequenziali a lungo termine e di vario tipo in cui i farmaci devono essere facili da assumere, non devono essere tossici e avere una durata molto lunga nel tempo.

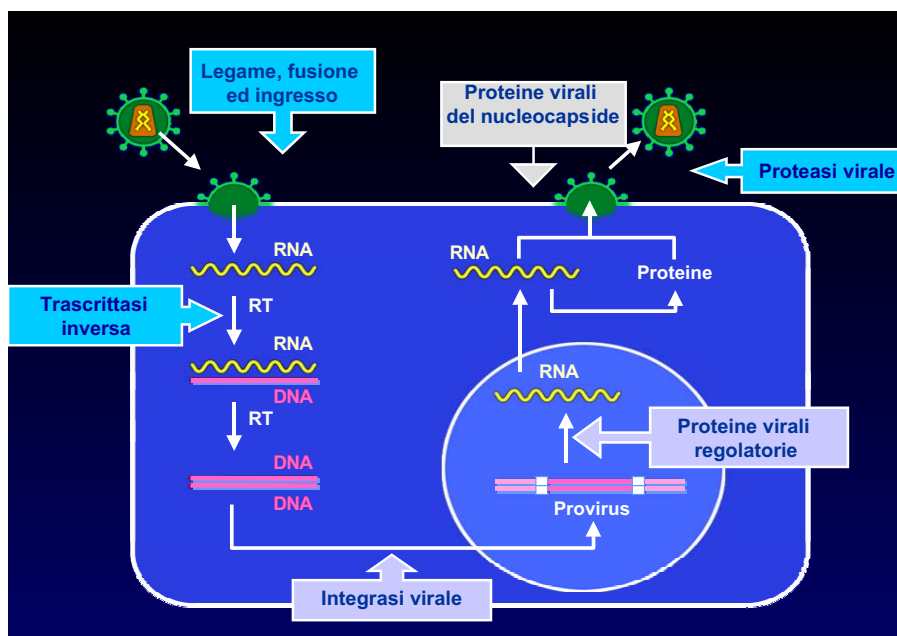


Figura 5 - Punti di azione dei farmaci nel ciclo replicativo di HIV

La terapia contro l'HIV è efficace per diversi anni. Ad un certo punto, però, per motivi diversi, che comprendono la difficoltà di svolgere regolarmente le terapie per molto tempo e la comparsa di resistenza, la quantità di virus nel sangue risale, e quando arriva a livelli che vengono considerati non sicuri bisogna reintervenire modificando la terapia. A questo primo fallimento terapeutico possono far seguito altri fallimenti di risposta, spesso più ravvicinati. In tutto questo processo si riducono le risorse a disposizione, i farmaci disponibili diventano sempre meno e, purtroppo, diventa sempre più difficile ridurre la replicazione virale, perché il virus si è organizzato a sopravvivere ed a resistere ai farmaci. Praticamente interviene un processo di selezione naturale: sotto la pressione del farmaco sopravvive il virus che è più adatto a sopravvivere, quindi quello più resistente. Naturalmente si spera che il virus resistente al farmaco sia meno efficace del virus normale nella replicazione, ma non è sempre così, e spesso il virus riesce

ad essere aggressivo anche se è resistente. La resistenza, insieme alla tossicità, è uno dei motivi più comuni del cambio di terapia. La buona notizia è che ci sono ormai per l'HIV, come ci sono per i batteri, degli antiviogrammi, che permettono, a partire dal plasma del paziente, di vedere se il virus è resistente o meno a singoli farmaci, e quindi di individualizzare la terapia sulla base del risultato di questo tipo di test. Il quadro generale delle terapie (Tabella 11) è quindi sempre più rivolto ad individualizzare il trattamento .

Tabella 11 - I farmaci oggi disponibili

Antiretrovirali		
Nucleosidi	NNRTI	IP
zidovudina (AZT)	nevirapina (NVP)	saquinavir HGC/SGC (SQV)
didanosina (ddI)	efavirenz (EFV)	ritonavir (RTV)
zalcitabina (ddC)	delavirdina (DLV)	nelfinavir (NFV)
stavudina (d4T)		indinavir (IDV)
lamivudina (3TC)		amprenavir (APV)
abacavir (ABV)		lopinavir (LPV)
tenofovir (TFV)		atazanavir (ATV)
Inibitori della fusione		
enfuvirtide (T-20)		

Dal momento che lo svolgimento della terapia ha tutte queste implicazioni, è molto importante definire quando la terapia va iniziata. Le linee guida di trattamento utilizzano come criterio il numero dei linfociti CD4. Infatti, anche se nella decisione se iniziare o meno una terapia si considera anche la quantità di virus, il criterio fondamentale è rappresentato dalla quantità di cellule CD4, che riflette il rischio a breve termine di infezioni opportunistiche. In presenza di un basso livello di CD4, è raccomandato l'inizio della terapia.

La trasmissione da madre a neonato

La prevenzione della trasmissione materno fetale è una condizione in cui è abbastanza semplice agire. La trasmissione da madre a figlio può avvenire nel corso della gravidanza, ma nella grande maggioranza dei casi avviene durante il parto per il verificarsi di contatti diretti fra sangue materno e bambino. È questa la fase più traumatica della gravidanza, in cui avvengono probabilmente la maggior parte delle trasmissioni, con l'eccezione di una piccola quota di casi che probabilmente avviene prima del parto, durante la gravidanza. Questo significa però che in prossimità del parto noi abbiamo a disposizione un momento preciso in cui possiamo agire con dei farmaci che riescono ad interrompere in maniera consistente, quasi azzerandola, la trasmissione. In Italia, fortunatamente, la trasmissione dell'infezione da HIV è quasi azzerata, e si registra un aumento della volontà di maternità nelle donne HIV positive perché la storia naturale della malattia è cambiata, e le donne con HIV hanno una diversa progettualità, in cui rientra anche la maternità. Inoltre, un tempo per una donna HIV positiva pianificare una gravidanza significava una probabilità di uno a cinque di far nascere un bambino con

infezione da HIV, mentre oggi, con la combinazione di terapia antiretrovirale, parto cesareo e allattamento artificiale, questo rischio è di uno a cinquanta o perfino minore.

Il rischio può però essere ridotto solo se la madre è consapevole della propria sieropositività. Anche se il test è raccomandato in gravidanza, esistono ancora dei casi in cui il bambino nasce affetto da HIV perché la madre per tutta la gravidanza non esegue il test e quindi non è possibile applicare le misure efficaci oggi disponibili per prevenire la trasmissione materno-fetale. Queste situazioni confermano che è solo attraverso l'informazione che si possono mettere in atto una serie di interventi. È importante ricordare che strumenti facili ed efficaci non possono essere applicati se l'individuo verso cui è diretta la prevenzione si sente al di sopra del rischio (Tabella 12).

Tabella 12 - Trasmissione da madre a neonato e sua prevenzione

Strategie raccomandate per prevenire la trasmissione materno-fetale dell'infezione

- Prevenire la trasmissione dell'HIV alle donne in età fertile:
implementare il counselling e l'esecuzione del test HIV
- Prevenire le gravidanze indesiderate nelle donne HIV-positive:
implementare il counselling preconcezionale nelle donne HIV-positive
- Prevenire la trasmissione da madre a bambino:
interventi specifici per la riduzione del rischio di trasmissione: terapia antiretrovirale, parto cesareo, allattamento artificiale

L'EPATITE VIRALE: UNA MALATTIA, MOLTI VIRUS

Graziella Morace

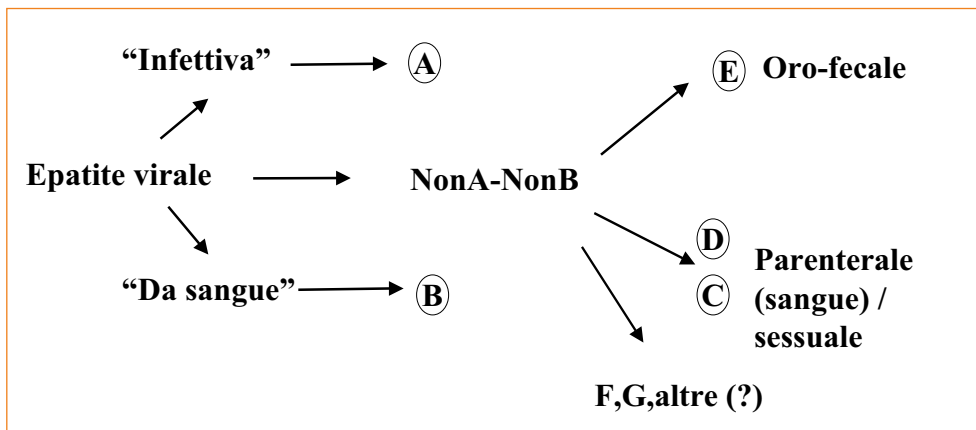
*Dipartimento di Malattie Infettive, Parassitarie ed Immunomediate,
Istituto Superiore di Sanità, Roma*

I virus che causano epatite

L'epatite virale è una malattia diffusa in tutto il mondo. Anche in Italia il fenomeno ha una sua consistenza: negli anni '90 i casi di epatite virale acuta, ufficialmente notificati, oscillavano tra i 6.000 e i 10.000 per anno. A questi vanno aggiunti i portatori cronici di epatite, che si aggirano intorno ai 3 milioni di individui.

Il termine "virus epatitici" viene riferito ad un gruppo di virus, indicati con le lettere dell'alfabeto da A a G, che hanno tutti come organo bersaglio primario il fegato umano. Sono molto diversi e non correlati tra loro, anche se i quadri clinici sono identici e indistinguibili uno dall'altro. I sintomi classici sono quelli comuni a tutte le infezioni virali (sensazione di malessere, astenia, febbricola o febbre, inappetenza e nausea) insieme a quelli più specifici di danno epatico (ittero, colorito scuro delle urine, colore chiaro delle feci, prurito).

Fino alla metà degli anni '60 si distinguevano solo due tipi di epatiti: una trasmessa attraverso cibi e bevande (detta "infettiva"), l'altra attraverso il contatto con sangue



infetto. La scoperta dell' "antigene Australia" dapprima nel sangue di un aborigeno australiano e poi in quello di soggetti affetti da epatite di tipo B, permise di suddividere le epatiti virali in A e B: tutte le epatiti risultate positive per l'antigene Australia (Au) vennero classificate come epatiti di tipo B, le altre, per esclusione, come epatiti di tipo A.

I test per la diagnosi diretta di epatite furono messi a punto dopo alcuni anni e ci si accorse solo allora che non tutte le epatiti antigene Au-negative erano dovute al virus A.

Fu perciò chiara l'esistenza di almeno altri due virus epatitici, uno trasmesso attraverso la via oro-fecale e uno trasmesso per via parenterale. Furono denominati genericamente virus delle epatiti non A-non B (NANB).

Nel 1977 un ricercatore di Torino individuò, nel fegato di pazienti con epatite B, un altro virus, inizialmente chiamato antigene delta poiché si pensò che fosse un componente del virus dell'epatite B. Esperimenti successivi condotti sugli scimpanzé hanno dimostrato che si trattava di un virus distinto, il virus dell'epatite delta (HDV), capace di moltiplicarsi solamente in presenza del virus dell'epatite B. Tale scoperta, tuttavia, non permetteva ancora di spiegare l'elevata quota di epatiti a trasmissione alimentare e, ancor più, quelle associate a trasfusioni. Queste ultime rimanevano classificate ancora come non A - non B, ovvero di origine ignota. Tra la fine degli anni '80 e l'inizio degli anni '90 furono finalmente isolati un virus responsabile di circa l'80% delle epatiti non A-non B trasmesse attraverso le trasfusioni, chiamato virus dell'epatite C, ed un virus responsabile di una forma di epatite epidemica, denominato virus dell'epatite E. La scoperta di questi due virus è stata molto laboriosa, ed è stata possibile grazie all'uso di metodiche di biologia molecolare. Infatti pur essendo emersa, a seguito di esperimenti condotti su volontari e su scimmie, l'indicazione di possibile esistenza di questi virus, se ne è avuta conferma solo attraverso la clonazione di frammenti degli acidi nucleici. In anni recenti, infine, sono stati identificati due ulteriori virus trasmessi per via trasfusionale (virus dell'epatite G- HGV - e TTV, dalle iniziali del primo paziente da cui fu isolato), il cui ruolo nelle epatiti è ancora da definire, ed è stata suggerita, ma non confermata, l'esistenza di un nuovo virus che può causare epatiti "alimentari" sporadiche (virus dell'epatite F).

Riassumendo, i virus epatitici si differenziano per la via di trasmissione: le epatiti A ed E sono trasmesse attraverso la via oro-fecale (cioè penetrano nell'organismo attraverso l'ingestione di alimenti e bevande contaminati da feci infette), gli altri virus (B,C, delta e G) sono trasmessi per via parenterale (trasfusioni di sangue ed emoderivati, punture accidentali, uso di siringhe in comune ecc.) o per via sessuale e materno-fetale, soprattutto il virus B (HBV) (Tabella 1).

Tabella 1 - Differenti tipi di epatite virale

	Tipo di Epatite				
	A	B	C	D	E
Sorgente del virus	Feci	Sangue/fluidi corporei	Sangue/fluidi corporei	Sangue/fluidi corporei	Feci
Via di trasmissione	Fecale-orale	Parenterale/ sessuale/ madre-neonato	Parenterale/ sessuale	Parenterale/ sessuale	Fecale-orale
Infezione cronica	No	Si	Si	Si	No
Prevenzione	Misure igieniche - Vaccino	Misure igieniche - Vaccino	Misure igieniche	Misure igieniche - (Vaccino)	Misure igieniche

Altre differenze si hanno nel periodo di incubazione, che risulta molto più breve (20-60 giorni) per il virus dell'epatite A, che per i virus dell'epatite B e C. I fattori che determinano l'entità dell'infezione epatica sono differenti e comprendono il tipo di virus, la carica virale, i meccanismi di acquisizione dell'infezione, l'età e la risposta immunitaria dell'ospite. E' quindi facilmente intuibile come epatiti diverse possano avere manifestazioni cliniche simili, ma anche come lo stesso tipo di epatite possa esprimersi in forme cliniche differenti. Da queste considerazioni generali emerge la difficoltà di classificazione di un'epatite acuta sulla base delle sole manifestazioni cliniche. Attualmente un'epatite virale è quindi diagnosticata mediante l'uso di mezzi sierologici (ricerca degli anticorpi specifici) e di metodiche di biologia molecolare. La Figura 1 mostra la distribuzione dei casi di epatite virale acuta suddivisi per virus in Italia, negli anni 2000-2001.

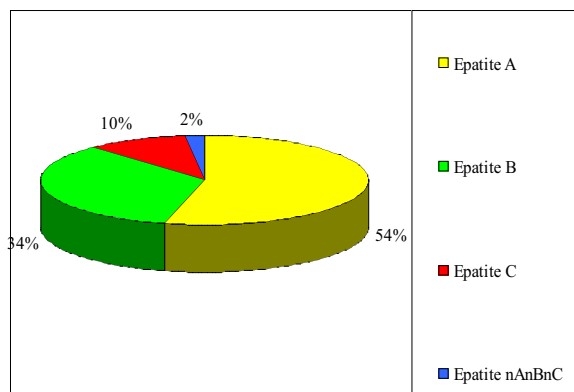


Figura 1 - Distribuzione dei casi di epatite virale acuta in Italia (Seieva 2000-2001)

Inoltre, bisogna ricordare che, in aggiunta ai virus epatitici propriamente detti, esistono altri virus capaci di provocare quadri clinici con manifestazioni epatiche, quali, in particolare, il *Citomegalovirus* e il virus di Epstein-Barr. Tali virus, non essendo comunque esclusivamente epatotropici, non verranno descritti in questo intervento.

Virus dell'epatite A

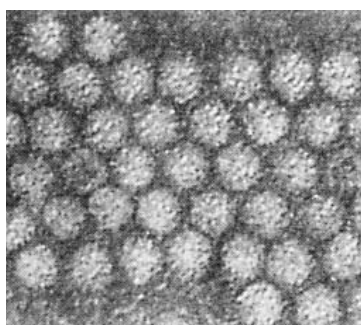


Figura 2 - Il virus dell'epatite A - Fotografia al microscopio elettronico

Il virus dell'epatite A (HAV) è una piccola particella (diametro: 27-30 nanometri), di forma a icosaedro (Figura 2), contenente una molecola di RNA, e appartiene alla stessa famiglia del virus della poliomielite e dei virus del raffreddore comune.

L'epatite virale di tipo A è diffusa in tutto il mondo dà spesso luogo ad epidemie ricorrenti più o meno estese.

Si trasmette, per lo più, attraverso le feci, sia direttamente (trasmissione persona-persona, principalmente tra bambini e tra familiari), sia per ingestione di alimenti contaminati. La diffusione dell'infezione è inoltre favorita da scarse condizioni igieniche, associate a situazioni di povertà (Figura 3).

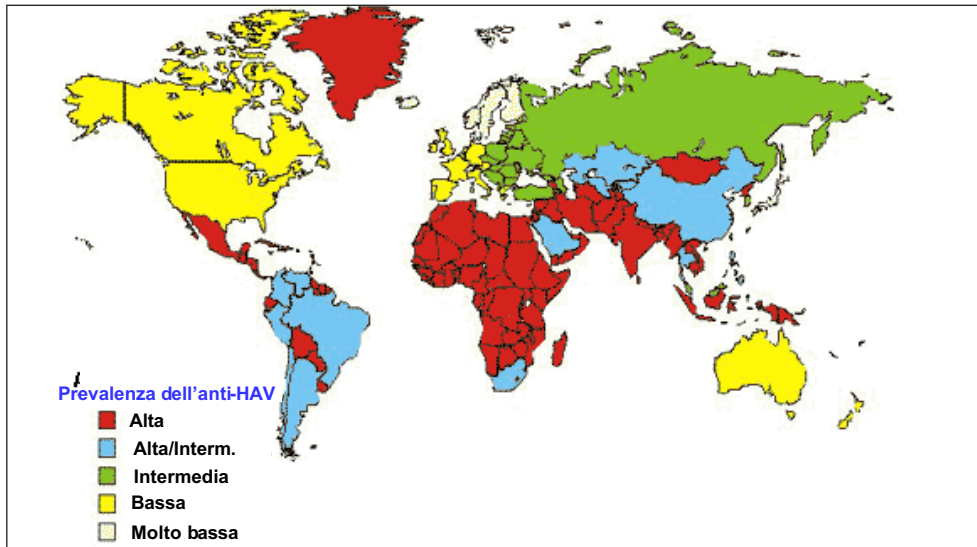
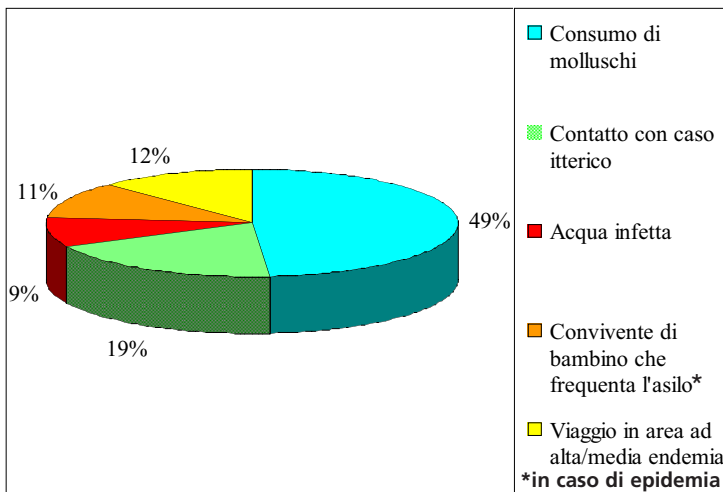


Figura 3 - Distribuzione geografica dell'epatite A (Fonte: CDC)

Nei bambini la malattia presenta generalmente un decorso asintomatico, diversamente da quanto si verifica in età adulta. Sebbene in alcuni casi la convalescenza possa essere piuttosto lunga, non vi è mai rischio di cronicizzazione.

Una delle fonti principali di infezione (>40%, in Italia) è rappresentata dai molluschi cresciuti in acque contaminate da feci infette (Figura 4). Il virus non si replica nei molluschi, tuttavia può essere concentrato fino a 60 volte, perché questi filtrano giornalmente grandi quantità d'acqua per ricavare ossigeno e cibo. Il virus non viene inattivato alle temperature che consentono l'apertura delle valve. In molte nazioni industrializzate varie epidemie sono state correlate con l'ingestione di molluschi o verdure congelati provenienti da zone con livello igienico scarso (il virus può sopravvivere oltre un anno a -20°C).

La presenza del virus è diagnosticata in modo indiretto, sulla base della comparsa



delle immunoglobuline IgM nel sangue. Sono le prime a comparire a seguito di un'infezione, e rimangono per circa sei mesi. Pertanto sono i segnali di un'infezione recente.

Compaiono poi le IgG, che durano per tutta la vita e conferiscono l'immunità alla malattia. In alcuni casi

Figura 4 - L'epatite A in Italia: principali fattori di rischio (Fonte: SEIEVA)

(per esempio, durante alcune epidemie) può essere necessario determinare la fonte dell'infezione. Per questo scopo è utilizzata attualmente una tecnica di biologia molecolare molto sensibile, la PCR (reazione a catena della polimerasi), che permette di determinare la presenza anche di quantità infinitesimali di acidi nucleici e quindi di individuare il genoma virale nei campioni.

Virus dell'epatite E

Anche il virus dell'epatite E (Figura 5) è un virus molto piccolo ad RNA, con struttura esterna simile all'HAV, ma appartiene ad una famiglia differente, comprendente tra l'altro il virus della rosolia.

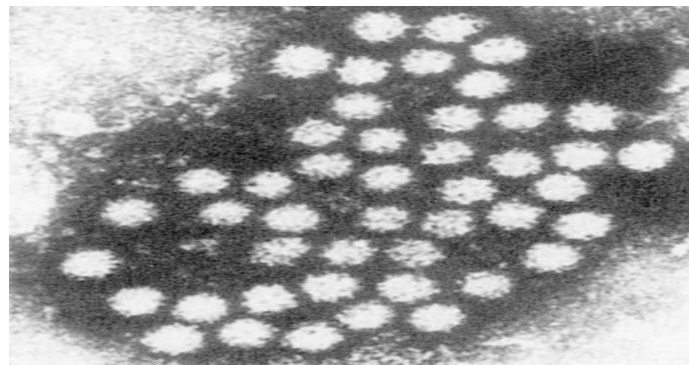


Figura 5 - Il virus dell'epatite E - Fotografia al microscopio elettronico

Il virus dell'epatite E (HEV) è responsabile della maggior parte delle epidemie di epatite correlate con l'ingestione di acque contaminate da feci infette che si verificano nei Paesi in via di sviluppo, sia nel nuovo sia nel vecchio Continente, ma principalmente in Asia, in Africa e in Messico.

Come l'epatite A, anche questa è una malattia autolimitante, cioè che non cronicizza.

E' stato recentemente osservato che anche i suini possono infettarsi con l'epatite E, di conseguenza è stato suggerito che potrebbero contribuire alla diffusione dell'infezione.

Nei Paesi in via di sviluppo le infezioni da HEV sono spesso associate alla stagione delle piogge e danno luogo ad epidemie molto ampie. Nei paesi industrializzati si verificano casi sporadici importati da viaggiatori.

La diagnosi si effettua attraverso la ricerca delle IgM nel sangue o attraverso la determinazione della presenza del genoma del virus nel sangue tramite la PCR.

Virus dell'epatite B

Il virus dell'epatite B (HBV) appartiene alla famiglia degli Hepadnavirus. I virioni sono particelle sferiche di 42 nm di diametro, costituite da un rivestimento esterno (o involucro) lipoproteico, contenente l'antigene di superficie (HBsAg, ex "antigene Australia"), e da una struttura proteica interna (core) contenente il genoma virale (una molecola di DNA). Particelle sferiche o forme filamentose costituite solo di involucro vuoto, oltre a particelle virali complete, si trovano nel sangue degli individui infetti (Figura 6).

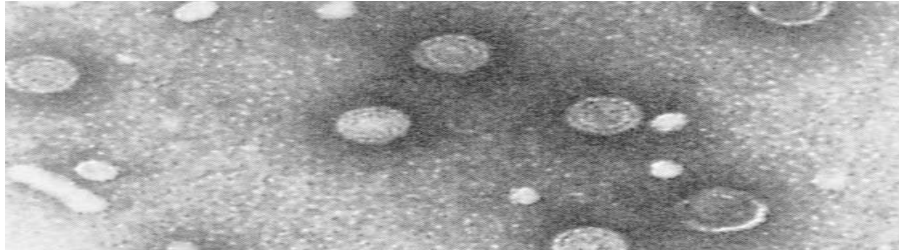


Figura 6 - Il virus dell'epatite B - Fotografia al microscopio elettronico

È un virus globalmente distribuito (Figura 7). Rappresenta un grosso problema di sanità pubblica perché l'infezione può diventare cronica, principalmente se acquisita in età precoce. Si calcola che attualmente vi siano nel mondo 300-350 milioni di portatori cronici.

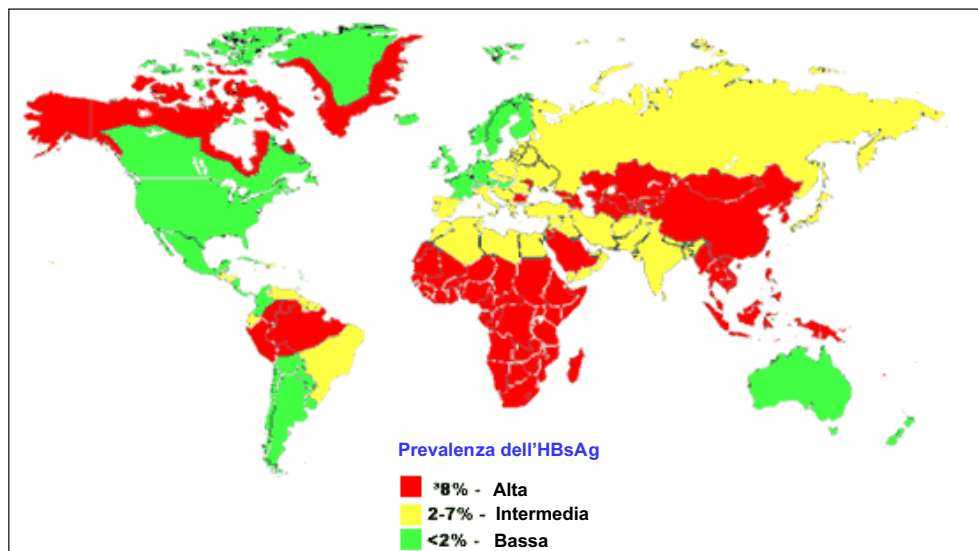


Figura 7 - Distribuzione geografica dell'epatite B cronica

Complicazioni della infezione cronica sono la cirrosi ed il carcinoma primario del fegato.

L'HBV si trasmette principalmente per via parenterale, cioè attraverso trasfusioni di sangue o di emoderivati infetti, attraverso scambi di siringhe e/o aghi contaminati con sangue infetto, attraverso microlesioni della cute e delle mucose provocate da strumenti o da oggetti contaminati da sangue infetto (spazzolini da denti, forbici, oggetti per manicure e per pedicure, spazzole a setole dure, pettini, aghi, spilli, coltelli ecc.), attraverso trattamento emodialitico. La trasmissione attraverso trasfusioni (sangue ed emoderivati) è divenuta comunque un evento molto raro perché è possibile determinare l'antigene di superficie di HBV (HBsAg) nel sangue dei soggetti infetti, e quindi escludere dalla donazione i portatori dell'infezione.

Il virus è trasmesso anche per via sessuale.

Un'altra via molto importante di infezione è la trasmissione dalla madre infetta al neonato al momento della nascita. Rappresenta probabilmente il più efficiente mecca-

nismo di mantenimento della popolazione di portatori cronici di HBV. L'epatite acuta contratta durante la tarda gravidanza o l'epatite cronica della madre espongono il nascituro al grandissimo rischio di divenire portatore cronico.

La diagnosi si effettua mediante la determinazione nel sangue degli antigeni virali e degli anticorpi diretti contro di essi. I marcatori che si possono ritrovare nel siero degli individui infetti sono molteplici e la loro diversa combinazione permette la diagnosi differenziale tra epatite acuta, epatite in via di guarigione o epatite cronica. La scomparsa dell'infezione è segnalata dall'apparizione degli anticorpi anti-HBs, protettivi e permanenti.

In alcuni pazienti tuttavia è possibile osservare la persistenza di alcuni marcatori di infezione (HbsAg, HbeAg o anti-HBe) nel sangue per più di 6 mesi, senza che compaia l'anticorpo anti-HBs. Tali pazienti vengono comunemente considerati probabili portatori cronici di HBV. La conferma può essere ottenuta attraverso la PCR, che permette di determinare la presenza del DNA virale nel sangue.

Virus dell'epatite delta

Il virus dell'epatite delta (HDV) è un virus difettivo ad RNA (diametro 30-40 nm), capace di moltiplicarsi solo in presenza di HBV, da cui riceve un componente essenziale alla costituzione della struttura (proteina dell'involucro HBsAg) (Figura 8).

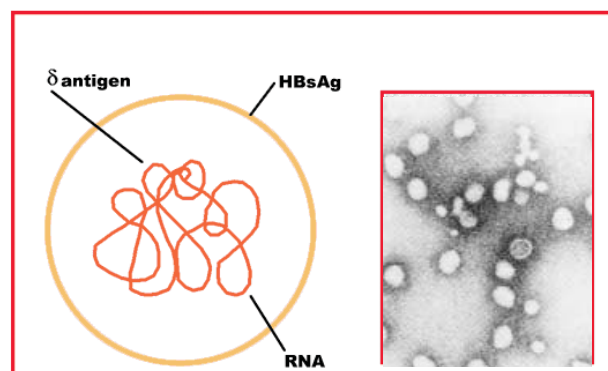


Figura 8 - Virus dell'epatite delta - Fotografia al microscopio elettronico e schema della struttura del virus (δ antigen: antigene del virus delta; RNA: genoma del virus delta; HBsAg: antigene dell'involucro del virus dell'epatite B)

Perciò l'infezione può verificarsi solo in soggetti già portatori di HBV e secondo due modalità:

- 1) infezione simultanea da HBV e HDV o
- 2) superinfezione da HDV in soggetto portatore di HBV. In questo secondo caso la malattia spesso evolve verso severe forme di epatite cronica ed eventualmente cirrosi ed epatocarcinoma.

Si considera che attualmente vi siano al mondo oltre 300 milioni di portatori di HBV e che di questi il 20-30% sia anche infetto con HDV. La trasmissione avviene attraverso le stesse vie di HBV. La diagnosi si effettua mediante la determinazione degli anticorpi Ig M specifici.

Virus dell'epatite C

È un virus con involucro, diametro 30-40 nm, con genoma a RNA, appartiene alla stessa famiglia del virus della febbre gialla (Figura 9).

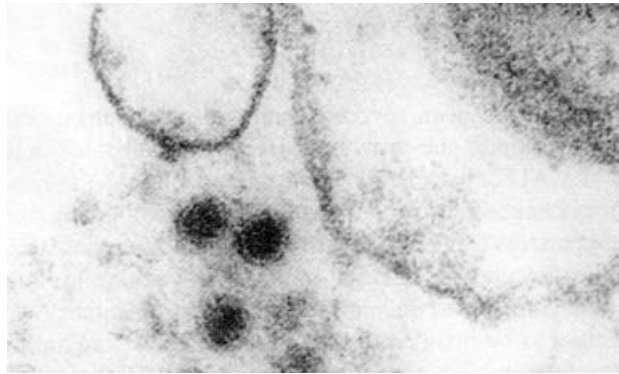


Figura 9 - Virus dell'epatite C - Fotografia al microscopio elettronico

Il virus C ha una diffusione ubiquitaria (Figura 10).

Negli anni passati è stato responsabile di oltre l'80% dei casi di epatite post-trasfusionale NANB. Tale incidenza è molto diminuita con la crescente diffusione delle procedure di controllo analitico dei campioni di sangue proveniente dalle donazioni.

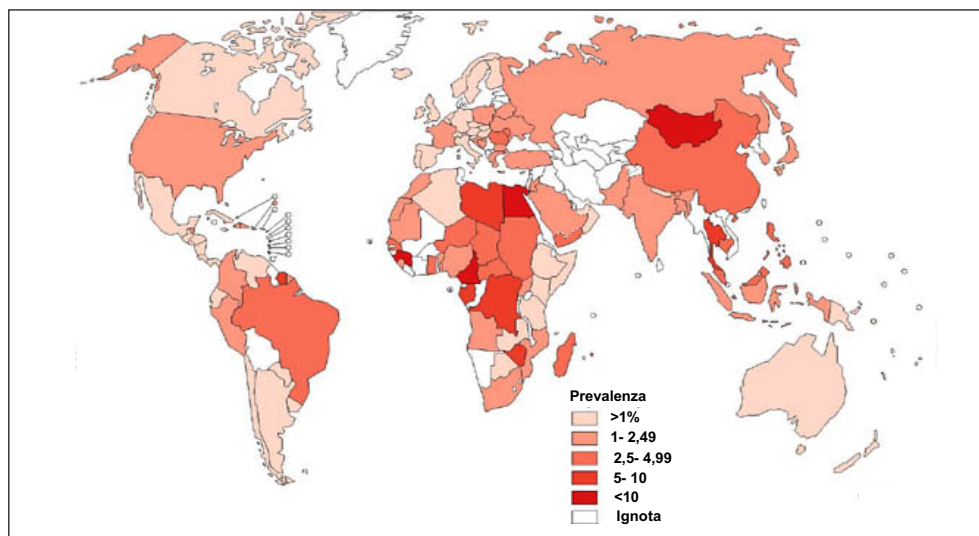


Figura 10 - Distribuzione geografica dell'epatite C (Fonte: OMS)

L'infezione decorre in maniera asintomatica in circa il 75% dei casi, ma presenta un elevato rischio (circa l'85% dei casi) di passare allo stato cronico e successivamente, nel 20-35% dei portatori cronici, di evolvere in cirrosi. Inoltre le infezioni croniche da HCV sono state collegate allo sviluppo di epatocarcinoma.

Diversamente da quanto si verifica nell'infezione da epatite B, non si osserva correlazione tra l'età dell'infezione e la cronicizzazione.

La fonte d'infezione primaria è costituita dai portatori asintomatici che possono trasmettere il virus sia per via sessuale che parenterale. In questo ambito rientra l'uso promiscuo di oggetti personali, che possono determinare lesioni, quale lo scambio di rasoi, di spazzolini da denti, di forbici, orecchini, fra soggetti infetti e soggetti sani, lo scambio di siringhe fra tossicodipendenti, l'uso di strumenti contaminati nelle pratiche di tatuaggio, agopuntura, ecc.

Il virus presenta una elevata variabilità e ciò facilita l'instaurarsi di forme croniche e rende difficile la messa a punto di vaccini.

Diagnosi: la ricerca degli anticorpi specifici nel siero non è di grande utilità, poiché vi è un ampio periodo tra l'infezione e la comparsa di anticorpi rilevabili. E' invece fondamentale la determinazione dell'RNA virale nel sangue tramite la PCR.

Virus dell'epatite G

Recentemente sono stati isolati da pazienti con epatite cronica due agenti virali, denominati virus dell'epatite G e GBV, che probabilmente rappresentano due differenti forme dello stesso virus.

Essi sono associati a forme di epatite, sia acuta sia cronica, e sono trasmessi con le trasfusioni. Il loro contributo, in termini di percentuale all'insorgere dell'epatiti post-trasfusionali, sembra comunque molto limitato.

TTV

Nel 1998 è stato individuato, nel sangue di pazienti con epatite cronica un nuovo virus, denominato TTV. Sembra essere trasmesso sia attraverso la via parenterale, sia attraverso la via oro-fecale. L'importanza reale di tale virus come causa di epatite è molto controversa, poiché è stato successivamente individuato nel sangue di numerose categorie di individui, inclusi i sani.

Profilassi

La profilassi delle epatiti virali può essere generica o specifica (Tabella 2).

La prevenzione generica si basa sull'applicazione delle misure di igiene necessarie ad evitare la diffusione dei virus e il contagio.

Tabella 2 - Profilassi delle epatiti virali

Generica	Specifica
- applicazione di misure igieniche atte a evitare il contagio e la diffusione di diversi virus epatici	- passiva (immunoglobline) - attiva (vaccinazione)

Per quanto riguarda l'epatite A e l'epatite E, l'applicazione di corrette norme nell'igiene personale e nella manipolazione di alimenti potenzialmente contaminati (frutti di mare, verdure crude) e l'evitare il consumo di acque non potabili e di alimenti crudi nelle zone a rischio, è fondamentale per prevenire l'infezione.

La prevenzione delle epatiti B, C, D e G si basa sull'applicazione di misure profilattiche atte ad impedire la trasmissione parenterale e sessuale:

- a) in ambito sanitario è necessario l'accurato controllo del sangue ed emoderivati,

l'utilizzo di strumenti medico-chirurgici monouso o sterilizzabili, accurata disinfezione;
 b) a livello personale è necessario adottare norme di igiene generale che impediscano la trasmissione del virus (per esempio evitare lo scambio di siringhe, l'uso promiscuo di rasoi, forbici, strumenti taglienti ed avere rapporti sessuali protetti con i portatori cronici o con partners occasionali).

La profilassi specifica si realizza mediante uso di gammaglobuline (profilassi passiva) o mediante vaccinazione (profilassi attiva). Poiché la profilassi passiva ha una durata piuttosto breve ed inoltre sono stati riportati casi di infezione da HCV in seguito alla somministrazione di immunoglobuline, essa è consigliata solo in alcuni casi di esposizione al virus dell'epatite B, e deve comunque essere seguita al più presto dalla vaccinazione.

Vaccini

La disponibilità di vaccini sia contro l'epatite A sia contro l'epatite B ha portato un notevole decremento dell'infezione da virus B nel nostro Paese un diminuito rischio di contagio con l'epatite A per i viaggiatori in aree endemiche, per i soggetti esposti nel lavoro e nei casi di episodi epidemici.

Non esistono ancora vaccini contro gli altri virus, ma la ricerca biotecnologica è, in questo campo, molto avanzata.

L'elevata capacità infettiva dell'HBV, unita alla non indifferente probabilità di cronicizzazione, con eventuale evoluzione verso la cirrosi o il cancro del fegato, hanno spinto fortemente i ricercatori verso la realizzazione di un vaccino capace di prevenire l'infezione.

Il primo vaccino, realizzato all'inizio degli anni '80, era preparato dal plasma di portatori cronici di HBsAg, conteneva virioni HBV uccisi e particelle composte da solo antigene di superficie (HBsAg) ed era trattato appropriatamente per eliminare qualsiasi tipo di virus infettivo (compreso l'HIV). Tale vaccino è stato somministrato a milioni di persone nel mondo e si è rivelato sicuro ed efficace.

Tuttavia la produzione richiedeva tempi lunghi, procedure complesse e costi elevati. L'ingegneria genetica ha fornito una via alternativa: la clonazione delle sequenze che codificano per l'HbsAg (l'antigene contro cui è diretta la risposta immune protettiva) in vettori di espressione e successivo inserimento in cellule di lievito. Il vaccino contiene perciò esclusivamente antigene purificato e non vi è alcun rischio di presenza di contaminanti o di materiali potenzialmente infettanti (Figura 11).

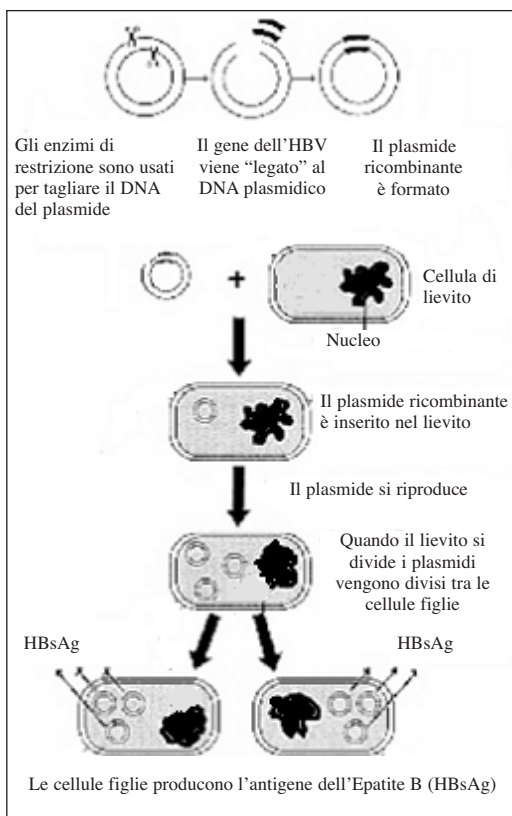


Figura 11 - Produzione del vaccino anti epatite B

L'allestimento di un vaccino per l'epatite A, considerata malattia benigna, è stato rimandato per molti anni. L'HAV può crescere su coltura cellulare. Questa proprietà ha permesso la preparazione e la messa in commercio di un vaccino costituito da virus ucciso.

Uno studio clinico condotto recentemente in Italia ne ha dimostrato l'efficacia anche nella prevenzione della diffusione di epidemie di epatite A, purché impiegato in modo tempestivo. Sono allo studio altri vaccini anti-HAV e le ricerche sono orientate principalmente verso l'allestimento di un vaccino contenente antigeni ricombinanti.

La messa a punto di un vaccino contro l'epatite C è resa difficile dalla elevata variabilità del virus. Tra le possibilità sono allo studio vaccini sintetici, che comprendono gli antigeni di superficie del virus, e vaccini ricombinanti che portano antigeni dell'epatite C sulla superficie della particella di virus differenti (vaccini combinati). Presso il Dipartimento di Malattie Infettive, Parassitarie ed Immunomediate dell'ISS sono in corso le ricerche per la produzione di particelle ricombinanti HAV-HCV. In Figura 12 è presentato lo schema sperimentale adottato.

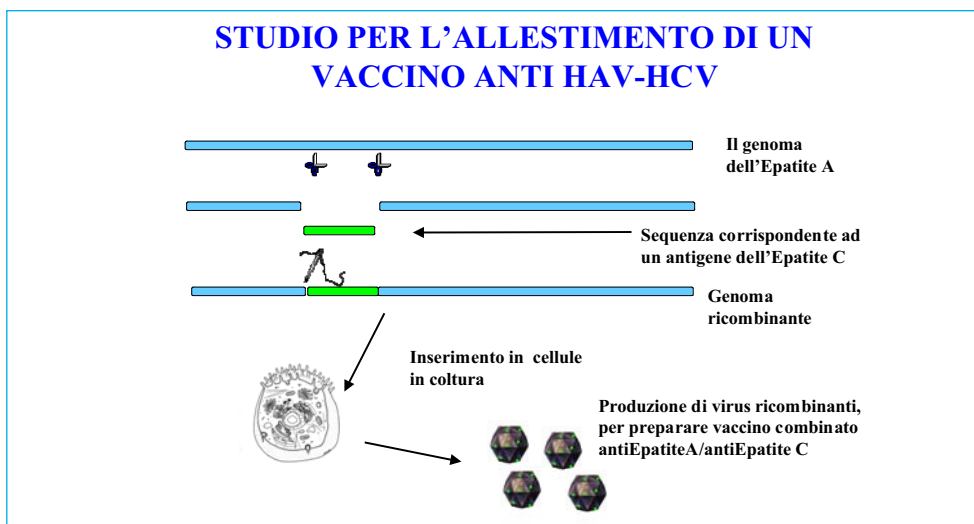


Figura 12 - Produzione di particelle ricombinanti HAV-HCV

Per quanto riguarda l'epatite da virus delta, la vaccinazione anti-epatite B risulta vantaggiosa per evitare future infezioni in quanto riduce il numero di individui nei quali il virus dell'epatite delta si può replicare.

Per l'epatite E è allo studio un vaccino ricombinante contenente un antigene del virus prodotto in cellule di insetto, che è stato testato solamente in animali.

Conclusione

Attualmente non vi sono cure capaci di modificare sostanzialmente il corso delle epatiti. Perciò la prevenzione, attraverso l'igiene e l'eliminazione dei comportamenti a rischio ed attraverso la vaccinazione, rimane l'arma più efficace contro la malattia e le sue conseguenze.

IL LABORATORIO DI MICROBIOLOGIA - ESERCITAZIONI

Bruna Auricchio

*Centro Nazionale per la Qualità degli Alimenti e i Rischi Alimentari,
Istituto Superiore di Sanità, Roma*

Una sessione, nei corsi di aggiornamento rivolti agli insegnanti, è stata dedicata alla dimostrazione di tecniche microbiologiche tradizionali e di semplici esperimenti riproducibili presso i laboratori scolastici. Le attività si sono svolte presso il Reparto *Pericoli microbiologici connessi agli alimenti* del Centro Nazionale per la Qualità degli Alimenti e i Rischi Alimentari, con il sostegno di ricercatori e tecnici che vi operano. Tale collaborazione si è rivelata essenziale in tutte le fasi, dalla definizione dei protocolli sperimentali alla predisposizione dei materiali. Un particolare ringraziamento al tecnico Mario Di Pasquale per la continua assistenza nell'allestimento e conduzione delle esperienze.

Reparto Pericoli microbiologici connessi agli alimenti

".....sviluppa studi e ricerche per l'analisi del rischio associato alla presenza di agenti virali e batterici e loro tossine nelle varie matrici alimentari e lungo la filiera produttiva. Elabora metodi di analisi tradizionali ed innovativi per la ricerca, identificazione e tipizzazione di batteri e virus. Studia i meccanismi di azione e le modificazioni indotte sui microrganismi negli alimenti sottoposti a diversi processi tecnologici. Valuta la prevalenza dei diversi agenti nell'uomo e nei prodotti alimentari e, in collegamento con il sistema di allerta, interviene in caso di segnalazione di contaminazione microbiologica a livello comunitario nonché negli episodi di tossinfezione alimentare. Svolge studi sull'impiego dei microrganismi geneticamente modificati nei processi tecnologici degli alimenti ai fini della loro sicurezza d'uso.Promuove la diffusione di informazione e partecipa all'attività didattica nell'ambito delle materie di propria competenza....."

Tratto dal sito web dell'ISS, URL: www.iss.it

La dimostrazione ha illustrato alcuni metodi in uso nell'analisi microbiologica alimentare. In via preliminare sono state descritte le procedure da adottare nei laboratori di micro-



Figura 1 - Dispositivi di protezione utilizzati in laboratorio

biologia per la protezione, sia dell'operatore sia del campione, da eventuali contaminazioni: dagli indumenti da indossare (camice, guanti,...), ai dispositivi da utilizzare per lavorare in condizioni di sterilità (cappe a flusso laminare,...) (Figura 1). Sono poi stati mostrati materiali e procedure tradizionalmente impiegati nell'isolamento e nella crescita di microrganismi: la preparazione di terreni di coltura, la loro sterilizzazione, l'allestimento di capsule di Petri con terreni nutritivi, le tecniche di semina su terreno e i metodi per la lettura dei risultati.

Si è quindi passati all'analisi microbiologica vera e propria, prima di un campione di formaggio precedentemente contaminato con *Salmonella enteritidis* poi di un campione di acqua minerale contenente *Staphylococcus aureus*.

Sono stati scelti questi due agenti patogeni, causa delle più diffuse tossinfezioni alimentari, perché consentono una visione completa delle tecniche di base illustrate nella prima parte della dimostrazione (distinzione tra terreni di coltura liquidi e semi-solidi, isolamento su piastra di colonie batteriche, esame al microscopio dei microrganismi, ecc).

La ricerca dei microrganismi è stata effettuata seguendo i protocolli ufficiali¹. In alcuni passaggi, che avrebbero richiesto tempi lunghi, si è fatto ricorso a materiali allestiti in precedenza per la dimostrazione. I metodi seguiti sono schematizzati in Figura 2 e 3.

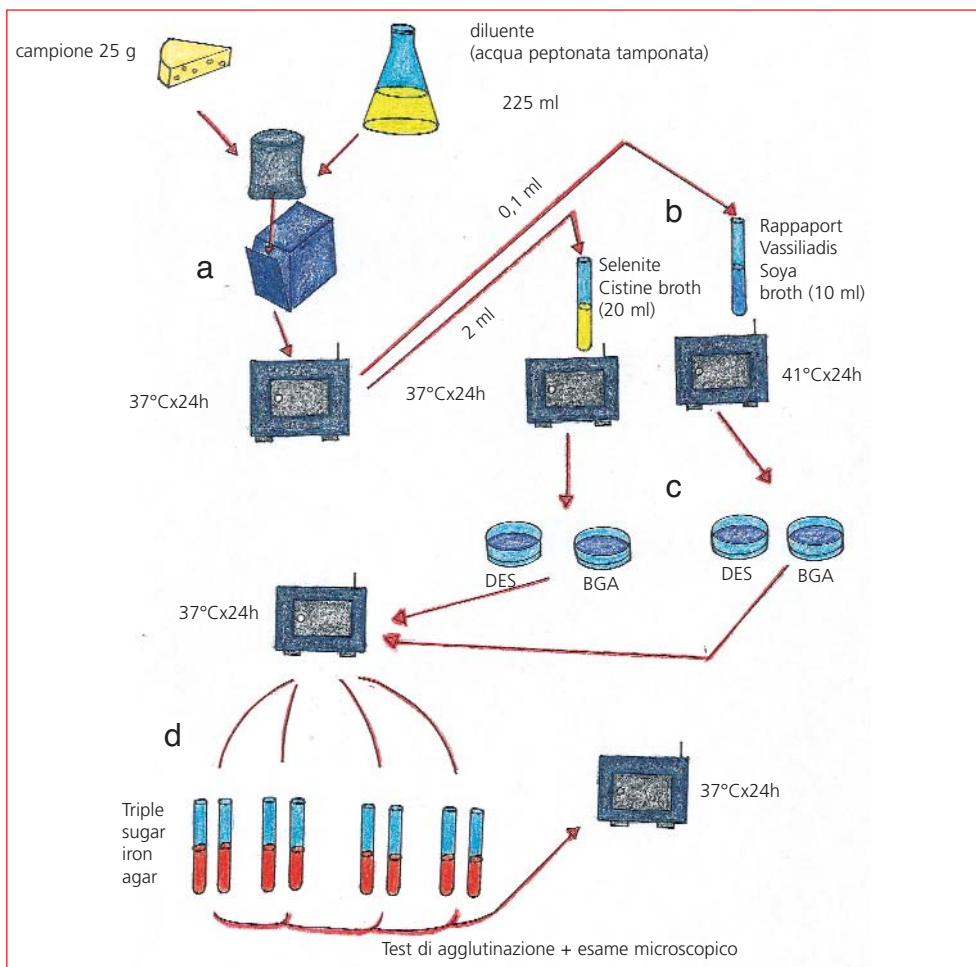


Figura 2 - Schema del metodo seguito per la ricerca di *Salmonella enteritidis* in un campione di formaggio. a) omogeneizzazione del campione addizionato con diluente; b) passaggio del campione in due terreni liquidi idonei a rivitalizzare i microrganismi presenti; c) prelievo con un'ansa e trasferimento su due terreni solidi specifici per *Salmonella*; d) ulteriore passaggio in provetta su un terreno specifico

¹ normativa ISO 6579/2002 per la ricerca della *Salmonella* negli alimenti; circolare del Ministero della Salute n.17 del 1991 per lo *Staphylococcus* nelle acque minerali

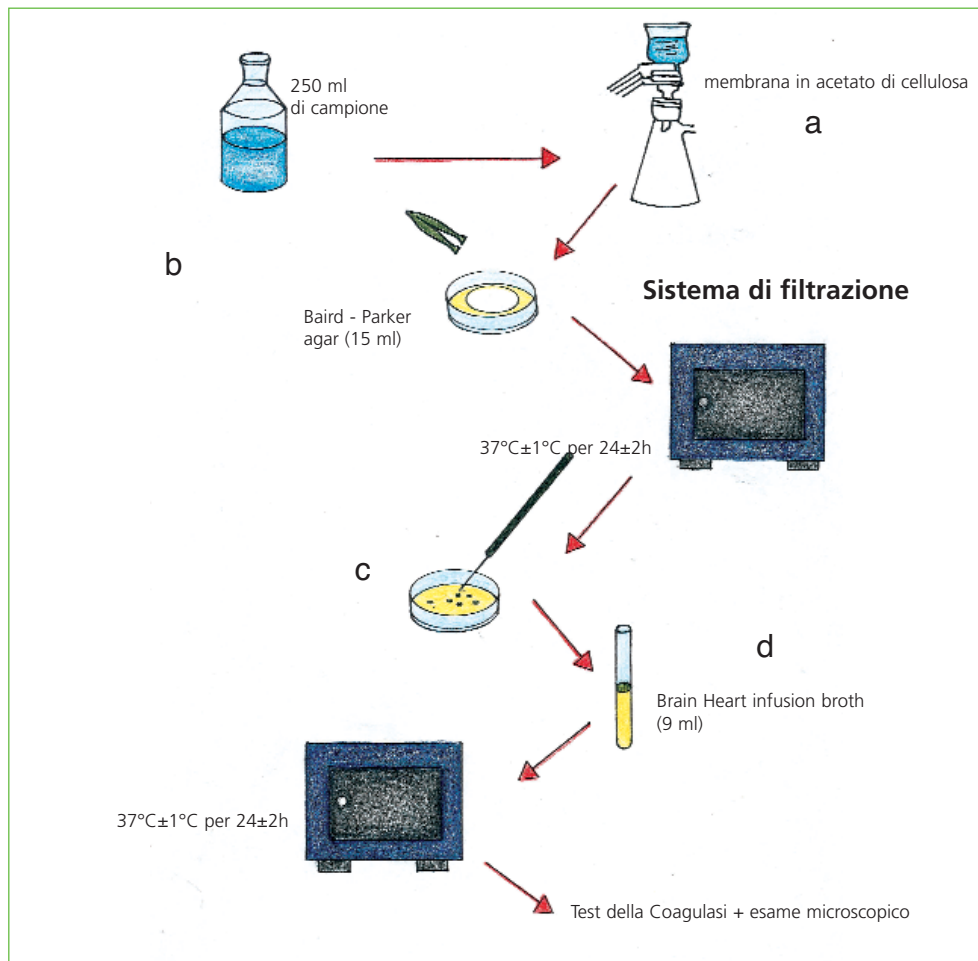


Figura 3 - Schema del metodo per la ricerca di *Staphylococcus aureus* in un campione di acqua minerale. a) filtrazione di 250 ml di campione attraverso una membrana di acetato di cellulosa, b) la membrana è posta su un terreno solido specifico, c) prelievo delle colonie caratteristiche (nere, lisce e con alone), d) passaggio su un terreno idoneo a rivitalizzare i microrganismi presenti.

Infine si è passati all'esecuzione di tecniche microbiologiche, facilmente attuabili presso i laboratori scolastici, in accordo con gli obiettivi dell'incontro, cioè fornire agli insegnanti spunti per le attività sperimentali da svolgere con gli alunni.

Dapprima si è proceduto alla ricerca di muffe in un alimento (campione di formaggio), con la tecnica del conteggio delle colonie che si formano dopo incubazione, in un appropriato terreno solido, di un volume definito del campione in esame e delle successive diluizioni decimali (allegato 1)

Poi sono stati mostrati altri esempi di esercitazioni, utilizzabili a scuola, basati sul conteggio delle colonie, descritti negli allegati 2 (per una valutazione della carica microbica dell'acqua ottenuta dal lavaggio delle mani), 3 e 4 (per il controllo microbiologico delle superfici e dell'ambiente).

Sono descritti soltanto quattro protocolli sperimentali tra i numerosi che i docenti potranno elaborare in successivi percorsi didattici.

Numerazione di muffe negli alimenti

Introduzione

Le muffe, microrganismi largamente diffusi nell'ambiente naturale, si differenziano dai batteri per la loro struttura più complessa e le maggiori dimensioni. Alcuni miceti saprofiti (muffe e lieviti) possono contaminare, durante la conservazione, gli alimenti, trovandovi un terreno adatto alla loro crescita, in quanto ricco di sostanze nutritive. Alcune muffe producono metaboliti, le micotossine, capaci di causare malattie croniche, da alimenti, nell'uomo e negli animali. Numerosi ricercatori in Italia e nel mondo si sono quindi dedicati ad approfondire le conoscenze sul ruolo dei miceti nella contaminazione di alimenti

Di seguito viene descritta una semplice tecnica per l'isolamento e il conteggio delle colonie di muffa

Materiali:

- piastre di Petri con terreno di coltura (forniscono gli elementi/costituenti necessari per la crescita cellulare): agar, sostanza gelatinosa ricavata da alghe marine, arricchita con zuccheri, sali, ecc., e contenente cloramfenicolo (inibisce lo sviluppo di batteri). Il terreno utilizzato è il Malt Extract Agar oppure il Rose Bengal Agar
- soluzione fisiologica (9 g. di NaCl in 1000 ml di acqua distillata)
- busta sterile per omogeneizzare
- provette con 9 ml di soluzione fisiologica per preparare le diluizioni
- pipette, provette, scatoline a gomito monouso
- parafilm

Protocollo:

- a) preparazione del campione pesare 10 g del campione di formaggio contaminato in una busta sterile, scioglierlo aggiungendo 90 ml di soluzione fisiologica mescolando. Da questa diluizione 10^{-1} , detta *toto*, preparare le diluizioni decimali scalari fino a 10^{-5} ;
- b) prelevare 0,1 ml dal *toto* e inoculare una coppia di piastre di Petri precedentemente allestite con terreno agarizzato;
- c) ripetere per ciascuna diluizione il punto b): due piastre per ciascuna diluizione;
- d) incubare le piastre capovolte per 3-5 gg a temperatura ambiente;
- e) dopo 3 giorni di incubazione segnare sulla superficie esterna delle piastre le colonie (piccole aree circolari nel caso delle muffe) presenti, ripetere di nuovo dopo 5 giorni;
- f) prendere in considerazione una coppia di piastre insemiante con la stessa quantità e contenenti tra le 15 e le 150 colonie. Se risulta difficile individuare colonie ben isolate, ritenere valide quelle rilevate dopo 3 giorni di incubazione;
- g) calcolare le unità formanti colonie di muffe (u.f.c.) per grammo di campione:
$$\text{u.f.c./g} = \frac{\text{n. colonie I}^{\text{a}} \text{ piastra} + \text{numero colonie II}^{\text{a}} \text{ piastra}}{2} \times \frac{1}{\text{fattore diluizione}}$$
- f) ripetere i punti a, b, c, d, e, f, g con campione di formaggio non contaminato.

La carica microbica sulle mani

Introduzione (tratta da <http://www.washup.org>)

Negli Stati Uniti, una recente indagine ha rilevato che solo il 68% dei cittadini si lava le mani dopo aver utilizzato i gabinetti pubblici, a fronte del 95% che, intervistato, asseriva di farlo. Sostanzialmente simile è la situazione in Europa. Tutto ciò nonostante sia universalmente riconosciuta l'utilità del lavarsi le mani per la prevenzione delle malattie infettive. Noi infatti trasportiamo sulle nostre mani milioni di microrganismi, la maggior parte dei quali sono innocui. Possiamo tuttavia raccogliercene, dagli innumerevoli oggetti con i quali veniamo a contatto ogni giorno, di nocivi, e contagiare noi stessi e gli altri. Strofinando le mani nel lavarle, si allenta l'adesione di microrganismi e particelle di sporcizia che inglobate dal sapone l'acqua corrente porta via. Di seguito viene descritto un metodo per valutare la carica microbica (in maggioranza batteri, ma anche lieviti e muffe) sulle mani.

Materiali:

- terreno di coltura (fornisce gli elementi/costituenti necessari per la crescita cellulare): agar, sostanza gelatinosa ricavata da alghe marine. Il terreno utilizzato è il Plate Count Agar;
- soluzione fisiologica (9 g di NaCl in 1000 ml di acqua distillata);
- provette con 9 ml di soluzione fisiologica per preparare le diluizioni;
- piastre di Petri
- pipette, provette, scatoline a gomito monouso
- parafilm

Protocollo:

- lavare le mani senza sapone per 20 secondi;
- raccogliere una parte dell'acqua (circa 10 ml), detta *toto*, in una piastra di Petri sterile;
- dal *toto*, preparare in scala 1:10 le diluizioni decimali successive fino a 10^{-6} ;
- prelevare 0,1ml dal *toto* e inoculare una coppia di piastre di Petri precedentemente allestite con terreno solido;
- ripetere per ciascuna diluizione il punto d): due piastre per ciascuna diluizione;
- incubare le piastre capovolte per 72 ore a temperatura ambiente;
- dopo l'incubazione segnare sulla superficie esterna delle piastre le colonie e prendere in considerazione la coppia di piastre, inseminata con la stessa quantità, e contenente tra le 30 e le 300 colonie batteriche;
- esprimere la carica microbica attraverso il calcolo delle unità formanti colonie (u.f.c./ml)

$$\text{u.f.c./ml} = \frac{\text{n. colonie I}^{\text{a}} \text{ piastra} + \text{numero colonie II}^{\text{a}} \text{ piastra}}{2} \times \frac{1}{\text{fattore diluizione}}$$

ripetere i punti a,b, c, d, e, f, g, h, questa volta lavando le mani con sapone in modo appropriato

Allegato 3 - Materiali didattici destinati a studenti di scuole secondarie

Controllo delle superfici

Materiali:

- tamponi con puntale in fibra sintetica o cotone;
- pipette, spatoline a gomito;
- piastre di Petri con terreno di coltura (fornisce gli elementi/costituenti necessari per la crescita cellulare): agar, sostanza gelatinosa ricavata da alghe marine. Il terreno utilizzato è il Plate Count Agar per la carica batterica totale;
- parafilm per sigillare le piastre;
- sacchetto sterile;
- soluzione fisiologica (9 g di NaCl in 1000 ml di acqua distillata);
- provette con soluzione fisiologica per preparare le diluizioni.

Protocollo:

- delimitare una superficie di 100 cm² (cm 10 x cm 10);
- strofinare il tampone sulla superficie in esame seguendo le tre direzioni: orizzontale, verticale e obliqua;
- porre il tampone in un sacchetto sterile con 90 ml di soluzione fisiologica (dil. 10⁻¹);
- preparare in scala 1:10 le diluizioni decimali successive fino a 10⁻⁴;
- prelevare 0,1 ml da ciascuna diluizione e inoculare una coppia di piastre precedentemente allestite con terreno solido (inseminazione);
- lasciare le piastre (incubazione) a temperatura ambiente per 3 gg;
- dopo l'incubazione, prendere in considerazione una coppia di piastre insemi-nate con la stessa quantità e contenenti tra le 15 e le 150 colonie batteriche;
- contare il numero complessivo di colonie batteriche su ciascuna delle due piastre e applicare la stessa formula:

$$\frac{\text{n. colonie I}^{\text{a}} \text{ piastra} + \text{numero colonie II}^{\text{a}} \text{ piastra}}{2} \times \frac{1}{\text{fattore diluizione}}$$

I risultati sono espressi in unità formanti colonie (u.f.c.) / cm²

Controllo dell'aria

Introduzione

La qualità dell'aria può essere controllata in maniera semplice mediante l'esposizione nell'ambiente di piastre contenenti adatti terreni di coltura che permettono, dopo incubazione, la crescita dei germi. La crescita dei microrganismi fornisce un valore, detto indice microbico dell'aria.

Materiali:

- piastre di Petri con terreno di coltura (fornisce gli elementi/costituenti necessari per la crescita cellulare): agar, sostanza gelatinosa ricavata da alghe marine. I terreni utilizzati sono Plate Count Agar per la carica batterica totale e Malt Extract Agar per le muffe e i lieviti
- Parafilm per sigillare le piastre

Protocollo:

- a) posizionare in diversi punti della stessa stanza quattro piastre di Petri, per ciascuno dei due terreni, prive del coperchio;
- b) lasciarle esposte per 1 ora;
- c) incubare le piastre capovolte secondo il seguente schema:
 - PCA per la carica batterica totale (CBT) a temperatura ambiente per 3 gg.
 - MEA per le muffe e i lieviti a temperatura ambiente per 5 gg.
- d) contare il numero complessivo di colonie su ciascuna delle quattro piastre, per ogni terreno;
- e) per ogni terreno di coltura fare la media tra:

n. colonie I^a piastra + n. colonie II^a piastra + n. colonie III^a piastra + n. colonie IV^a piastra

ottenendo così il valore di riferimento detto *indice microbico dell'aria*.

Per la valutazione delle muffe e dei lieviti è opportuno procedere ad una conferma microscopica.

Nelle piastre destinate alla ricerca delle muffe si distinguono grandi colonie con aspetto lanoso-vellutato o rugoso, sulla cui superficie possono essere presenti delle piccole goccioline di varie dimensioni e colori, per lo più concentrate al centro o a volte distribuite sulle zone periferiche. I lieviti invece sono colonie di colore bianco, compatte, di dimensioni medio-piccole.

I risultati sono espressi in unità formanti colonie (u.f.c.)/ piastra/ora.

I MICRORGANISMI A SCUOLA

Silvia Giannella

Liceo Ginnasio Virgilio, Roma

Il mio intervento al corso “Microrganismi e salute umana: spunti per un’azione didattica” era mirato a fare una sorta di racconto della mia esperienza a scuola e a elaborare, mediante un’esercitazione, un modulo di lavoro cioè un percorso didattico da poter utilizzare con gli alunni. Infatti il problema principale che gli insegnanti si trovano ad affrontare dopo aver seguito corsi di perfezionamento e di aggiornamento, è quello di dover organizzare ex novo il lavoro da proporre nelle classi. L’idea è forse troppo ambiziosa, ma secondo me è fondamentale almeno abbozzare un percorso minimo che possa essere l’inizio di un lavoro da proseguire in seguito, magari apportando modifiche in corso d’opera.

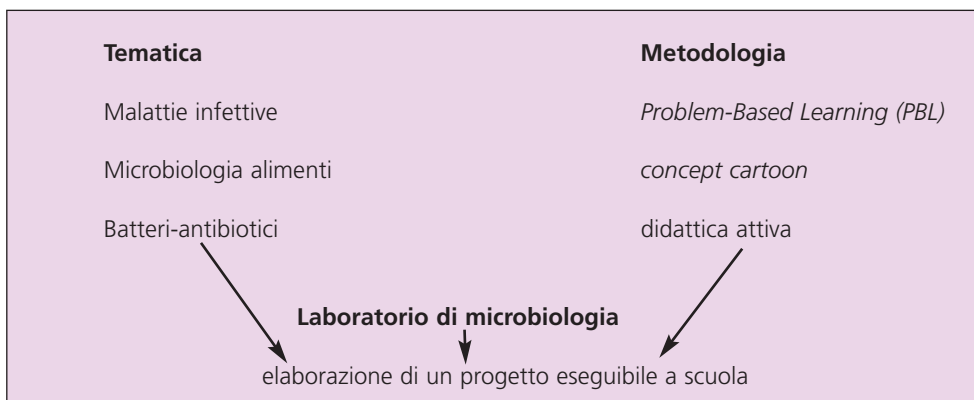
Le proposte che abbiamo avuto dall’Istituto Superiore di Sanità (ISS) sono state tre, quella tematica, quella degli strumenti e quella relativa alla metodologia didattica; possono essere così schematizzate:

- l’approfondimento di tematiche relative ai microrganismi (batteri, antibiotici, HIV)
- l’uso del Laboratorio di microbiologia (presso le scuole o presso l’ISS)
- l’uso di metodologie didattiche alternative

Per trasferire queste proposte nella scuola (Tabella 1) le domande da cui dovremmo partire sono:

- 1) Che cosa scegliamo tra tutti gli argomenti proposti ?
- 2) Quando è possibile inserire l’argomento microrganismi all’interno dei programmi scolastici?
- 3) Quale metodologia può essere utilizzata?
- 4) Quale può essere l’uso del laboratorio?

Tabella 1 - Schema di proposta didattica sulla microbiologia



Partirei subito da quest'ultima questione per cercare di chiarire un'ambiguità di fondo che, sovente a scuola, noi insegnanti, ci troviamo ad affrontare. Si parla spesso di laboratorio, di metodo sperimentale e di sperimentazione didattica come se fossero la stessa cosa, come se il solo fatto di far frequentare agli studenti il laboratorio della scuola significasse fare sperimentazione didattica. Non è così. Il laboratorio è sicuramente uno strumento importante ma esso rappresenta solo un aspetto circoscritto di sperimentazione didattica: questa comporta infatti un uso di metodologie attive che investono vari momenti dell'attività didattica.

Per quanto riguarda la prima domanda (cosa?), è fondamentale che la scelta dell'argomento parta da una contrattazione con i ragazzi; l'argomento non deve essere calato dall'alto perché altrimenti andremmo contro la metodologia proposta.

Veniamo alla seconda questione (quando?). E' possibile inserire l'argomento all'interno di varie tematiche: l'anatomia e la fisiologia del corpo umano, l'epidermide, l'apparato digerente, all'interno di un corso di educazione alla salute oppure, nello studio della sistematica, o ancora, nell'ambito dello studio dell'ecologia. L'argomento microrganismi può anche costituire un modulo di approfondimento a sé stante: infatti nella scuola non è necessario seguire una sequenza ordinata di argomenti ma si possono inserire dei moduli tematici specifici purché questi siano giustificati dalla programmazione dell'insegnante. Un modulo così costruito può più facilmente essere esportato in altre scuole e costituire un patrimonio condivisibile tra insegnanti.

Quale metodologia? Qui vengono proposti i metodi che afferiscono al *cooperative learning*, in particolare il PBL e il *concept cartoon*.

Le critiche che abitualmente vengono mosse alle metodologie basate sul *cooperative learning* possono essere così riassunte:

- a) richiede tempi troppo lunghi
- b) i singoli componenti del gruppo non si assumono la responsabilità del lavoro
- c) non si può arrivare ad un buon livello di approfondimento
- d) non si possono valutare gli studenti

Per trovare una voce a favore dell'uso di queste metodologie didattiche alternative mi è sembrato interessante fare riferimento all'articolo di Thomas R. Lord (2001). I punti più significativi citati sono:

- a) il conflitto nell'apprendimento: infatti un'azione didattica risulta efficace solo se riesce a scatenare nello studente un conflitto cognitivo con le sue preconcette. Il conflitto nell'apprendimento è il punto di partenza per cominciare a generare apprendimento.
- b) linee di comunicazione aperte: alunno-alunno e alunno-docente; succede spesso che impostare un lavoro di tipo cooperativo in classe faccia saltare alcune barriere nella comunicazione tra gli studenti e tra studenti e docente.
- c) per ciò che riguarda il problema della valutazione, Lord propone che essa sia il risultato di una valutazione del lavoro del gruppo e di quello individuale in relazione alla qualità-quantità del lavoro prodotto dal singolo alunno.
- d) il lavoro di gruppo assomiglia al lavoro del team scientifico: è molto importante che i ragazzi comincino a capire come si lavora fuori dalla scuola, come lavora la comunità scientifica.
- e) migliora la produzione scritta e orale. Quando i ragazzi sono responsabili di un compito sono molto più attenti alla qualità del loro lavoro, ci tengono di più; spesso scattano dei meccanismi di sana competizione per riuscire a fare

- emergere una modalità di espressione scritta e orale che sia più accurata.
- f) facilita la lettura degli articoli scientifici. Spesso gli alunni a scuola entrano in contatto soltanto con il libro di testo che diventa così l'unico depositario di verità codificate e non discutibili. La lettura di un articolo specialistico può talvolta contraddire autorevolmente il libro di testo e produrre così una dinamica di discussione all'interno del gruppo e tra gruppi diversi.

Un altro problema importante che l'insegnante deve affrontare è la scelta della classe nella quale effettuare questo tipo di intervento didattico. Spesso gli insegnanti tendono a proporlo nelle classi più brillanti, escludendo le classi più problematiche: penso invece che siano proprio queste ultime le più adatte a svolgere questo tipo di lavoro. È chiaro che dove tutto va bene qualunque proposta è interessante e, in generale, produce risultati positivi; mentre in una classe in cui ci siano problemi di concentrazione, di rapporto con l'insegnante, di rapporto tra ragazzi, oppure, in un momento difficile del corso dell'anno scolastico, l'inserimento di un modulo di questo tipo può rappresentare una svolta benefica alla situazione di crisi che si è venuta a determinare.

Durante il corso rivolto ai docenti ho poi proposto due esempi relativi ai metodi: una storia PBL (Figura 1) riferita ai contenuti proposti nel corso e un *concept cartoon* (Figura 2) riferito alle più comuni critiche rivolte alle metodologie didattiche di tipo attivo-cooperativo.

La fretta di guarire

Giulia ha l'influenza; il medico che l'ha visitata le ha consigliato di rimanere a letto e di prendere dell'aspirina al bisogno. Ma Giulia vuole guarire presto perché ha un compito di matematica dopo due giorni. Una sua amica le ha detto che per guarire subito deve prendere gli antibiotici.

Che cosa consiglieresti a Giulia e come motiveresti il tuo consiglio?

Obiettivo generale di apprendimento: acquisire conoscenze di base di educazione alla salute

Obiettivi specifici di apprendimento: distinguere i diversi tipi di malattie e le loro cause, capire che esistono terapie specifiche per ogni malattia.

Figura 1 - Problema PBL "La fretta di guarire"

La storia PBL "La fretta di guarire", riporta gli obiettivi di apprendimento che, ovviamente, nel proporre la storia agli studenti, non devono comparire ma dovrebbero poi emergere dalla discussione tra gli studenti.

Il metodo canonico prevede la divisione in gruppi e la discussione con singoli facilitatori. Nella scuola normalmente il facilitatore è uno, l'insegnante, il quale deve assumersi il compito difficilissimo di facilitare senza dare risposte, di fare da moderatore della discussione limitandosi ad annotare sulla lavagna i punti della discussione che dovranno essere sviluppati nella fase successiva. È questo il momento in cui si genera il cosiddetto conflitto cognitivo, cioè il momento in cui vengono messe in crisi le proprie conoscenze e in cui comincia il lavoro di individuazione dei singoli obiettivi. Si passa poi alla suddivisione in gruppi ognuno dei quali approfondirà lo studio di un

determinato argomento. Si potrà poi decidere se dedicare a questo studio il tempo a scuola o lavorare anche a casa, se organizzare una ricerca in biblioteca; si può anche offrire ai ragazzi la possibilità di chiedere una lezione su un argomento specifico al proprio insegnante oppure a un esperto dell'ISS. L'unica fonte di informazione che bisognerebbe cercare di limitare è l'uso di internet che spesso si riduce alla semplice operazione di "scaricare" pagine, senza una rielaborazione critica. Alla fine, dopo aver raccolto tutte le informazioni, i ragazzi stabiliranno le modalità di presentazione del prodotto finale - un ipertesto, una relazione, un cartellone o altro - in un convegno presso l'ISS.

Ciò non esclude che si possano stabilire, all'interno della propria scuola, canali diversi di comunicazione tra le classi, per cui una classe presenta il lavoro svolto ad un'altra classe della stessa scuola. Ciò consente di verificare con quali strumenti e con quali capacità può avvenire uno scambio tra pari, direttamente tra studenti, quanto possono essere comunicativi gli uni (gli alunni che presentano il lavoro) e quanto ricettivi gli altri (gli alunni che ricevono le informazioni). Anche queste possono essere modalità da sperimentare.

La Figura 2 riguarda la didattica: alcuni insegnanti discutono sulla opportunità di utilizzare le metodologie dell'*active cooperative learning* nella scuola. Un personaggio centrale pone il problema: "Sembra proprio impossibile trattare le scienze della salute a scuola con il metodo dell'*active cooperative learning*". Qui si inseriscono tutte le voci degli insegnanti che presentano le varie difficoltà a cui si può andare incontro intraprendendo questo tipo di attività.



Figura 2 - Concept cartoon

Ma veniamo, per concludere, al racconto della mia esperienza.

Avevo programmato all'inizio dell'anno scolastico di svolgere il lavoro sui microrganismi con la classe 3° liceo I, la stessa classe che negli anni precedenti aveva lavorato sui progetti relativi alle droghe e alle biotecnologie. L'idea era quella di seguire la farsa dei lavori precedenti utilizzando cioè le stesse metodologie e arrivando, alla fine dell'anno scolastico, a produrre un lavoro elaborato dagli studenti. Si trattava quindi di rispondere alle tre domande già individuate precedentemente:

Quali argomenti trattare

Quando inserire l'argomento scelto all'interno del programma scolastico della classe

Quale metodologia utilizzare nell'ambito di quelle proposte nel corso ISS (*PBL, concept cartoon*)

Poiché il programma della classe (sperimentazione Brocca, indirizzo scientifico) prevedeva lo studio dell'Ecologia, avrei potuto svolgere un modulo espandendo la parte riguardante il ciclo dell'azoto oppure il ruolo dei batteri negli ecosistemi o ancora il rapporto batteri-uomo (batteri utili e patogeni). Il periodo dell'anno in cui svolgere tale modulo sarebbe stato nei mesi di marzo e aprile. La metodologia utilizzata sarebbe stata concordata con gli alunni che già avevano utilizzato *PBL* e *concept cartoon* negli anni precedenti.

Di fatto, però, nel corso dell'anno scolastico ho dovuto riformulare il progetto: infatti mi sono resa conto, parlandone anche con i colleghi e con gli studenti, che la classe, dovendo impegnarsi nella preparazione dell'esame di stato, non avrebbe potuto dedicare il tempo necessario all'elaborazione di una relazione finale da presentare all'ISS. Abbiamo così deciso insieme agli studenti di svolgere un approfondimento sui microrganismi nell'ambito del programma di Ecologia. Il lavoro è stato così articolato:

- 1) la classe ha visitato il laboratorio degli Alimenti dell'ISS dove sono state illustrate le tecniche di riconoscimento dei principali microrganismi presenti negli alimenti e nell'ambiente
- 2) gli alunni hanno studiato le caratteristiche generali dei microrganismi
- 3) ogni alunno ha studiato le caratteristiche di un microrganismo o di un gruppo di microrganismi ed ha poi presentato una sintesi del lavoro fatto al resto della classe
- 4) tutti gli studenti hanno prodotto una relazione scritta sulle caratteristiche generali dei microrganismi e sul microrganismo approfondito in particolare dal singolo alunno. A ciascun lavoro è stata assegnata una valutazione.
- 5) Un alunno ha eseguito un particolare approfondimento: ha fatto uno stage presso il Reparto "Pericoli microbiologici connessi agli alimenti" del *Centro Nazionale per la Qualità degli Alimenti e per i Rischi Alimentari* dell'ISS durante il quale ha appreso le principali tecniche sperimentali utilizzate nello studio di specifici microrganismi. L'alunno ha poi presentato agli esami di stato una tesina intitolata "Metodi a confronto" in cui venivano messi a confronto, per le varie discipline i metodi che ne caratterizzano lo studio. Per la biologia veniva illustrato il confronto di due metodi sperimentali utilizzati per l'individuazione della *Salmonella* negli alimenti, il metodo tradizionale e il metodo di identificazione molecolare basato sulla reazione polimerasica a catena (PCR).

Fin qui il resoconto del lavoro svolto durante questo anno scolastico. Quello che vorrei sottolineare è la grande flessibilità offerta da questi tipi di progetti basati su una

didattica innovativa che permette aggiustamenti e ripensamenti in corso d'opera. Per fortuna oggi la scuola è diventata più aperta al mondo esterno rispetto al passato, più disposta a mettersi in discussione e ad apportare innovazioni significative. Non solo vi è apertura verso l'esterno ma anche al suo interno: infatti molte scuole stanno sperimentando forme di didattica alternativa che prevedono un lavoro di equipe di insegnanti di varie discipline che lavorano insieme su un tema comune (l'area di progetto prevista dai programmi Brocca) oppure la compresenza di due insegnanti che lavorano insieme in classe su temi trasversali tra due discipline (ad es. geografia e scienze della terra; storia e diritto; filosofia e matematica).

Riferimenti bibliografici

Lord TR. 101 reasons for using cooperative learning in biology teaching, *The American Biology Teacher*, 2001;1:30-38.

I ragazzi e le ragazze della III I: Michele Avalle, Guendalina Barbieri, Emanuele Bramucci, Paolo Castelluccio, Lorenzo Cavinato, Chiara Ceci, Daniele Cerroni, Serguei Charounine, Daniele Davanzo, Valentina De Cicco, Matteo Falcione, Mariagiulia Focarelli, Luca Mastrojanni, Rubenyousef Molayem, Francesca Punturieri, Carlotta Sonnino (anno scolastico 2003/2004).

I MICRORGANISMI A SCUOLA: UNA ESPERIENZA DI INTEGRAZIONE TRA DISCIPLINE DIVERSE

Silvia Giannella

Liceo Ginnasio Virgilio, Roma

Nell'anno scolastico (2004-2005) ben due classi del Liceo Virgilio hanno partecipato al progetto sui microrganismi, approfondendo tematiche molto diverse tra loro.

Per quanto riguarda la classe da me seguita, la V ginnasio sezione I, (secondo anno del biennio sperimentale Brocca ad indirizzo scientifico), la tematica studiata è stata di tipo epidemiologico. Il progetto, dal titolo "L'epidemiologia nell'ambito di specifici contesti geografici" (in allegato la scheda presentata nel piano offerta formativa), è stato svolto in orario curriculare nell'ambito di una compresenza tra due discipline, la Geografia (professoressa Laura Vietti) e la Biologia (professoressa Silvia Giannella). Abbiamo lavorato per un'ora a settimana per tutta la durata dell'anno scolastico, approfondendo i temi della diffusione di alcune malattie - principalmente l'AIDS e la malaria - nei continenti africano e asiatico.

La metodologia utilizzata fa riferimento al *cooperative learning*: in particolare abbiamo proposto i vari argomenti attraverso uno stimolo rappresentato da una storia *Problem-Based Learning* (PBL), da un *concept cartoon*, da una lezione teorica o pratica tenuta da un esperto dell'argomento. A ciascuna di queste attività è seguito il lavoro attivo degli studenti divisi in gruppi, i quali hanno poi operato delle sintesi dei loro lavori dopo essersi scambiati le informazioni raccolte. Tutti i lavori sono confluiti in un'unica relazione finale che è stata illustrata dagli stessi studenti all'Istituto Superiore di Sanità (ISS).

Cercherò di presentare una descrizione più accurata delle varie fasi che hanno caratterizzato il lavoro della classe.

Prima di tutto, in fase di programmazione della compresenza biologia-geografia, con la collega abbiamo concordato i temi da trattare e la metodologia. Prima di introdurre gli alunni ai temi specifici del progetto, abbiamo elaborato la storia PBL "La fretta di guarire" (descritta a pag. 86).

Questa storia è stata proposta agli alunni, io ho assunto il ruolo di *facilitatore*, gli alunni hanno discusso e hanno messo a fuoco gli argomenti da approfondire: la malattia influenza, gli antibiotici, l'aspirina. La classe, divisa in tre gruppi ha studiato i temi individuati e, dopo una settimana, i gruppi hanno relazionato, discusso e condiviso le conclusioni del lavoro svolto; ciascun gruppo ha poi dato una risposta sintetica al quesito proposto nella storia PBL: "Cosa consiglieresti a Giulia e come motiveresti il tuo consiglio?". A Giulia consigliavano di non prendere l'antibiotico perché l'influenza è una malattia virale e i virus non sono sensibili agli antibiotici; questi ultimi possono essere impiegati soltanto per curare malattie causate dai batteri e vanno comunque utilizzati con molta cautela. Consigliato invece l'uso dell'aspirina soltanto per alleviare la sintomatologia dell'influenza, ma anche in questo caso bisogna fare attenzione agli effetti secondari della medicina.

Abbiamo poi avuto una lezione presso il Reparto *Pericoli microbiologici connessi agli alimenti* del Centro Nazionale per la Qualità degli Alimenti e per i Rischi Alimentari dell'ISS tenuta da Bruna Auricchio che ha illustrato alcune metodiche di lavoro sperimentale sui microrganismi (v. pag.....). Gli alunni hanno così potuto osservare piastre di coltura di vari microrganismi, le modalità di crescita dei batteri, come si effettua la conta delle colonie batteriche, come si identificano le specie batteriche.

Siamo passati poi ad affrontare il tema della malaria e della sua diffusione in Africa. attraverso un *concept cartoon* (Figura 1) che presentava diversi punti di vista su un sospetto caso di malaria.

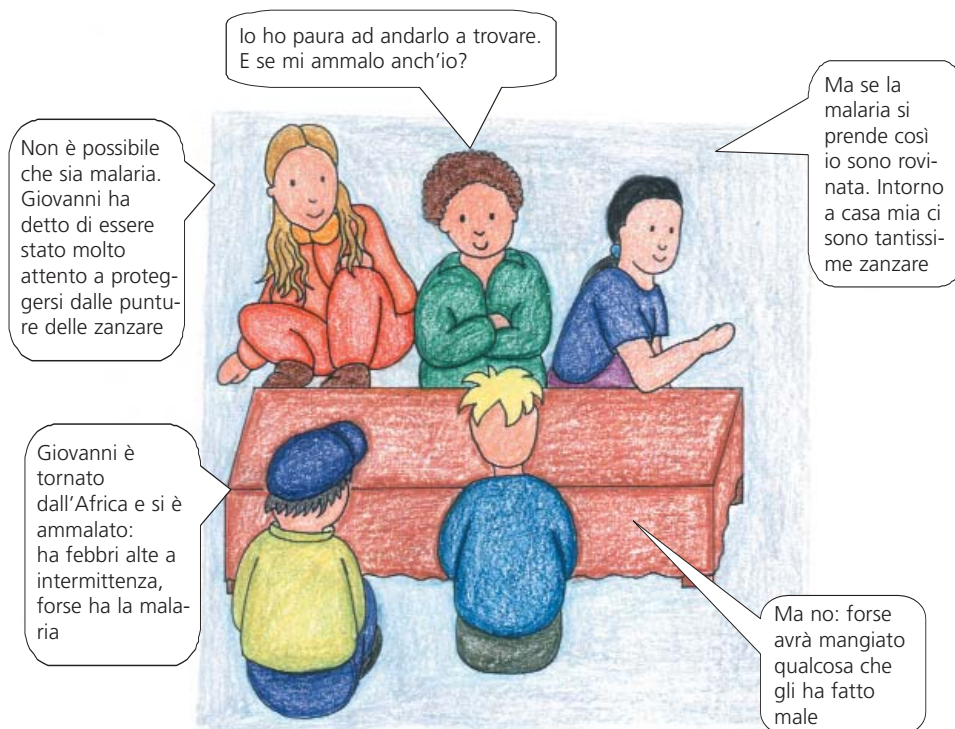


Figura 1 - Concept cartoon

Anche in questo caso gli studenti, prendendo spunto dal *concept-cartoon*, hanno approfondito lo studio della malaria chiarendo i vari aspetti del problema e rispondendo a ciascuno degli interrogativi posti dalle vignette

Successivamente ci siamo occupati di AIDS. Marco Florida, Primo ricercatore presso il Dipartimento del Farmaco dell'ISS ha tenuto una lezione alla classe illustrando caratteristiche della malattia, l'attuale situazione relativamente alla sua diffusione e alle terapie oggi disponibili. Inoltre ricercatori dell'Associazione Nazionale Lotta all'AIDS del Policlinico Umberto I di Roma hanno svolto varie lezioni in classe finalizzate a sensibilizzare gli studenti sulle corrette modalità di prevenzione della malattia.

Gli studenti hanno poi avuto uno scambio di corrispondenza in inglese con gli alunni (Figura 2) della scuola "Nathaniel Nyaluza Public Secondary School" Grahamstown 6140, Eastern Cape Province, South Africa, insegnante: Joy Turyagyenda.

La corrispondenza si proponeva di chiedere informazioni sulla situazione della diffusione della malattia in quel Paese ed è stata coordinata dalla docente di inglese, professoressa Grazia Bertini.



Figura 2 - Classe di studenti sudafricani della scuola "Nathanjel Nyaluza Public Secondary School, Grahamstown 6140, Eastern Cape Province

Abbiamo poi invitato nella nostra scuola il dottor Andrea Caprioli, veterinario presso il Dipartimento di Sanità Pubblica Veterinaria e Patologia Animale dell'Università di Bologna, che ci ha parlato delle zoonosi, in particolare delle malattie per cui si teme una diffusione dovuta al salto di specie.

Inoltre gli studenti hanno curato l'aspetto più propriamente geografico del progetto studiando, sempre divisi in gruppi, la situazione socio-sanitaria delle varie zone dell'Africa e del Medio Oriente dal quale hanno ricavato un quadro di conoscenza e di consapevolezza delle difficili condizioni di vita che caratterizzano molte regioni dei paesi di questi continenti.

Gli alunni si sono dimostrati decisamente interessati a queste tematiche di grande attualità sia dal punto di vista scientifico sia sociale e hanno approfondito lo studio di questi argomenti lavorando in modo serio e rispettando le scadenze.

Alla fine dell'anno hanno presentato una relazione accompagnata da un cd-rom durante il Convegno "Voci dalla Scuola: un primo confronto in tema di microbiologia" che si è tenuto, presso l'Istituto Superiore di Sanità, il 18 maggio 2005, illustrando le tappe del loro percorso ed esprimendo valutazioni critiche sull'esperienza sia dal punto di vista dei contenuti acquisiti sia da quello della metodologia. Infatti, nelle conclusioni della relazione gli alunni si esprimono così:

"Oltre ad ampliare le nostre conoscenze in campo epidemiologico, questa compresenza ci è servita per imparare a lavorare efficacemente in gruppo e a coordinare questi lavori comuni. Inoltre abbiamo conosciuto due metodi di lavoro nuovi (PBL e *concept cartoon*) e gli incontri monotematici con gli specialisti hanno suscitato interessanti dibattiti in classe.

La corrispondenza con i ragazzi Sudafricani ci ha mostrato la loro percezione sul problema dell'epidemia di HIV/AIDS. Le loro risposte, a volte confuse e vaghe, ci hanno fatto capire come, a causa della disinformazione, ne sapessimo più noi, relativamente distanti dal problema, che loro, così vicini alla realtà dei quattro milioni di contagiati.”

Vorrei infine esprimere un ultimo commento sul lavoro delle insegnanti che hanno coordinato il progetto: si è trattato di un'esperienza molto interessante che ci ha coinvolto in una metodologia di lavoro abbastanza insolita nella scuola. Infatti il lavoro comune di due o più insegnanti costituisce una prova importante perché permette l'integrazione oltre che tra due diverse discipline anche tra due modalità di lavoro che si devono confrontare attraverso lo scambio di dati, informazioni e competenze specifiche. Insomma, esperienze di questo tipo possono permettere una crescita comune sia degli alunni sia degli insegnanti assicurando l'introduzione nella scuola di positivi elementi di rinnovamento della didattica.

I ragazzi e le ragazze della V I: *Lara Aita, Bartolomeo Bulzacki, Carlotta Cappelli, Beatrice Celata, Michele De Leo, Diana Ferranti, Natascia Floridia, Cecilia Fortunato, Gianandrea Giacometti, Michele Gnesutta, Pierpaolo Iozzi, Michael Kwiatkowski, Jacopo Mandolini, Marco Marchese, Marta Minori, Marzia Molinaro, Flavio Petrillo, Marianna Piazza, Ermete Ricci, Ilaria Salvatore, Lorenzo Scaratti, Francesco Tasselli, Giulio Tesei, Alexandre Vasile* (anno scolastico 2004/2005).

Allegato

Progetto per PIANO OFFERTA FORMATIVA
Liceo Ginnasio Virgilio
Anno scolastico 2004-2005

L'epidemiologia nell'ambito di specifici contesti storici e/o geografici

Responsabile progetto: Silvia Giannella

Obiettivi:

- conoscere tematiche di grande interesse sociale e scientifico (AIDS, guerra batteriologica, ecc.);
- acquisire una modalità di lavoro cooperativo;
- acquisire l'abilità di eseguire una ricerca valutando autonomamente le informazioni scientifiche;
- produzione da parte degli studenti di materiale di rielaborazione (relazioni, cd-rom).

Destinatari:

studenti del 2° anno del biennio.

Finalità:

- utilizzare metodi di ricerca e di valutazione autonoma di informazioni scientifiche inserite in un contesto sociale e storico-geografico;
- entrare in contatto diretto con le attività degli enti di ricerca (Istituto Superiore di Sanità).

Metodologie utilizzate:

- apprendimento per problemi;
- apprendimento attivo;
- apprendimento cooperativo.

Rapporti con altre istituzioni:

Istituto Superiore di Sanità (ISS), nell'ambito della collaborazione inserita nel POF.

Durata:

da novembre 2004 a marzo 2005, per un numero di ore complessive di circa 12 ore (di cui 10 curricolari e 2 extracurricolari (con esperti dell'ISS); verranno utilizzate diverse modalità a seconda della classe: si può concentrare il lavoro in due mesi o più.

Risorse umane:

preparazione aggiornamento docenti da parte della responsabile del progetto (ore:2-4)
docenti in orario curricolare con compresenze (ore 12)
docenti in orario extracurricolare (ore 2-4 per aggiornamento con la responsabile del progetto + 2 ore con esperti ISS)

Beni e servizi:

uso della biblioteca + acquisto libri
uso di internet. Materiale laboratorio informatico: cd-rom, dischetti.
materiale di cancelleria (cartelloni, pennarelli etc)
materiali per il laboratorio di microbiologia (forniti dall'ISS)

UN APPROCCIO AL MONITORAGGIO AMBIENTALE DEL TEVERE TRAMITE PBL NELLA V GINNASIO B DEL LICEO VIRGILIO DI ROMA

Paolo Tescarollo

Liceo Ginnasio Virgilio, Roma

Il fiume Tevere rappresenta per gli studenti del Liceo Virgilio una sorta di benevola presenza costante che li accompagna silenziosamente durante il loro percorso scolastico. La scuola infatti sorge proprio sulle sponde del corso d'acqua di Roma e gran parte delle finestre dell'edificio si affacciano su di esso. Uno degli scopi formativi che mi sono proposto nell'affrontare il mio incarico di docente di scienze è quello di stimolare la curiosità, il senso critico e la voglia di consapevolezza nei ragazzi a partire dalle cose che hanno più vicine a loro e che più spesso si tende ad accantonare e considerare come un semplice background nella routine quotidiana. L'idea di sviluppare un progetto scientifico sperimentale sul Tevere è nata quindi spontaneamente, appena ho saputo la mia destinazione nel liceo di via Giulia. Questi propositi hanno preso concretezza quando ho saputo che una delle classi assegnatemi, la V B, ad indirizzo Brocca, aveva svolto l'anno precedente, con la professoressa Marilena Muccino, un approfondimento di tipo storico proprio sul Tevere e sulla sua importanza nello sviluppo della città di Roma. Durante una delle primissime ore di lezione in V B, ancora in fase di focalizzazione e conoscenza della classe, parlando con i ragazzi in maniera del tutto informale di problematiche ecologiche, ho capito, dall'interesse che suscitava l'argomento, che il tema dell'inquinamento idrico poteva essere individuato come filo conduttore del progetto. Il metodo didattico proposto, dopo un confronto ed una discussione in sede di riunione di Dipartimento scienze, è stato quello del PBL (*Problem Based Learning*), sulla base delle esperienze già provate con successo nel Virgilio durante gli anni passati in collaborazione con l'Istituto Superiore di Sanità (ISS). Ho accettato con entusiasmo ed un po' di curiosità, dato che ciò rappresentava un qualcosa di nuovo non solo per i ragazzi ma anche per me. E' stato deciso di svolgere questa esperienza in compresenza scienze-geografia con la collega di Italiano e Geografia Marilena Muccino per dare un'impronta multidisciplinare all'iniziativa, avere più punti di vista disponibili e dotare di maggiori strumenti gli studenti.

La filosofia di base dell'*apprendimento per problemi* sta nella completa assunzione della gestione logistica e funzionale del progetto da parte degli studenti, andando così a capovolgere quel ruolo di semplici spettatori al quale troppo spesso la didattica tradizionale li relega. I professori in questo caso escono dalla scena, fungendo da semplici "consiglieri" solo se strettamente necessario, dopo aver proposto alla classe una storia che ha il compito di scatenare la discussione. La storia in questione ha il titolo di "Questa non me la bevo" (Figura 1 e 2).



Figura 1 - La storia "Questa non me la bevo", rappresentata da Livia e Martina della V B

Uno degli studenti si è proposto di fare da mediatore e verbalizzare le proposte uscite dal dibattito e, vinto un primo momento di imbarazzo, la discussione è andata avanti, a tratti in maniera confusa, ma nel complesso produttiva. Ai ragazzi era stato consigliato, in un primo momento, di non tralasciare nessuna proposta, anche quelle che in prima analisi sembravano più assurde; così si è giunti al termine con un range di

tematiche molto vasto che in seguito gli alunni hanno sintetizzato in quattro temi centrali:

l'acqua
l'inquinamento chimico delle acque
l'inquinamento biologico delle acque
la microbiologia

Questa non me la bevo!

Giulia e Veronica sono appena uscite di scuola e si stanno avviando verso la fermata dell'autobus, quando, attraversando il ponte sul Tevere, notano una piccola folla proprio nei pressi della sponda. Un uomo è caduto inavvertitamente nel fiume e sta male perché ha bevuto una certa quantità di acqua. Dovrà essere ricoverato e sottoporsi alle analisi necessarie. "E pensare che mio nonno da ragazzo faceva spesso il bagno nel Tevere... ma ora è così sporco... guarda che coloraccio!" dice Veronica all'amica. Giulia, interroga il fratello che studia ecologia e le spiega che non basta guardare il colore per capire lo stato delle acque: il problema è molto più complesso ed i fattori in gioco sono tanti !

Cosa pensi abbia detto Giulia a Veronica?

Figura 2 - Problema PBL "Questa non me la bevo!"

Sui quattro temi di base si sono formati i quattro gruppi di studio: la situazione è stata facilitata dall'esiguo numero di studenti della classe. I ragazzi si sono autorganizzati in modo da lavorare sia a casa che a scuola, privilegiando, in quest'ultimo caso, i momenti di scambio e interazione tra gruppi intesi come cellule autonome di un unico superorganismo, dando così un'impronta sistemica all'intero progetto.

Le fonti della ricerca bibliografica hanno riguardato in primo luogo materiale cartaceo come libri, enciclopedie, riviste scientifiche, testi pubblicazioni specifici sui temi dell'acqua, dell'inquinamento e della microbiologia, sfruttando la biblioteca della scuola, le risorse individuali di ciascuno studente e quando richiesto materiale fornito dagli insegnanti. Questo tipo di ricerca classico è stato integrato da una documentazione online che ha arricchito (a volte anche in maniera esagerata) il bagaglio di informazioni ottenute. Questo ha portato alla compilazione di singole relazioni per ogni gruppo, redatte anche su supporto informatico, condivise e discusse collettivamente in classe. A questo punto nasceva l'esigenza, sollecitata anche in fase di discussione iniziale, di portare il lavoro da un piano teorico ad uno pratico, di toccare cioè con mano ciò che si deve fare in concreto nell'ambito di una indagine scientifica, anche se preliminare ed esemplificativa.

In questo modo sono stati creati dei momenti sperimentali che possono essere schematizzati in:

- uscita sulle sponde del Tevere. Si è cercato di dare inizialmente un approccio intuitivo, stimolando gli studenti con domande del tipo: cosa noti? Qual'è il colore delle acque? Qual'è lo stato degli argini? Si vedono animali nel fiume? Si vedono piante nel fiume? Questo ha portato ad una discussione sul fiume come ecosistema e sull'utilizzo degli organismi animali e vegetali come indicatori ambientali. Al termine dell'uscita si è provveduto al prelievo di alcuni campioni di acqua di fiume.
- analisi batteriologica. E' stato svolto un incontro con Bruna Auricchio dell'ISS nel laboratorio di chimica della scuola durante il quale i ragazzi hanno svolto in prima persona alcuni esperimenti di indagine batteriologica, familiarizzando con le meto-

dologie e gli strumenti. Alcuni campioni di acqua del Tevere sono stati consegnati per le analisi necessarie.

- analisi chimica. Il secondo momento di laboratorio attivo, sempre svolto nei locali della scuola, ha riguardato alcune analisi chimiche dei campioni di acqua prelevati dal fiume, sfruttando i kit presenti in istituto. In particolare sono state svolte: determinazione del pH, determinazione dei solidi totali disciolti, ricerca dei fosfati, ricerca dei solfuri, calcolo della durezza.

Relazioni di laboratorio e commenti alle esperienze pratiche sono diventati parte integrante del lavoro e sono stati inseriti nella sintesi finale elaborata dagli studenti durante gli ultimi incontri, che sono serviti anche per la produzione di una presentazione su supporto informatico in formato *powerpoint*. Questa è stata mostrata agli studenti delle altre scuole ed a ricercatori dell'ISS in occasione del convegno "Voci dalla scuola: un primo confronto in tema di microbiologia" (Figura 3), in un momento conclusivo di scambio culturale e confronto con ricercatori di livello.



Figura 3 - La V B al convegno "Voci dalla scuola", Roma, 18 maggio 2005, Istituto Superiore di Sanità

Conclusioni

Al termine di questa esperienza il giudizio complessivo è sicuramente positivo, sia dal punto di vista del docente che da quello del discente. Analizzando in maniera approfondita e critica si possono tuttavia individuare alcuni punti con margini di miglioramento come: l'apparente disorientamento presente soprattutto in fase introduttiva, la necessità di tempi lunghi, la confusione e la mancanza di criticità nelle ricerche on-line e soprattutto la continua richiesta da parte dei ragazzi di una gratificazione nel voto, che a tratti può svilire il significato culturale dell'iniziativa.

In ogni caso i lati positivi che hanno prodotto nei ragazzi una crescita individuale e collettiva sono sicuramente preponderanti. Il cambiamento di atteggiamento verso un *vivere la scuola in maniera attiva* ha suscitato in loro una profonda responsabilizzazione, stimolando anche i ragazzi più deboli e meno scolarizzati. La strutturazione in gruppi interconnessi che hanno lavorato in modo sinergico verso l'obiettivo comune della soluzione e comprensione del problema posto inizialmente è risultato un ottimo

esempio di organizzazione autonoma di un percorso formativo indipendente e "maturo". Inoltre la presenza di momenti sperimentali concreti, soprattutto alla luce dell'argomento trattato, ha facilitato quel passaggio da un approccio nozionistico ad uno esperienziale-empirico necessario per una completa comprensione del problema e per un avvicinamento alla metodologia scientifico-deduttiva. Infine l'esposizione conclusiva nel convegno "Voci dalla scuola" è risultata particolarmente importante per almeno due motivi: in primo luogo è stata un forte stimolo a perfezionare il lavoro svolto in vista di un confronto con il mondo della ricerca, in più ha rappresentato un suggestivo momento di condivisione dei saperi dato dall'incontro tra scuole e realtà diverse.

Ringraziamenti

Si ringraziano tutte le persone che hanno collaborato in maniera pratica o teorica alla buona riuscita di questo lavoro ed in particolare la professoressa Marilena Muccino per il suo prezioso e costante contributo durante l'intero arco del progetto, la professoressa Silvia Giannella per i proficui consigli e le discussioni in tema di PBL, il tecnico di laboratorio del Liceo Virgilio Alfredo Alessandri per il supporto logistico durante le esperienze analitiche a scuola, Bruna Auricchio dell'ISS per le esperienze laboratoriali di analisi batteriologiche.

I ragazzi e le ragazze della V B: *Lorenzo Avellino, Martina Bonciani, Lorenzo Bondioli, Alessandro Cambellotti, Margherita De Silva, Manuela Fellus, Riccardo Fiorentino, Valeria Gaeta, Luciana Granata, Marco Laureti, Livia Liberatore, Giulia Marzocchi, Rocco Menghi, Sibilla Morsiani, Francesco Narduzzi, Nicola Politi, Benedetta Salvati, Livia Sterza, Mariele Valci* (anno scolastico 2004/2005).

A TU PER TU CON I MICROBI

Lucia Amico

Liceo Classico Ruggero Settimo, Caltanissetta

Negli anni passati avevamo partecipato con risultati positivi ai progetti dell'Istituto Superiore di Sanità (ISS) sulle nuove droghe e sulle biotecnologie (Amico, Mannino, 2002; Amico et al., 2003). Di conseguenza si è deciso di aderire al progetto dell'ISS che ha come tema i microrganismi e la salute umana, argomento ritenuto da noi insegnanti interessante da un punto di vista scientifico e di grande attualità, visto il propagarsi di nuove malattie infettive.

Azione didattica

Il lavoro è stato svolto dalle classi IV B e V B (primo e secondo anno del biennio sperimentale Brocca ad indirizzo classico). La scelta non è stata facile. Come accade sempre, noi insegnanti vorremmo, ai fini del risultato, scegliere classi degli ultimi anni, formate da alunni più consapevoli e con conoscenze più consolidate. Quest'anno, invece, sono state preferite le classi citate per le motivazioni seguenti: la IV B perché, pur essendo ancora agli inizi del percorso cognitivo-scientifico, formata da ventitré alunni molto vivaci dal punto di vista dell'apprendimento e decisamente motivati ad un impegno di ricerca; la V B nella prospettiva di offrire motivi di interesse e di impegno ad una classe disomogenea sin da un punto di vista didattico sia negli aspetti di socializzazione.

Fasi del progetto

Inizialmente è stato spiegato alle due classi il metodo da adottare e cioè il *Problem-based Learning* (PBL). Abbiamo iniziato quindi con la lettura del problema indicato in Figura 1.

La festa di compleanno



Il giorno dopo essere stata ad una festa di compleanno, Anna sta male.
Accusa forti dolori di pancia, nausea, brividi di freddo, febbre, vomito e diarrea.
Pensa a quello che ha mangiato la sera prima: la pizza, le tartine e il tiramisù.
Era tutto artigianale.

Quale spiegazione daresti ai suoi malesseri?

Figura 1 - Problema PBL "La festa di compleanno"

Le spiegazioni date dai ragazzi sul malessere sono state tante ma tutte riconducibili al cibo contaminato. Riassunte le varie ipotesi sono quindi stati esplicitati gli obiettivi di apprendimento:

- (i) conoscere la struttura, la funzione dei microrganismi e la loro propagazione;
- (ii) essere in grado di distinguere i microrganismi utili e dannosi;
- (iii) saper applicare il metodo PBL.

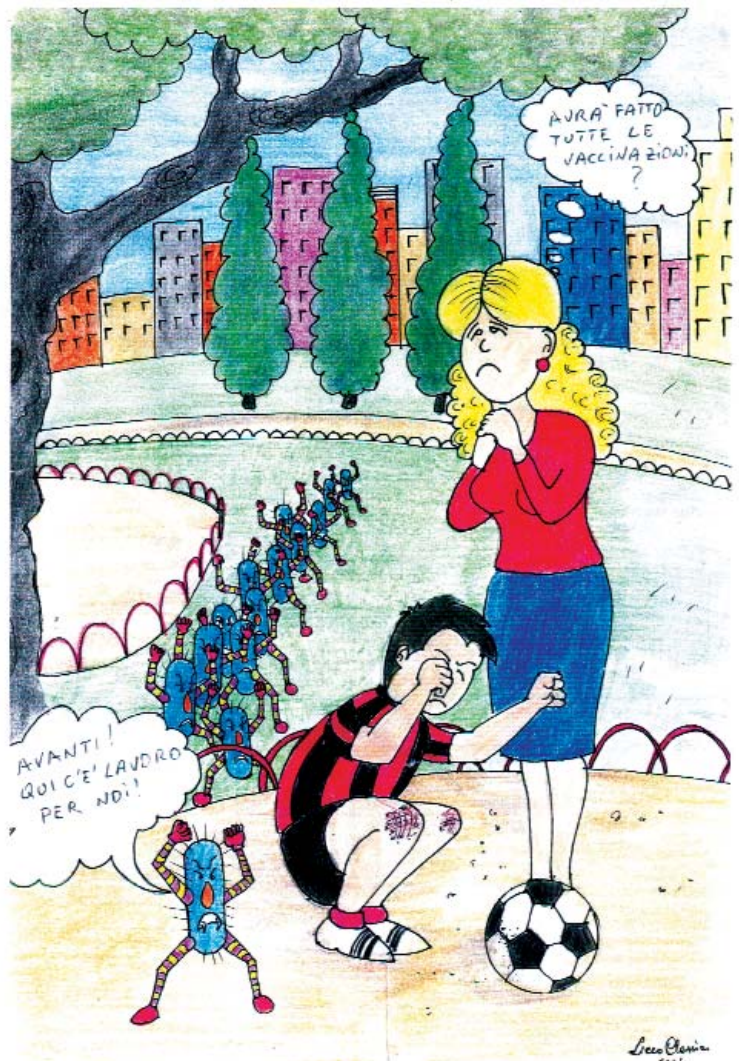


Figura 2 - Esempio di vignetta

Gli alunni sono stati divisi in tre gruppi, coordinato ognuno da un insegnante "facilitatore". La ricerca dei ragazzi è partita in modo autonomo. Il lavoro è stato affrontato con molto entusiasmo da tutti i ragazzi, soprattutto da quelli meno inclini allo studio, che hanno consultato diversi libri, riviste e internet. Hanno cercato di cogliere le

parti interessanti e attinenti al problema di partenza e svolto così un ottimo lavoro di sintesi.

Coinvolgente è stata la visita al Laboratorio di Igiene e Profilassi di Caltanissetta dove i ragazzi hanno approfondito i metodi di analisi di contaminanti in alimenti avariati e in campioni di acqua. Hanno avuto modo di "scoprire" cosa sia un terreno e un brodo di coltura, quali i microrganismi più diffusi negli alimenti avariati e come si leggono e si interpretino i risultati di un'analisi. Un gruppo, infine, si è documentato sul sistema qualità e controllo HACCP.

La durata del lavoro è stata di circa due mesi. Sono state utilizzate alcune ore curriculari di Scienze e di Lettere e questo ha connotato positivamente il percorso progettuale. La collaborazione tra insegnanti diversi e l'esperienza di compresenza, ha reso possibile lo studio multidisciplinare, per esempio ricostruire la storia di alcune epidemie, analizzare le aree geografiche del nostro emisfero sulla base dei rischi connessi alla diffusione delle malattie infettive.

Ogni classe ha, poi, realizzato un Cd-Rom arricchito di fotografie, disegni, le vignette (Figura 2). Come di consuetudine il lavoro è stato presentato in occasione del convegno tenutosi a Roma all'ISS alla presenza di altre scolaresche, di ricercatori dell'ISS e docenti (Figura 3).



Figura 3 - Uno degli articoli dedicati all'iniziativa dalla stampa locale

Inutile dire che questo è stato il momento più significativo e gratificante per gli alunni che sono stati i veri protagonisti della giornata riuscendo a presentare ed a commentare la loro ricerca con spontaneità, padronanza lessicale e chiarezza concettuale, supe-

rando una naturale difficoltà nel parlare di argomenti complessi.

Alla fine del convegno alcuni ragazzi hanno confessato di aver vissuto un momento denso di tensione e di emozioni nel confrontarsi, nel parlare in un'aula alla pari con esperti, e di aver avuto la sensazione di abbattere il muro invisibile che separa alunni e ricercatori.

Verifica del lavoro svolto

Ambedue le classi hanno lavorato seriamente ed autonomamente come previsto dal metodo adottato; i ragazzi hanno avuto tenacia nel concepire e realizzare il prodotto finale del loro lavoro, non scoraggiandosi quando le cose non andavano bene. Hanno sviluppato senso critico imparando ad analizzare un problema da diversi punti di vista. Inoltre l'esperienza di lavoro in piccoli gruppi, come sempre, ha favorito lo sviluppo di atteggiamenti costruttivi creando tra compagni un clima di collaborazione.

Valutazione

Le conclusioni del lavoro e le considerazioni sul metodo adottato sono già state fatte nei lavori precedenti (Amico, Mannino, 2002; Amico et al., 2003) e perciò si riportano brevemente nelle Tabelle 1 e 2 le opinioni delle insegnanti e degli studenti.

Tabella 1 - Le opinioni delle docenti sul PBL

Aspetti positivi	Aspetti negativi
permette di affrontare il problema senza avere conoscenze specifiche e in autonomia;	difficoltà di utilizzare il metodo per ogni argomento di studio;
forte coinvolgimento;	rischio di interpretazioni sbagliate o troppo generiche a causa del ruolo di facilitatore dell'insegnante;
utilizzo di fonti diverse di informazione;	poco tempo a disposizione;
possibilità di lavorare in gruppo;	mancanza della strumentazione adeguata;
maggiore motivazione allo studio rispetto ai metodi tradizionali;	difficoltà nell'organizzazione;
maggiore flessibilità nella discussione;	difficoltà nel ricercare e selezionare le informazioni provenienti da diverse fonti.
potenziamento delle capacità di analisi e elaborazione;	
acquisizione di un metodo spendibile in qualsiasi contesto scolastico ed extrascolastico.	

Tabella 2 - Le opinioni degli studenti sul PBL

Aspetti positivi	Aspetti negativi
possibilità di sperimentare e attuare nuovi metodi di ricerca e ampliare le proprie conoscenze; stimola l'attitudine al lavoro di gruppo; consente ampia libertà nell'organizzazione del lavoro; permette l'acquisizione di una maggiore capacità di rielaborazione ed esposizione; permette l'acquisizione di capacità utili per affrontare nuovi contesti sociali.	difficoltà Iniziali di approccio causate da inadeguatezza nelle conoscenze di base.

Conclusioni

A lavoro ultimato ci ritroviamo, per il terzo anno consecutivo, a trarre positive conclusioni sull'uso del PBL in classe. Ci preme, inoltre, sottolineare che l'acquisizione di conoscenze scientifiche è sicuramente importante, ma non è l'unica finalità dell'insegnamento. Occorre quindi favorire un cammino di crescita in cui l'alunno possa osservare, agire e criticare.

Il ruolo formativo che questa esperienza ha avuto è duplice: ha reso i docenti consapevoli di quanto il percorso di lavoro effettuato sia stato un momento pregnante di riflessione e di valenza didattica su come fare apprendere concetti difficili e importanti; ha avvalorato e consolidato la strategia didattica secondo cui la ricerca autonoma dello studente è un'esperienza positiva che, metaforicamente, lo allontana momentaneamente dal banco di scuola e dalle spiegazioni preconfezionate, ponendolo su un gradino superiore che ne stimola l'autonomia di scelta. Che il procedimento didattico sperimentato ed attuato sia stato positivamente "centrato" sull'alunno è stato ampiamente comprovato dalla risposta avuta e cioè dall'impegno, costante, e dall'entusiasmo, notevole, degli alunni che hanno, nella fase conclusiva della ricerca, utilizzato le conoscenze e competenze acquisite per la realizzazione di un cd-rom dal titolo "A tu per tu con i microbi", un lavoro lodevole per il contenuto, per l'elaborazione avvenuta in maniera del tutto autonoma e personale e, infine, per l'apprezzabile "performance" informatica di cui hanno dato ottima prova.

Riferimenti bibliografici

Amico L, Mannino G. Apprendere con consapevolezza: il PBL e le nuove droghe. In: Bedetti C, Barbaro MC, Bertini A (ed.). *Le nuove droghe: spunti per un'azione didattica*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2002; pp. 32-37.

Amico L, Albanese I, Mannino G. Le biotecnologie: un'esperienza in classe. In: Bedetti C, Barbaro MC, Bertini A (ed.). *Le biotecnologie in medicina: spunti per un'azione didattica*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2003; pp.104-107.

I ragazzi e le ragazze della classe IV B maxisperimentale: *Federica Anzalone, Roberta Bordonaro, Francesca Cocita, Denise Dacqui, Michele Esposito, Luigi Garbato, Guglielmo Ginevra Francesca Leone, Luisa Liotta, Giuseppe Manganaro, Matteo Molè, Chiara Natale, Roberta Natale, Giuseppina Ninfa, Monica Palmeri, Simone Parisi, Martina Petrantoni, Giuliana Punturo, Martina Riggi, Rosario Riggi, Carmen Ristuccia, Claudia Ruiz, Gaia Violo* (anno scolastico 2003/2004).

I ragazzi e le ragazze della classe V B maxisperimentale: *Margherita Baglio, Rossana Benfante, Emanuela Cali, Francesco Calvagna, Giuseppe Caruana, Silvia Cumbo, Massimo Del Negro, Antonino Farulla, Giuseppe Giammusso, Daniela Messina, Marcella Miracolini, Bruna Palmeri, Federica Pennino, Antonio Picone, Alessandro Polizzi, Dario Santagati, Stefania Simone, Tecla Tropea, Alessandra Vitale, Francesca Zappia* (anno scolastico 2003/2004).

PERICOLO...IN MASCHERA

Breve nota sull'esperienza didattica svolta all'ITAS Pertini di Campobasso

Candida Di Iorio

Istituto Tecnico per le Attività Sociali Sandro Pertini, Campobasso

Il metodo *Problem-Based Learning* (PBL), suggeritoci dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS), è stato già adottato da noi insegnanti dell'Istituto tecnico per le attività sociali (ITAS) Sandro Pertini nell'anno scolastico 2002/2003 con risultati positivi (Di Iorio, Salines, 2003).

L'esperienza acquisita ci ha permesso di riproporre tale metodologia nella classe IV sezione E ad indirizzo salute, con il nuovo progetto "Il metabolismo della conoscenza nei giovani".

Gli studenti hanno accolto con entusiasmo la proposta di realizzare il progetto che avrebbe consentito loro, nell'incontro finale di Roma presso l'ISS, di confrontarsi con realtà scolastiche di altre regioni.

Il lavoro è stato realizzato grazie anche alla collaborazione dei docenti di Igiene Adele Crivellone e Gaetana Laporta.

Impostazione ed esecuzione del progetto

Per procedere alla realizzazione del progetto è stato dapprima illustrato agli alunni il metodo PBL e le sue diverse fasi di sviluppo (utilizzando opuscoli ed esempi estrapolati dalle esperienze fornite dall'ISS) e successivamente è stato presentato il problema da risolvere (Figura 1).



"Pericolo...in maschera"

Francesco, un ragazzo di 17 anni, da qualche giorno si sente affaticato, accusa brividi di freddo e presenta anche febbre, nausea e vomito. Ricorre all'uso di farmaci antinfluenzali, ma la sua situazione peggiora con il passare del tempo; infatti, egli avverte dolori al fianco destro che si estendono lungo la schiena, nota la colorazione scura delle urine e chiara delle feci ed ha anche un colorito giallo della pelle e degli occhi.

***Come si spiegano questi sintomi?
Se tu fossi un medico, come ti comporteresti?***

Figura 1 - Problema PBL "Pericolo...in maschera"

Gli alunni hanno partecipato alla discussione mostrando entusiasmo, disponibilità e volontà.

Pertanto, insieme ai ragazzi, si è cercato di individuare i punti salienti del problema proposto. In Tabella1 lo schema delle tappe seguite :

Tabella 1 - Fasi del percorso didattico:

- lettura del problema;
- analisi dei dati in possesso;
- Individuazione dei dati mancanti e formulazione di ipotesi necessarie a definire il problema;
- acquisizione di informazioni sulle malattie infettive a trasmissione diretta;
- Individuazione della specifica malattia infettiva (Epatite B).

I ragazzi si sono divisi in tre gruppi, considerando che la classe è costituita da diciassette allievi, e hanno individuato gli argomenti da approfondire:

- un gruppo ha studiato la struttura e le vie di trasmissione dell'agente eziologico (HBV);
- un gruppo ha approfondito l'aspetto epidemiologico della patologia;
- un gruppo ha trattato gli interventi di profilassi e prevenzione.

Il lavoro prodotto da ciascun gruppo è stato esaminato, discusso ed assemblato dall'intera classe che è riuscita, tra l'altro, a tradurre i concetti in immagini.

L'attività è stata talmente gratificante che gli studenti hanno deciso di realizzare un ipertesto dal titolo "Pericolo...in maschera" (Figura 2).



Figura 2 - Immagine tratta dal Cd-Rom "Pericolo...in maschera"

Gli studenti hanno partecipato con notevole gradimento sia alle fasi del percorso di apprendimento, sia alla comunicazione finale dei risultati del loro lavoro.

La classe ha lavorato sempre durante l'orario scolastico utilizzando le ore dell'Area dell'Integrazione (un'area a completa progettazione nell'ambito dell'Istituto Sandro Pertini).

La realizzazione di questo progetto è stata positiva per diversi aspetti:

- l'utilizzo del gruppo come strategia didattica;
- l'attivazione autonoma degli alunni per raccogliere informazioni e dati utilizzando mezzi multimediali;
- la capacità degli alunni, grazie all'utilizzo del metodo PBL, di insegnare e trasmettere ai compagni quelle informazioni e quei concetti che man mano si concretizzavano nelle loro menti.

Per quanto riguarda le note negative si possono evidenziare momenti iniziali di scarsa organicità e difficoltà nel controllo dei contenuti appresi, derivati, probabilmente, dalla poca padronanza della nuova metodologia.

Conclusioni

La motivazione e la partecipazione degli alunni sono state lodevoli, la qualità del prodotto e le competenze acquisite soddisfacenti. L'iniziativa, per i risultati ottenuti, è destinata a ripetersi nel prossimo anno scolastico con un nuovo progetto suggeritoci dall'ISS.

Riferimenti bibliografici

Di Iorio C, Salines L. Le biotecnologie... Quale futuro?... Una nuova strada da percorrere. In: Bedetti C, Barbaro MC, Bertini A (ed.). *Le biotecnologie in medicina: spunti per un'azione didattica*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2003; pp.115-118.

I ragazzi e le ragazze della IV E indirizzo salute: *Denise Aceto, Federica Bourelly, Pina Bozzuto, Ilenia Corso, Dalila Daniele, Alessia D'elisiis, Mara Di Bartolomeo, Prisca Fagnano, Mariateresa Ficocelli, Valeria Giuliani, Michela Lisella, Emanuela Motta, Roberto Niro, Stefania Panichella, Alessandro Silvestri, Silvia Spicciati* (anno scolastico 2003/2004).

I DUBBI DELL'ADOLESCENZA

Rita Restante

Istituto Professionale Carlo Urbani, Roma-Ostia

È il secondo anno che partecipo ai progetti realizzati dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS) con l'obiettivo di formare noi insegnanti alla gestione del metodo didattico *Problem-Based Learning* (PBL). Il mio interesse per questa metodologia, sperimentata recentemente per la prima volta (Restante, 2003), nasce dall'esigenza di migliorare in modo significativo l'interesse, da parte degli studenti, per la Biologia e il loro coinvolgimento nell'attività didattica.

Questa mia esigenza acquista un significato maggiore se si pensa che la classe con cui ho realizzato il progetto, una seconda dell'Istituto professionale Carlo Urbani di Ostia, svolge regolarmente quaranta ore settimanali di lezione e che, quindi, salvo rare eccezioni, lo studio a casa è poco praticato. La mia necessità è sempre stata quella di far apprendere il più possibile in classe utilizzando diverse strategie, per cui, il PBL è diventato uno strumento in più per coinvolgere gli studenti nell'apprendimento. La realizzazione in classe della metodologia pro-posta non è stata immediata: recuperi ed altri progetti da portare a termine mi hanno indotta a rimandare la proposta dopo le vacanze natalizie, prendendo anch'io tempo per riflettere su quale tematica fosse più adatta per la mia classe.

Ho lasciato, invece, che fosse la stessa classe a decidere e dopo aver introdotto il PBL, ho proposto varie ipotesi di lavoro e gli studenti hanno scelto il tema dell'HIV/AIDS che ha subito suscitato un'accesa discussione durante le ore di lezione.

Le esperienze personali riferite, le convinzioni, le conoscenze emerse e le posizioni assunte durante la discussione mi hanno suggerito di proporre un *concept cartoons* (Figura 1).

Dal punto di vista didattico è stato realizzato un progetto che ha seguito lo schema sottoindicato.

Finalità:

- acquisire conoscenze relative alle forme di vita microscopiche e alle relazioni che queste possono stabilire con l'uomo;
- trasformare l'informazione in formazione alla promozione della salute e alla capacità di assumere comportamenti responsabili.

Competenze (essere in grado di...):

- motivare la relazione tra HIV, AIDS e sistema immunitario;
- modificare il proprio comportamento e i propri atteggiamenti in coerenza con quanto acquisito;
- individuare nelle malattie sessualmente trasmesse (MST) un ulteriore fattore di rischio per la trasmissione dell'HIV;

- rifiutare informazioni parziali, fuorvianti e miti riferiti al virus dell'HIV e ai batteri in generale;
- sviluppare un atteggiamento non discriminante verso coloro che sono stati contagiati.

Contenuti:

- il mondo dei microrganismi: batteri e virus;
- il virus dell'HIV;
- il sistema immunitario;
- AIDS;
- comportamenti a rischio;
- le malattie a trasmissione sessuale



Figura 1 - Concept cartoon (disegnato da Sara La Civita)

Materiali:

- libri, opuscoli, articoli forniti dall'insegnante;
- internet.

Prodotto finale:

- relazione, disegni e lucidi per la presentazione all'ISS (Figura 2)

Valutazione:

- osservazioni sistematiche dei vari gruppi attraverso griglie con descrittori, come suggerito durante il corso di aggiornamento;
- valutazione degli elaborati al termine dell'attività.

Per la realizzazione di questo lavoro ho sospeso l'attività didattica e gli studenti hanno iniziato a lavorare in classe, a gruppi sufficientemente eterogenei in relazione sia alle caratteristiche personali che alle abilità dei singoli studenti individuate in base alla discussione avuta in classe. All'interno dei gruppi ho svolto il ruolo di facilitatore per definire gli ambiti della ricerca ed ho fornito la bibliografia necessaria, che è stata integrata dagli studenti con materiale estratto da internet.

COME SI TRASMETTE IL VIRUS?

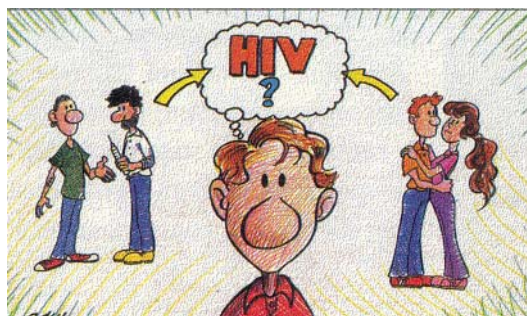


Figura 2 - Vignetta tratta dal cd-rom presentato dai ragazzi al convegno presso l'ISS

Un solo gruppo, quello che trattava le malattie sessualmente trasmesse, dopo un primo momento di interesse per la tematica scelta ha mostrato una caduta di entusiasmo ed ha preferito suddividersi per lavorare negli altri gruppi.

I miei interventi si sono limitati a controllare di tanto in tanto i lavori, mentre ho avuto modo di svolgere osservazioni sistematiche nei vari gruppi ai fini di una valutazione complessiva ed ho predisposto delle griglie, per ogni studente, con i seguenti descrittori: organizzazione del lavoro, comportamento, competenza lessicale e competenza argomentativa (Tabella 1)

Tabella 1 - Griglia per la valutazione del lavoro di gruppo

ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO	1	2	3	4	5	6
<i>Definisce il problema</i>						
<i>Focalizza i punti</i>						
<i>Propone la procedura nello svolgimento</i>						
<i>Dell'indagine</i>						
<i>Motiva il proprio assenso o rifiuto</i>						
COMPORAMENTO	1	2	3	4	5	6
<i>Partecipa alle discussioni</i>						
<i>Interviene in modo appropriato</i>						
<i>Si adegua alle decisioni</i>						
COMPETENZA LESSICALE	1	2	3	4	5	6
<i>Riferisce in modo meccanico</i>						
<i>Riferisce utilizzando codici appropriati</i>						
<i>Riferisce utilizzando codici non appropriati</i>						
COMPETENZA ARGOMENTATIVA	1	2	3	4	5	6
<i>Interviene in modo non pertinente</i>						
<i>Interviene senza giustificare</i>						
<i>Interviene motivando su basi non scientifiche</i>						
<i>Interviene motivando su basi scientifiche</i>						

Ogni numero corrisponde ad uno studente, nelle caselle vengono inseriti giudizi sintetici.

Osservazioni

Pur valutando positivamente l'attività svolta e la partecipazione attiva degli studenti in una esperienza didattica poco praticata, non posso fare a meno di evidenziare come alcune caratteristiche qualificanti l'apprendimento cooperativo non siano state raggiunte all'interno dei singoli gruppi. Spesso le dinamiche tipiche dei gruppi di *cooperative learning* sono state sostituite da dinamiche tipiche dei gruppi tradizionali di apprendimento.

In un solo gruppo i singoli studenti, fin dall'inizio hanno avuto la chiara percezione che ognuno di loro fosse necessario e utile a completare il compito assegnato assumendosi la responsabilità personale per la realizzazione del lavoro e creando i presupposti per una interdipendenza positiva.

I comportamenti poco cooperativi di alcuni studenti, hanno, invece, disorientato gli altri due gruppi, che, a fatica hanno trovato un equilibrio interno.

Per l'aspetto operativo, in tutti i gruppi gli studenti si sono assegnati dei compiti che sono stati portati a termine individualmente, venendo meno quelle competenze relazionali richieste per eseguire un lavoro in modo collaborativo: abilità di comunicazione, soluzione di problemi e insegnamento reciproco. Cosicché il prodotto finale di ogni gruppo è stato un assemblaggio dei lavori personali.

Per quello che mi riguarda, pur ravvisando la necessità di intervenire sui gruppi per correggere l'impostazione data, non l'ho fatto perché così ho interpretato la mia funzione nell'ottica del PBL.

In Tabella 2 sono riportate le considerazioni degli studenti sul metodo seguito.

Tabella 2 - Considerazioni degli studenti

Aspetti positivi	Aspetti negativi
- impegnarsi a portare a termine un lavoro personale	- difficoltà a rispettare i tempi fissati
- trattare argomenti attuali e molto vicini emotivamente	- impegnarsi in un lavoro su tematiche sconosciute
- sospendere la normale attività didattica	- difficoltà a coinvolgere tutti i componenti del gruppo

Conclusioni

Se da un lato si assume che nell'apprendimento cooperativo le risorse dell'apprendimento siano soprattutto quelle del gruppo e degli studenti, dall'altro, per esperienza personale, ritengo sia importante definire meglio il ruolo dell'insegnante e le sue responsabilità nella gestione dei gruppi.

Riferimenti bibliografici

Restante R. Incuriosire e motivare. In: Bedetti C, Barbaro MC, Bertini A (ed.). *Le biotecnologie in medicina: spunti per un'azione didattica*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2003; pp.122-125.

I ragazzi e le ragazze classe II A: *Noemi Bianchella, Emiliano Canfora, Giorgia Castelli, Marco Dettore, Barbara Di Puppo, Emanuele Leonetti, Simone Mancini, Mabika Mbyie, Valerio Pallocchia, Valentina Pollex, Claudio Proietti, Ylenia Romani, Claudia Ukegbu, Iheukwumere Ukegbu, Silvia Viti* (anno scolastico 2003/2004).

LA PAURA DI FEDERICO

Lidia Stelitano

Liceo Benedetto Croce, Roma

Confesso di aver scelto la IIC del Piano Nazionale di Informatica per sperimentare il PBL perché più scolarizzata, più disponibile e più organizzata. Temevo infatti di non poter gestire la classe nella fase del lavoro individuale e nella fase di sintesi delle attività svolte. D'altra parte era la prima volta che tentavo un lavoro di gruppo così strutturato.

Ho proposto la seguente storia intitolata "La paura di Federico" (Figura 1).

La paura di Federico

Meno di un anno fa la SARS riduceva Hong Kong a una città fantasma: strade deserte, negozi e ristoranti abbandonati, aerei fermi, Borsa in picchiata. Oggi di quella crisi spaventosa non rimane {quasi} traccia.

{Però} un'altra epidemia - la febbre dei polli - tormenta il Sud Est asiatico e lambisce la Cina" (da Repubblica del 4/2/2004)

Qualcuno richiama alla mente vecchie paure e pensa alle lontane epidemie di peste che hanno decimato nei secoli la popolazione europea e mondiale.

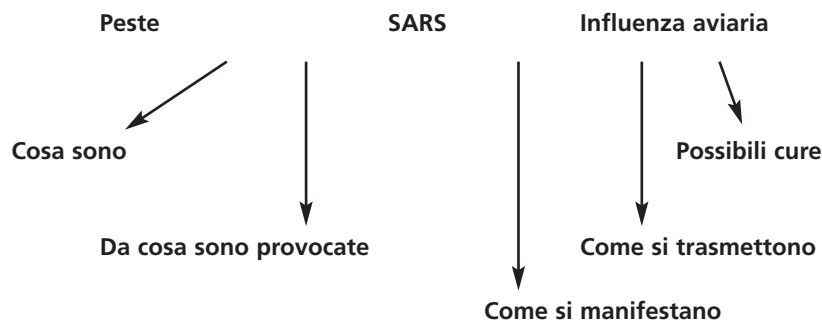
Ti sembra plausibile il raffronto?

E' giustificata la paura che serpeggia nei vari paesi?

Figura 1 - Problema PBL "La paura di Federico"

I vari gruppi hanno sviluppato ben presto un percorso articolato in segmenti sequenziali scanditi da varie domande. Mi ha colpito molto positivamente il fatto che i ragazzi abbiano organizzato l'approfondimento attraverso la formulazione autonoma dei quesiti come si vede nello schema introduttivo del lavoro (Tabella 1).

Tabella 1- Schema introduttivo del lavoro



La ricerca si è sviluppata perciò sui tre filoni: uno dedicato alla peste, uno alla SARS e uno all'influenza aviaria.

Inizialmente c'è stata un'attività di gruppo per individuare i termini del problema, poi la stesura dei quesiti e successivamente la ricerca individuale soprattutto su internet.

Le domande che hanno trovato risposta per assicurare Federico sono state numerose:

1. la SARS sarà la peste del III millennio?
2. come si diffonde la SARS? Qual è il suo tasso di mortalità? Ci sono possibili cure?
3. che cosa è l'influenza aviaria?
4. l'influenza aviaria potrà avere una diffusione come quella della peste?
5. quali sono i suoi modi di diffondersi? E' mortale? Ci sono rimedi?
6. è rischioso mangiare pollame o uccelli ammalati?
7. come mai l'Italia e l'Europa hanno bandito la carne di pollo thailandese?
8. perché tanto panico?
9. Perché l'OMS teme una nuova pandemia?
10. Ci sono delle cure specifiche per l'uomo contro l'influenza aviaria?
11. L'OMS ha raccomandato di limitare i viaggi nei paesi colpiti dall'epidemia aviaria?

La classe ha lavorato in autonomia, nominando i capigruppo che dovevano coordinare gli approfondimenti personali. Successivamente è stato individuato il seguente titolo: "SARS, peste del III millennio?" per creare la rete su cui legare i lavori individuali. Uno studente più esperto ha raccolto i vari contributi ed ha ricostruito la trama in powerpoint.

Per verificare se Federico abbia ragione di preoccuparsi è stato analizzato il quadro storico della diffusione della peste (Figura 2), le cause, le conseguenze e le cure. Altrettanto è stato fatto per la SARS e l'influenza aviaria (Figura 3), arrivando alla conclusione che oggi il coinvolgimento di strutture di ricerca di alto livello, l'intervento



Figura 2 - La morte ai tempi della peste. Immagine tratta dalla presentazione dei ragazzi al convegno presso l'ISS

dell'OMS e dei vari governi, la disponibilità delle persone a seguire valide norme igieniche può arginare il dilagare di pandemie e può consentire a tutti i Federico ansiosi per la propria salute di stare tranquilli.



L'aspetto più problematico del lavoro è stato quello relativo alla valutazione, perché ho avuto l'impressione che ciascun alunno fosse competente per il segmento portato avanti in proprio e non possedesse un'uguale padronanza di tutto il percorso; sono però consapevole che fosse più importante acquisire una valida abilità di ricerca e la capacità di formulare quesiti.

Figura 3 - Eliminazione dei polli affetti da influenza aviaria. Immagine tratta dalla presentazione dei ragazzi al convegno presso l'ISS

I ragazzi e le ragazze della II C: *Francesco Acquisto, Kavin Boni, Gianmaria Carbone, Martina Castiglione, Marco Chiovoloni, Valentina D'Onofrio, Chiara Del Ferraro, Giorgia Ficorilli, Silvia Fiola, Andrea Iannece, Simone Martinuzzi, Martina Musto, Claudia Picchioni, Moira Renzulli, Gabriele Senia, Daniele Spataro, Andrea Tittozzi* (anno scolastico 2003/2004).

ALCUNE CONSIDERAZIONI SULLA SPERIMENTAZIONE DI METODI DIDATTICI BASATI SULLA COOPERAZIONE

Manuela Marini, Maria Luisa Tibaldeschi

Istituto Tecnico Paolo Baffi, Fregene

Da alcuni anni continua la nostra collaborazione con l'Istituto Superiore di Sanità (ISS) che troviamo stimolante come docenti nelle proposte di approfondimento e nell'innovazione didattica. Attraverso le metodologie proposte - *Problem-Based Learning (PBL)*, *concept cartoon* - riteniamo di aver dato alla nostra didattica un aspetto di flessibilità e di aver spostato la nostra attenzione di docenti dall'insegnamento all'apprendimento.

Non abbiamo smesso di insegnare, è soltanto cambiato il punto di vista dal quale "osservare" l'obiettivo finale raggiunto dagli studenti.

I ragazzi interessati all'attività sono di tre classi seconde che una volta a settimana si riuniscono per due ore in laboratorio e lavorano a piccoli gruppi misti (alunni provenienti dalle tre classi).

Gli schemi allegati (pagine 119 e 120) rappresentano il percorso seguito durante l'anno scolastico.

Dopo aver presentato l'argomento proposto, qualcuno ci ha guardato piuttosto inorridito, ed ha esclamato: "Ma da dove iniziamo? Il lavoro è più grande rispetto al tempo e a quello che conosciamo!".

Noi non avevamo la soluzione, però abbiamo proposto di ricercare fatti di cronaca quotidiana che parlassero di microbi e abbiamo stimolato la discussione. Dal nulla si è arrivati alla relazione microbi-alimentazione e all'individuazione della seguente traccia del lavoro: conoscenza, abitudini, igiene.

Il lavoro è stato suddiviso in due percorsi che hanno portato alla realizzazione di due progetti: *Clostridium botulinum* e Igiene domestica.

La storia di Toni, grande cercatore di funghi, rappresenta il problema (Figura 1) che ha stimolato il primo progetto.

La morte di Toni

Il signor Toni, solitario agricoltore abruzzese, grande cercatore di funghi, è morto consumando un vasetto di funghi da lui raccolti e conservati.

La sua morte non è dovuta all'ingestione di un fungo velenoso (era un grande esperto), ma per il modo con cui ha conservato i funghi raccolti sotto olio.

Sai spiegare quello che è avvenuto nei vasetti in cui Toni ha conservato i suoi funghi?

Secondo te il cibo mangiato da Toni poteva avere un aspetto non normale?

Poteva Toni essere aiutato da qualcuno?

Figura 1 - Problema PBL "La morte di Toni"

Il secondo progetto ha preso il via dal modo con cui ogni ragazzo è abituato a preparare la propria merenda, analizzando la sequenza:

Abitudini	Errori
<ul style="list-style-type: none">- lavarsi le mani- prendere il pane, dove?- tagliare il pane- farcire il panino- riporre il pane- riporre gli affettati- riporre gli utensili	<ul style="list-style-type: none">- anelli e monili vari- tocco i capelli durante la preparazione- raccolgo un oggetto caduto a terra- metto una mano in tasca- rispondo al telefono- accarezzo il cane- apro la porta

Per la ricerca dei materiali abbiamo utilizzato internet e ci siamo rese conto dell'importanza della selezione delle fonti e dei contenuti. I ragazzi non sono abituati a scegliere le informazioni, per cui si è reso necessario dare una traccia definita di lavoro basata su domande precise che necessitano di risposte precise.

Sicuramente l'aver guidato al vaglio delle fonti e delle informazioni e l'esser riusciti a trovare delle risposte adeguate da parte di alcuni gruppi di lavoro è per noi un obiettivo raggiunto.

Il PBL è stato un buon supporto di lavoro anche se per gli alunni più deboli l'autonomia di lavoro che richiede questa modalità, risulta lontana dalle loro possibilità. Tuttavia questa difficoltà viene superata quando un gruppo sviluppa una cultura di progettazione, con la condivisione di impegni e di responsabilità.

La griglia di osservazione per il raggiungimento degli obiettivi si è ampliata, accanto alle maglie tradizionali sono comparsi: la creatività, l'originalità nella presentazione, la puntualità, l'organizzazione, l'affidabilità, la pertinenza del lavoro. Gli alunni più deboli si sono in parte riscattati, dimostrando di possedere delle qualità, quali la creatività, che li ha stimolati nella ricerca e nella produzione, evidenziando una competenza, da valutare, che non si era manifestata precedentemente.

Anche noi insegnanti abbiamo maturato uno spirito di gruppo, formando un team di lavoro che interagisce affinché siano raggiunti obiettivi comuni per classi diverse.

I ragazzi e le ragazze della classe II A IGEA: *Andrea Antonelli, Catalin Ghita Liviu, Claudia Landi, Francesca Massimiani, Cristiano Nosari, Eleonora Ombra, Andrea Paglialonga, Sonia Panariti, Andrea Redolfi, Simone Rossi, Elena Mihaela Saracut, Monica Scalia, Luca Selvaggini, Marco Vitelli;*

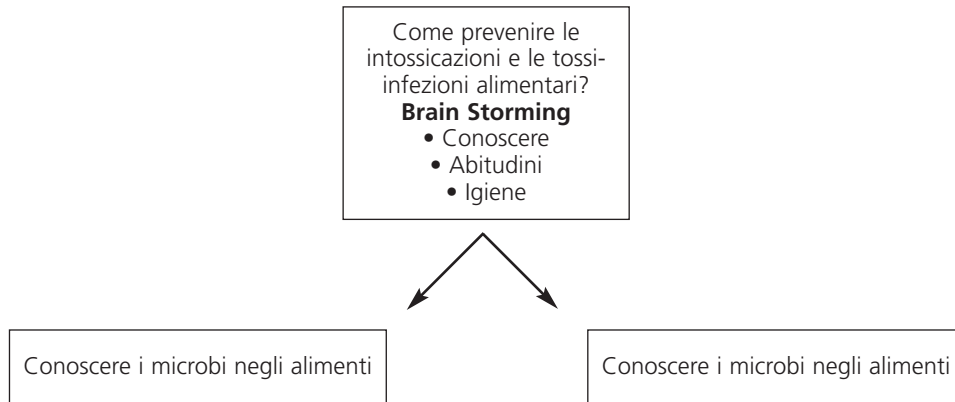
della classe IIA ERICA: *Giorgio Bergo, Chiara Biscaro, Elena Canteri, Marianna Coticelli, Rossella Fiore, Martina Germani, Giulia Ilari, Sabrina Lidano, Michela Malagotti, Silvia Magi, Giorgio Nania, Caterina Panebianco, Ilenia Pecci, Teresa Rauso, Massimiliano Scurtarelli, Serena Spinetti, Matteo Tomasetto;*

della classe IIB IGEA: *Simone Ambriola, Attilio Bravi, Denis Capozzi, Alessio Cesarini, Marco Cugini, Riccardo Culpo, Matteo De Logu, Karim Deiana Kem, Michal Kiszowskiak, Dino Lampacrescia, Filomena Messina, Giulia Miotto, Pantaleone Moisé, Walter Morini, Mattia Sinigaglia, Valerio Termini, Simone Zanellati, (anno scolastico 2003/2004)*

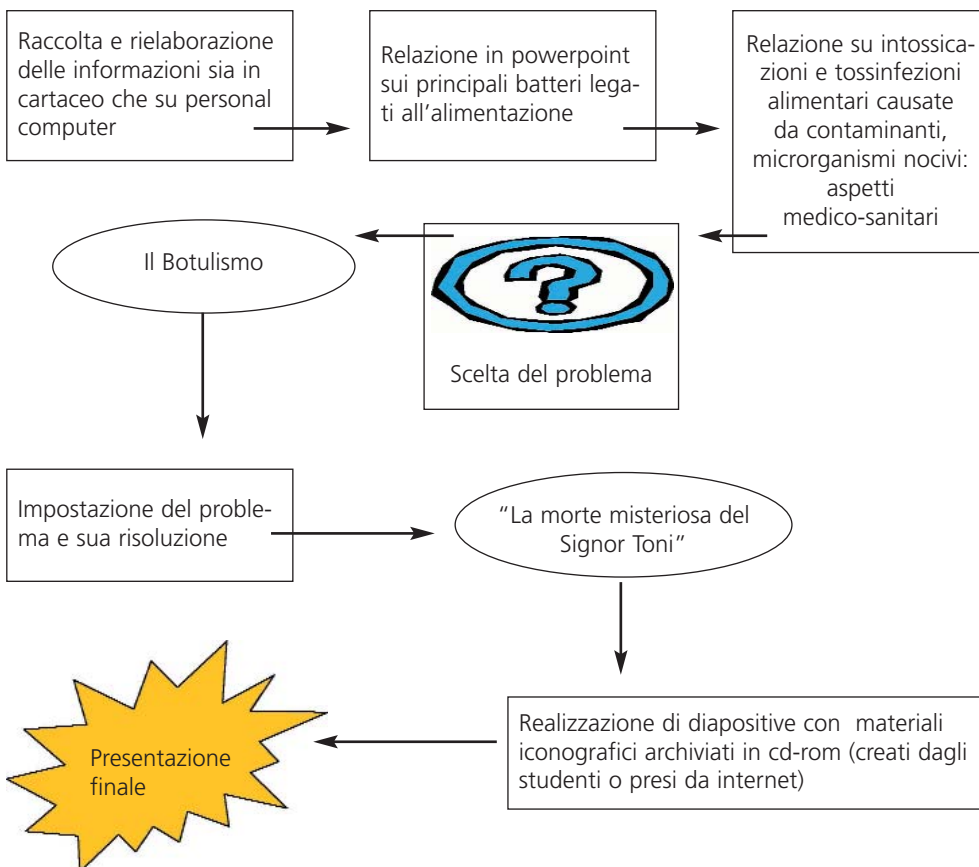
Allegati

Percorso didattico

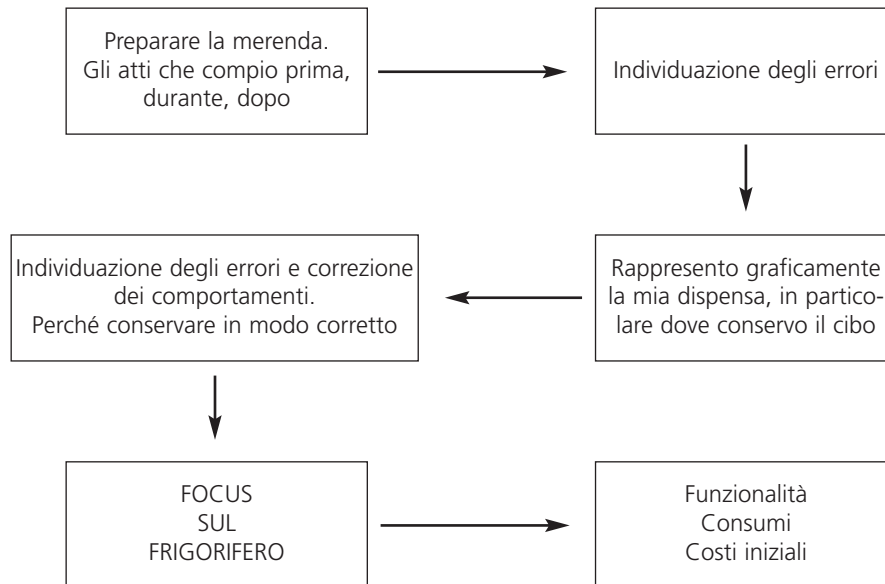
Schema 1



Schema 2



Schema 3



UNA ESPERIENZA MOTIVANTE PER GLI ALUNNI E LA DOCENTE

Anna Maria De Rossi

Istituto d'Istruzione Superiore Armando Diaz, Roma

Gli antefatti

Ho frequentato il corso "Microorganismi e salute umana: spunti per un azione didattica", presso l'Istituto Superiore di Sanità (ISS), con entusiasmo, in quanto imparare nuove metodologie didattiche e approfondire tematiche di Microbiologia risponde ad una esigenza costante per chi insegna nel nostro corso per tecnico di laboratorio chimico e biologico.

I docenti che tenevano il corso e l'Istituzione che lo proponeva erano sicuramente qualificati e i metodi proposti *Problem- Based Learning* (PBL) e *concept cartoon* mi sono apparsi subito i più adatti per mettere in pratica i principi fondanti della nuova scuola dell'autonomia, sperimentati nel nostro Istituto e in altri cinquanta italiani con il progetto 2002, oggi nuovo ordinamento. Con questi nuovi metodi, i moduli trasversali che svolgiamo fin dalla prima classe, la soluzione di un problema delle discipline di indirizzo dell'esame di qualifica, la terza prova e il colloquio finale con la produzione di un percorso multimediale dell'esame di stato, potevano avere una palestra di preparazione scientifica la più adatta. Inoltre l'interazione con figure che operano quotidianamente nel mondo della scienza preparavano i miei allievi agli stage che fanno in terza classe o successivamente in terza aerea, cioè nelle esperienze scuola-lavoro che effettuano nella quarta e quinta classe.

L'invito successivo a verificare l'efficacia del corso con una relazione degli alunni mi è apparso subito irrinunciabile in quanto riferire i risultati di fronte a studenti di altre

scuole di diverso ordine e grado e a ricercatori, rappresentava per i miei studenti uno stimolo efficace per concludere l'anno scolastico con il massimo dell'impegno.

Il tempo che intercorreva fra l'adesione all'invito e la presentazione era di circa un mese, quindi esigeva un lavoro serrato, ma la classe che ho scelto, la II A, (Figura 1), non mi ha fatto mai pentire di fare qualche sforzo in più, anche se oggettivamente mi sembrava impresa ardua.



Figura 1 - La II A in visita alla centrale Montemartini in occasione della mostra *La doppia elica del DNA 50 anni dopo*, 6 marzo 2004

I 24 allievi sono iperattivi, entusiasti, recettivi, dotati a volte di un'impertinza utile stimolo per un'anziana insegnante come me, capaci di capitalizzare ciò che si offre loro.

Il patto con gli allievi è stato quello di sempre: parola d'ordine ragazzi quale è? Comportamento impeccabile, la risposta loro...La scelta del problema è stata facile, un problema virtuale, ma verosimile, illustrato in Figura 2.



Figura 2 - Problema PBL "Il disagio di Alex" rappresentato con *concept cartoon*

La soluzione del problema prevedeva prove di laboratorio microbiologico proposte dal corso di aggiornamento, che nella nostra scuola sono previste, ma che ancora non avevamo fatto, ricerche teoriche a tutto campo sui principali microbi, in modo da far loro mettere in pratica le competenze sulle diverse tecniche che virus batteri e protozoi implicano. Le tecniche usate e citate dagli allievi sono state vagliate, dall'uso di provettoni e terreni a quelle di biologia molecolare che hanno avuto occasione di conoscere durante visite guidate.

Per la presentazione un ipertesto in powerpoint completava il percorso annuale di Tecnologia dell'informazione e della comunicazione e rendeva possibile il coinvolgimento di tutti gli allievi, qualsiasi fossero le loro attitudini e capacità per dare un prodotto finito unico e nello stesso tempo che evidenziasse il contributo del singolo.

Persino la visita al *Laboratorio d'epoca* presso l'Istituto d'Igiene dell'Università la Sapienza, precedentemente fissata, poteva rientrare in questo nuovo progetto perché un tecnico di grande esperienza, sarebbe stato a nostra disposizione per confrontare le normative vecchie (1988) e nuove (2001) sull'acqua destinata al consumo umano.

Il problema posto poteva rappresentare la prova finale per la valutazione di tre discipline da me insegnante nella classe Biologia, Microbiologia e laboratorio e Tecnologia dell'Informazione e della Comunicazione. Il rapporto allievi-facilitatore era un pò anomalo 24 a1 ma mi sarei giovata di alcuni allievi molto disponibili che avrebbero così

potuto esercitare il loro spirito collaborativo facendo da elemento trainante per alcuni meno motivati. La consultazione di siti internet qualificati e di testi di microbiologia o riviste scientifiche di recente pubblicazione sono stati utilizzati dagli allievi con la supervisione dell'insegnante.

Il lavoro dei ragazzi

Determinazione delle possibili cause di "un disagio": dall'analisi batteriologica dell'acqua alla ricerca "futuribile" di allergeni con microchip.

Nel riportare i loro volti nel cartoon gli allievi esprimono il coraggio di presentarsi in prima persona e la necessità di contestualizzare il lavoro emerge dal collage di foto in Figura 3.



Figura 3 - Il contesto di lavoro. Immagine tratta dal cd-rom creato dagli alunni

Il lavoro di gruppo è stato rappresentato nel cd-rom realizzato a conclusione dell'esperienza didattica, come un'organizzazione piramidale in cui le fasi presentano collegamenti ipertestuali agli argomenti studiati per trovare una soluzione al problema specifico. Un esempio in Figura 4.



Figura 4 - Divisione dei compiti. Immagine tratta dal cd-rom creato dagli alunni

Una pagina centrale (Figura 5) del cd-rom riporta, con collegamenti ipertestuali, al lavoro condotto individualmente o a coppia.

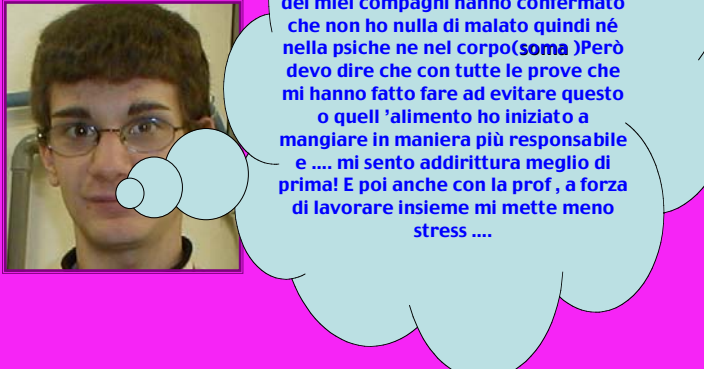
Studio e lavoro individuale

- [Il nostro laboratorio di microbiologia](#) di *Serena e Laura*
- [Le malattie infettive](#) di *Andrea e Valerio*
- [L'analisi dell'acqua destinata](#) al consumo umano sulla Gazzetta ufficiale dell'88 di *Sara e Luisa*
- L'analisi dell'acqua del laboratorio di microbiologia con il metodo [MPN](#) e delle [membrane](#) filtranti di *Alex e Francesca*
- [L'analisi dell'acqua minerale](#) naturale (ricerca dello stafilococco) *Martina*
- [Alcuni enterobatteri](#) di *Reda e Fabio*
- Gli [enterovirus](#) di *Marco e Simona*
- La [coprocultura](#) con ricerca dei principali patogeni, test rapido per l'*Helicobacter* di *Francesca e Consuelo*
- Le [allergie alimentari](#) e le intolleranze di *Antea e Sara B*
- La PCR di *Elio e Stefano*
- I [microcip](#) di *Andrea B. e Melissa*

Figura 5 - Lavori individuali o a coppia

Dopo tante ricerche, in cui il lavoro individuale e la condivisione in gruppo si alternano, arriva la soluzione (Figura 6) per esclusione: tutte le analisi di laboratorio effettivamente condotte o teoricamente individuate danno esito negativo, ma l'allievo non ha più disturbi forse per una migliore dieta alimentare e per la riduzione di stress da interrogazioni. Chissà potremmo quasi concludere ottimisticamente un vantaggio del nuovo metodo di studio.

la soluzione



Io sto bene il problema si è risolto da solo tutte le ricerche mie e dei miei compagni hanno confermato che non ho nulla di malato quindi né nella psiche né nel corpo(soma)Però devo dire che con tutte le prove che mi hanno fatto fare ad evitare questo o quell 'alimento ho iniziato a mangiare in maniera più responsabile e mi sento addirittura meglio di prima! E poi anche con la prof, a forza di lavorare insieme mi mette meno stress

Figura 6 - La soluzione del problema

Il lavoro più impegnativo? La sintesi, in quanto, tutto sembrava loro molto interessante. Credo sia stata un'efficace esperienza per allievi e per il docente che ha portato anche ad un'intesa migliore e positiva per tutti. Da questo lavoro la figura del facilitatore, che appariva ad alcuni allievi una deroga alla funzione del docente, validata da esperti è stata ben compresa da tutti in quanto si sono resi conto quanto maggiore sia l'impegno del docente in funzione di "esperto/non esperto" rispetto a quella del docente tradizionale che deve rispondere solo di un percorso da lui prestabilito.

La valutazione del lavoro è stata fatta con una griglia redatta con il contributo degli allievi che è stata personalizzata da poche righe di giudizio iniziale sul singolo del docente.

La fotografia in Figura 7 raffigura un gruppo di alunne dopo la presentazione all'ISS. L'immagine sorridente illustra la fiducia che ci ha accompagnato nel percorso didattico, pur nei momenti inevitabili, di confronto e critica serena.



Figura 7 - Alcune allieve all'uscita dall'ISS il giorno della presentazione

Per noi la conclusione è un punto di partenza "Necessità fa virtù ed...apprendimento", questo il titolo del progetto con cui l'anno prossimo seguiranno ad applicare questi metodi con la stessa classe e spero con tutte le altre che mi verranno affidate. Per me e per i miei alunni questa è la soluzione migliore di tanti problemi che affrontiamo insieme quotidianamente: lavorare con entusiasmo con pochi mezzi e tanta buona volontà.

I ragazzi e le ragazze della classe II A: *Stefano Alberti, Consuelo Bancone, Sara Bergamasco, Andrea Borsetti, Antea Carelli, Alex D'Annibali, Simona Di Carlo, Andrea Di Clemente, Martina Durighello, Fabio Fusco, Marco Giampà, Elio Giovannini, Sara Grimaldi, Veronica Guerrero, Laura Lanzi, Valerio Paiella, Francesca Pallotto, Antonello Padula, Fabio Romano, Melissa Ruggeri, Serena Saccoccia, Luisa Seguella, Reda Vaglica, Stefania Vitaliano* (anno scolastico 2003/2004).

CONTROLLI MICROBIOLOGICI A SCUOLA

Anna Maria Lo Bue, Maria Teresa Giuliana, Annibale Tortorici

IPSAA Rosario Livatino, Mazzarino, IIS Sen. Angelo Di Rocco, Caltanissetta.

Questo intervento illustra il progetto sulla microbiologia sviluppato dalla classe IV A dell'IPSAA Rosario Livatino di Mazzarino. Parte del progetto è stata dedicata all'accertamento di eventuali pericoli microbiologici connessi alle condizioni igieniche di alcuni ambienti della scuola.

Inizialmente il docente coordinatore ha spiegato agli alunni il metodo *Problem-based Learning* (PBL) e l'intenzione di sviluppare un progetto nel campo della microbiologia. Gli allievi si sono mostrati entusiasti. Tuttavia alcuni di loro, gravati da altre attività, hanno deciso fin dall'inizio, di non prenderne parte, perché la partecipazione avrebbe implicato un ulteriore impegno extracurricolare. Al progetto hanno collaborato il docente di matematica e la docente di italiano. Lo schema del percorso seguito in Figura 1.

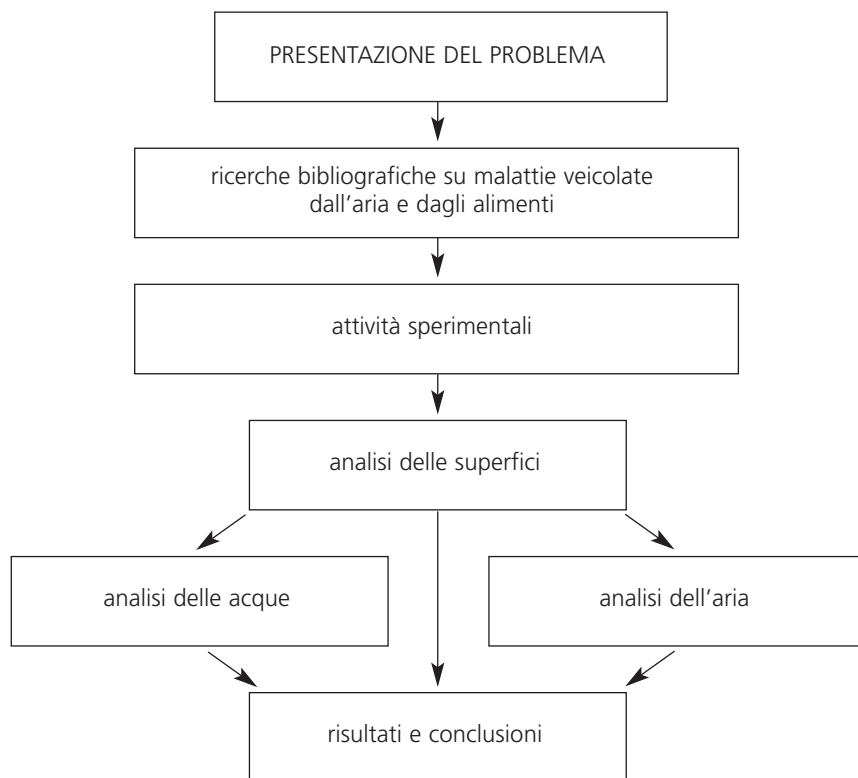


Figura 1 - Le diverse fasi del progetto

Il lavoro ha preso inizio con la formulazione di un problema (Figura 2) posto dal docente coordinatore che avrebbe indotto gli allievi, per dare una risposta in maniera autonoma, così come vuole il PBL, allo studio delle malattie infettive, nonché al controllo microbiologico di ambienti scolastici e di campioni di acqua prelevata da rubinetti del nostro Istituto.

Un fenomeno allarmante

Abbiamo letto sul giornale la notizia di famiglie preoccupate e perplesse per quanto stava accadendo ai loro figli, appartenenti tutti alla stessa comunità scolastica.

I genitori denunciavano che i ragazzi accusavano una serie di sintomi:

NAUSEA, MAL DI TESTA, CRAMPI ADDOMINALI, DIARREA, DISTURBI ALL'APPARATO RESPIRATORIO, FEBBRE, DISATTENZIONE

***Come potresti spiegare questo fenomeno?
Potrebbe succedere anche nella nostra scuola?***

Figura 2 - Problema PBL "Un fenomeno allarmante"

Per comprendere l'origine della sintomatologia descritta si è quindi proceduto allo studio delle malattie trasmesse da microrganismi patogeni, possibili contaminanti di ambienti scolastici. Si è ipotizzato che siano trasmesse dall'aria o dall'acqua, consumata a scuola. Pertanto sono state studiate le malattie che colpiscono, più frequentemente, l'apparato respiratorio e le tossinfezioni alimentari. Abbiamo ritrovato i sintomi descritti dal problema associati a numerose infezioni. Abbiamo quindi attribuito la causa dei malesseri degli studenti a un non identificato "inquinamento microbico". Ci siamo proposti, quindi, di proseguire il lavoro con il controllo microbiologico in vari ambienti del nostro Istituto e dell'acqua erogata.

Per effettuare queste attività abbiamo prima studiato tecniche di analisi microbiologica, metodiche per l'isolamento e l'osservazione al microscopio di batteri e funghi e la colorazione con il metodo di Gram.

Materiali e metodi

Terreni di coltura: Plate Count Agar (PCA), McConkey Agar (MC), Cetrimide Agar (CA), Baird Parker Agar (BP); piastre di Petri, membrane filtranti, provette, parafilm, pipette, spatoline a gomito

Per il controllo dell'acqua abbiamo utilizzato il metodo delle membrane filtranti e le metodiche standard per l'analisi dell'acqua potabile (Aulicino et al, 1989). Più precisamente abbiamo effettuato: la conta dei batteri totali dopo incubazione a 22°C per 72h e a 36°C per 48h su PCA, la ricerca dei coliformi e gli enterobatteri patogeni su MC dopo incubazione a 36°C per 24/48h, la ricerca di *Pseudomonas aeruginosa* su CA posta a 36°C per 24/48h e la ricerca degli stafilococchi patogeni su BP posti a 36°C per 24h.

Nel controllo microbiologico dell'aria e delle superfici abbiamo seguito i metodi riportati a pag. 82, adattandoli al nostro contesto.

Controllo microbiologico dell'aria

E' stato effettuato nei seguenti ambienti:

classe IV A, corridoio, direzione, sala insegnanti, laboratorio, sala bidelli, bagno docenti, ragazze e ragazzi, prima e dopo l'intervallo per la ricreazione. Tempo di esposizione delle piastre: 1 h.

Controllo microbiologico delle superfici

Sono state esaminate le superfici di:

un banco della classe IVA, un sotto banco della classe IVA, il banco di lavoro del laboratorio (A) e quello di appoggio degli apparecchi (B), il lavabo e i WC dei tre bagni, prima e dopo l'intervallo per la ricreazione.

Controllo microbiologico dell'acqua

Sono stati presi in considerazione campioni di acqua potabile della scuola di diversa provenienza: da due rubinetti collegati con la rete idrica cittadina, posti rispettivamente nei della Classe IV A e nei pressi del campetto della scuola, e da un rubinetto collegato con il deposito di raccolta interna di acqua

Risultati

Controllo microbiologico dell'aria

I risultati ottenuti dalla conta microbica, espressi in UFC/piastra/h, sono stati riportati in Figura 1. E' stato ritenuto accettabile una carica microbica ≤ 50 UFC/piastra/h e l'assenza di enterobatteri.

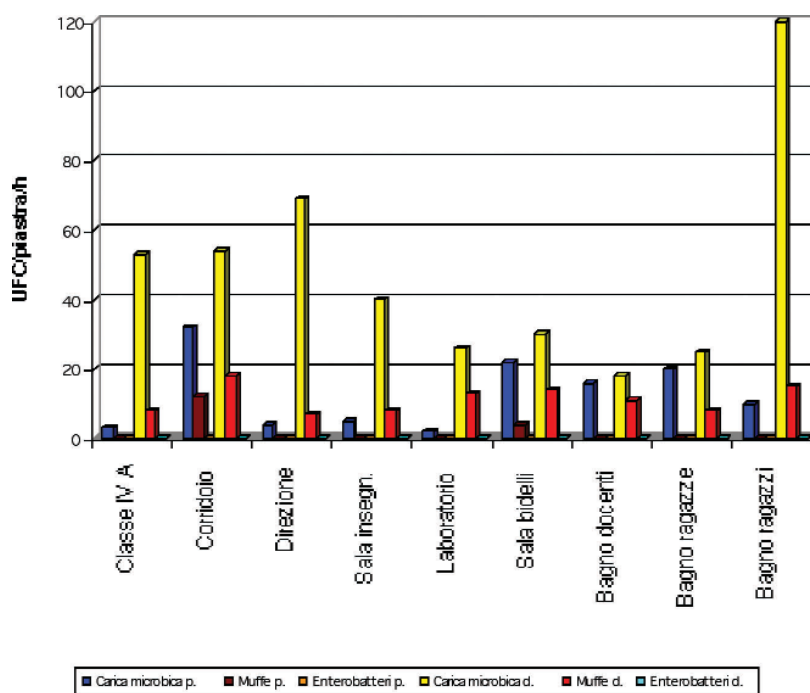


Figura 1 - Controllo microbiologico di ambienti scolastici prima (p) e dopo (d) ricreazione

Per una migliore interpretazione dei dati ottenuti, le diverse colonie cresciute in PCA sono state osservate al microscopio previa colorazione di Gram e i risultati sono riportati in Tabella 1.

Tabella 1 - Identificazione al microscopio di colonie di microrganismi, prima (p) e dopo (d) ricreazione

Microorganismi	Classe IVA p.	Classe IVA d.	Corridoio p.	Corridoio d.	Direzione p.	Direzione d.	Sala insegnanti p.	Sala insegnanti d.	Laboratorio p.	Laboratorio d.	Sala bidelli p.	Sala bidelli d.	Bagno docenti p.	Bagno docenti d.	Bagno ragazze p.	Bagno ragazze d.	Bagno ragazzi p.	Bagno ragazzi d.
Stafilococchi	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+
Micrococchi	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bacilli gram+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
B. Sporigeni	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
Bacilli gram-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+
Muffe verdi	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+
Muffe bianche	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+

Controllo microbiologico delle superfici

I risultati ottenuti dalla conta microbica espressi in UFC/cm² sono riportati in Figura 2. E' stata considerata accettabile una carica microbica ≤15 UFC/cm² (Cancellieri, 1999).

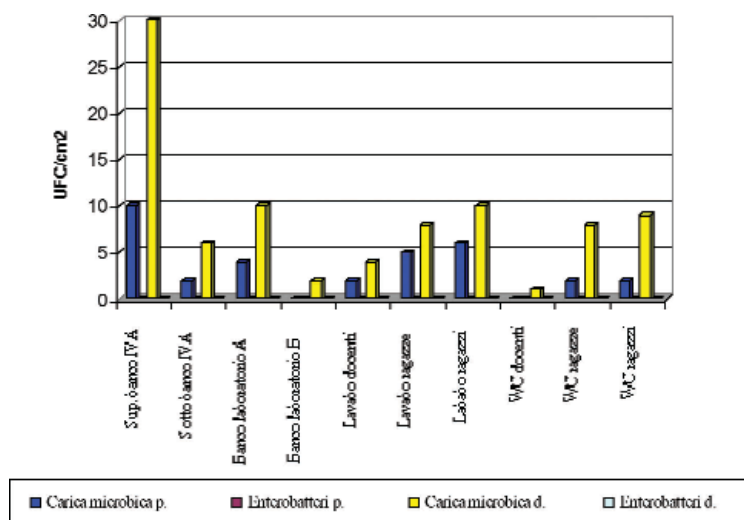


Figura 2 - Controllo microbiologico di superfici prima (p) e dopo (d) ricreazione

Le diverse colonie sono state poi osservate al microscopio previa colorazione di Gram e i risultati ottenuti sono riportati in Tabella 2

Tabella 2 - Identificazione al microscopio di colonie isolate da superfici, prima (p) e dopo (d) ricreazione

Microorganismi	Sup. banco IVA p.	Sup. banco IVA d.	Sottobanco IVA p.	Sottobanco IVA d.	Banco Laboratorio A p.	Banco Laboratorio A d.	Banco Laboratorio B	Banco Laboratorio B d.	Lavabo docenti p.	Lavabo docenti d.	Lavabo ragazze p.	Lavabo ragazze d.	Lavabo ragazzi p.	Lavabo ragazzi d.	WC docenti p.	WC docenti d.	WC ragazze p.	WC ragazze d.	WC ragazzi p.	WC ragazzi d.
Stafilococchi	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+
Micrococchi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bacilli gram+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
B. Sporigeni	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+
Bacilli gram-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+
Muffe verdi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Muffe bianche	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Controllo microbiologico dell'acqua

I risultati ottenuti dalla conta microbica sono riportati in Figura 3 e l'accettabilità è stata valutata.

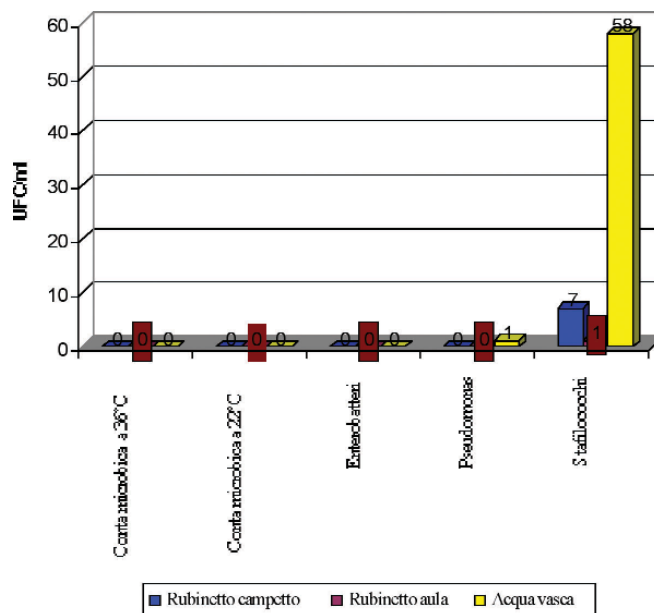


Figura 3 - Controllo microbiologica dell'acqua della scuola

secondo le indicazioni del DPR 236/88. Le diverse colonie sono state osservate al microscopio previa colorazione di Gram e i risultati ottenuti sono riportati in Tabella 3.

Tabella 3 - Microrganismi cresciuti in BP rilevati nell'acqua delle diverse postazioni

Microrganismi	Acqua campetto	Acqua aule	Acqua vasche
Bacilli gram positivi	+	+	+
Bacilli sporigeni	+	-	+
Bacilli gram negativi	-	-	+

Discussione

Per quanto concerne l'aria possiamo considerare gli ambienti controllati prima dell'intervallo per la ricreazione, nella norma. Infatti i valori riscontrati rientrano nei criteri di accettabilità prefissati. Dopo l'intervallo della ricreazione si osserva un aumento nella carica microbica totale e delle muffe. Particolarmente contaminato risulta il bagno maschile, dove si raggiungono livelli superiori ai limiti definiti come accettabili. Si registrano incrementi nella carica microbica anche in Direzione, stanza affollata durante la pausa, e nel corridoio.

Per quanto concerne l'analisi delle superfici, anche qui si osserva un naturale aumento della carica microbica strettamente legato all'uso che se ne fa. Infatti la superficie del banco si inquina notevolmente, oltre i limiti considerati accettabili, in misura minore le altre superfici. Questi risultati ci hanno indotti ad invitare il personale addetto, a effettuare una pulizia più frequente delle superfici al fine di abbattere la flora microbica che si concentra su di esse dopo il regolare uso scolastico.

L'analisi dell'acqua ha indicato l'assenza di inquinamento microbico nell'acqua corrente, essendo tutti i parametri, descritti dal DPR 236/1988, assenti. Nell'acqua del deposito interno presso il campetto un parametro non rientrava nella norma e indicava la presenza di colonie contaminanti. Abbiamo osservato le suddette colonie al microscopio e sono risultate essere bacilli Gram-positivi e Gram-negativi (Tabella 3). Non abbiamo potuto procedere a un'ulteriore identificazione poiché non avevamo i mezzi necessari. Fortunatamente l'acqua della vasca non è destinata al consumo umano. Nella discussione abbiamo concluso che, con una costante e frequente pulizia delle vasche, con una adeguata areazione dei locali, soprattutto dei servizi, possiamo ritenere la nostra scuola esente da pericoli microbiologici.

Conclusioni

Il metodo PBL ha permesso una certa libertà di movimento agli allievi: nell'aderire o meno alla proposta di lavoro, nello studio, nelle ricerche bibliografiche, nella rielaborazione personale dei contenuti appresi. Il coordinatore del progetto, in una prima fase, essendo anche specializzato in microbiologia, si è posto come esperto e ha preparato gli allievi, fornendo conoscenze di base in microbiologia, poiché non è materia curricolare. Nella fase successiva si è posto come facilitatore e come esercitatore nelle atti-

vità sperimentali. Infine, insieme agli altri docenti, ha coordinato gli alunni nella stesura e nell'esposizione dei risultati, e ne ha valutato le capacità espresse in queste attività come momento formativo curricolare.

Quasi tutti hanno lavorato con molto entusiasmo. Hanno avuto in alcuni momenti difficoltà di orientamento e di coordinamento, e quindi spesso bisogno di guida da parte del facilitatore. Gli allievi si sono interessati notevolmente al problema iniziale, l'hanno fatto proprio. Il maggior successo l'abbiamo riscontrato in Laboratorio, dove i ragazzi hanno mostrato una notevole attitudine all'attività pratica ed hanno appreso con notevole facilità tecniche che altrimenti non avrebbero facilmente compreso. Sono stati in grado, in breve tempo, di eseguire tecniche di analisi microbiologica, nonché di leggere i risultati, facendo anche le dovute osservazioni al microscopio. Hanno mostrato capacità di rielaborare con immagini e schemi i risultati ottenuti e di esporre, conoscenze acquisite e dati ottenuti, in modo coordinato, utilizzando termini appropriati.

Ritengo che il metodo, nelle linee generali, abbia riscontrato un grande successo presso gli allievi (Tabella 4) e ha permesso loro di apprendere, con notevole facilità ed

Tabella 4 - Opinioni emerse nella discussione sul PBI

Vantaggi	Svantaggi
<ul style="list-style-type: none"> • Metodo di lavoro coinvolgente • Discreta autonomia nello studio • Possibilità di lavorare in gruppi • Sviluppo di capacità di ricerca autonoma, di rielaborazione di dati, di utilizzo di programmi informatici 	<ul style="list-style-type: none"> • Tempi alquanto ristretti per completare il lavoro • Difficoltà di organizzazione • Partecipazione non costruttiva di alcuni alunni • Mancata partecipazione di alcuni alunni verso un'attività che non prevedeva una verifica finale

entusiasmo, argomenti completamente sconosciuti che, forse, proposti con altra metodologia non sarebbero stati apprezzati alla stessa maniera. L'unico rammarico è stato la non partecipazione di tutti al Progetto. In futuro sarà coinvolta tutta la classe. Ritengo sia un'esperienza piacevole, interessante e costruttiva che possa coinvolgere tutti, particolarmente nel lavoro sperimentale e che quindi tutti debbano fare.

Riferimenti bibliografici

Aulicino FA, Volterra L, Bonadonna L, Floccia M. *Tecniche di rilevamento per i controlli microbiologici relativi alle acque potabili. Microbiologia delle acque potabili.* Bologna: Pitagora Editrice; 1989. p.119-163.

Cancellieri A,, Italia F, Manzone G. *Piani HACCP per l'autocontrollo alimentare.* Cavalletto Edizione, 1999.

DPR 24 maggio 1988 n. 236. Attuazione della direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell' art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183, *Gazzetta Ufficiale* 30 giugno 1988, n. 152,5.0.

I ragazzi e le ragazze della classe IV A: *Giuseppe Baldi, Luigi Baldi, Ester Calandra, Salvatore Calandra, Alentina Ficarra, Luigi La Icona, Luisella La Leggia, Marta Nevoso, E Privitello, R. Privitello, Concetta Riesi, Gaetano Rindone* (anno scolastico 2003/2004).

BREVE NOTA SU UN PROGETTO DIDATTICO NEL CAMPO DELLA MICROBIOLOGIA

Anna Maria D'Andrea, Luciano Filippeschi

ITIS Tito Sarrocchi, Siena

La quinta chimica dell'ITIS Tito Sarrocchi di Siena, ha lavorato al progetto "Microorganismi intorno a noi", in seguito all'attività di aggiornamento organizzato dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS) sulla microbiologia e su nuovi metodi didattici per il suo insegnamento.

Alla base del lavoro sono stati posti la metodologia *Problem-Based Learning* (PBL) ed il laboratorio. L'attività è stata coordinata da chi scrive, Anna Maria D'Andrea, in qualità di docente di chimica organica e microbiologia; il lavoro multimediale è stato seguito dal professore Luciano Filippeschi.

La classe è stata impegnata per circa quattro mesi, in orario scolastico, due ore a settimana. Ha descritto i risultati delle attività sperimentale su un poster ed ha documentato su un CD-rom il percorso del lavoro (figura 1). Il CD-rom è consultabile sul sito della scuola: www.comune.siena.it/itisi. Gli alunni hanno esposto il loro lavoro alle altre classi dell'istituto nell'ambito della settimana scientifica e successivamente nell'incontro all'ISS. Il tutto è stato inviato anche a due concorsi patrocinati rispettivamente dal MIUR e dall'INAIL Regione Toscana.



Figura 1 - Colonie microbiche su terreni. Immagine tratta dal cd-rom

L'azione didattica ha avuto inizio con l'indovinello indicato in Figura 2, proposto dall'insegnante agli studenti. Dopo averlo letto e discusso, sono stati individuati gli argomenti da approfondire per risolvere l'indovinello. Gli studenti, suddivisi in gruppi, hanno avuto il compito di studiare, documentarsi, svolgere attività di laboratorio seguendo il percorso indicato in Tabella 1.

Sconosciuti

Sono la causa principale di tante malattie, ma, allo stesso tempo, sono indispensabili in campo alimentare, ambientale, farmacologico e biotecnologico.

Sono esseri viventi invisibili all'occhio umano, presenti ovunque e caratterizzati da una grande varietà morfologica, fisiologica e tassonomica.

Di chi stiamo parlando?

Figura 2 - Indovinello "Sconosciuti"

La parte conclusiva del lavoro è stata dedicata ad organizzare la presentazione dell'esperienza al convegno presso l'ISS.

Tabella 1 - Schema del percorso seguito

- microrganismi in natura: nell'acqua, nell'aria, negli alimenti
- microrganismi nell'industria e le sostanze che con essi possono essere prodotte (etanolo, acido citrico, antibiotici, vitamine, ecc...)
- come si può riconoscere una proteina avendo un anticorpo monoclonale
- attività di laboratorio. (isolamento e conferma E. Coli, estrazione delle sue proteine, elettroforesi S.D.S, Page, western blot, conta microbica dell'aria, analisi microbiologica dell'acqua per uso umano)

Conclusioni

Gli alunni hanno effettuato lavoro di ricerca e selezionato le informazioni raccolte. Hanno preso consapevolezza del fatto che i microrganismi non sono solo nemici ma anche amici dell'uomo. Hanno acquisito la capacità di applicare tecniche analitiche utilizzate nel campo della microbiologia, anche quelle basate sulle biotecnologie (Tabella 2).

Tabella 2 - Conoscenze e competenze acquisite in relazione a:

- batteri, muffe, funghi; il loro ciclo vitale;
- microrganismi come indicatori biologici dell'igiene degli alimenti;
- tecniche di analisi microbiologica delle acque (metodo M.P.N. e metodo della membrana filtrante);
- tecniche di valutazione della carica microbica degli ambienti basate sul conteggio delle colonie;
- metodi analitici basati sulle biotecnologie (S.D.S., Page, Western blot)

Hanno, inoltre, mostrato di saper organizzare il lavoro e riferire su di esso in pubblico. I ragazzi hanno espresso un giudizio complessivamente positivo sulla giornata romana.

I ragazzi e le ragazze della classe V Chimici: *Elisabetta Bagnoli, Marco Biancucci, Alessio Bonucci, Alberto Bruni, Giusi Caglione, Claudia Ciacci, Azzurra Cortesi, Martina Cozzi, Luca Farini, Alessandro Gattari, Davide Gaziano, Monica Grezzi, Samanta Giorgio, Gazmire Kolukaj, Cinzia Manca, Dario Fittolo, Sara Pieri, Altea Rocchi, Francesco Salvatori, Luisana Terzuoli, Katherinne Townsed* (anno scolastico 2003/2004).

UN ESEMPIO DI PROPOSTA DIDATTICA: ESPERIENZE DI MICROBIOLOGIA A SCUOLA

Isabella lezza

IPSIA Europa, Roma

Nella primavera 2004 con le classi seconde mi trovavo a svolgere argomenti di citologia, quando, partecipando al corso "Microrganismi intorno a noi", presso l'Istituto Superiore di Sanità (ISS), sono venuta a conoscenza del laboratorio microbiologico itinerante e della possibilità di fare esperimenti a scuola. Sotto la spinta propositiva proveniente dal mondo scientifico ho pensato quindi di elaborare il seguente progetto per rispondere alle diverse esigenze che emergono in ambito scolastico, tra cui quelle di interessare allievi poco inclini allo studio da un lato, e di gratificare quelli che, appartenendo a classi difficili, vengono spesso penalizzati. Durante la prima fase del progetto si è fatto ricorso al *cooperative learning*, usando la metodologia del *concept cartoon* (vignetta concetto) per attirare l'attenzione su un evento della realtà quotidiana (Figura 1)

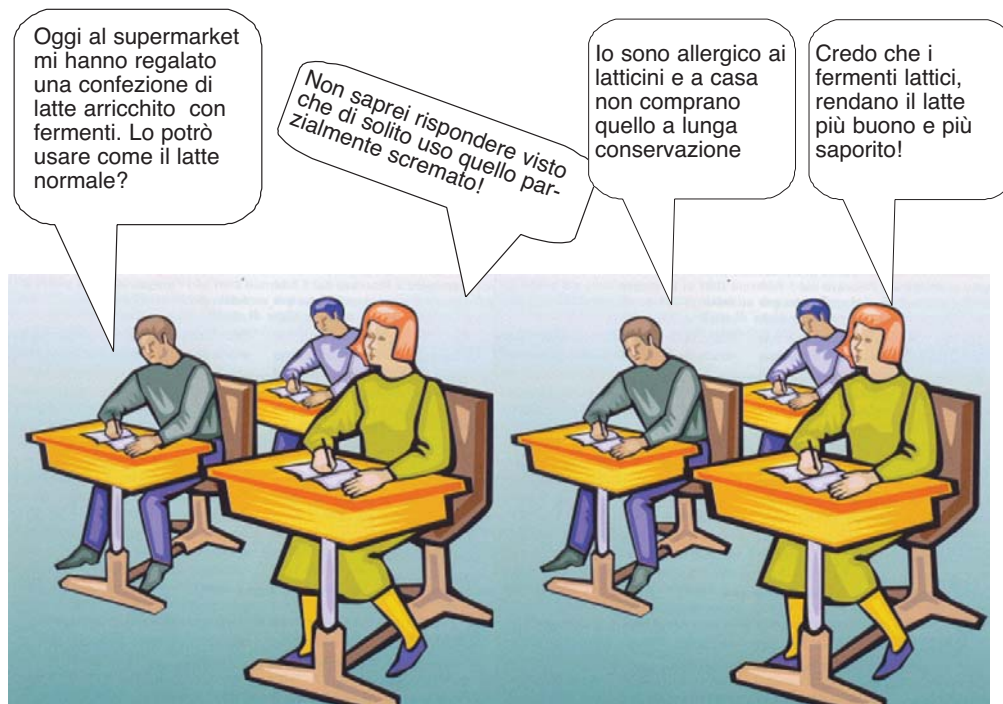


Figura 1 - Concept cartoon

L'impegno è stato distribuito parte in orario scolastico e parte in quello extrascolastico.

La scelta di operare con le classi seconde è stata dettata dall'affinità dell'argomento con la programmazione didattica.

Debbo premettere che il nostro Istituto è dotato di un laboratorio scientifico, che viene utilizzato da varie discipline e da tutte le classi che ne fanno richiesta. Pertanto il contatto con l'aula di laboratorio, i nostri ragazzi lo avevano già sperimentato: trascorrono circa sei ore a settimana per le esercitazioni pratiche di odontotecnica; inoltre, con materie quali scienze ed anatomia quando è possibile fanno delle esercitazioni, che però, visto i tempi a disposizione, si limitano spesso soltanto a delle osservazioni.

Poiché un argomento chiave è appunto lo studio della cellula, durante tale programmazione si include anche la preparazione e l'osservazione al microscopio di cellule vegetali (cipolla) e di cellule animali (mucosa della guancia), ma il fatto di poter realizzare un'esperienza più complessa come quella della semina in piastra, con la guida di esperti ha senza dubbio coinvolto gli studenti in maniera entusiasmante. I vari momenti sono stati così ripresi dagli stessi ragazzi, mentre i loro compagni si cimentavano tra provette, piastre e becchi Bunsen (Figura 2, 3, 4)

Le classi coinvolte sono state la IIA e la IIC della sezione odontotecnica dell'anno scolastico 2003/2004.



Figura 2 - Capsule di Petri allestite con terreni di coltura



Figura 3 - Le piastre dopo semina di campioni a diverse diluizioni

La IIA si è occupata della numerazione delle muffe negli alimenti, mentre la IIC ha valutato la carica microbica sulle mani.

Nel primo caso gli studenti hanno potuto constatare come negli ambienti di lavoro, i microrganismi presenti nell'aria possono causare contaminazione della materia prima o dei prodotti finali. Il formaggio contaminato è stato seminato, dopo opportune diluizioni, in piastra, il mezzo colturale incubato a temperatura ambiente; l'identificazione delle muffe è stata determinata su base morfologica macroscopica, valutando l'aspetto, la forma e la consistenza delle colonie, mentre non è stata eseguita l'identificazione su base microscopica per motivi di sicurezza.

Per quanto riguarda il secondo esperimento, i ragazzi hanno lavato le mani senza sapone, hanno raccolto l'acqua di lavaggio e seguito il metodo delle diluizioni, che si basa sulla preparazione di una sospensione madre a cui segue una serie di diluizioni decimali al fine di ridurre la carica batterica.

I batteri presenti nei campioni di acqua sono stati seminati in piastre contenenti adatti terreni di coltura, incubate a 28°C per 48 ore per permettere la comparsa delle colonie.

Tutto il processo di apprendimento ha previsto l'utilizzo del laboratorio con approccio alla metodologia scientifica (osservazione, ipotesi, verifica e teoria), procedendo per quanto possibile, per mappe concettuali, sia nell'impostazione dei percorsi che nella ristrutturazione dei saperi da parte degli alunni.

Questa seconda fase si è svolta nell'anno scolastico 2004/2005.



Figura 4 - Alunni impegnati nel prelievo di volumi definiti di campione

Particolare attenzione è stata posta all'utilizzo dell'aula multimediale per le ricerche in Internet e la costruzione di ipertesti. Attraverso i lavori di gruppo sono state evidenziate le seguenti fasi operative:

- esperienza pratica
- ricerca del materiale didattico
- discussione
- rielaborazione statistica dei dati e delle informazioni

Considerando i tempi lunghi che abbiamo avuto a disposizione, possiamo affermare che il fine è stato quello di puntare all'acquisizione consapevole e sedimentata delle conoscenze.

Gli alunni attraverso confronti e discussioni sull'argomento hanno potuto raccogliere idee e osservazioni che hanno contribuito a focalizzare il loro interesse e a strutturare l'impostazione del lavoro. Gradualmente sono passati ai lavori di gruppo con l'attribuzione a ciascuno di essi di un tema scaturito dalle fonti documentarie raccolte.

Ciascuna classe divisa in gruppi ha realizzato un cd-rom con i seguenti titoli:

II C Alla scoperta dei batteri

- 1° gruppo terreni di coltura
- 2° gruppo struttura e fisiologia dei batteri
- 3° gruppo classificazione dei batteri
- 4° gruppo sterilizzazione

II A Un mondo di microrganismi

- 1° gruppo caratteristiche generali dei miceti
- 2° gruppo contaminazione microbica degli alimenti
- 3° gruppo fattori che influenzano lo sviluppo dei microrganismi negli alimenti
- 4° gruppo antibiotici

La presentazione di questi lavori è avvenuta in occasione del convegno "Voci dalla scuola" 18 maggio 2005 all'ISS.

La relativa socializzazione dell'esperienza con i componenti degli altri gruppi ha portato a delle riflessioni:

- Gli esperimenti richiedono pazienza e ripetizioni;
- La scienza è percepita come continua ricerca e non come un edificio prestabilito ed immutabile;
- La consapevolezza dell'enorme varietà di forme esistenti;
- L'evidenza che è proprio l'elemento della diversità, la "biodiversità" anche quella invisibile a sostenere la vita sul pianeta.

Conclusioni

Tale attività sarà valutata come credito scolastico formativo. Anche per questo i ragazzi hanno trovato un ulteriore obiettivo allo studio.

Particolare spazio è stato dato alle attività di laboratorio e a quelle di computer (ricerca, realizzazione di grafici, ipertesti).

Pertanto gli obiettivi primari sono stati quelli di:

- migliorare l'organizzazione dell'insegnamento scientifico-tecnologico;
- favorire lo sviluppo dell'abilità operative degli studenti sia nei laboratori scientifici che multimediali;
- educare gli studenti ad organizzare il proprio lavoro sia singolarmente che in equipe;
- bituare gli studenti al passaggio da discenti a tutor;
- aper convertire il lavoro svolto in forma multimediale.

Si è trattato di agire con un nuovo taglio metodologico sull'insegnamento delle scienze. Trovo che sia indispensabile ampliare l'offerta formativa, ristrutturare i percorsi didattici, coordinarsi con Enti territoriali e Università al fine di migliorare il percorso formativo dei singoli studenti. Tutto questo implica una nuova impostazione della didattica.

Il lavoro è stato affrontato dai ragazzi con entusiasmo e interesse testimoniando il desiderio di essere protagonisti di un'attività che li poneva al centro di un percorso, responsabili di un risultato.

Peraltro, senza un modello di insegnamento centrato sull'allievo, i materiali avrebbero avuto una diversa efficacia. Questo è ciò che distingue un insegnamento seguendo il metodo PBL (apprendimento per problemi) da quello basato sulla semplice trasmissione di conoscenze.

L'uso di leggi e di formule quando non sono supportate adeguatamente da un lavoro svolto in prima persona dall'allievo è molto insoddisfacente ed inefficace dal punto di vista cognitivo.

Gli studenti hanno avuto l'opportunità di compiere un percorso di scoperta misurandosi con problemi nuovi e con problemi aperti, senza risposte già precostituite, sono stati stimolati a costruirsi strumenti di ragionamento per interpretare la realtà e formarli un pensiero autonomo e critico.

Non sono mancate delle contraddizioni da una parte la voglia di sperimentare, di provare dall'altra il timore di essere giudicati: anche questo è diventato oggetto di discussione.

Particolarmente fertile è stato il lavoro all'interno dei gruppi, discussioni guidate e spesso vivaci hanno evidenziato un rapporto costruttivo sia tra gli alunni della stessa classe sia tra quelli appartenenti a classi diverse.

Nella risoluzione di problemi pratici si è creata la giusta complicità tra docente e discente influenzando positivamente il loro rapporto e contribuendo alla crescita di entrambi.

Infine, non va trascurato il fatto che questo progetto ha fornito l'opportunità ai ragazzi, grazie al loro intervento nel Convegno del 18 maggio 2005, di gettare uno sguardo sul mondo del lavoro, della ricerca e sulla società reale a volte troppo lontana dal mondo della scuola.

I ragazzi e le ragazze della classe III A: *Manuele Angelillo, Gianluca Berretta, Gianluca Brunetti, Fabrizio Celletti, Paolo Cera, Marina De Giacomo, Vanessa Di Carlo, Andrea Falasco, Daniele Fierro, Alessandro Grillo, Azzurra Lorusso, Daniele Moscogiuri, Cristiano Nugnes, Rossiuncas Pintilie, Giulia Romanini, Vincenzo Sabelli, Kerim Scarano, Roberto Sciunnach, Lorenzo Sinanides, Loris Tortori;*

della classe III C: *Federica Alimenti, Simona Antonelli, Eringin Avdo, Andrea Bianchi, Andrea Bucaioni, Ilaria Butera, Michela Ceccarelli, F. Albert Viorel Chirescu, Federico Lozzi, Valerio Maddalena, Alessandro Mori, Alessandro Muzi, Davide Passeri, Silvia Pedetta, Alessandro Ricasoli, Ilaria Sbernola, Andrei Bogdan Sidoriuc* (anno scolastico 2004/2005).

CONTAMINAZIONI ALIMENTARI: BREVE NOTA SU UN PERCORSO DIDATTICO

Giuseppina Ceraudo

Liceo Scientifico Galileo Galilei, Terni

I ragazzi del terzo anno, che frequentano il liceo scientifico Galileo Galilei, hanno affrontato per la prima volta il tema della microbiologia in collaborazione con l'Istituto Superiore di Sanità (ISS).

Gli studenti hanno lavorato in modo autonomo, con la supervisione dell'insegnante, utilizzando per documentarsi il libro di testo, internet, riviste scientifiche e testi universitari.

La classe ha iniziato il suo approccio all'argomento partendo da una situazione di vita quotidiana (Figura 1) e cercando la risposta al quesito contenuto in questa, utilizzando il metodo del *Problem-Based Learning* (PBL).



E' la mattina seguente a una cena di classe a base di pesce...
Tutti e quattro i bambini che hanno ordinato le cozze hanno disturbi intestinali
Ché cosa li ha provocati?
Sarà colpa dei molluschi che hanno mangiato?

Figura 1 - Il problema PBL "Cozze? No grazie!" Immagine tratta dal Cd-Rom presentato dai ragazzi in occasione del convegno "Voci dalla scuola" presso l'ISS

Essendo la prima volta che affrontavamo argomenti di microbiologia la discussione del problema è stata avviata integrando conoscenze quotidiane con le definizioni scientifiche. Sulla base delle ipotesi avanzate e delle domande emerse nella discussione con la classe del problema, si è svolta la ricerca delle informazioni da raccogliere. Gli studenti si sono divisi in cinque gruppi, ciascuno con un preciso compito:

- 1° gruppo: si è interessato di reperire notizie su virus, batteri, muffe e lieviti in generale;
- 2° gruppo: ha approfondito l'argomento trattandone la classificazione;
- 3° gruppo: si è occupato dell'aspetto patogeno di questi microrganismi nell'uomo;
- 4° gruppo: ha illustrato il contagio mediante il quale si diffondono queste malattie;
- 5° gruppo: ha esaminato le cure.

Recuperate le informazioni ogni gruppo le ha sintetizzate associandovi immagini, che in parte sarebbero poi confluite nel Cd-Rom prodotto a conclusione dell'esperienza didattica.

Il lavoro puramente teorico è stato affiancato dalle attività pratiche svolte in laboratorio, utilizzando materiali e metodi forniti dall'ISS. La classe, infatti, aveva avuto modo di assistere alla dimostrazione di tecniche microbiologiche di base (illustrate nelle pagine....) in occasione della visita al Reparto *Pericoli microbiologici connessi con gli alimenti*. Le esperienze svolte a scuola sono state filmate e la registrazione allegata al lavoro multimediale finale.

I ragazzi hanno poi esposto il lavoro svolto nel convegno "Voci dalla scuola: un primo confronto in tema di microbiologia" che si è tenuto presso l'ISS il 18 maggio 2005

Sono stati in grado organizzare e sintetizzare nella presentazione in powerpoint la grande quantità di informazioni raccolte.

Sono riusciti anche, nel mostrare il risultato finale del lavoro, a dare l'idea del cammino didattico seguito, particolarmente proficuo poiché ha fornito loro la possibilità di affrontare autonomamente un tema non ancora trattato.

La difficoltà incontrata è stata la mancanza di tempo rispetto alla vastità dell'argomento, tuttavia la classe ha risposto positivamente alla proposta lanciata e ai mezzi che le sono stati forniti per avvicinarsi al campo della microbiologia.

I ragazzi e le ragazze della classe III F: *Gaia Barbarossa, Valentina Bartolini, Roberta Brozzi, Elena Ceccarelli, Pietro Diomei, Laura Federici, Benedetta Iacaroni, Diletta Luzzi, Marzia Martellotti, Silvia Massarelli, Giulia Moretti, Sara Moscetti, Chiara Orsini, Fabio Pallotta, Noemi Rocco, Eleonora Rosati, Riccardo Rossi, Alessandro Sancese* (anno scolastico 2004/2005).

ESPERIENZE BASATE SUL COINVOLGIMENTO DEGLI ALUNNI

Sergio Vicinanza, Maria Arena

Liceo Scientifico Aristotele, Roma

Dagli incontri tenutisi presso l'Istituto Superiore di Sanità (ISS) nell'ottobre 2003 su "Microorganismi e salute umana" abbiamo preso spunti, sia di metodologia didattica, sia di contenuti scientifici, per affrontare, in una classe di III, il problema dell'AIDS (eziologia, modalità di trasmissione, sintomatologia e soprattutto prevenzione). Tra gli argomenti trattati durante il corso di aggiornamento, il tema dell'AIDS era sembrato coerente con la programmazione didattica del 3° anno del liceo scientifico, e rispondente alla motivazione a saperne di più, mostrata dai ragazzi verso questa patologia. L'interesse e la curiosità della classe non ha riguardato soltanto la tematica oggetto di studio, ma anche le modalità con cui è stato proposto. Gli alunni hanno lavorato in piccoli gruppi di quattro persone in turnazione continua, con il compito di riferire, con resoconto a scadenza prefissata, sugli obiettivi raggiunti da ciascun gruppo. Tale lavoro aveva un duplice obiettivo: fare acquisire il concetto di lavoro di "équipe" e nello stesso tempo formare un gruppo-classe, nel quale ognuno si sentisse parte attiva. Nelle fasi iniziali gli alunni hanno dovuto affrontare le difficoltà legate alla nuova metodologia di studio, una volta superate, hanno proceduto con un entusiasmo, che ha contribuito fortemente alla loro crescita interiore.

Soddisfatti del lavoro svolto, riportiamo due relazioni, tra quelle, redatte dagli studenti, particolarmente significative: una sul metodo seguito, l'altra sull'esperienza realizzata.

Relazione sul metodo PBL

I professori Maria Arena e Sergio Vicinanza, nel corso dell'anno scolastico 2003-2004, proposero alla classe 3^aH di esporre all'Istituto Superiore di Sanità un progetto sull'Aids sviluppato tramite il metodo *Problem-Based Learning (PBL)*. Il metodo consiste nel far arrivare gli studenti con le proprie forze alla soluzione di un problema. In principio l'abbiamo applicato per la soluzione di quesiti in fisica e per la dimostrazione di teoremi matematici, successivamente per il lavoro sull'HIV che avremmo poi presentato all'ISS.

Inizialmente la professoressa Maria Arena ci spiegò la struttura del virus dell'HIV, le varie fasi, una volta contratto, e tutte le nozioni necessarie per iniziare a lavorare sul progetto; successivamente ci siamo divisi in gruppi, ognuno dei quali aveva il compito di elaborare i vari punti. Così, a casa e a scuola, iniziammo a ricercare, su varie fonti (internet, libri, enciclopedie...), tutte le informazioni occorrenti. Una volta trovato il materiale ne abbiamo discusso insieme e, con l'ausilio del professore Vicinanza, avviato l'elaborazione del progetto con il computer. Il risultato?! Un'ottima presentazione sull'AIDS ottenuta con le nostre sole forze!

Di recente ci è venuto in mente di presentare il nostro progetto ai nostri compagni, perché a seguito di un'indagine svolta in collaborazione con la USL, come spiega poi il mio

compagno, sono emersi dati sconcertanti: infatti su un campione di 250 ragazzi il 30% sapeva poco o niente sull'AIDS.... Abbiamo attuato una critica radicale su tutto il nostro precedente operato, siamo riusciti a ripresentare, a distanza di un anno, il lavoro con tanto di migliorie, non solo dal punto di vista grafico ma anche (e oserei dire soprattutto) dal punto di vista dei contenuti. Il risultato questa volta fu ancor più gratificante; infatti dal nostro incontro siamo sicuri che molti ragazzi hanno imparato qualcosa in più sul problema AIDS.

Tirando le somme sono costretto ad assegnare una valutazione positiva a questo nuovo modo di studiare; come si dice: i detti popolari non sbagliano mai... L'unione fa la forza

Marco Tofani

Relazione sul lavoro svolto

Nell'anno scolastico 2003-2004 l'ISS ha organizzato dei corsi di aggiornamento su "Microrganismi e salute umana", ai quali hanno partecipato i nostri professori Maria Arena e Sergio Vicinanza. Successivamente l'ISS ha invitato le classi a sviluppare progetti riguardanti i microrganismi e a presentare i risultati nel convegno che avrebbe poi organizzato. Noi abbiamo scelto di presentare una relazione sull'HIV e di utilizzare come metodo di studio il PBL. A casa e a scuola iniziammo, quindi, a documentarci su varie fonti (internet, libri, enciclopedie, ecc.) per raccogliere tutte le informazioni occorrenti. Una volta trovato il materiale iniziammo a discuterne insieme e con l'ausilio del professore Sergio Vicinanza, avviammo l'elaborazione della relazione sul progetto con il computer.

Quest'anno il dottor Giaimis (della U.S.L. C, Zona Adolescenti) ha elaborato un questionario di 140 domande ed ha chiesto il nostro aiuto. Il progetto consisteva nel somministrare il suddetto questionario sul disagio giovanile a tutta la scuola per poi valutarne statisticamente le risposte. Le domande riguardavano principalmente i rapporti sociali, interpersonali e familiari; nello specifico un'analisi dei bisogni degli adolescenti del nostro liceo. In seguito, il dottor Giaimis, venuto a conoscenza del nostro progetto sul virus HIV, ha deciso di inserire nel questionario sette domande su cosa si conoscesse sull'AIDS. Il questionario è stato, poi, somministrato con l'approvazione del dirigente scolastico, professoressa Simonetta D'Aleo. È stata anche organizzata una Tavola rotonda sul tema *Le cose non dette tra genitori-figli*.

Lo scopo del questionario era conoscere gli adolescenti del terzo millennio e il loro grado di conoscenze sull'HIV. Dopo la somministrazione del questionario ci siamo occupati dell'inserimento dati nel computer e relativa analisi statistica. Abbiamo, poi, confrontato i risultati con i valori attesi. Sull'AIDS sono emersi dati preoccupantemente distanti dai valori attesi, ossia, su un campione di 250 ragazzi il 30% ne sapeva poco e niente. E da qui è nata l'idea di presentare il nostro lavoro sull'AIDS a distanza di un anno dal convegno svolto all'ISS, ai compagni di scuola. L'iniziativa, come sopra spiegato dal mio compagno è stata molto positiva.

Le risposte ottenute dalla elaborazione dei questionari sono state confrontate con i valori attesi. Discrepanze sono emerse nelle risposte alle domande: *quanto si ammalano gli adolescenti?* e *si può guarire?*

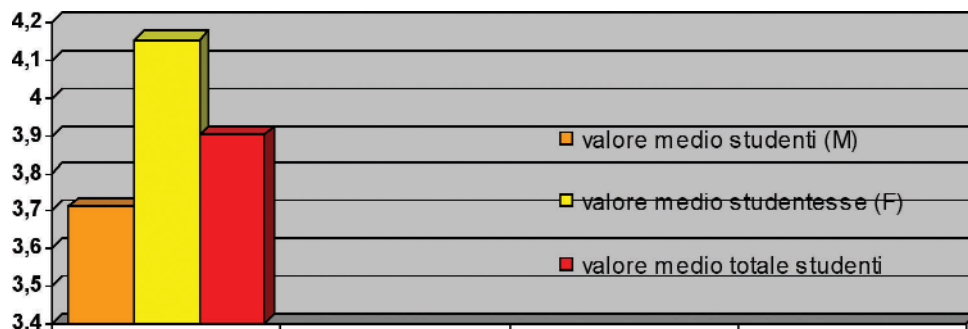


Figura 1 - Risposte alla domanda *quanto si ammalano gli adolescenti?* Valore atteso tra 4 e 5

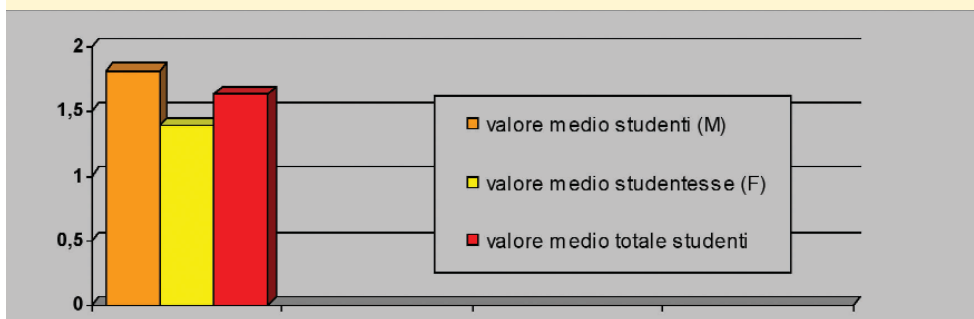


Figura 2 - Risposte alla domanda *si può guarire?* Valore atteso <1

Il 4 maggio 2005 abbiamo esposto il nostro lavoro alle classi III del Liceo scientifico statale Aristotele. Hanno partecipato a questa conferenza esperti dell'ISS e della USL C, Zona adolescenti.

Marco Savo

I ragazzi e le ragazze della III H: *Claudio Alimenti, Francesca Altieri, Matteo Canonico, Adriana Caputo, Luca Cardillo, Annarita De Simone, Martina Di Santo, Daniele Giangiacomo, Mirko Maccarino, Marco Merletti, Marco Migliore, Claudio Pasquali, Gaetano Passaro, Simone Patrignani, Andrea Pignoni, Ilaria Rossini, Marco Savo, Gabriele Scoccia, Marco Tofani, Marina Torre, Valerio Tripaldi, Claudia Vignati, Andrea Zoppis* (anno scolastico 2003/2004).

Finito di stampare nel mese di novembre 2005
dal Centro Stampa De Vittoria srl
Via degli Aurunci, 19 - Roma