



A tavola con i microrganismi: spunti per un'azione didattica

a cura di
Cecilia Bedetti e Maria Cristina Barbaro



Istituto Superiore di Sanità
Roma 2006





A tavola con i microrganismi: spunti per un'azione didattica

a cura di

Cecilia Bedetti e Maria Cristina Barbaro

Istituto Superiore di Sanità
Roma 2006

Istituto Superiore di Sanità

A tavola con i microrganismi: spunti per un'azione didattica

A cura di Cecilia Bedetti e Maria Cristina Barbaro

2006, p. 65

Questa pubblicazione conclude il progetto *A tavola con i microrganismi: itinerario formativo sul ruolo delle specie microbiche nell'alimentazione* rivolto a studenti e a professori della scuola secondaria di primo grado. La proposta didattica promossa dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS), con riferimento alla legge 6/2000 per la diffusione della cultura scientifica, si è svolta negli anni scolastici 2004-2005 e 2005-2006. Il fascicolo è stato redatto a seguito di corsi di aggiornamento e seminari e condensa, con alcune esperienze emblematiche di lavoro in classe, gli approfondimenti inerenti sia i microrganismi in ambito alimentare e le zoonosi, sia le metodologie didattiche attive.

Istituto Superiore di Sanità

Having a meal with microbes: hints for an education action

Edited by Cecilia Bedetti and Maria Cristina Barbaro

2006, p. 65

This publication concludes the project *Having a meal with microbes: an education program about microbes and food* addressed to middle school students and teachers, promoted by the Italian National Institute of Health and supported by the Ministry of Education, University and Research (MIUR). The publication has been carried out after training the teachers in both scientific topics, especially concerning microorganisms in food and zoonosis, and teaching methods based on active/cooperative learning. Furthermore, the publication organizes materials produced at school by the teachers guiding their pupils to experience self-centred learning in reference to the above mentioned topics.

Redazione: Giovanna Morini e Laura Radiciotti, Servizio Informatico, Documentazione, Biblioteca ed Attività Editoriali (SIDBAE), ISS

Progetto grafico della copertina: Cosimo Marino Curianò, SIDBAE, ISS

Le figure a pag. 2, 5, 18, 21, 34, 39, 40, 42 sono state disegnate da Francesca Bedetti.

Si ringraziano Bruna Auricchio, ISS, per il contributo alla realizzazione del "Laboratorio itinerante" e Anna Bertini, ISS, per la collaborazione ai corsi di aggiornamento.

La pubblicazione è stata realizzata grazie al contributo ottenuto in riferimento alla legge n 6/2000 per la diffusione della cultura scientifica.

Per informazioni su questo documento rivolgersi a: cecilia.bedetti@iss.it

INDICE

Una proposta didattica rivolta alle scuole medie <i>Cecilia Bedetti</i>	pag.	1
I microrganismi intorno a noi? <i>Milena Bandiera</i>	pag.	7
I batteri intorno a noi: amici o nemici? <i>Annalisa Pantosti</i>	pag.	18
A tavola con i microrganismi: amici o nemici <i>Laura Toti, Leucio Orefice e Beatrice Pasolini</i>	pag.	26
Zoonosi: malattie trasmesse dagli animali all'uomo <i>Alfredo Caprioli</i>	pag.	38
Il ruolo delle specie microbiche nell'alimentazione <i>Antonio Malatesta, Florinda La Pastina, Caterina Cuono e Olimpia Della Cortiglia</i>	pag.	44
Gli invisibili. Caccia ai microrganismi intorno a noi <i>Angela Crimi e Pasquale Smaldone</i>	pag.	55
Microrganismi in cucina: tutti fuori! <i>Giulia Forni</i>	pag.	60

UNA PROPOSTA DIDATTICA RIVOLTA ALLE SCUOLE MEDIE

Cecilia Bedetti

Settore Attività Editoriali, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Negli anni scolastici 2004-2005 e 2005-2006 l'Istituto Superiore di Sanità (ISS) in convenzione con Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR), oggi Ministero dell'Università e della Ricerca, ha sviluppato il progetto *A tavola con i microrganismi: itinerario formativo sul ruolo delle specie microbiche nell'alimentazione*. Concluse le attività, il gruppo di lavoro impegnato nel progetto ha raccolto in questa dispensa approfondimenti scientifici in tema di microbiologia e di metodologia didattica ed esempi della loro ricaduta in percorsi formativi che hanno coinvolto alunni delle scuole medie. Lo scopo è suscitare interesse nei docenti perché introducano, a complemento delle materie curricolari, argomenti di microbiologia.

Per comprendere le caratteristiche dell'esperienza realizzata è necessario tracciare un rapido quadro delle attività nelle quali si inserisce. Si tratta della proposta didattica, avviata da questo Istituto sette anni fa, che aggrega e mette in comune competenze e professionalità di realtà istituzionali diverse: della scuola, della ricerca nella didattica, della biologia e dell'ISS. La finalità: progettare e sperimentare interventi didattici imperniati su temi particolarmente significativi sia rispetto all'impegno dell'ISS, sia rispetto agli interessi dei giovani. Giacché numerose tematiche in campo biomedico, strettamente connesse con l'esperienza quotidiana, ben si prestano a suscitare attenzione verso i fatti scientifici e a favorire l'integrazione tra conoscenze disciplinari e sapere comune.

La proposta didattica in questione non si è limitata a suggerire contenuti ma ha dato grande enfasi alla sperimentazione di metodi didattici innovativi, riconducibili all'*active/cooperative learning*, assai utili per sviluppare ed esercitare un corretto atteggiamento scientifico.

Si è infatti considerato che l'idea, ampiamente diffusa, che i risultati dell'attività di ricerca e i saperi che ne derivano siano "certi", e pertanto incontestabili, è alla base di forme di estraneità sempre più diffuse. Un esempio la dicotomia tra naturale = buono e artificiale = nocivo, credenza molto diffusa nel campo dell'alimentazione e della cura della salute, determina atteggiamenti poco razionali o irrazionali. Superabili se fosse percepita la natura del processo scientifico e se le conoscenze fossero valorizzate in quanto strumenti utili per l'analisi e la soluzione di problemi.

Le metodologie attive riconducibili al *cooperative learning* (prima tra tutte il *Problem Based Learning - PBL*¹) vanno in questa direzione, avvicinano i giovani a un metodo di lavoro fondato sulla ricerca e valutazione autonoma delle informazioni e nello stesso tempo richiedono all'insegnante di assumere il ruolo di "facilitatore",

¹In questo metodo formativo i problemi rappresentano un momento chiave nel processo di recupero e di approfondimento delle conoscenze. I problemi, sono formulati in modo da stimolare motivazione e interesse nei giovani, e con un calibrato livello di complessità, tenendo conto delle conoscenze "curricolari" già acquisite e nel contempo sollecitando riflessioni e ricerche (1).

di svolgere quindi una - non facile, ma gratificante - azione di educazione attiva alla partecipazione e alla consapevolezza. Scompare il “dispensatore di verità” a favore del “mediatore” in una relazione comunicativa ed educativa che tende al conseguimento di risultati sia sul versante formativo sia in termini di acquisizione di conoscenze.

Alla luce di queste considerazioni sono stati elaborati i progetti sulle nuove droghe (2), sulle biotecnologie in medicina (3) sulla microbiologia (4) e sulla tossicologia², mirati a coniugare l'informazione in campo biomedico con una costante sollecitazione a dotare i ragazzi di una strategia consapevole per la costruzione della propria conoscenza, a partire da una valutazione autonoma del significato e della significatività di un'informazione.

Svolti con continuità in questi anni grazie al contributo finanziario del MIUR, in riferimento alla Legge 6/2000 per la diffusione della cultura scientifica, i progetti hanno costituito una proposta didattica che ha coinvolto in attività di formazione residenziale insegnanti in servizio presso gli istituti di istruzione secondaria dislocati in regioni del Centro-Sud (Campania, Lazio, Marche, Molise, Sicilia, Umbria e Toscana), in un numero sempre crescente e di gran lunga superiore alle limitate possibilità organizzative.

Il progetto *A tavola con i microrganismi: itinerario formativo sul ruolo delle specie microbiche nell'alimentazione* è indirizzato alle scuole medie con lo scopo di costruire un percorso didattico emblematico nel settore della microbiologia degli alimenti.

L'argomento

Le tematiche nel campo della microbiologia pur essendo intriganti per le importanti aperture che forniscono verso la complessità dell'ambiente naturale, sono in genere trascurate dai programmi scolastici delle scuole medie. Eppure i microrganismi, onnipresenti e invisibili, indispensabili e pericolosi, sembrano l'oggetto ideale per stimolare l'attenzione degli alunni, provocare discussioni, sviluppare curiosità per le problematiche bio-naturalistiche e capacità di ragionamento scientifico (Figura 1).

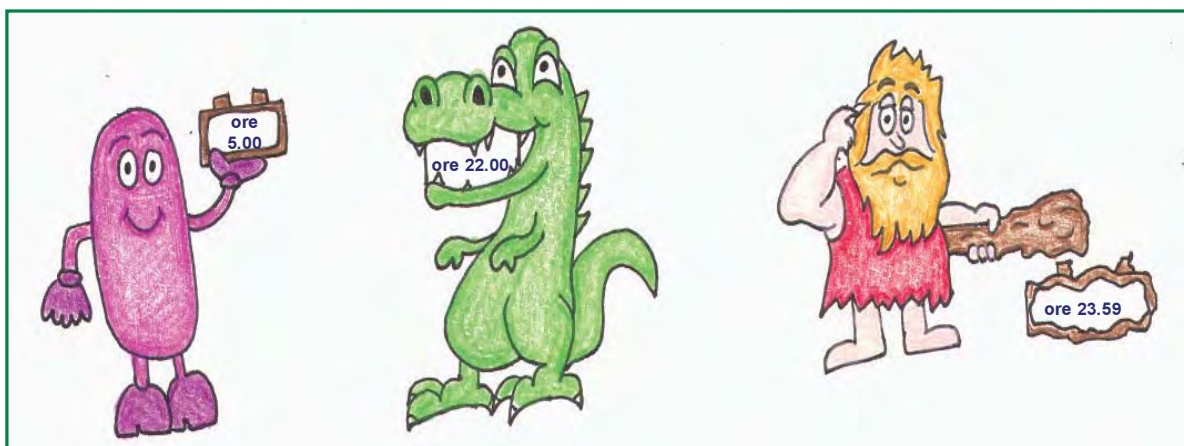


Figura 1 - I più antichi abitanti del pianeta. Paragonando a una giornata l'età della terra i microrganismi sono comparsi intorno alle 5.00, i dinosauri alle 22.00 e noi esseri umani soltanto pochi secondi prima di mezzanotte (immagine ridisegnata da <http://www.microbeworld.org>)

²Le sostanze chimiche, l'ambiente e noi, un progetto di collaborazione tra scuole e istituti di ricerca, in corso di svolgimento.

Gli alunni possono essere introdotti, mediante tecniche microbiologiche elementari, all'osservazione e 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. Le conoscenze "scientifiche" che acquisiscono - concetti di base sui microrganismi, lieviti, batteri lattici, muffe, sul loro ruolo nell'alimentazione tra passato e presente, nelle trasformazioni dei prodotti alimentari utili (vino, yogurt, pane, ecc.) e nocive (inappetibilità, marcescenza, tossicità, ecc.) e nella conservazione - sono integrabili nel contesto delle esperienze quotidiane. Tali conoscenze possono consentire loro di svolgere in seno alla famiglia un'azione di informazione sull'igiene degli alimenti, gratificante per loro, e utile in termini di prevenzione.

Le attività

I ricercatori dell'ISS in veste di esperti, un docente in didattica delle scienze (Università "Roma Tre") e gli insegnanti-ricercatori in servizio presso gli istituti di istruzione secondaria superiore hanno curato l'aggiornamento degli insegnanti e fornito un appoggio alle scuole nello strutturare percorsi didattici.

Corsi di aggiornamento

Presso gli insegnanti, o almeno una parte di essi, si è riscontrato un grande interesse e una grande richiesta di aggiornamento per colmare lacune spesso dovute alla mancanza di una formazione di base specifica. La didattica delle scienze è infatti affidata nelle scuole medie a docenti di diversa formazione: dalla matematica, alla chimica, alla biologia.

Ai due corsi organizzati presso la sede dell'ISS hanno partecipato sessantadue insegnanti provenienti da scuole dislocate per lo più nel Lazio, ma anche in Campania e nelle Marche. Uscire dalla scuola, oltre all'aspetto di confronto e messa in comune di esperienze di realtà diverse, ha significato, in alcuni casi, riprendere contatti con un istituto scientifico, recuperare un legame tra l'attuale professione e il proprio corso di studi.

I corsi a carattere teorico-pratico hanno approfondito conoscenze disciplinari di base relative agli aspetti fondamentali della microbiologia (p. 18), all'igiene degli alimenti (p. 26), e alle zoonosi (p. 38), e presentato e discusso le metodologie didattiche riconducibili all'*active learning* e al *cooperative learning*, in particolare, il metodo incentrato sulla produzione e l'utilizzo di *concept cartoons* (5). Le vignette a cui allude la denominazione raffigurano alcuni personaggi che esprimono diversi punti di vista nei confronti di fenomeni e processi scientifici calati in un contesto quotidiano (Figura 2). Possono essere utilizzate, come bene esemplificato dagli insegnanti che li hanno utilizzati (p. 44-65), sia per aprire tra gli alunni un dibattito e una discussione coordinata e finalizzata, sia per attivare le fasi successive del percorso di apprendimento.

Gli aspetti relativi alle modalità di coinvolgimento degli studenti nell'azione didattica sono stati approfonditi e discussi nell'intervento di Milena Bandiera (p. 7) e nel contributo "Stupore, conflitto cognitivo e negoziazione" (6).

Nei corsi una sezione è stata dedicata alle esercitazioni: semplici esperimenti facilmente replicabili presso laboratori scolastici, quali la ricerca di muffe in un



Marco prepara il pane. Qual è la tua opinione?

Figura 2 - Esempio di vignetta concetto. Fonte: Keogh B, Naylor S (5) per gentile concessione

campione di formaggio, la valutazione della carica microbica dell'acqua ottenuta dal lavaggio delle mani, il controllo microbiologico delle superfici e dell'ambiente. Per la loro descrizione si rimanda ai protocolli sperimentali (7).

Nei questionari di gradimento compilati al termine dei corsi gli insegnanti hanno espresso opinioni estremamente favorevoli rispetto ai livelli di trattazione degli argomenti, alla chiarezza degli obiettivi coerenti con i contenuti, all'acquisizione di nuove conoscenze, alla professionalità dei relatori, ecc. L'aspetto della ricaduta in classe è apparso controverso. In particolare molti insegnanti hanno sottolineato nei questionari e nelle discussioni collettive la difficoltà, senza il sostegno di un tecnico, di gestire e seguire una classe composta da venti-trenta alunni entusiasti di lavorare al bancone con le mani e di utilizzare strumenti di laboratorio. Inoltre, i laboratori scolastici molto spesso non hanno strumenti e materiali sufficienti per impegnare tutta la classe in attività sperimentali.

Il Laboratorio itinerante

Si è pertanto sperimentato "Il laboratorio itinerante" per fornire un sostegno tecnico alla realizzazione di esperimenti direttamente presso le scuole. Il protocollo sperimentale era definito di volta in volta in collaborazione con i singoli insegnanti, sulla base delle conoscenze pregresse degli alunni. Bruna Auricchio, tecnico esperto nel settore della microbiologia degli alimenti, ha condotto le esperienze di

laboratorio: isolamento e conteggio delle colonie di muffe in un alimento, valutazione della carica microbica sulle mani (7). Dopo aver descritto lo scopo, i metodi e gli strumenti da utilizzare, assisteva, con l'insegnante o gli insegnanti della scuola, gli studenti nell'esecuzione dell'esperimento, limitatamente alla fase iniziale, preparazione del campione e inoculo delle piastre di Petri precedentemente allestite con terreni idonei di coltura. Questa fase durava circa due ore, l'esperimento poi continuava nei giorni successivi con l'osservazione, la sommaria classificazione e il conteggio delle colonie da parte dei ragazzi. Le attività si sono svolte presso i laboratori delle scuole, tuttavia potrebbero essere realizzate in una qualsiasi aula. La classe era suddivisa in gruppi di lavoro formati da 3-4 ragazzi, e ogni gruppo aveva a disposizione gli strumenti, i materiali necessari (pipette, provette, spatoline, piastre di Petri già allestite con terreni di coltura, ecc.), la scheda guida e il questionario da compilare al termine dell'esperimento. Agli alunni si chiedeva di descrivere in modo sintetico i risultati e il procedimento seguito, di indicare le tre parole più difficili riportate nella scheda guida, e di esprimere, in una scala da 1 a 5, il loro interesse nel partecipare all'esperimento. Le risposte hanno confermato come sia generalizzato nei ragazzi l'interesse a lavorare sperimentalmente e hanno dato suggerimenti da tenere presente in future iniziative. Hanno partecipato alla sperimentazione del Laboratorio itinerante sette scuole con sede nella regione Lazio. Non è stato possibile per mancanza di tempo a fronte di altri impegni, accogliere le numerose richieste provenienti dalla quasi totalità dei partecipanti ai corsi di aggiornamento. Si è cercato, tramite un accordo di collaborazione, di affidare a un istituto professionale romano, dotato di un laboratorio ampio e attrezzato, l'impegno a organizzare e gestire esercitazioni di microbiologia per altre scuole, a collaborare cioè con insegnanti con situazioni meno favorevoli, per progettare l'esperimento e per realizzarlo. Questo programma non è poi decollato per una serie di ostacoli e resistenze.

Alcuni insegnanti hanno scelto di organizzare in modo autonomo presso la scuola attività di laboratorio in microbiologia. Sono stati quindi distribuiti, a quattordici scuole, dietro loro richiesta *kit* con i materiali necessari (terreni di coltura, piastre, ecc.) per le esercitazioni e per la documentazione (pubblicazioni, indicazioni di siti Internet per il recupero di informazioni).

Implementazione di itinerari didattici

A seguito dei corsi di aggiornamento, un numero ridotto di partecipanti ne hanno dato un'applicazione immediata con gli alunni. Gli interventi didattici (in dieci classi, presso sei scuole medie) hanno fornito un riscontro sulla fattibilità della proposta imperniata sulla microbiologia ed elementi utili per allargare e generalizzare l'esperienza in percorsi didattici autonomi. In particolare, spunti, indicazioni trasferibili ad altre realtà emergono dai lavori svolti da docenti e dagli alunni delle scuole medie di Pollica, di Piano di Sorrento e di Napoli descritti in questa pubblicazione (p. 44-60).

Altre classi hanno presentato i lavori realizzati a scuola, durante il convegno di chiusura del progetto organizzato presso l'ISS. Gli alunni hanno svolto le relazioni affrontando spesso temi molto difficili, ma con entusiasmo, rivolgendosi a un uditorio composto sia dai ragazzi della scuola media sia dai ricercatori dell'ISS impegnati nel controllo microbiologico degli alimenti. Questi ultimi hanno chiarito aspetti controver-

si e manifestato apprezzamento per il lavoro svolto. La loro presenza ha sottolineato l'aspetto simbolico del convegno, come esperienza ovviamente circoscritta e delimitata, di dialogo tra un'istituzione, l'ISS, e i destinatari principali di alcune sue attività, i giovani, in questo caso i giovanissimi studenti di scuola media.

Riferimenti bibliografici

1. De Virgilio G. Descrizione del metodo didattico "Problem-Based Learning". In: Bedetti C, Barbaro MC, Bertini A (Eds). *Le nuove droghe: spunti per un'azione didattica*. Roma: Istituto Superiore di Sanità;2002. p. 3-8.
2. Bedetti C, Barbaro MC, Bertini A (Eds). *Le nuove droghe: spunti per un'azione didattica*;2002. Disponibile all'indirizzo: <http://www.iss.it/publ/scuo/cont.php?id=1842&lang=1&tipo=15>
3. Bedetti C, Barbaro MC, Bertini A (Eds). *Le biotecnologie in medicina: spunti per un'azione didattica*. Roma: Istituto Superiore di Sanità;2003. Disponibile all'indirizzo: <http://www.iss.it/publ/scuo/cont.php?id=1841&lang=1&tipo=15>
4. Bedetti C, Barbaro MC, Bertini A (Eds). *Recenti tematiche in microbiologia: spunti per un'azione didattica*. Roma: Istituto Superiore di Sanità;2005. Disponibile all'indirizzo: <http://www.iss.it/publ/scuo/cont.php?id=1837&lang=1&tipo=15>
5. Keogh B, Naylor S. *Starting points for science*. Sandbach (UK): Milligate House Publishers;1997.
6. Bandiera M. Stupore, conflitto cognitivo e negoziazione. In: Bedetti C, Bertini A (Eds). *Recenti tematiche in microbiologia: spunti per un'azione didattica*. Roma: Istituto Superiore di Sanità;2005. p. 3-16. Disponibile all'indirizzo: <http://www.iss.it/publ/scuo/cont.php?id=1837&lang=1&tipo=15>
7. Auricchio B. Il laboratorio di microbiologia-esercitazioni. In: Bedetti C, Bertini A (Eds). *Recenti tematiche in microbiologia: spunti per un'azione didattica*. Roma: Istituto Superiore di Sanità;2005. p. 77-83.

I MICRORGANISMI INTORNO A NOI?

Milena Bandiera

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

Vorrei innanzitutto spiegare perché ho ritenuto di far seguire da un punto interrogativo il titolo di questa relazione (che è anche il titolo del corso organizzato presso l'Istituto Superiore di Sanità e rivolto agli insegnanti di scuola secondaria di primo grado, la scuola media).

La ragione fondamentale ha a che vedere con la certezza che ognuno di noi abbia una propria, personale percezione o conoscenza dei microrganismi presenti nell'ambiente di vita. Non è dato quindi sapere a quali microrganismi pensino coloro che si accingono alla lettura, né come se li figurino.

Su questa base, nell'ambito della teoria costruttivista dell'insegnamento/apprendimento (1-3), da circa trent'anni si raccomanda agli insegnanti di esplorare saperi ed esperienze degli studenti in uno specifico settore disciplinare prima di impostare la relativa azione didattica (4-6). Costituiranno così un archivio di informazioni assai utili che sono variamente definite: conoscenze alternative (difformi rispetto alle conoscenze scientifiche), barriere cognitive (concezioni che ostacolano l'acquisizione di conoscenze scientifiche o di conoscenze più complesse), preconcezioni (concezioni preesistenti rispetto a uno specifico intervento di insegnamento scientifico), conoscenze spontanee (caratterizzate da una natura diversa rispetto a quelle scientifiche) (7).

Le informazioni raccolte potranno essere utilizzate per ottimizzare l'efficacia dell'azione didattica, aderendo alle più accreditate indicazioni metodologiche che non si limitano più a suggerire l'integrazione della teoria con la pratica (*hands on*), ma impegnano l'insegnante a coinvolgere lo studente sia facendolo ragionare, argomentare sulla materia trattata (*mind on*), sia creando le condizioni perché si incuriosisca e si appassioni (*heart on*)¹.

C'è un'altra ragione per il punto interrogativo: la diffusa ignoranza del mondo microbico legittimata dai sussidi didattici e dalla normativa vigente proprio al livello di studi che ha rappresentato a lungo l'obbligo scolastico e pertanto ha garantito la cultura di base dei cittadini. I programmi scolastici del 1979² dedicano cinque temi alla formazione scientifica, due dei quali riguardano la biologia. Nell'illustrazione di entrambi i microrganismi non sono neppure nominati. Quanto ai libri di testo ne sono stati esaminati dieci (quelli adottati con maggiore frequenza nelle scuole medie di Roma e provincia), con riferimento a cinque parole chiave (microrganismo/microbo/germe, batterio, lievito, muffa, virus), ed è stato accertato che ai microrganismi sono dedicate in media 67 righe ogni tre libri (per le tre classi) in relazione alla classificazione dei viventi (68,6%), al ciclo della materia (9,8%), alla salute (9,6%).

¹Il triplice fronte metodologico (*hands-on, mind-on, heart-on*) attualmente acquisito in particolare nell'ambito della didattica scientifica è stato originariamente configurato per l'impostazione dei musei scientifici rivolti ai bambini.

²Programmi, orari di insegnamento e prove di esame per la scuola media statale relativi al DM del 9 febbraio 1979.

Preso atto di questa situazione, in fase di organizzazione del corso e contando sulla collaborazione degli insegnanti che al corso avrebbero partecipato, è sembrato opportuno promuovere un'indagine³ al fine di consentire agli stessi insegnanti il confronto tra le rappresentazioni di microrganismi dei propri alunni e i saperi, le problematiche che gli esperti dell'Istituto avrebbero presentato. Tale confronto sarebbe tornato utile per opportune trasposizioni nelle classi.

Hanno aderito 25 insegnanti di scienze, impegnati in 13 istituti scolastici, che hanno ricevuto il questionario articolato sui seguenti sette punti (vedi Allegato):

- descrizione di un frutto (o pezzo di pane) ammuffito;
- i microrganismi presenti nell'organismo di una persona sana;
- i microrganismi presenti nell'organismo di una persona malata;
- i cibi "prodotti" per intervento dei microrganismi;
- presenza e azione dei microrganismi in casa;
- presenza e azione dei microrganismi in giardino;
- "modi" per distruggere i microrganismi.

Sono stati restituiti 502 questionari compilati da 135 studenti della prima classe (9 sezioni), 251 studenti della seconda classe (16 sezioni) e 64 studenti della terza classe (5 sezioni). Di 52 studenti non si conosce la collocazione, ma la questione non è rilevante dal momento che non sono state riscontrate differenze significative correlabili con la classe frequentata. Per questo motivo i dati sono stati cumulati, prendendo atto della singolare, seppure prevedibile, influenza del complessivo corso di studi sulle concezioni relative ai microrganismi.

Si darà inizio alla presentazione dell'analisi dei questionari con una selezione di dati quantitativi.

Nelle Tabelle le percentuali in grassetto sono riferite all'intero campione, le altre al sottocampione riportato - in grassetto - nella riga superiore. Ad esempio, del 62% di studenti che contemplano la presenza di microrganismi in un organismo sano, il 24% ritiene che i microrganismi si trovino nell'apparato digerente. Del 59% di studenti che considera utili i microrganismi presenti in un organismo sano, il 62% ritiene che svolgano funzioni di protezione e di difesa.

Due studenti su cinque ritengono che in un organismo sano non siano presenti microrganismi, e quindi attribuiscono ai microrganismi una prevalente connotazione patogena. Chi pensa siano presenti e utili attribuisce ai microrganismi una prevalente funzione di difesa (Tabella 1).

La Tabella 2 è dedicata ai microrganismi presenti in un organismo malato. Emergono l'abitudine di indicare i sintomi (febbre, tosse, vomito, ecc.) come malattie e alcune idee notevoli: la diffusione dei microrganismi in tutto il corpo e nel sangue (non sempre - come sembrerebbe più ovvio - nella "sede" della patologia), l'attacco delle difese immunitarie da parte dei microrganismi (e non viceversa), la funzione di difesa e la capacità di "circolare" nel corpo (queste due ultime notazioni saranno richiamate in seguito).

La richiesta di indicare cibi e bevande che non esisterebbero se non esistessero i microrganismi ha determinato un certo disorientamento segnalato dal fatto che non tutti gli studenti si sono espressi. La tipologia delle risposte consente di fare

³L'indagine, grazie alla consistenza del campione e alla qualità degli elaborati, ha assunto la configurazione di ricerca e, come tale, è stata presentata alla quinta conferenza internazionale dell'associazione ESERA (European Science Education Research Association) *Contribution of Research to Enhancing Students' Interest in Learning Science* che si è tenuta in Spagna, a Barcellona nel 2005.

Tabella 1 - Risposte alla domanda: *Quando sei in perfetta salute ci sono microrganismi nel tuo corpo?*

Risposte	%
No: non ci sono microrganismi nel corpo	38
Sì: ci sono microrganismi	62
nell'apparato digerente	24
nel sangue	17
I microrganismi sono utili	59
per la digestione e per il "buon funzionamento"	19
per la protezione e la difesa	62
I microrganismi sono nocivi (modi per distruggerli)	25
curare l'alimentazione	23
curare l'igiene	27
evitare "contatti"	12
ricorrere a medicine e vaccini	12

Tabella 2 - Risposte alla domanda: *Quando sei malato ci sono microrganismi nel tuo corpo?*

Risposte	%
No: non ci sono microrganismi nel corpo	6
Sì: ci sono microrganismi	94
malattie specificate (<i>valore assoluto</i>)	626
"sintomi" (indicati come malattie)	44
Dove sono i microrganismi	86
in tutto il corpo	33
nel sangue	13
Quando siamo malati i microrganismi	
ci proteggono e ci difendono	9
circolano e si riproducono	13
ci attaccano e ci danneggiano	25
attaccano le difese immunitarie	9
inducono malattie o sintomi	40

riferimento a quattro categorie di risposte con riferimento a quattro diverse interpretazioni: l'effettiva produzione da parte dei microrganismi (vedi la popolarità del lievito di birra); l'inevitabile presenza di microrganismi (vedi acqua e latte: dove ha origine questa concezione?); la suscettibilità alla contaminazione (vedi alimenti di uso comune) e la capacità di provocare disturbi, attribuzione ritenuta esclusiva dei microrganismi (Tabella 3) (vedi cibi indigesti).

Dove sono i microrganismi? In casa, prevalentemente in bagno e in cucina, precisamente là dove è più complicato garantire una pulizia accurata e duratura. Sono pochi gli studenti che hanno idea dell'ubiquità dei microrganismi e del ruolo nel ciclo della materia (un solo studente indica foglie morte e compost!) (Tabella 4).

Tabella 3 - Risposte alla domanda: *Indica almeno due prodotti che mangi o bevi e che non esisterebbero senza un decisivo intervento dei microrganismi*

Risposte	%
	78
Perché i microrganismi intervengono nella produzione	51
pane e pizza	30
yogurt	26
formaggio	21
vino (+ bevande alcoliche, birra, aceto)	10
Perché non possono non contenere microrganismi	19
acqua	42
latte (+ Actimel, "lievito")	33
Perché si contaminano facilmente	14
frutta, verdura	57
carne, pesce, salumi	28
Cibi e bevande indigesti	12
coca cola	42
bibite fredde (più dolci, fritti, merendine)	29

Tabella 4 - Risposte alla domanda: *Dove sono i microrganismi?*

Risposte	%
In casa	
nelle stanze	47
bagno e cucina	76
in posti	15
pavimento, dietro o sotto i mobili	86
in arredi	11
frigorifero	26
nel cibo	5
nella polvere	5
dovunque, nell'aria	5
In giardino	
nella terra	27
sull'erba e sulle piante	52
dovunque, nell'aria	7
sulle foglie morte, nel compost	0,2

L'eliminazione dei microrganismi è affidata all'assunzione di farmaci e a pratiche di disinfezione (attuata anche con pesticidi, laddove frequentemente i parassiti delle piante sono considerati microrganismi), ma sono ben rappresentate le pratiche di prevenzione (Tabella 5).

Senza negare la significatività dei dati quantitativi, vorrei sostenere la decisiva importanza delle parole e delle espressioni per la configurazione delle rappresen-

Tabella 5 - Risposte alla domanda: *Come si eliminano i microrganismi?*

Risposte	%
Nel corpo	36
farmaci	83
Nell'ambiente	20
pesticidi	36
disinfezione, sterilizzazione	42
Prevenzione (corpo)	27
alimentazione	16
cura e igiene personale	51
vaccini	23
Actimel, Enterogermina, fermenti	10
Prevenzione (ambiente)	12

tazioni mentali. Perciò il questionario offriva ampi spazi alla verbalizzazione, spazi dove è stato possibile individuare e congegnare frasi particolarmente significative e selezionare poi quelle che corrispondono a concezioni ampiamente condivise (dal 10% al 35% degli studenti).

Eccone alcune tratte dalle descrizioni dell'oggetto (frutto o pane) ammuffito che gli insegnanti hanno mostrato in classe. Non forniscono solo opinioni sulla muffa, ma lasciano intendere una concezione della scadenza dei prodotti alimentari degna di nota.

La muffa è composta da microrganismi piccolissimi che non si possono vedere a occhio nudo

La muffa consiste di funghi microscopici

Muffa sono i batteri che crescono sul cibo andato a male

La muffa è prodotta dai batteri della decomposizione

Quando un cibo scade si comincia a formare la muffa

C'è una ragnatela molto sottile, che forse è fatta di microrganismi

Cosa fanno i microrganismi nell'apparato digerente?

I microrganismi viaggiano nella pancia

I microrganismi regolano le funzioni intestinali

I microrganismi aiutano la digestione

I microrganismi aiutano a decomporre le sostanze di rifiuto

I microrganismi decompongono il cibo

I microrganismi proteggono l'intestino dai microbi

La flora batterica sono parassiti

Perché i microrganismi sono buoni? Non può essere trascurato il risalto attribuito all'azione di pattugliamento e di difesa attiva, militare

I microrganismi fanno parte del nostro corpo (sangue, saliva)

Nel mio corpo girano batteri buoni che lo proteggono

I nostri microrganismi combattono contro batteri e virus che minacciano la salute

Ci difendono: si chiamano anticorpi

Stanno nel nostro corpo per difenderci dai microbi

Stimolano le difese immunitarie

Anche i microrganismi “cattivi” sono in movimento e battaglieri

I microrganismi cercano di farci ammalare

Cercano di entrare in contatto con noi, di penetrare nel nostro corpo e di attaccarci per produrre le sostanze di cui hanno bisogno

Attaccano le difese immunitarie (e le uccidono)

Attaccano i microrganismi interni

Ci attaccano nel punto debole

Riempiono tutto il corpo

Vivono e si moltiplicano a spese dell'ospite

Viaggiano in tutto il corpo

Circa la natura e le funzioni dei microrganismi sono particolarmente significative le seguenti affermazioni:

I microrganismi si formano nella polvere

I microrganismi formano la polvere

Nel nostro corpo i microrganismi circolano, si spargono, viaggiano

I microrganismi cercano di attaccarci, di infettarci, di infestarci, di distruggerci...

Vivono, si nutrono e si riproducono nei nostri corpi e nell'ambiente

I microrganismi: acari, batteri e muffe...

Non fanno niente di particolare nei nostri corpi e nell'ambiente

Forse non si possono eliminare del tutto!

Mentre per impostare un'azione didattica efficace occorre semplicemente prendere atto delle rappresentazioni mentali, è richiesto un impegno ulteriore per farsi un'idea delle abitudini, delle frequentazioni e delle emozioni dei ragazzi sulle quali tali rappresentazioni sono fondate. Spesso vere e proprie tecniche di indagine investigativa consentono di risalire all'origine di stravaganti concezioni troppo diffuse per essere dovute a incidenti occasionali.

Ad esempio, non può essere un caso che tanti ragazzi di scuole diverse, definendo i microrganismi, associno gli acari ai batteri e alle muffe. Perché sempre e solo gli acari? Se si trattasse di organismi molto piccoli ci si aspetterebbe venissero

citati gli insetti. Una attenta esplorazione dei messaggi televisivi ha messo a fuoco la martellante pubblicità della Eminflex: offre materassi sottoposti a un trattamento igienizzante permanente che li rende “assolutamente privi di acari, batteri e muffe”.

Perché la funzione della flora batterica nella digestione è sottovalutata a favore della funzione di difesa? La pubblicità di Actimel (derivato del latte ricco di batteri probiotici) rende conto anche del piglio bellicoso: “rinforza i batteri buoni dell'intestino e li aiuta a combattere le aggressioni”, “ci aiuta a proteggere il nostro corpo”, “rinforza il sistema immunitario”, mentre le immagini sovrappongono i “batteri buoni” del prodotto a soldatini che - nelle mani di un amoroso papà - attaccano i batteri aggressori a beneficio della bimba. Si tratta di un'interpretazione tendenziosa delle conoscenze attuali relative ai probiotici (8) che, grazie alla globalizzazione, fa danno in ambito internazionale (9).

Il risultato più rilevante delle indagini attivate dall'analisi dei questionari riguarda l'origine dell'idea che i microrganismi circolino in tutto l'organismo, utilizzando principalmente il flusso sanguigno. Si tratta di uno dei molti esiti negativi della serie cosiddetta educativa “Esplorando il corpo umano”⁴. Sono gli stessi ragazzi (e gli studenti universitari) che fanno risalire alcuni aspetti delle proprie misconcezioni alle sceneggiature dei cartoni animati (ai quali riconoscono peraltro il merito di avere eccitato la loro fantasia sul versante della biologia umana).

Si può pensare alla sequenza della cassetta dedicata allo sviluppo intrauterino che presenta l'*interno* dell'embrione: un ambiente cavernoso, cunicoli e impervi camminamenti abitati da sali inorganici, macromolecole, cellule (all'incirca delle medesime dimensioni). Con una sorpresa che sconfinava nell'indignazione ci si trova a seguire le vicissitudini di cellule pre-differenziate (occhio, osso, cuore, ecc.) che vanno a collocarsi nella sede definitiva in una processione che si snoda non si saprebbe dire dove. In ogni caso si tratta di luoghi simili a quelli che successivamente saranno percorsi dai personaggi-globuli rossi.

Sicuramente gli insegnanti avranno utilizzato al meglio le informazioni desunte dai questionari compilati dai propri studenti, ma si ritiene che il lavoro condotto insieme autorizzi conclusioni più generali.

Programmi e libri di testo attestano che, anche in Italia, la microbiologia è trascurata nella scuola media (10), sebbene la rilevanza delle concezioni alternative degli alunni in questo campo sia stata segnalata da più di mezzo secolo (11).

I modi di considerare (e vedere) i microrganismi da parte dei ragazzi sono stati oggetto dei primi studi dedicati alle rappresentazioni di senso comune quando, con l'emergenza del costruttivismo, questo tipo di informazioni è sembrato essenziale (12-14) e sono tuttora considerati degni della massima attenzione (10, 15-17). Sono però al contempo ignorati dagli insegnanti e dal prodotto di fonti privilegiate di informazione dei ragazzi, i mass media, in particolar modo, gli spot pubblicitari e i programmi educativi.

L'indagine conferma idee già descritte come la sostanziale e preminente pericolosità dei microrganismi (11), l'associazione tra microrganismi e carenza di igiene (14) o la scarsissima attenzione alla funzione di decomposizione (17-18). E propone problemi del tutto nuovi: la confusione tra diversi tipi di microrganismi (in particolare, tra muffe e procarioti monocellulari) e tra microrganismi e polvere o sporcizia; la presenza dei microrganismi solo sopra e all'interno di oggetti e organismi (non nell'aria); lo stato continuo di belligeranza tra microrganismi buoni e microrganismi cattivi. In positivo, l'importanza della prevenzione basata sulla dieta e sull'igiene personale (non solo sul ricorso a farmaci e vaccini).

⁴De Agostini, da *Il était une fois... la Vie*, Procidis (1985).

Per quanto concerne l'individuazione delle fonti di misconcezioni (TV e *cartoons*), sembra di poter consigliare agli insegnanti di scuola media di affrontare la microbiologia di base e di farlo con diretto riferimento alle esperienze e al linguaggio degli alunni (come fanno gli spot pubblicitari), facilitando così l'introduzione, nella scuola secondaria superiore, di questioni attuali e impegnative in ambito ecologico, genetico, biotecnologico, bioetico, ecc. (17, 19) e scongiurando l'emergenza di pericolose forme di schizofrenia cognitiva.

Riferimenti bibliografici

1. Neisser U. *Cognition and reality: principles and implications of cognitive psychology*. San Francisco (CA): WH Freeman; 1976.
2. Carey S, Smith C. On understanding the nature of scientific knowledge. *Educational Psychologist* 1993; 28:235-51.
3. Driver R. Students' conceptions and the learning of science. *Int J Sci Education* 1989;11: 481-90.
4. Lave J. The practice of learning. In: Chaiklin S, Lave J. (Eds.). *Understanding practice. Perspective on activity and context*. Cambridge: Cambridge University Press; 1993. p. 3-32.
5. Campbell B, Lubben F. Learning science through contexts: helping pupils make sense of everyday situations. *Int J Sci Education* 2000;22:239-52.
6. Harlen W. Links to everyday life: the roots of scientific literacy. *Primary Science Review* 2002;71:8-10.
7. Grimellini Tomasini N, Segrè G. (Eds.). *Conoscenze scientifiche: le rappresentazioni mentali degli studenti*. Firenze (Italia): La Nuova Italia;1991.
8. Tannock GW. *Probiotics. A critical review*. Norfolk: Horizon scientific press; 1999.
9. Hürsch C, Kattmann U. Micro-organisms and microbial processes in the human body. A contribution to Educational Reconstruction. Paper presented at the 5th ERIDOB Conference, Patras (Greece), September 21-25, 2004.
10. Hilge C, Kattmann U. *The significance of microbes for biology teaching. A study of scientific and students' conception*. Paper presented at the 4th ESERA Conference, Noordwijkerhout, the Netherlands. August 19-23, 2003.
11. Naguy MH. The representation of germs by children. *J General Psychology* 1953;83:227-40.
12. Brumby M, Garrard J, Auman J. Students' perceptions of the concept of health. *European J Sci Education* 1985;7:307-23.
13. Prout A. Science, health and everyday knowledge. *European J Sci Education* 1985;6: 619-44.
14. Vasquez E. Les representations des enfants sur le microbes. *Feuilles d'epistemologie appliquee et de didactique des sciences* 1985;7:31-6.
15. Bazile J. Conceptions des opérateurs de bas niveau de qualification du secteur agroalimentaire en matière de microorganismes. *Didaskalia* 1994:23-37.
16. Gillen AL, Williams RP. Dinner with a microbe. *American Biology Teacher* 1993;55:268-74.
17. Simonneaux L. A study of pupils' conceptions and reasoning in connection with 'microbes', as a contribution to research in biotechnology by education. *Int J Sci Education* 2000;6:619-44.
18. Palmer DH. Exploring the link between students' scientific and non-scientific conceptions. *Sci Ed* 1999;83, 639-53.
19. Harms U. Biotechnology Education in Schools. *Electronic J Biotechnology* 2002. Disponibile all'indirizzo: ejbiotechnology.info/content/vol5/issue3/teaching/01

ALLEGATO



Microrganismi intorno a noi

Indagine rivolta a studenti di scuole medie

Ti preghiamo di leggere attentamente e di rispondere a tutte le domande

1) Descrivi l'oggetto che è sul banco, dedicando una particolare attenzione a caratteristiche "insolite" e spiega cosa vi sta accadendo _____

2) Quando sei in perfetta salute ci sono microrganismi nel tuo corpo?

si no

Se hai risposto "sì":

a) dove sono? _____

b) cosa ci fanno? _____

Se hai risposto "no", indica almeno **due** accorgimenti che adotti per evitare che i microrganismi entrino in contatto o si introducano nel tuo corpo _____

3) Quando sei malato ci sono microrganismi nel tuo corpo?

si no

Se hai risposto "sì":
indica a quale malattia hai pensato

dove sono i microrganismi ?

cosa ci fanno ?

Se hai risposto "no":
indica a quale malattia hai pensato e spiega perché in quel caso i microrganismi non sono presenti

4) Indica almeno due prodotti che mangi o bevi e che non esisterebbero senza un decisivo intervento dei microrganismi

- a) _____
b) _____

In che cosa è consistito l'intervento dei microrganismi nei prodotti che hai indicato?

5) Sei in casa, indica, almeno due posti dove si possono trovare microrganismi

- a) _____
b) _____

come ci sono arrivati?

cosa ci fanno?

6) Sei in giardino, indica, almeno due posti dove si possono trovare microrganismi

- a) _____
b) _____

come ci sono arrivati?

cosa ci fanno?

7) Indica almeno due operazioni finalizzate alla eliminazione dei microrganismi

a) _____

b) _____

8) Ora che hai avuto occasione di valutare quanto già conosci i microrganismi, cosa altro vorresti sapere o approfondire?

quali sono le caratteristiche proprie dei microrganismi

come sono fatti e come si nutrono

come si riproducono e come si diffondono

dove si trovano preferenzialmente e cosa ci fanno

come se ne individua la presenza e come si riconoscono

I BATTERI INTORNO A NOI: AMICI O NEMICI?*

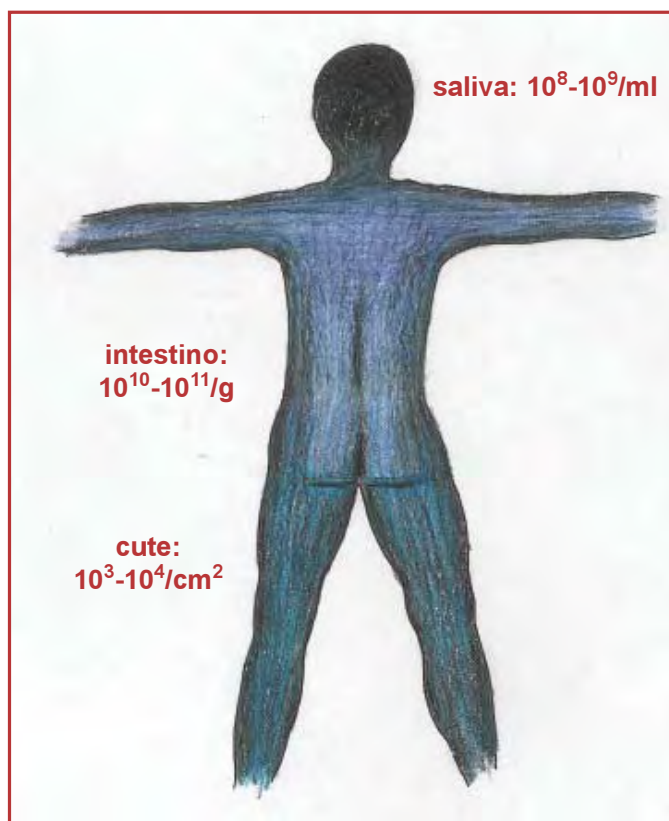
Annalisa Pantosti

*Reparto Malattie Batteriche, Respiratorie e Sistemiche,
Dipartimento di Malattie Infettive, Parassitarie ed Immunomediate,
Istituto Superiore di Sanità, Roma*

I batteri: amici o nemici?

Quando si 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.

È sorprendente pensare che i batteri che sono associati al corpo umano, sono molto più numerosi delle cellule somatiche che lo formano (Figura 1). L'intera superficie esterna e interna del corpo, cioè la cute e le mucose (numerosi metri quadrati di superficie



che comprendono l'intestino, l'albero respiratorio, l'apparato urogenitale) è 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

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

(*) Testo tratto da: Bedetti C, Bertini A (Ed.). *Recenti tematiche in microbiologia: spunti per un'azione didattica*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2005. p. 43-51.

considerata particolarmente “buona”, ricca cioè di lattobacilli e di bifidobatteri. La flora intestinale si modifica e diviene più complessa con lo svezzamento e intorno a 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 per 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 (ad esempio, ciclo dei sali biliari)
- Produzione di sostanze indispensabili all’organismo (ad esempio, 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 e 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, sia 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, ad esempio in seguito a 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; ad 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. È 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.

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

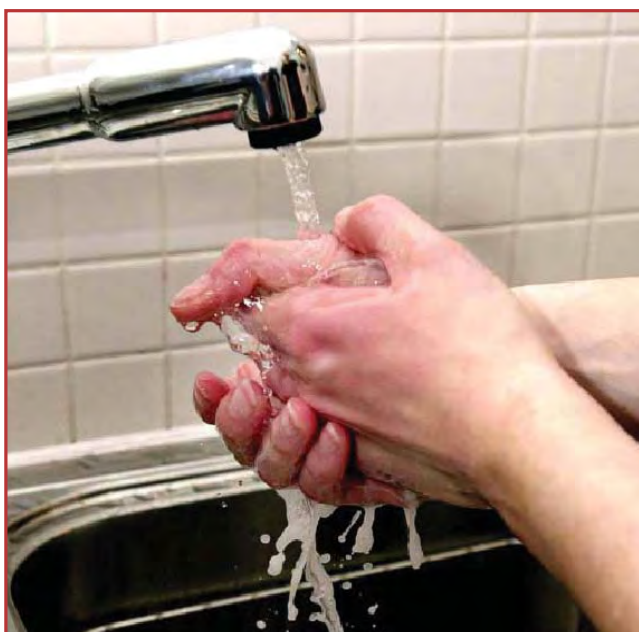


Figura 2 - Lavarsi le mani è una semplice ma importante abitudine. Il lavaggio delle mani deve essere effettuato con cura, utilizzando il sapone e sfregandosi le mani per qualche minuto, non frettolosamente per pochi secondi (riprodotto per gentile concessione da: www.stanford.edu/.../hand%20washing.jpg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

non i virus (organismi più piccoli dei batteri che non sono in grado di replicarsi autonomamente). L'influenza e il raffreddore sono causati da un virus ed 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 a 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).

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.

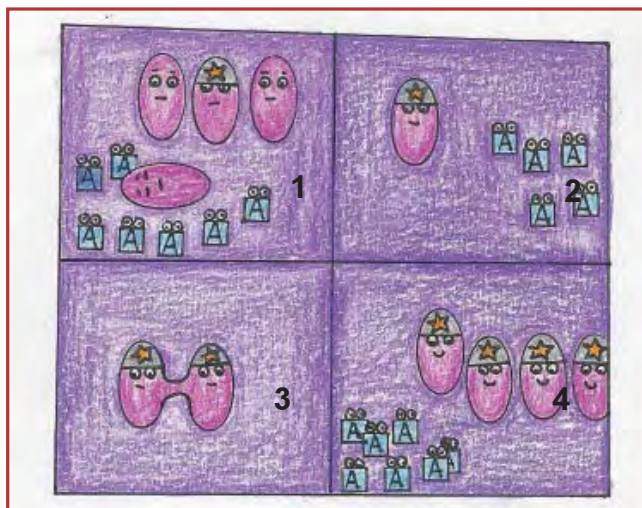


Figura 3 - L'evoluzione in atto: selezione e diffusione di batteri resistenti agli antibiotici. **Pannello 1:** gli antibiotici (pedine A) uccidono i batteri sensibili. **Pannello 2:** rimangono solo i batteri resistenti (★ sull'elmetto). **Pannello 3:** i batteri resistenti (★) si dividono attivamente per moltiplicarsi finché... **Pannello 4:** un esercito di batteri resistenti (★) si oppone all'azione degli antibiotici (A)

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 a uno o più antibiotici. L'acquisizione avviene mediante meccanismi di trasferimento specializzati che coinvolgono elementi genetici mobili quali i plasmidi, e 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 a 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.

È 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) al medico antibiotici: potremmo usarli 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 e utili, con la possibilità di effetti collaterali (ad esempio, diarrea da antibiotici) e di aggressioni da parte di batteri esterni patogeni. Se 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 e acquedotti.

Durante la seconda guerra mondiale sono stati fatti esperimenti con l'antrace, soprattutto da parte dell'Inghilterra e degli Stati Uniti. È 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 secondo la classificazione dei Centers for Disease Control and Prevention (CDC) di Atlanta (USA), 2000

- 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, ecc.)

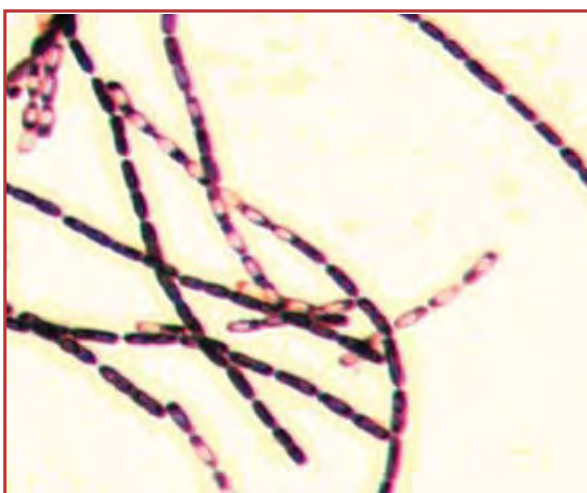


Figura 5 - *Bacillus anthracis*, l'agente dell'antrace o carbonchio, colorato con il Gram. Notare le spore non colorate nel corpo batterico (ingrandimento 1.000 x). Immagine fornita dai CDC di Atlanta nel sito: <http://www.bt.cdc.gov/agent/anthrax/lab-testing/>

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 e ha una tipica disposizione a canna di bambù, con le spore al suo interno che non si colorano (Figura 5). Il bioterrori-

smo 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 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 un'informazione per il pubblico corretta, che non alimenti allarme e panico ingiustificato.

Conclusioni

Molti amici e pochi nemici tra i batteri, dunque. È importante ricordare che i batteri amici ci servono anche per difenderci dai nemici: quindi evitiamo l'uso di disinfettanti quando basta mantenere pulizia e 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 e 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 vuole saperne di più...

Batteri e microbiologia

- <<http://www.microbeworld.org>>
Divertente sito dell'American Society for Microbiology

Antibiotici e resistenza

- Nicolaou KC, Boddy Christopher NC. Dietro le linee nemiche. *Le Scienze* 2001. p. 44-50.
- Amábile-Cuevas C. Nuovi antibiotici, nuova resistenza. *Le Scienze* 2003. p. 49-59.

Antrace e bioterrorismo

- Young John AT, Collier R John. Combattere l'antrace *Le Scienze* 2002. p. 42-8.
- <<http://www.bt.cdc.gov/agent/agentlist.asp>>
Sito dei Centers for Disease Control, agenzia governativa americana, contenente informazioni precise su tutti gli agenti di bioterrorismo

A TAVOLA CON I MICRORGANISMI: AMICI O NEMICI

Laura Toti, Leucio Orefice, Beatrice Pasolini

*Reparto Pericoli Microbiologici Connessi agli Alimenti,
Centro Nazionale per la Qualità degli Alimenti e per i Rischi Alimentari
Istituto Superiore di Sanità, Roma*

Introduzione

La parola “microrganismi”¹ viene spesso associata, soprattutto a livello dei mass-media a qualcosa di negativo e di pericoloso. In realtà questo concetto va equilibratamente rivisto perché dobbiamo tener presente che nel mondo in cui viviamo i microrganismi sono estremamente diffusi a cominciare da quelli presenti nel nostro corpo, negli alimenti che mangiamo e negli ambienti che frequentiamo. Da un punto di vista biologico i microrganismi costituiscono la maggior parte della massa vivente del nostro pianeta, anche se, considerati singolarmente, sono talmente minuscoli da non essere visibili. Questo sottolinea l'importanza che essi rivestono nel condizionare tutte le funzioni vitali che si svolgono in qualunque ambiente terrestre. Inoltre, essi hanno due caratteristiche altrettanto importanti che sono la rapidità e la facilità di riproduzione, tale da renderli adattabili a qualsiasi ambiente e a ogni eventuale suo cambiamento. Dobbiamo infatti tener presente che probabilmente tutti gli organismi presenti sulla terra derivano da forme più semplici che inizialmente erano simili ai microrganismi attuali, le quali man mano si sono evolute colonizzando gli ambienti più diversi. I microrganismi, avendo mantenuto questa plasticità rispetto alle altre specie, sono rimasti quasi immutati dall'origine della vita sulla terra fino ai nostri giorni.

Molti dei cibi che consumiamo sono il risultato di una trasformazione microbica utile che interviene durante le varie fasi di produzione, talvolta fino al momento del consumo. Gli stessi cibi vanno anche incontro a un deterioramento microbico, per cui non possono più essere destinati all'alimentazione umana. Nel corso delle varie epoche storiche l'uomo ha imparato a conoscere e sfruttare i processi trasformativi messi in opera dai microrganismi rendendoli utili o persino indispensabili alla produzione di alimenti fondamentali quali il pane, il vino e i formaggi. La preparazione del pane, dei prodotti da forno e del vino avviene infatti attraverso un processo di fermentazione² operato principalmente da lieviti³ che utilizzano le sostanze zuccherine presenti nella farine o nel mosto d'uva, con produzione di anidride carbonica e alcool.

Tra i microrganismi cosiddetti “buoni” dobbiamo ricordare anche i batteri lattici che sono alla base della trasformazione del latte in yogurt o in formaggi. Questi ultimi, in particolare, vengono preparati attraverso processi di acidificazione e coagulazione che portano alla formazione della cagliata. A seconda dei microrganismi presenti nel latte di origine o a esso aggiunti si arriva alla produzione di formaggi diversi. I batteri

¹Microrganismi o microbi: le forme viventi più piccole comprendenti batteri, virus, lieviti, ifomiceti [NdC].

²Processo di fermentazione: processo biochimico di trasformazione delle sostanze organiche, in particolare dei carboidrati, dovuto principalmente ai microrganismi che traggono da esso l'energia necessaria per la loro attività biologica [NdC].

³Lieviti: miceti unicellulari di struttura più complessa rispetto ai batteri [NdC].

più frequentemente utilizzati sono gli streptococchi lattici, i lactobacilli⁴ e anche lieviti e muffe. Altri alimenti che necessitano dell'attività dei microrganismi nella loro preparazione sono la birra, il sidro, l'aceto, il burro, i crauti e molti prodotti di salumeria.

Alcuni cibi vantano caratteristiche probiotiche⁵ legate alla presenza di microrganismi particolari (spesso lactobacillacee), resistenti ai succhi gastrici e in grado di colonizzare l'intestino, di sintetizzare vitamine⁶, produrre sostanze antagoniste verso agenti patogeni⁷, inattivare sostanze tossiche o potenzialmente oncogene⁸, potenziare l'immunità locale. Tra essi alcuni tipi di lattici fermentati, come lo yogurt.

La trasformazione che i microbi operano sugli alimenti può però avere anche conseguenze negative per il nostro organismo: possono cioè essere ingeriti microrganismi o loro metaboliti⁹ che causano malattia. Nonostante tutti i progressi che si sono fatti e si fanno per combattere le malattie infettive (antibiotici, chemioterapici, ecc.), microrganismi emergenti sono capaci di causare nuove malattie. Questo è il caso dei pericoli microbiologici emersi negli ultimi anni: basti pensare all'AIDS, alla encefalopatia spongiforme bovina, alla SARS, alla recrudescenza della tubercolosi e negli ultimi tempi alla possibile insorgenza di una pandemia di influenza aviaria. Tutto ciò stimola la ricerca di nuove terapie, ma intanto i microrganismi continuano ad adattarsi, a trasformarsi e a porre nuovi problemi sanitari.

Microrganismi negli alimenti

Negli alimenti che consumiamo sono normalmente presenti quantità più o meno elevate di microrganismi. Gli alimenti sterili, o quasi, costituiscono poche eccezioni; fra essi ci sono quelli trattati ad alte temperature, in modo che rimangano stabili per un lungo periodo di tempo. Ciò non esclude che i microrganismi sopravvissuti, posti in condizioni favorevoli, possano di nuovo riprodursi.

Analogamente alle altre dinamiche ambientali in seguito alle quali si creano sviluppi biologici particolari e nicchie di sopravvivenza¹⁰, troviamo anche negli alimenti microrganismi che si specializzano e che colonizzano preferenzialmente alcuni tipi piuttosto che altri. Ogni tipologia di alimento ha infatti una sua flora microbica¹¹ tipica, oltre alle caratteristiche nutrizionali e di composizione chimica. I microrganismi che si trovano nei vari tipi di alimenti costituiscono, da un punto di vista biologico, una comunità in evoluzione; essi infatti si riproducono modificando il substrato¹²

⁴Streptococchi lattici e lactobacilli: categorie di batteri Gram+ che come prodotto della fermentazione dal glucosio danno acido lattico [NdC].

⁵Caratteristiche probiotiche: si dice di prodotti alimentari o farmaceutici contenenti microrganismi vitali che esercitano effetti benefici sulla microflora intestinale e sulla salute in genere quando consumati in adeguate quantità [NdC].

⁶Vitamine: sostanze con funzioni di biocatalizzatori, indispensabili in quantità minima perché il metabolismo di un organismo si svolga in modo regolare [NdC].

⁷Agenti patogeni: agenti che provocano malattie [NdC].

⁸Sostanze oncogene: sostanze che attivano geni in grado di determinare lo sviluppo tumorale [NdC].

⁹Metaboliti: sostanze prodotte da un'insieme di reazioni chimiche, in genere accompagnate da scambi energetici che portano, nella cellula o nell'organismo, alla demolizione o alla costruzione di molecole organiche [NdC].

¹⁰Nicchie di sopravvivenza: insieme delle caratteristiche e delle attività adottate da una specie per utilizzare le risorse presenti in un determinato ambiente [NdC].

¹¹Flora microbica di un alimento: l'insieme di batteri, miceti e altri microrganismi che si trovano abitualmente nell'alimento [NdC].

¹²Substrato: qualsiasi sostanza semplice o complessa sulla quale un organismo può attecchire e proliferare, oppure la sostanza sulla quale agisce un'enzima [NdC].

su cui crescono e rendendo l'ambiente inospitale per un loro ulteriore sviluppo, ma creando una situazione più favorevole per microrganismi di altre specie. Questo processo porta a lungo andare al deterioramento dell'alimento che, anche nei casi in cui non diventa pericoloso, non è più comunque edibile a causa dei cattivi odori e dei sapori alterati, provocati proprio dal metabolismo microbico.

Tutto ciò assume una rilevanza diversa se nell'alimento in questione sono presenti anche microrganismi patogeni che, in determinate condizioni, possono riprodursi e indurre malattie.

È necessario a questo punto fare una premessa: da un punto di vista pratico nella microbiologia alimentare la flora microbica viene divisa in tre grandi gruppi a seconda del significato igienico-sanitario che riveste.

Il primo gruppo è costituito dalla cosiddetta flora microbica saprofitaria¹³ che è quella propria dell'alimento e che è costituita da microrganismi che non creano pericoli per la salute del consumatore ma che si riproducono nell'alimento e a lungo andare ne possono causare il deterioramento. Per arginare questo ultimo, sin dai tempi più antichi l'uomo ha adottato vari tipi di trattamenti come la cottura, la salagione, l'essiccamento o, più recentemente, l'irraggiamento, per aumentare quella che si chiama la *shelf-life*¹⁴ del prodotto, in modo tale che questo possa essere conservato il più a lungo possibile e quindi possa essere consumato anche non nell'immediato. Ciò permette naturalmente di avere delle scorte di cibo e di non doversele procurare giornalmente.

Il secondo gruppo è quello dei patogeni, e ci interessa da un punto di vista della sicurezza degli alimenti. Nel momento in cui sono presenti dei patogeni o potenzialmente tali, l'alimento può diventare pericoloso per la salute del consumatore. Ci sono una serie di misure che devono essere prese per prevenire la contaminazione e poi la riproduzione di questi germi; in realtà, anche se è quasi impossibile evitare la contaminazione dei patogeni, dato che sono molto diffusi nell'ambiente e che esistono portatori sani, è comunque necessario contenerli entro livelli accettabili per la salute pubblica. Per fare questo ci sono delle misure che devono essere prese a livello di produzione, che hanno come obiettivo la sicurezza alimentare e che sono prescritte da normative adottate in tutta Europa. Ugualmente importanti sono le misure che devono essere prese dai consumatori a livello domestico, dove gli alimenti vengono preparati e consumati.

Il terzo gruppo di microrganismi è costituito dagli indicatori: si tratta di microrganismi ubiquitari e molto abbondanti in natura che si trovano soprattutto in ambienti contaminati da deiezioni derivanti dagli animali o dall'uomo. La presenza di questi microrganismi rappresenta quindi un campanello d'allarme perché il loro rilevamento segnala il rischio della possibile presenza dei patogeni e quindi l'eventualità di contrarre malattia in seguito al consumo di quel alimento.

Fattori di crescita

Il livello e la qualità dei microrganismi negli alimenti vanno dunque sorvegliati per limitare sia la flora saprofitaria deteriorante del prodotto che quella patogena, la quale può essere causa di malattia. Ma per prendere delle misure preventive

¹³Saprofitaria: vive in un ambiente ricco di sostanze organiche di scarto [NdC].

¹⁴*Shelf-life*: il periodo di tempo che corrisponde, in definite circostanze, a una tollerabile diminuzione della qualità di un prodotto [NdC].

che evitino la proliferazione microbica indesiderata, sia saprofitaria che patogena, dobbiamo in qualche modo conoscere quello che può accadere all'interno di un alimento, variando alcuni fattori che influenzano la crescita microbica.

Tali fattori si possono dividere in tre gruppi principali:

- i fattori intrinseci, cioè quelli che dipendono dalle caratteristiche chimico-fisiche e dalla composizione dell'alimento;
- le tecnologie di trasformazione e di preparazione a cui l'alimento viene sottoposto, che possono modificare profondamente la flora microbica presente;
- i fattori estrinseci che sono legati all'ambiente in cui l'alimento si trova.

Tra i fattori intrinseci uno dei più importanti è la *water activity* (a_w), che rappresenta la quantità di acqua libera, ovvero disponibile, che si trova in un alimento.

Per convenzione i valori dell' a_w vanno da 0 a 1. Il valore 1 è praticamente il valore dell' a_w dei liquidi biologici; mentre più i valori si avvicinano allo 0, più il contenuto di acqua disponibile diminuisce. È uno dei fattori più importanti che condiziona la crescita microbica perché la gran parte dei microrganismi, come le altre forme viventi, ha bisogno di acqua per sopravvivere e per riprodursi. Quindi più il contenuto di acqua disponibile nell'alimento è elevato, più i microrganismi riescono a riprodursi facilmente e rapidamente. Ciascun microrganismo presenta una propria soglia di a_w , al di sotto della quale l'acqua disponibile presente nell'alimento risulta insufficiente e, non potendo essere utilizzata l'acqua "legata" (ad esempio, quella di idratazione dei vari composti chimici), lo sviluppo si arresta.

Più un alimento contiene acqua libera, maggiormente risulta deperibile, perché attaccabile da microrganismi, e anche più soggetto a reazioni enzimatiche¹⁵.

Così si distinguono: alimenti altamente deperibili ($1,00 < a_w < 0,95$), alimenti deperibili ($0,95 < a_w < 0,90$), alimenti scarsamente deperibili ($0,60 < a_w < 0,90$) e alimenti stabili ($a_w < 0,60$) (Tabella 1).

Come si può dedurre dalla Tabella, la gran parte dei microrganismi si riproduce a valori molto alti di a_w (da 0,90 a 1), dove troviamo i batteri gram negativi, che sono quelli che si riproducono più rapidamente e la maggior parte dei cocchi e bacilli (un po' meno esigenti). Sotto il valore di 0,90 riescono a riprodursi pochi batteri resistenti (tra di essi gli alofili, resistenti a notevoli concentrazioni di sale) e, ancora, i lieviti e le muffe.

Nella stessa Tabella sono riportati alcuni tipi di alimenti che presentano valori diversi di a_w . I prodotti carnei freschi hanno un' a_w molto elevata e quindi costituiscono, dal punto di vista dell'acqua disponibile un substrato ideale per la crescita batterica. I cereali e i derivati invece hanno un valore molto più basso e in genere non pongono grandi problemi sotto l'aspetto microbiologico perché fanno parte degli alimenti stabili. Comunque la gran parte degli alimenti ha valori di a_w che vanno da 0,99 a 0,60 mentre la maggior parte dei microrganismi patogeni, quali alcuni vibrioni¹⁶, il *Clostridium botulinum*¹⁷ e la Salmonella¹⁸, necessitano di valori minimi intorno a 0,93. Sotto lo 0,92 si collocano la gran parte dei lieviti e muffe, lo stafilococco e altri cocchi che sono discretamente resistenti ai bassi contenuti di acqua.

¹⁵Reazioni enzimatiche: reazioni chimiche rese possibili o più veloci da un tipo di proteine che interviene senza essere modificato [NdC].

¹⁶Vibrioni o Vibrionacee: batteri dalla forma ricurva (a virgola). Alcune specie sono patogene per l'uomo, per esempio *Vibrio cholerae* [NdC].

¹⁷*Clostridium botulinum*: batterio che produce neurotossine che causano il botulismo, una grave intossicazione legata di solito all'ingestione di cibi conservati in assenza di ossigeno [NdC].

¹⁸Salmonella: gruppo di batteri parassiti degli animali e dell'uomo che causano le Salmonellosi. Queste sono distinte in maggiori, per esempio la febbre tifoide e minori (forme gastroenteriche) [NdC].

Tabella 1 - Water activity (a_w), microrganismi inibiti e alimenti

a_w	Microrganismi inibiti	Alimenti
0,98-0,99	Nessun microrganismo	Alimenti "altamente deperibili", carni fresche, pesce fresco, uova, latte, ecc.
0,95	Bastoncelli ^a , gram-negativi ^b , spore ^c , alcuni lieviti	Alimenti con 40% (p/p) di zucchero o con il 7% di NaCl, salumi cotti, molliche del pane, ecc.
0,91	La maggioranza dei cocchi ^d , lattobacilli, forme vegetative delle bacillacee, alcune muffe ^e	Alimenti con 55% (p/p) di zucchero o con il 12% di NaCl, prosciutto crudo, formaggi a media stagionatura, ecc.
0,87	La maggior parte dei lieviti	Alimenti con 65% (p/p) di zucchero o con il 15% di NaCl, salami, formaggi a lunga stagionatura, ecc.
0,80	La maggior parte delle muffe, <i>Staphylococcus aureus</i>	Farina, riso, legumi (con 15-17% di acqua), dolci alla frutta, latte condensato, ecc.
0,75	La maggior parte dei batteri alofili (colonizzatori di ambienti ricchi di sali)	Alimenti con il 26% di NaCl, salame ungherese "vecchio", marmellate, frutta candita, marzapane
0,65	Muffe xerofile (prediligono i luoghi aridi)	Fiocchi d'avena con il 10% di acqua, frutta secca
0,60	Lieviti osmofili (in condizioni di elevata pressione osmotica)	Frutta secca con il 15-20% di acqua, caramelle con l'8% di acqua, ecc.
0,20-0,60	Tutti i microrganismi	Pasta con il 12% di acqua, spezie con il 10% di acqua, uova in polvere (5% d'acqua), biscotti e grissini con il 3-5% d'acqua, latte in polvere, vegetali essiccati (5% d'acqua), cornflakes, ecc.

(a) Bastoncelli: la forma a bastoncino è tipica dei bacilli; si presentano isolati o accoppiati (diplobacilli) o in catene (streptobacilli) [NdC].

(b) Colorazione di Gram: è la colorazione fondamentale in batteriologia. Consente di distinguere i batteri in due categorie: in Gram positivi di colore viola scuro e Gram negativi di colore fucsia. Il nome Gram deriva dal batteriologo danese Hans Christian Gram che sviluppò questo metodo di colorazione nel 1884 [NdC].

(c) Spora: particolare forma di resistenza che possono assumere determinati batteri, definiti pertanto sporigeni, per sopravvivere in ambienti particolarmente ostili [NdC].

(d) Cocchi: batteri con forma sferica; se si dispongono a coppia si chiamano diplococchi, a catena si chiamano streptococchi, a grappolo si chiamano stafilococchi [NdC].

(e) Muffe: funghi con struttura filamentosa ideale per la crescita sulle superfici e attraverso substrati solidi [NdC].

Un altro fattore intrinseco importante è il pH¹⁹: la maggior parte dei microrganismi si riproduce bene a pH intorno alla neutralità, mentre a pH acido o alcalino si riproducono solo pochi microrganismi piuttosto specializzati, tanto è vero che l'acidificazione è stata ed è un metodo di conservazione degli alimenti; si consideri, ad esempio, l'utilizzo dell'aceto nella preparazione delle conserve. Sin dai tempi antichi si sapeva

¹⁹pH: scala di misura dell'acidità o basicità di una soluzione acquosa [NdC].

che gli alimenti posti in aceto si conservavano più a lungo ed erano più sicuri di altri; in particolare, uno dei microrganismi che non si riproduce a basso pH è il *Clostridium botulinum*, sicuramente uno dei germi patogeni più pericolosi che può ritrovarsi nelle conserve. Indubbiamente trattare con aceto i vegetali che poi vengono messi sottolio è sicuramente un mezzo per evitare la proliferazione delle spore che possono essere presenti nell'alimento. Di solito, i patogeni crescono a pH superiore a 4,5 (Tabella 2).

Tabella 2 - Valori approssimativi di pH di alcuni alimenti

Prodotto	Valori approssimativi di pH	Prodotto	Valori approssimativi di pH
Aceto	2,40-3,40	Marmellata di frutta	3,50-4,50
Albicocche	3,30-4,80	Melanzane	5,50-6,50
Asparagi	6,00-6,70	Mele	3,75
Banane	4,50-5,20	Succo di mele	3,35-4,00
Capperi	6,00	Miele	3,70-4,20
Carciofi	5,50-6,00	Olive in salamoia	3,70-4,60
Carote	5,88-6,40	Olive nere	6,00-7,00
Cicoria	5,90-6,05	Olive verdi fermentate	3,60-4,60
Cipolla	5,20-6,31	Pane bianco	5,00-6,20
Cozze	6,00-6,85	Patate	5,40-5,90
Crauti	3,30-3,60	Pepe	4,65-5,45
Fagioli	5,60-6,60	Pesto	4,90
Finocchio	5,48-5,88	Pompelmo	3,00-3,75
Formaggio Camembert	7,44	Sardine	5,70-6,60
Formaggio Gruyere	5,68-6,62	Senape	3,55-6,00
Formaggio Parmigiano	5,20-5,30	Siero di latte	4,41-4,83
Formaggio tipo Philadelphia	4,10-4,79	Spinaci	5,97-6,40
Fragole	3,00-3,90	Tartufo	5,30-6,50
Gamberetti	6,50-7,00	Tè	7,20
Gorgonzola	6,50-6,80	Tonno conservato	5,90-6,20
Lamponi	3,22-3,95	Uova (albume)	6,10
Latte	6,40-6,80	Uova (tuorlo)	7,96
Lenticchie	6,30-6,83	Uva	2,80-3,84
Succo di limone	2,00-2,60	Zucchine	5,69-6,10

Fonte: US FDA/CFSAN *Approximate pH of foods and food products*. Disponibile all'indirizzo: <http://vm.cfsan.fda.gov/~comm/lacf-phs.html>

Il potenziale *redox*, che è legato alla presenza di ossigeno nel mezzo, rappresenta un altro fattore intrinseco importante: in base alla presenza di ossigeno, infatti, i microrganismi si dividono in tre grandi gruppi: gli aerobi, che si riproducono solo in presenza di ossigeno e ai quali appartengono la gran parte dei patogeni; gli anaerobi che sono soprattutto clostridi e bacilli di cui fa parte il *Clostridium botulinum* e altri microrganismi che formano spore, e poi gli aerobi-anaerobi facoltativi, come ad esempio le *Enterobacteriacee*²⁰ e molte *Vibrionacee*, che sono in grado di riprodursi sia in pre-

²⁰*Enterobacteriacee*: famiglia di batteri così chiamata perché il loro habitat più frequente è rappresentato dall'apparato intestinale dell'uomo e degli animali. La famiglia comprende varie specie patogene per l'uomo (ad esempio, le Salmonelle) [NdC].

senza del normale ossigeno atmosferico, sia con scarsissime quantità di questo gas. Un altro fattore non meno importante è costituito dalla qualità e quantità di nutrienti che i microrganismi hanno a disposizione. Nella Tabella relativa alla suddivisione degli alimenti a seconda dell' a_w , si può vedere che sia gli alimenti carnei sia gli alimenti vegetali hanno un' a_w molto elevata. In effetti l'alimento a base di carne costituisce un substrato di crescita più ricco e quindi favorisce la proliferazione di microrganismi, soprattutto di quelli patogeni, che hanno bisogno di un substrato proteico. Viceversa sui vegetali si riproducono microrganismi che attaccano i carboidrati e la cellulosa che, di solito, da un punto di vista della sicurezza alimentare hanno meno rilievo, mentre sono importanti per il deterioramento dei prodotti. Un altro fattore da tener presente è quello costituito dagli antimicrobici naturali: ci sono infatti alcuni alimenti che contengono delle sostanze ad attività batteriostatica che in qualche modo ostacolano la riproduzione batterica. Un esempio di queste è il Lisozima²¹ contenuto nel bianco dell'uovo.

Tenendo conto che ciò che è esposto all'ambiente esterno è generalmente più contaminato dell'interno, un ultimo fattore intrinseco da considerare, anch'esso di notevole importanza, è la "suddivisione". Sicuramente un alimento che offre un maggior numero di superfici esposte permetterà una proliferazione microbica più veloce. Un esempio può essere dato dal confronto della rapidità del deterioramento che avviene in un pezzo di carne compatto e nella medesima quantità della stessa carne macinata. Si noti anche che le parti interne, "parenchimali", degli organismi vegetali e animali sono praticamente sterili al momento della morte e si contaminano lentamente, in seguito alla migrazione dei microrganismi dalle superfici verso l'interno, per mezzo degli enzimi²² che lisano le membrane cellulari. Se la carne viene poi macinata, per i microrganismi la diffusione diventa estremamente più facile, permettendo loro di raggiungere livelli molto più elevati nella stessa unità di tempo. Qualcosa di simile si verifica nel caso di un alimento liquido rispetto a un alimento solido di analoga composizione. Nell'alimento liquido l'intero substrato è molto più facilmente disponibile per i microrganismi rispetto allo stesso reso solido. Questa caratteristica è sfruttata anche in laboratorio tanto è vero che le colture batteriche si fanno crescere nei brodi nutritivi che permettono una riproduzione batterica molto più veloce.

Tra le tecnologie applicate agli alimenti il trattamento termico è sicuramente quello che è da sempre il più utilizzato per assicurare la morte dei microrganismi e quindi una maggiore sicurezza d'uso dell'alimento stesso. La gran parte dei microrganismi viene inattivata a una temperatura di circa 60 °C per mezz'ora (la classica temperatura di pastorizzazione) o a temperature più alte per tempi più brevi; solo i germi capaci di produrre spore necessitano di temperature ancora più elevate. È importante tener presente che la bonifica termica deve essere ben condotta (con un effettivo controllo dei tempi e delle temperature applicate) per avere il suo effetto. Nel momento in cui si tratta un alimento al calore, ad esempio nelle conserve, bisogna tener presente che ci sono microrganismi resistenti, soprattutto gli sporigeni, per cui le temperature devono raggiungere dei valori elevati, dai 90 °C ai 120 °C per tempi anche lunghi. Una delle forme più elevate di resistenza termica conosciuta è quella del *Clostridium thermosfactum*: per assicurare la sua bonifica è necessario un trattamento a 120 °C per 45 minuti. Quando si applica un trattamento termico a un alimento bisogna tener conto anche della sua struttura e soprattutto assicurarsi che la temperatura idonea arrivi fino al cuore del prodotto.

²¹Lisozima: enzima idrolitico che scinde i legami della parete cellulare batterica [NdC].

²²Enzima: proteina che catalizza accelerandola una reazione enzimatica, senza subire modifiche [NdC].

I fattori estrinseci sono importanti perché sono quelli che ci interessano quotidianamente nella gestione, preparazione e soprattutto conservazione degli alimenti. Particolare rilievo riveste anche in questo caso la temperatura: se l'alimento è caldo, cioè è stato sottoposto a cottura, deve essere consumato subito oppure mantenuto a temperatura elevata (al di sopra dei 60 °C) fino al momento (non troppo dilazionato) del consumo, per assicurarsi che non ci sia la possibilità per i microrganismi eventualmente vitali di riprodursi (Figura 1).



Figura 1 - Temperature importanti per la sicurezza degli alimenti

Se lasciamo un alimento cotto a temperatura ambiente i microrganismi pervenuti dall'ambiente dopo la cottura, o quelli sopravvissuti, hanno la possibilità di moltiplicarsi e quindi di causare un deterioramento, o addirittura infezioni, se l'alimento ha avuto la possibilità di ricontaminarsi tramite stoviglie, superfici o mani sporche. In un alimento ricontaminato dopo cottura i microrganismi si riproducono più velocemente perché non c'è antagonismo da parte di altra flora microbica e da un certo punto di vista diventano più pericolosi dell'alimento non trattato.

Le basse temperature di conservazione rappresentano un freno alla crescita microbica: lo sviluppo della gran parte dei microrganismi viene rallentato al di sotto dei 4 °C. È buona norma igienica quindi porre tutti gli alimenti deperibili in frigorifero subito dopo l'acquisto. Anche gli alimenti cotti devono essere fatti raffreddare rapidamente e poi posti in frigorifero. La refrigerazione rappresenta uno dei cardini fondamentali per la conservazione degli alimenti: la maggior parte delle tossinfezioni alimentari si verificano per una cattiva conservazione degli alimenti a livello casalingo.

Un altro fattore estrinseco importante è costituito dall'ambiente gassoso: soprattutto la presenza di ossigeno favorisce nella maggior parte dei casi la riproduzione. Per questo motivo molti alimenti vengono confezionati in atmosfera modificata o sot-

tovuoto: ciò aumenta la *shelf-life* del prodotto, anche se da solo questo trattamento può indurre un ulteriore rischio da anaerobi. Tra i fattori che influenzano la crescita microbica non bisogna dimenticare il *sinergismo* e l'*antagonismo* che si vengono a creare tra le diverse specie batteriche. In ogni alimento sono presenti comunità batteriche che sono caratteristiche e determinate da tutti i fattori estrinseci ed intrinseci dei quali si è finora parlato. Questa flora subisce un'evoluzione che è in parte determinata dalla sua stessa crescita. Inizialmente è presente una certa comunità che sviluppandosi produce dei metaboliti che modificano il substrato, ad esempio ne abbassano il pH, ciò a sua volta favorisce lo sviluppo di altre specie microbiche (ad esempio, dei lactobacilli che si riproducono bene a pH acido). C'è quindi un susseguirsi di microrganismi prevalenti di diverso tipo, per terminare, spesso, con i germi proteolitici, che sono tra i maggiori responsabili del deterioramento e dei cattivi odori negli alimenti umidi e con consistente componente proteica. Sono germi che man mano sono andati prevalendo sugli altri, nel corso delle ultime fasi della vita dell'alimento (Figura 2 e Figura 3).

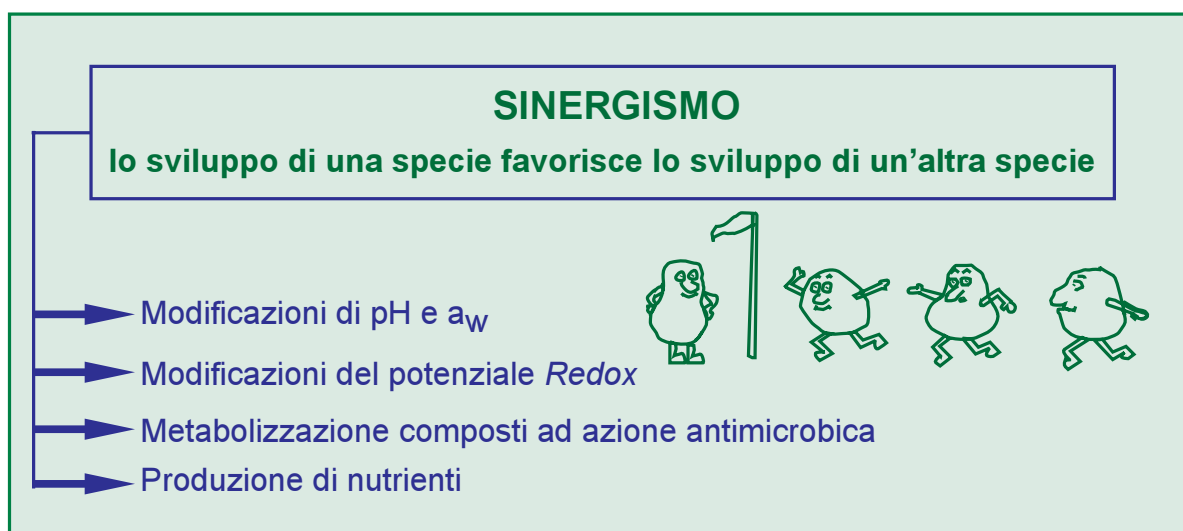


Figura 2 - I fattori che influenzano la crescita microbica: il sinergismo



Figura 3 - I fattori che influenzano la crescita microbica: l'antagonismo

Norme nazionali e comunitarie

La sicurezza d'uso degli alimenti e cioè la certezza che il consumatore non subisca danni dal loro consumo, mantenendosi una flora microbica accettabile, è oggetto di specifiche normative sia nazionali che comunitarie. Tali norme prevedono che chi produce l'alimento sia anche responsabile della sua buona qualità igienica, il cui mantenimento è affidato a varie misure di controllo, tra cui il sistema HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*). Secondo tale sistema, l'alimento viene monitorato nel corso della produzione, fin dall'ingresso delle materie prime nello stabilimento, in prestabiliti punti critici che permettono di tenere sotto controllo il processo, cioè di assicurarne il buon andamento. Se, ad esempio, il prodotto deve essere sottoposto a un trattamento termico, la temperatura e i tempi di trattamento devono essere verificati puntualmente, in modo tale che al cuore del prodotto si raggiunga effettivamente la temperatura sufficiente ad assicurarne la bonifica. Dopo il trattamento devono naturalmente essere adottate tutta una serie di misure tali che l'alimento conservi la sicurezza acquisita. Le procedure per l'applicazione dell'HACCP sono obbligatorie per l'industria ma anche per i piccoli esercizi che vendono, preparano e somministrano i cibi, quali ristoranti, supermercati, bar, ecc. in modo che l'alimento arrivi al consumatore con i requisiti igienico-sanitari previsti dalla legge.

Igiene in cucina

Tutto questo iter può però essere vanificato se, nel momento in cui l'alimento arriva nelle case dei consumatori, non viene conservato e preparato con le dovute norme igieniche.

In molti casi ciò non avviene: dati recenti dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) mostrano che fino al 30% delle tossinfezioni alimentari deriva da una cattiva gestione degli alimenti in ambito domestico. Per prevenire tale cattiva gestione, l'OMS ha dato delle regole che sembrano fin troppo semplici ma che sono in effetti basilari per quanto riguarda il trattamento degli alimenti a livello casalingo e quindi per mantenere l'igiene in cucina.

Tra queste, particolare rilevanza assume la cottura che deve essere tale da assicurare la bonifica dell'alimento. Questo perché i microrganismi che sopravvivono possono rimanere in numero sufficiente da costituire un rischio per il consumatore, sia immediato che subordinato in alcuni casi al successivo possibile sviluppo. Ciò è valido in particolare per alcuni prodotti della pesca, ad esempio i molluschi, che spesso vengono addirittura consumati crudi o vengono messi in padella solo fino al momento di apertura delle valve. In tal caso, non si ha la sicurezza dell'inattivazione di tutti i microrganismi: alcuni batteri, tipo *Escherichia Coli*²³ e Salmonella, vengono facilmente inattivati ma molto difficilmente vengono eliminati i virus quali, ad esempio, quello dell'epatite A che costituisce forse uno dei maggiori problemi sanitari connessi al consumo dei molluschi. In Italia, infatti, continuano a verificarsi casi di epatite A in alcune regioni quali la Puglia e la Campania, dove c'è l'abitudine di mangiare i molluschi crudi o poco cotti.

²³*Escherichia coli*: batterio Gram negativo intestinale generalmente innocuo, indice di contaminazione fecale, che in alcune forme particolari può causare infezioni intestinali e urinarie anche gravi [NdC].

È anche importante tener presente che una volta che l'alimento è stato cotto va consumato il più rapidamente possibile, oppure va lasciato ad almeno 60 °C sino a prima del consumo, come nelle mense. Ci sono delle industrie di ristorazione collettiva che preparano i pasti e li portano nelle scuole, negli ospedali, dove non hanno la possibilità di produrli *in loco*. Questi pasti detti a "legame caldo" devono essere trasportati a una temperatura che sia comunque superiore ai 60 °C, in contenitori coibentati. Se l'alimento non viene consumato dopo la cottura, ma viene conservato in frigo (per pochi giorni), deve essere riscaldato prima del riutilizzo e portato nuovamente alla temperatura di cottura.

Lo scongelamento è un altro punto importante dell'igiene in cucina. L'alimento che è stato congelato in freezer ha una maggiore delicatezza rispetto all'alimento non conservato perché la struttura cellulare viene parzialmente danneggiata con fuoriuscita di liquido endocellulare. Quindi i microrganismi che sono presenti (molti sopravvivono durante il congelamento, restando quiescenti) nel momento in cui l'alimento viene scongelato possono ricominciare a riprodursi, disponendo degli abbondanti nutrienti liberati dalla lisi cellulare. Se l'alimento scongelato rimane a temperatura ambiente anche per un periodo non troppo lungo, può essere sede di una rapida proliferazione microbica.

Naturalmente norma consolidata e fondamentale è quella di lavare accuratamente le verdure, usando eventualmente blandi batteriostatici, come il bicarbonato e l'aceto, in modo che il lavaggio allontani soprattutto meccanicamente, ma non solo, una buona parte dei microrganismi che sono presenti sulle superfici.

Un'abitudine molto importante che evita le contaminazioni crociate è quella di lavare le mani, gli utensili o le superfici su cui sono stati preparati e manipolati dei prodotti crudi, soprattutto le carni.

Le mani o gli utensili sporchi possono contaminare pericolosamente altri prodotti che non subiscono altri trattamenti, ma vanno consumati tal quali (ad esempio, l'insalata). Ci sono degli alimenti, come ad esempio le carni di pollo, che possono frequentemente veicolare germi patogeni, soprattutto *Salmonella* e *Campylobacter*²⁴. È vero che l'industria dovrebbe garantirne la sicurezza, però risulta attualmente quasi impossibile ottenere dei prodotti avicoli assolutamente esenti da tali germi. Tali carni vengono di solito consumate cotte, e quindi il problema non è nella loro pericolosità diretta, ma nella possibilità del trasferimento dei suddetti germi, prima della cottura, ad altri alimenti che vengono consumati tal quali. Per questa ragione occorre evitare il contatto, anche in frigorifero, tra alimenti crudi e cotti.

Un'ultima regola di igiene generale consiste nel proteggere gli alimenti da insetti, roditori e altri animali. Sembrano delle considerazioni abbastanza banali però i dati riportati in letteratura a livello nazionale e internazionale dimostrano che non rispettare queste semplici regole può portare a seri problemi igienico-sanitari in ambito familiare.

Dato che l'insorgenza delle malattie di origine alimentare è spesso dovuta a una cattiva igiene a livello domestico, l'OMS ha elaborato un compendio di norme in cinque punti che riporta le principali regole che devono essere seguite nella preparazione degli alimenti al fine di evitare questi spiacevoli incidenti (Figura 4).

²⁴*Campylobacter*: genere di batteri Gram negativi causa di tossinfezioni alimentari [NdC].

Le 5 chiavi per i cibi piu' sicuri



Mantieni la pulizia di mani e superfici

- ✓ Lava le mani con acqua e sapone prima e durante la preparazione degli alimenti
- ✓ Lava le mani dopo l'utilizzo della toilette
- ✓ Lava/sanitizza tutte le superfici e gli utensili impiegati per la preparazione di alimenti
- ✓ Proteggi le aree destinate a cucina e gli alimenti da insetti e altri animali

Perche'?

Microorganismi pericolosi si trovano spesso nell'intestino di animali e persone e perciò anche nell'acqua e nel suolo in aree igienicamente carenti o comunque soggette ad irrigazione con liquami. Questi microorganismi possono essere trasferiti agli alimenti anche mediante stivali, tagliere ed utensili e possono causare, talvolta in basso numero, malattie trasmesse da alimenti.

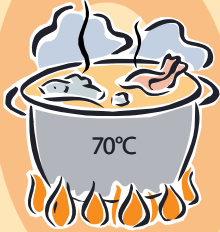


Separa alimenti crudi e cotti

- ✓ Separa carne, pollame e prodotti della pesca crudi dagli alimenti pronti per il consumo
- ✓ Adopera utensili diversi per preparare i vari cibi crudi
- ✓ Conserva gli alimenti in contenitori che evitano il contatto tra prodotti crudi e cotti

Perche'?

Gli alimenti crudi, specialmente carne, pollame, prodotti della pesca e i loro liquidi possono contenere microorganismi pericolosi che possono essere trasferiti in altri alimenti durante la preparazione e la conservazione. Ricorda che gli alimenti cotti possono contaminarsi attraverso minimi contatti con alimenti crudi, acqua non sicura e anche con superfici dove è stato tenuto un alimento crudo.

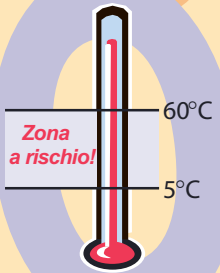


Cuoci bene gli alimenti

- ✓ Cuoci gli alimenti a fondo, specialmente carne, pollame, uova e prodotti della pesca
- ✓ Porta gli alimenti quali zuppe e stufati a ebollizione e continua la bollitura fino ad essere sicuro che tutte le parti dell'alimento abbiano raggiunto almeno i 70°C
- ✓ Riscalda di nuovo gli alimenti cotti non utilizzati subito finche' non sono molto caldi e fumanti

Perche'?

La cottura adeguata uccide la maggior parte dei microorganismi pericolosi. I più importanti microorganismi sono uccisi molto rapidamente al di sopra dei 70°C, ma alcuni possono sopravvivere fino a 100°C per alcuni minuti. Perciò tutti gli alimenti cotti dovrebbero generalmente raggiungere temperature elevate ed essere cotti a tali temperature per periodi sufficientemente prolungati.



Mantieni gli alimenti ad idonee temperature

- ✓ Non lasciare gli alimenti cotti a temperatura ambiente per piu' di 2 ore
- ✓ Poni rapidamente in frigo (sotto i 5°C) gli alimenti cotti non destinati al consumo immediato.
- ✓ Mantieni gli alimenti cotti al caldo (piu' di 60°C) prima di servirli
- ✓ Non conservare gli alimenti troppo a lungo, anche in frigorifero
- ✓ Evita lo scongelamento dei congelati-surgelati a temperatura ambiente

Perche'?

I microorganismi si moltiplicano rapidamente se gli alimenti sono conservati a temperatura ambiente - la moltiplicazione è massima intorno a 30-40°C. Scarse o nulle possibilità di sviluppo si hanno se gli alimenti sono conservati al di sopra dei 60°C o al di sotto dei 5°C. Quanto più è elevato il numero di microorganismi nell'alimento tanto più è elevato il rischio di malattia trasmissibile.



Usa acqua e ingredienti crudi sicuri

- ✓ Usa acqua sicura o trattala in modo da renderla sicura
- ✓ Scegli alimenti freschi e sani, preferibilmente non porzionati
- ✓ Lava bene le verdure e la frutta specialmente se si consumano crude
- ✓ Evita di consumare i cibi dopo la data di scadenza
- ✓ Dai la preferenza, in particolare se soggetto a rischio, ai prodotti che hanno subito un processo tecnologico per aumentarne la sicurezza

Perche'?

Gli ingredienti crudi, inclusa l'acqua, potrebbero essere contaminati con microorganismi e sostanze chimiche pericolose, in particolare in alcune aree geografiche o in occasione di alluvioni o di eventi che comportano dissesto idrico-geologico. Il rischio di contaminazione di vegetali e frutta con acqua contenente liquami in talune circostanze può essere elevato.

Figura 4 - Cinque chiavi per i cibi più sicuri (Fonte: WHO, lievemente modificata, in versione italiana)

ZOONOSI: MALATTIE TRASMESSE DAGLI ANIMALI ALL'UOMO

Alfredo Caprioli

*Reparto Zoonosi Trasmesse da Alimenti ed Epidemiologia Veterinaria,
Dipartimento di Sanità Alimentare Animale,
Istituto Superiore di Sanità, Roma*

La sanità pubblica veterinaria è una branca della medicina preventiva e si occupa dei problemi di medicina veterinaria che hanno riflessi sulla salute umana. Nell'ambito delle malattie infettive, il problema principale è costituito dalle zoonosi, cioè le infezioni che si trasmettono dagli animali all'uomo. Le zoonosi sono sempre esistite da quando esiste l'uomo, e lo scambio di microrganismi più o meno patogeni tra l'uomo e gli animali è un fenomeno in continua evoluzione sia per la capacità biologica evolutiva molto elevata dei microrganismi, sia per le modificazioni dell'ambiente in cui avvengono le complesse interazioni tra animali, microrganismi e uomo. Le modifiche degli stili di vita e le modifiche dell'ambiente dovute alle attività umane costituiscono perciò un fattore molto importante nell'evoluzione del rapporto con i microrganismi.

Le zoonosi possono essere classificate secondo il meccanismo con cui sono trasmesse all'uomo, che può essere sostanzialmente ricondotto a tre gruppi principali: il contatto diretto con gli animali; la trasmissione attraverso vettori, che sono generalmente degli artropodi; la trasmissione attraverso gli alimenti. Queste ultime sono particolarmente importanti nei Paesi industrializzati, come quelli dell'Unione Europea (UE).

Un esempio di zoonosi trasmesse per contatto diretto è la rabbia, una zoonosi nota fin dall'antichità. L'Italia, come molti altri Paesi dell'UE, è oggi indenne da rabbia, tuttavia alcuni Paesi europei presentano ancora focolai e serbatoi di rabbia silvestre, così detta perché riguarda animali selvatici come le volpi. Il problema riguarda soprattutto l'Europa orientale, ma anche Paesi a noi vicini come quelli della ex Jugoslavia, l'Austria e la Germania che non sono ancora indenni. Un problema emergente è rappresentato dai chiroteri¹, che sono un serbatoio² importante di *Lyssavirus* simili a quello della rabbia. Recentemente si è verificato un caso mortale associato al contatto con un pipistrello in Scozia, un Paese considerato da anni indenne da rabbia.

Un'altra zoonosi antica come il mondo è il carbonchio, una malattia causata dal *Bacillus anthracis*. Il carbonchio è una malattia grave dei ruminanti che porta alla morte dell'animale. Ha la caratteristica di produrre spore³ estremamente resistenti che hanno anche dato origine alla leggenda dei campi maledetti: le carcasse abbandonate dei bovini morti di carbonchio diffondevano, infatti, un numero enorme di spore; queste rimanevano nell'ambiente per anni, riattivando di tanto in tanto il ciclo di trasmissione

¹Chiroteri: ordine di mammiferi, con gli arti del torace molto allungati in dita sottilissime, che come stecche di ventaglio, tengono tesa una membrana alare, nuda, elastica e sensibilissima alle vibrazioni dell'aria. Appartengono a questo ordine animali notturni e crepuscolari che si nutrono d'insetti e di frutta, e d'inverno cadono in letargo (ad esempio, i pipistrelli) [NdC].

²Animali serbatoio: animali ospiti naturali degli agenti patogeni, spesso in assenza di malattia [NdC].

³Spore: vedi nota a p. 30 nella Tabella [NdC].

ad altri animali che pascolavano in quello stesso campo. L'infezione poteva anche essere trasmessa all'uomo che aveva contatti con bovini infetti o con le loro carcasse. Oggi il carbonchio è una malattia quasi scomparsa nei Paesi industrializzati. Tuttavia, essa è tornata alla ribalta negli ultimi anni per una nuova via di trasmissione, che viene definita "diffusione deliberata" o più semplicemente bioterrorismo (Figura 1).

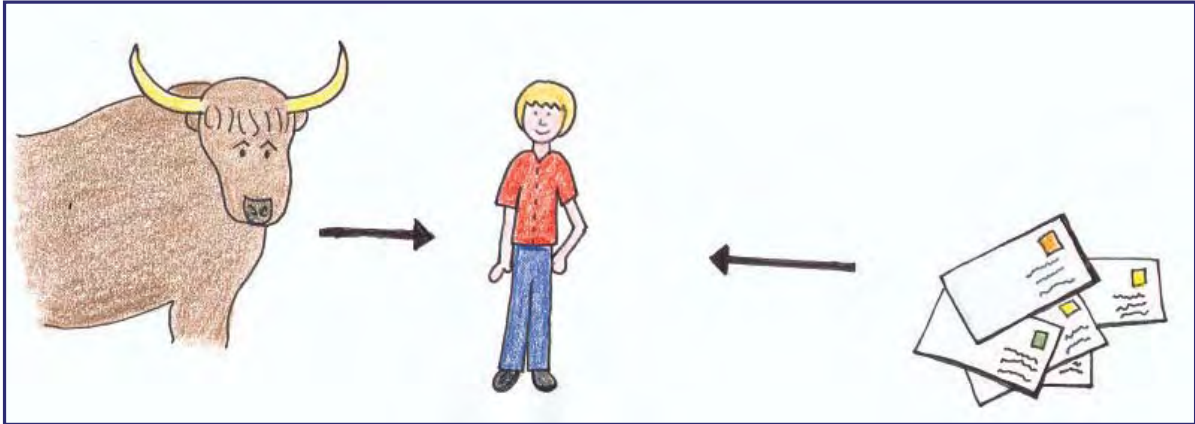


Figura 1 - Zoonosi trasmesse da contatto diretto: trasmissione del carbonchio attraverso diffusione di spore e bioterrorismo

Tra le zoonosi trasmesse da vettori⁴ un classico esempio è la *leishmaniosi*, che ha nel cane il serbatoio principale (Figura 2A). Viene trasmessa da un animale all'altro con la puntura degli insetti e con la stessa via può essere trasmessa all'uomo. Gli animali serbatoio di zoonosi possono manifestare malattia, come nel caso del cane con *leishmaniosi*, ma nella maggior parte dei casi rimangono clinicamente sani e l'infezione rimane asintomatica. Questo determina un grosso problema per il controllo di queste malattie perché gli animali positivi possono essere identificati solo attraverso esami di laboratorio. La *leishmaniosi* una volta era confinata nelle aree costiere dell'Italia del Sud ma negli ultimi dieci anni si è diffusa in tutto il Paese, probabilmente anche a causa dei cambiamenti climatici che hanno determinato l'aumento della temperatura. La diffusione è stata anche favorita dai fenomeni di randagismo e dalle condizioni socio-economiche che si riscontrano nelle periferie degradate di alcune città. La malattia è molto diffusa nei cani, ma fortunatamente non si trasmette frequentemente all'uomo, e riguarda soprattutto soggetti con abbassamento delle difese immunitarie.

Un problema emergente nel campo delle zoonosi trasmesse da vettori, è l'encefalite da virus *West Nile*. Si tratta di una malattia endemica⁵ in Africa settentrionale, dove è sempre esistita, con un ciclo che vede negli uccelli il principale animale serbatoio e in diverse specie di zanzare il vettore di trasmissione. Il ciclo può coinvolgere anche i mammiferi, soprattutto il cavallo, ma occasionalmente anche l'uomo (Figura 2B). Alcuni anni fa questa malattia è stata introdotta dagli uccelli migratori nel Nord America dove si è diffusa molto rapidamente dalla costa orientale a quella occidentale, provocando numerosi casi di encefalite nell'uomo. Questa diffusione è probabilmente dovuta all'assenza di copertura immunitaria delle popolazioni animali e umana, che storicamente non avevano mai avuto contatti con questo virus.

⁴Vettori: termine generico che in medicina indica l'organismo intermedio che contribuisce alla diffusione di una data malattia [NDC].

⁵Malattia endemica: malattia, per lo più infettiva, che infesta a lungo o periodicamente una determinata zona [NDC].

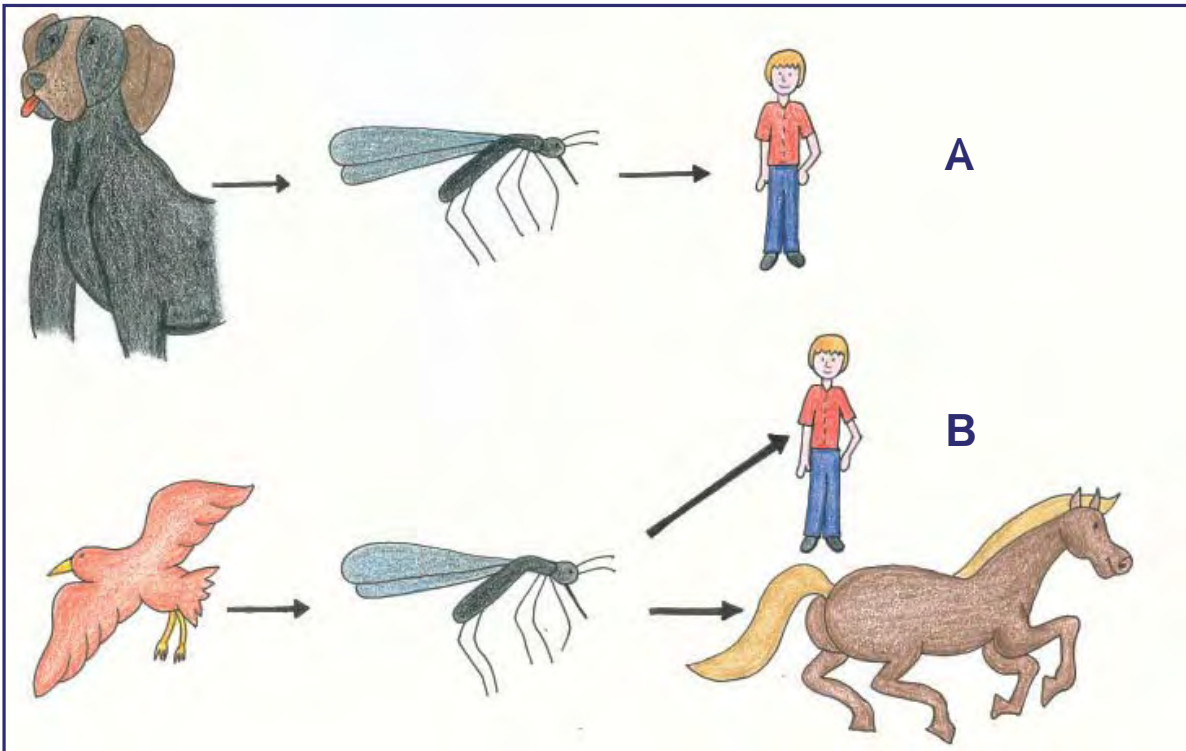


Figura 2 - Zoonosi trasmesse da vettori. **A**: vie di trasmissione della *Leishmaniosi*; **B**: vie di trasmissione dell'infezione da virus *West Nile*

Le zoonosi trasmesse da alimenti sono particolarmente importanti in quanto i singoli eventi possono coinvolgere anche migliaia di persone (Figura 3). Tra le zoonosi trasmesse da alimenti annoveriamo infezioni piuttosto comuni come le salmonellosi. Un classico esempio è *Salmonella enteritidis*, che ha come serbatoio le galline ovaiole e si trasmette all'uomo con le uova contaminate. Un altro microrganismo importante è *Escherichia coli* O157, che ha come serbatoio l'intestino dei ruminanti, in particolare i bovini, per i quali non è assolutamente patogeno. Questo

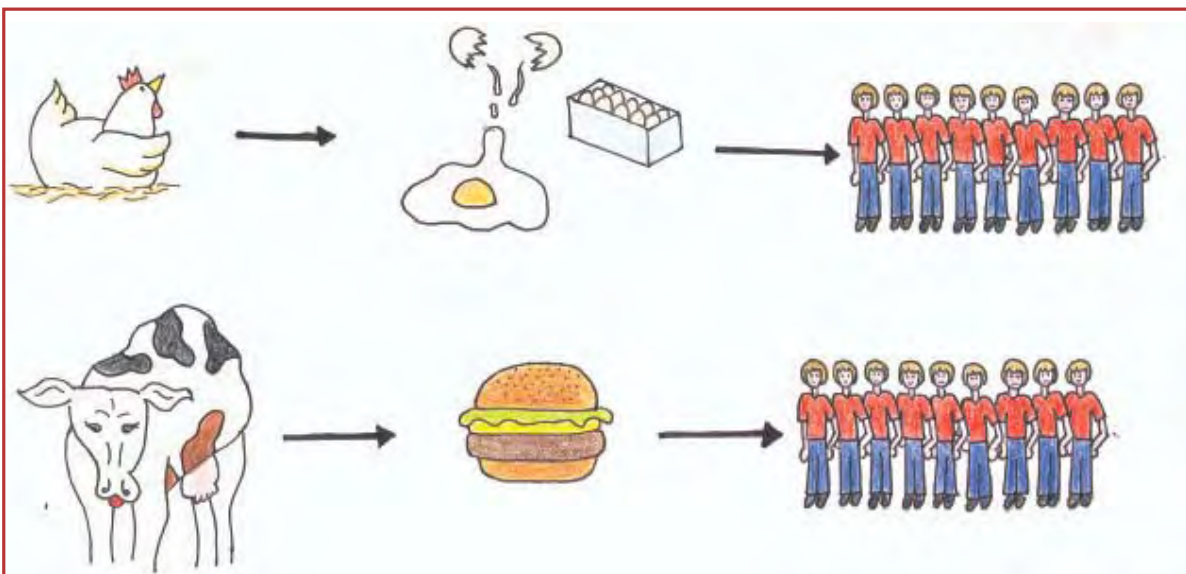


Figura 3 - Zoonosi trasmesse da alimenti: *Salmonella enteritidis* ed *Escherichia coli* O157

batterio può contaminare le carcasse quando l'animale viene macellato e da lì la carne; oppure il latte durante la mungitura. È un microrganismo che provoca una forma enterica particolarmente pericolosa, perché è capace di produrre una potente tossina.

Numerosi sono i fattori che possono favorire l'evoluzione e anche la diffusione delle zoonosi. Uno di questi è l'allevamento intensivo, che provoca l'amplificazione dei patogeni. Un altro fattore è la produzione e la distribuzione degli alimenti su larga scala. Oggi possiamo avere situazioni in cui un alimento industriale contaminato, anche a livello molto basso, può essere distribuito a un gran numero di persone, anche in Paesi diversi. Questi episodi di tossinfezione⁶ legati alla moderna distribuzione degli alimenti sono una sfida molto importante anche per gli epidemiologi che studiano la diffusione delle malattie.

Un ruolo molto importante è svolto dalle modificazioni dell'ambiente, apportate dall'uomo a ritmo crescente. Sono aumentate le occasioni di venire in contatto con microrganismi presenti in specie animali che vivono in ambienti remoti, dove prima la presenza umana era minima.

L'aumento della temperatura, legato all'effetto serra, ha permesso a microrganismi che prima esistevano solo in aree tropicali di spostare la loro area di influenza. Anche i cambiamenti degli stili di vita sono importanti. Sono aumentate le attività all'aperto e questo comporta la possibilità di venire in contatto con agenti microbici presenti in ambienti silvestri. Tra questi quelli trasmessi da zecche, come virus e borrelie⁷, che hanno per serbatoio naturale animali selvatici come cervi e roditori.

Numerosi episodi epidemici di infezione da *E. coli* o da *Salmonella* sono stati associati alla contaminazione dell'ambiente (acqua superficiale, suolo) con deiezioni di animali da allevamento.

Un altro fattore di rischio importante ed emergente sono le visite scolastiche alle aziende agricole. In Gran Bretagna una serie di epidemie da *E. coli* O157 con casi mortali ha indotto le autorità a emanare linee guida molto severe per regolamentare le visite scolastiche stesse: barriere per evitare il contatto diretto con gli animali, possibilità di lavarsi le mani con sapone, aree dove consumare i pasti separate da quelle dove sono tenuti gli animali.

Per quanto riguarda i microrganismi, uno degli aspetti più importanti dal punto di vista evolutivo è la loro capacità di passare da una specie ospite a un'altra, il cosiddetto "salto di specie", capacità che li rende anche potenzialmente pericolosi per l'uomo (Figura 4). Un esempio evidente è il cosiddetto "morbo della mucca pazza", cioè l'encefalopatia spongiforme bovina (BSE) causata dai prioni⁸. I prioni sono da sempre presenti nelle pecore, nelle quali causano la scrapie. Questo problema è sempre stato piuttosto limitato e soprattutto non si era mai avuto passaggio dell'infezione all'uomo o ad altre specie animali. L'aggiunta di farine di carne ottenute da carcasse di ovini con la scrapie, alla dieta dei bovini da allevamento ha accelerato in modo innaturale il salto di specie e il prione, passando dagli ovini ai bovini, si è modificato diventando anche patogeno per l'uomo.

⁶Tossinfezioni alimentari: malattie causate da alcune specie batteriche e fungine o da sostanze da esse prodotte presenti negli alimenti [NdC].

⁷Borrelie: batteri con forma di spirale dotati di movimenti attivi [NdC].

⁸Prioni (BSE): forma modificata di una proteina fisiologica che divenendo tossica provoca la distruzione delle cellule cerebrali; causa la scrapie (malattie delle pecore) e alcune rare malattie del sistema nervoso centrale dell'uomo [NdC].

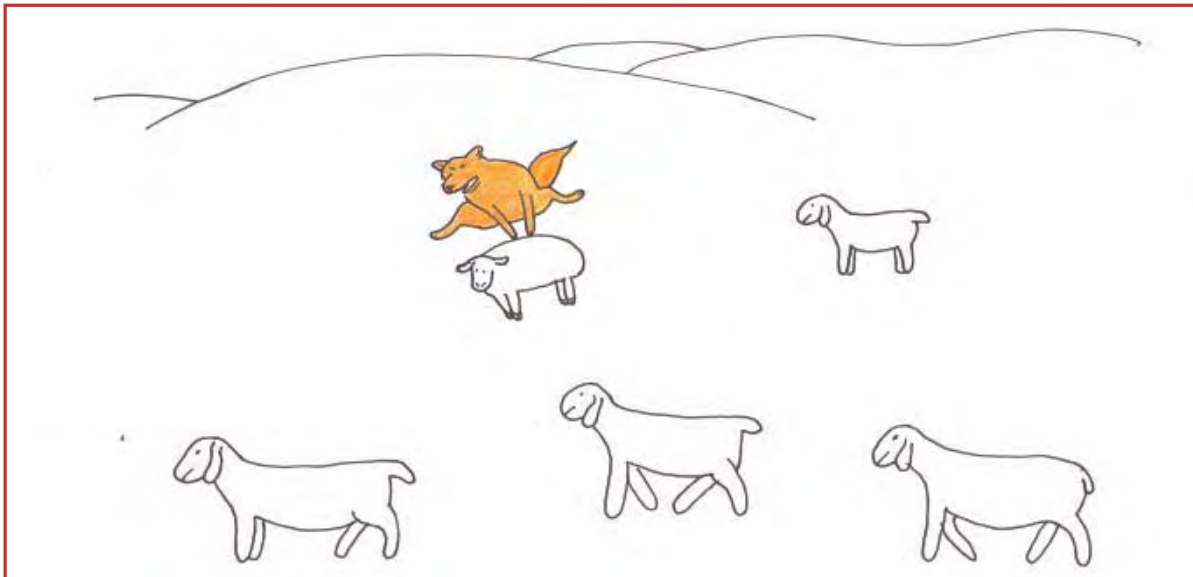


Figura 4 - Il "salto di specie" è la capacità dei microrganismi di passare da una specie ospite a un'altra

Il passare da una specie all'altra può quindi modificare i microrganismi: non solo un microrganismo che non è patogeno per una specie può esserlo per un'altra, ma passando da una specie all'altra esso può cambiare le sue caratteristiche e acquisire caratteri di virulenza particolari. Un altro agente infettivo di cui si teme particolarmente il salto di specie è il virus dell'influenza aviaria. I virus influenzali sono virus ubiquitari, in grado di infettare molte specie animali. Il serbatoio principale è costituito dagli uccelli selvatici, in particolare gli uccelli acquatici migratori. Da questo serbatoio i virus possono infettare diverse specie di mammiferi, dai cetacei, ai cavalli, ai suini, ai felini, fino all'uomo. Il ciclo può essere complesso e nel frattempo il virus può modificarsi. Il suino costituisce ad esempio, una specie in cui virus di diversa origine si possono incontrare e scambiare materiale genetico. L'influenza aviaria preoccupa molto perché negli uccelli esistono varianti virali ad alta patogenicità, capaci di provocare infezioni sistemiche molto gravi, spesso mortali. Questi virus ad alta patogenicità possono diffondersi molto facilmente tra gli uccelli allevati intensivamente e possono infettare gli esseri umani quando questi sono esposti massicciamente agli animali infetti, in genere per motivi professionali quali lo smaltimento delle carcasse degli animali ammalati. Questi virus aviari possono essere molto virulenti per l'uomo con tassi di mortalità elevati. Fortunatamente questi virus sono poco contagiosi per l'uomo, al contrario dei virus umani che sono molto contagiosi ma poco virulenti. Preoccupa la possibilità che un virus aviario e uno umano possano infettare contemporaneamente un essere umano e nel suo organismo si possano ricombinare, generando un nuovo virus con le caratteristiche di patogenicità del virus aviario e la contagiosità di quello umano, cioè capace di passare facilmente da una persona all'altra attraverso la via aerea.

Le zoonosi trasmesse da alimenti hanno un'elevata morbilità⁹, in quanto gli episodi di tossinfezione alimentare sono molto frequenti. Fortunatamente, nei nostri Paesi il buono stato sanitario della popolazione fa sì che la mortalità associata sia molto ridotta, limitata ai soggetti a rischio e ad alcune infezioni particolarmente

⁹Morbilità: frequenza di certe malattie in una determinata popolazione [NdC].

pericolose. Ci sono tuttavia costi socio-economici molto elevati per le cure mediche necessarie per chi si ammala, ma soprattutto per l'impatto negativo sul sistema produttivo degli alimenti di origine animale. Questi episodi hanno infatti un forte impatto negativo sulla fiducia dei consumatori e possono causare delle vere e proprie crisi nei settori alimentari coinvolti. Esempi di questi episodi sono le epidemie da *E. coli* O157, che hanno colpito molti Paesi causando spesso dei decessi tra i bambini, e le epidemie da *Norovirus*. Questi ultimi sono virus estremamente contagiosi e provocano una forma di enterite non grave, accompagnata da vomito, che dura in genere un paio di giorni. Hanno la caratteristica di verificarsi spesso in luoghi di vacanza quali alberghi, villaggi vacanze, navi da crociera, in quanto l'acqua è un veicolo importante per la loro trasmissione.

A volte l'impatto socio-economico di una malattia non è proporzionato al problema medico che essa rappresenta. Esempi recenti sono stati la BSE, la SARS e anche la stessa influenza aviaria. A fronte di un numero limitato di persone realmente colpite, l'impatto mediatico di queste malattie è stato enorme e interi settori dell'economia sono stati messi in ginocchio: la zootecnia¹⁰ e il mercato della carne per la BSE e l'influenza, il trasporto aereo per la SARS. Per affrontare le crisi ricorrenti in maniera razionale è quindi molto importante la conoscenza dei fenomeni che dobbiamo fronteggiare. La ricerca scientifica è fondamentale per il controllo e la prevenzione delle zoonosi, così come le attività di sorveglianza delle malattie nell'uomo e della circolazione negli animali serbatoio. La prevenzione e il controllo delle zoonosi richiedono, inoltre, un approccio multidisciplinare, con la stretta collaborazione tra medici, microbiologi, epidemiologi, veterinari e produttori. La collaborazione deve essere a livello internazionale; a livello comunitario esistono reti di sorveglianza e di ricerca molto valide, che favoriscono i contatti e gli scambi tra i ricercatori dei vari Paesi.

¹⁰Zootecnia: scienza applicata che si occupa degli animali utili all'uomo, del miglioramento delle specie e della loro utilizzazione [NdC].

IL RUOLO DELLE SPECIE MICROBICHE NELL'ALIMENTAZIONE

Antonio Malatesta, Florinda La Pastina, Caterina Cuono e Olimpia Della Cortiglia

Scuola Media Statale "G. Patroni", Pollica (Salerno)

Introduzione

Negli ultimi decenni, in Italia, il rapporto con il cibo è stato impostato in modo da privilegiare la quantità e i piaceri del gusto anziché la qualità e il reale fabbisogno dell'organismo, con possibili conseguenze anche gravi per la salute. Solo recentemente è subentrata la consapevolezza che una corretta alimentazione richiede il rispetto di alcune regole fondamentali nella preparazione e nell'assunzione dei cibi (regole che si ritrovano nella ormai famosa "dieta mediterranea"). Tuttavia un aspetto che a molti ancora sfugge è il ruolo e l'importanza dei microrganismi nell'alimentazione, non solo oggi ma anche in tempi passati. Per questo motivo alcuni docenti di questa scuola (due di scienze e due di lettere) hanno accolto con molto interesse la proposta dell'Istituto Superiore di Sanità (ISS) di proporre agli alunni di scuola media un percorso formativo idoneo ad approfondire le loro conoscenze in questo settore. Il progetto che ne è scaturito ha inteso stimolare gli alunni a prendere coscienza di tale aspetto al fine di accrescere le conoscenze in materia di alimentazione e avere una visione più ampia su ciò che noi mangiamo quotidianamente. Gli alunni coinvolti nel progetto sono stati quelli delle classi II A e II B della Scuola Media "G. Patroni" di Pollica.



Obiettivi

Gli obiettivi prefissati sono stati:

- sviluppare la curiosità per le problematiche bio-naturalistiche;
- favorire l'acquisizione di conoscenze elementari sul ruolo dei microrganismi nell'alimentazione;
- promuovere la contestualizzazione di tali conoscenze nella vita quotidiana, nella storia e nella cultura locale;
- abituare gli alunni a lavorare in gruppo, effettuare ricerche, organizzare il materiale raccolto, presentarlo con le tecniche adeguate, ideare, progettare e realizzare lavori originali.

Contenuti

I contenuti del progetto sono stati i seguenti:

- acquisizione delle conoscenze propedeutiche necessarie;
- rilevazione dei microrganismi presenti nell'ambiente;
- individuazione delle specie microbiche utili e nocive;
- ricerca storica e antropologica;
- produzione di materiale relativo all'attività svolta (*Album dei sapori e dei saperi*, ipertesto che documenta le varie fasi del lavoro svolto, breve drammatizzazione, vedi Allegato p. 49).

Tempi di attuazione

L'attività è stata svolta dai docenti di scienze (La Pastina e Malatesta) e di lettere (Cuono e Della Cortiglia) nelle ore di compresenza e/o tempo prolungato (2-3 ore settimanali per ciascuna classe), con una media di circa 50 ore per classe, nel periodo novembre 2004 - maggio 2005 e si è conclusa con la presentazione al convegno *Voci dalla scuola* organizzato dall'ISS a Roma il 13 maggio 2005 e con la manifestazione di fine anno scolastico tenuta a scuola il 9 giugno 2005.

Modalità di attuazione e strumenti utilizzati

Il lavoro è stato articolato in 3 fasi:

- la formazione degli insegnanti;
- lo sviluppo dell'azione didattica in classe;
- la presentazione del lavoro svolto.

Formazione degli insegnanti

I quattro docenti coinvolti nel progetto hanno innanzitutto partecipato al corso di aggiornamento *Microrganismi intorno a noi: spunti per un'azione didattica* appositamente organizzato dall'ISS e svoltosi a Roma nei giorni 17 e 18 novembre 2004. Durante il corso sono stati trattati vari aspetti del variegato e complesso mondo dei microrganismi, sono state effettuate esercitazioni pratiche facilmente realizzabili a scuola e sono state proposte alcune tecniche di apprendimento attivo (*Concept Cartoon*, *Problem-Based Learning - PBL*), mostrando esempi di esperienze già realizzate in altre scuole.

Attività didattiche in classe

Inizialmente agli alunni è stato somministrato un questionario appositamente predisposto dall'ISS per monitorare le conoscenze di base possedute dagli alunni. I risultati sono stati poi comunicati all'ISS.

Nel corso delle attività didattiche svolte successivamente gli alunni hanno approfondito la conoscenza dei microrganismi attraverso esercitazioni pratiche, (l'osservazione di muffe, di lieviti e di batteri presenti nell'ambiente e "coltivati" su capsule di Petri allestite con terreno di coltura, materiale fornito dall'ISS) e tecniche di apprendimento attivo (*Concept Cartoon*, microstoria, ecc.). In particolare, essi hanno potuto constatare la presenza di batteri su una moneta da 50 eurocentesimi poggiandola su terreno di coltura PCA (*Plate Count Agar*), e osservando le colonie sviluppatesi dopo un paio di giorni. Analogamente sono state osservate muffe presenti su vari cibi (brioche, frutta, ecc.) e le cellule del lievito di birra utilizzando il microscopio ottico (Figura 1).



Figura 1 - Osservazioni al microscopio

L'osservazione è stata estesa anche ad altri organismi presenti comunemente in un infuso di fieno (parameci¹, amebe², ecc.) al fine di far notare le differenze di forme, dimensioni e strutture di organismi visibili solo in queste condizioni.

¹Paramecio: protozoi acquatici. Sono chiamati infusori perché vivono in acque dove per lungo tempo sono stati fiori, erba, fieno in infusione [NdC].

²Amebe: protozoo unicellulare che vive nelle acque e presenta un aspetto mutevolissimo per la continua emissione di pseudopodi che servono sia per il movimento dell'organismo sia per la sua nutrizione; alcune specie sono parassiti intestinali dell'uomo e degli animali [NdC].

Successivamente gli alunni sono stati divisi in quattro gruppi di lavoro per ciascuna classe, ai quali sono stati assegnati i seguenti compiti da svolgere di volta in volta:

- completare due *Concept Cartoon* (Figura 2);
- elaborare un racconto immaginario ambientato nel mondo dei microrganismi (vedi box sottostante);
- commentare il testo stampato sui sacchetti del pane prodotto da una forneria locale (Figura 3).

Alla fine del lavoro gli elaborati di ciascun gruppo sono stati condivisi e commentati da tutta la classe.



Figura 2 - *Concept Cartoon* realizzato in classe e inserito nell'*Album dei sapori e dei saperi*

Traccia per l'elaborazione di un racconto immaginario ambientato nel mondo dei microrganismi

Racconta una (micro)storia

È stato inventato un microriduttore telepatico che ti ha consentito di assumere le dimensioni dei microrganismi e di comunicare con loro.

Hai potuto così incontrare:

- Sofficino (lievito del pane)
- Formaggina (lattobacillo)
- Aldovino (lievito del vino)

Racconta la tua esperienza in forma di dialogo.

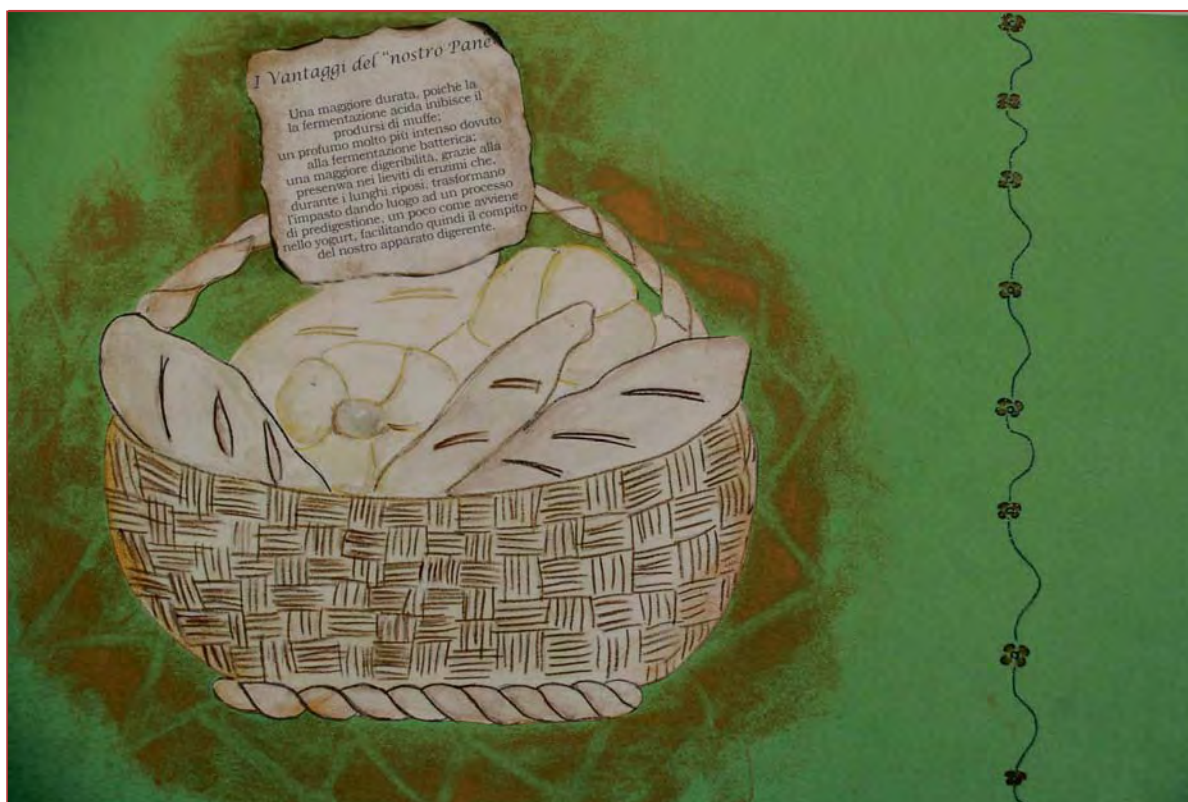


Figura 3 - Immagine che documenta uno dei compiti assegnati agli alunni, inserita nell'*Album dei sapori e dei saperi*

A questo punto del progetto è iniziata la fase di preparazione, in classe, degli alimenti scelti come oggetto di indagine: pane, vino, formaggio e yogurt. Durante la preparazione dei vari alimenti gli alunni hanno diligentemente preso nota di tutte le fasi di "lavorazione" osservate e delle informazioni fornite dai docenti di scienze. Al termine dell'esperienza gli alunni hanno potuto assaggiare lo yogurt (semplice o con zucchero e frutta) e il formaggio (dopo qualche giorno di stagionatura). La preparazione del pane è stata forzatamente limitata all'impasto e alla lievitazione in quanto non è stato possibile procedere alla cottura a scuola. I ragazzi, però, hanno potuto constatare come l'impasto aumentava di volume ma non di peso. Anche la preparazione del vino è stata problematica sia per il periodo dell'anno non proprio idoneo (la primavera!) sia per la difficoltà di reperire l'uva necessaria. Alla fine, però, dalla pigiatura di un solo grappolo d'uva è stato ottenuto... aceto!

Al termine di questa esperienza ciascun gruppo di lavoro ha elaborato una scheda sintetica su uno degli alimenti preparati descrivendone gli ingredienti e il metodo di preparazione.

Parallelamente a queste attività gli alunni hanno svolto, con le insegnanti di lettere, una ricerca storica e antropologica sugli alimenti considerando raccogliendo una notevole quantità di notizie attraverso varie fonti (Internet, interviste agli anziani, pubblicazioni varie, ecc.).

Il lavoro svolto dagli alunni si è articolato in quattro fasi che si sono ripetute uguali per tre dei quattro temi trattati (pane, vino, formaggio):

- la memoria;
- la storia;
- la leggenda e il mito;
- i testi letterari.

La prima fase ha avuto lo scopo di recuperare le antiche tradizioni del Cilento e i vecchi proverbi attraverso il racconto dei nonni o di persone anziane esterne alle famiglie.

La seconda e la terza fase sono state caratterizzate da una capillare ricerca su Internet.

L'ultima fase ha impegnato gli alunni nella ricerca di testi letterari sui temi proposti.

Presentazione del lavoro svolto

Tutto il materiale prodotto è stato opportunamente elaborato e utilizzato per realizzare l'*Album dei sapori e dei saperi*. L'*Album* è composto da una serie di cartelloni 50 x 70 cm, di cinque colori diversi, ciascuno abbinato a un argomento (avorio per il pane, rosa per il formaggio, arancio per il vino, giallo per lo yogurt e verde per la presentazione, il *Concept Cartoon*, la microstoria, ecc.) per un totale di ottantacinque pagine. Ciascuna delle quattro sezioni dedicate agli alimenti si apre con una breve descrizione dell'alimento considerato seguita dalle modalità di preparazione e dalle notizie storiche e antropologiche.

L'intero lavoro è stato presentato prima al convegno *Voci dalla scuola* organizzato dall'ISS a Roma il 13 maggio 2005, poi alla manifestazione di fine anno scolastico svoltasi a scuola il 9 giugno 2005. In entrambi i casi la presentazione è stata effettuata attraverso una breve drammatizzazione interpretata dagli alunni e accompagnata da un semplice ipertesto, proiettato su uno schermo, con le immagini relative alle varie fasi del lavoro. Le stesse pagine dell'*Album* sono poi state trasferite anche su supporto informatico in modo da risultare disponibili per chiunque le desideri.

Verifica

Oltre alle verifiche effettuate *in itinere*, attraverso il costante monitoraggio delle varie fasi del progetto, sono state effettuate le seguenti verifiche finali:

- preparazione di un vetrino "a fresco" e osservazione del preparato al microscopio ottico;
- risposta al questionario finale (simile a quello iniziale, al fine di confrontare le risposte date prima e dopo lo svolgimento delle attività);
- relazione del coordinatore di ciascun gruppo sull'intero lavoro svolto dal proprio gruppo e valutazione complessiva del progetto.

In base ai risultati di tali verifiche, alla qualità del lavoro svolto, all'impegno, alle capacità organizzative e alle conoscenze acquisite da ciascun alunno sono stati formulati i consueti giudizi di valutazione (non sufficiente, sufficiente, buono, distinto, ottimo).

Valutazioni e conclusioni

Rispetto alle varie attività proposte la maggior parte degli alunni ha mostrato un apprezzabile interesse, una partecipazione costante e un impegno generalmente adeguato. Le attività pratiche e l'osservazione diretta dei microrganismi sono stati particolarmente coinvolgenti. Questo è servito a far comprendere meglio la diffe-

renza fra microrganismi utili e microrganismi pericolosi per l'uomo nonché l'utilità di lavare spesso le mani. Alcuni alunni hanno portato a casa l'esperienza scolastica realizzando lo yogurt con i genitori. Anche la presentazione del lavoro in un ambiente esterno alla scuola (l'ISS) ha contribuito a dare al progetto una dimensione più aperta nella quale è stato possibile il confronto con altre scuole che hanno svolto il medesimo progetto ma con approcci diversi. Il lavoro di ricerca storica e antropologica, inoltre, ha segnato un momento importante nella crescita umana e culturale dei ragazzi che si sono sentiti coinvolti emotivamente nel rapporto con le persone anziane (dalle quali hanno appreso la saggezza e la tenerezza di un mondo che non c'è più); gradevolmente nell'utilizzo di Internet (per l'enorme possibilità di spaziare attraverso l'informazione); scolasticamente nella scelta di testi letterari riletti e approfonditi con estremo piacere.

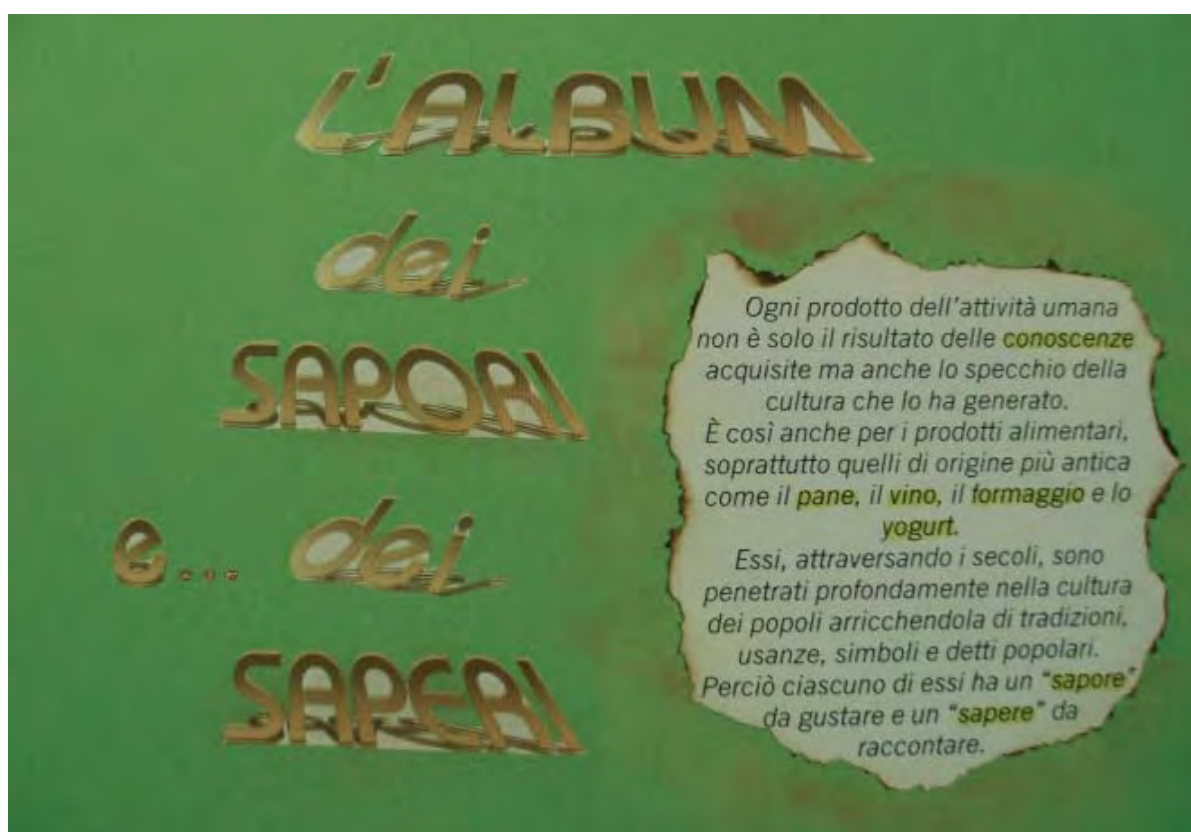
Preziosa, infine, si è rivelata la collaborazione con l'ISS sia per l'applicazione delle conoscenze acquisite dai docenti durante il corso di aggiornamento, sia per i materiali forniti dallo stesso Istituto per la realizzazione del progetto (terreni di coltura, coloranti, anse monouso, parafilm, ecc.). Purtroppo la mancanza nel nostro Istituto di un laboratorio scientifico attrezzato non ha agevolato il lavoro sperimentale proposto agli alunni dai docenti di scienze rendendo limitate la partecipazione dei ragazzi e la possibilità di effettuare un maggior numero di esercitazioni pratiche (ad esempio, molte piastre contenenti vari terreni di coltura, non potendo essere conservate in frigorifero, dopo alcuni giorni si sono contaminate diventando inservibili).

Nonostante ciò, il lavoro complessivamente svolto ha di certo gratificato alunni, insegnanti e famiglie e ha rappresentato un primo passo verso la maggiore comprensione e consapevolezza dei principi alla base di una sana alimentazione.

ALLEGATO

L'Album dei sapori e dei saperi

L'Album dei sapori e dei saperi è un ipertesto realizzato dagli alunni delle classi II A e II B della Scuola Media di Pollica che documenta le varie fasi del lavoro svolto a scuola. Di seguito sono riportate alcune delle immagini più significative contenute nel documento.



IL PANE NEI MITI E NELLE LEGGENDE

Il pane è un alimento che ha accompagnato l'umanità fin dall'inizio. È un simbolo di vita, di forza e di comunità. In molte culture, il pane è considerato un dono degli dei e ha ispirato numerose leggende e miti.

LA NASCITA DEL PANE

Osiride era un mitico re, dio degli abitatori del Nilo. Sovrano benefico, trascinò i suoi selvaggi sudditi a vivere in pace, a non sbranarsi a vicenda, ad abbandonare l'avventurosa vita nomade. A questo fine insegnò loro a lavorare la terra, a coltivare la vite e ad ottenere il vino e l'orzo da cui trarre la birra. Mostrò loro come forgiare i metalli e le armi per difendersi dalle belve, li invitò a vivere in comunità, a fondare città. Isis, la sorella sposa, per parte sua, guariva le loro malattie, scacciava gli spiriti maligni con arti magiche; fondò la famiglia, insegnò agli uomini a fare il pane e alle donne le arti femminili, la tessitura, il ricamo.

CURIOSITÀ

Michelangelo il parsimonioso

Vacanze "Le Vite" così scrive: "Michelangelo ripartendo col Vasari una volta per scherzo dice: "Cinque, se hai nulla di buono nell'ingegno, egli è venuto dal nascere nella soffitta dell'aria del vostro paese d'Arezzo, così come anche tirai dal latte della mia balia gli oscarpegi e il mazzuolo con che io te lo figure".

Nelle carceri spaziosissime del tempo di Michelangelo, abitavano pane integrale, pesce, formaggio e zuppa d'orzo e legumi. L'artista, anche se riceveva lauti compensi, era ritenuto un parsimonioso ed usava mangiare semplice.

Quello il suo menù giornaliero

Colazione da lo mattino

Pan di duca

un boccal de vino

una aninga

A lo mezzogiorno

trattelli

una salata

quattro pani

un boccal di fondo

un quartuccio di brascina (ovagginski)



SANTE LAURENTO, IL SOMMELIER DEL RINASCIMENTO

Nel Cinquecento, un attento conoscitore di vini fu Santo Laurenzio, storico e geografo, ma soprattutto bottigliere di Papa Paolo III. Questo "sommelier" che aveva la responsabilità sugli approvvigionamenti del vino di sua città, era in sede che in viaggio, eseguì il suo compito con capacità e passione, accorgendo, correggendo, consigliando e consigliando i vari tipi di baseviti.

Dal recato intendiamo approssimarsi per esempio, che il vino spagnolo era ritenuto troppo forte, mentre i vini francesi, soppur ottimi, risentivano del torreno di provenienza.

La produzione italiana, il Lanceno giudica:

- il moscato ibrido per tutti e "intrascari"
- il Rosso della Torre, che diventava subito scuro, bastava per lo seveliti ma non per gli alti prelati.
- il rosso di Toscana ottimo per notai e copisti.
- il Mangoghera di Napoli pericoloso per il clero ma ideale per "incitare la luzzura delle cortigiane".

In tutto ciò classico delle preferenze del bottigliere del Papa c'era un vino come Milano, Cosca d'Arzico, Venezia di San Geminiano e Nobile di Montepulciano.

IL FORMAGGIO NEI TESTI

Il formaggio nei testi

Le Sacre Scritture contengono alcuni passi nei quali sono citati animali lattiferi, latte e formaggio: *Genesi* 18, 7-8; *Primo libro di Samuele* 17, 15-18; *Secondo libro di Samuele* 17, 27-29; *Ciucchi* 4, 18-21; *Giobbe* 1, 1-3 e 10, 8-11.

Già la mitologia greca si era occupata della scoperta del formaggio, attribuendola alle Ninfe, le quali avrebbero insegnato ad *Aristeo*, figlio di *Apollo*, l'arte di cagliare e trasformare il latte.

Forse la più conosciuta attestazione letteraria dell'antichità circa la produzione e l'utilizzo del formaggio è quella dell'*Odissea*, nella quale *Omero* rappresenta il ciclope *Pulifemo* all'interno della grotta ad operazioni di mungitura di pecore belanti e, con la ricavato, preparava dei formaggi con la cagliata che metteva nei cancri di vimini, mentre con l'altra metà si assicurava la c...

Meno conosciuta, ma senz'altro importante, sono le attestazioni di *Ippocrate*, primo medico nella storia dell'umanità, che nel 400 a.C. del formaggio definendolo "forte, molto riscalda e Aristotele, qualche tempo dopo, documenta la tecnica del latte con il succo di fico e con il caglio di origine animale.

Anche nella letteratura latina si ritrovano riferimenti interessanti al latte e al formaggio. Primo tra tutti senz'altro è il mito della fondazione della città di *Roma*, la cui storia narra di *Romolo* e *Remo*, una volta abbandonati, fossero stati allattati da una lupa e con ciò salvati da una morte certa.

Significativa è la testimonianza di *Marco Terenzio Varrone*, il quale descrive i principali tipi di formaggio che venivano consumati nel I secolo a.C. (vaccini, caprini e ovini sia freschi che stagionati) e documenta come la preferenza dell'epoca venisse accordata a quelli ottenuti tramite il caglio di lepre e di capretto, anziché di agnello. La razione giornaliera di "pecorino" dei legionari romani, secondo *Virgilio*, fonte più che attendibile, era di 27 grammi.

Di diverso parere è invece *Columella*, il quale nei suoi trattati di economia agricola, risalenti al I secolo d.C., oltre a descrivere le tecniche di trasformazione casearia dell'epoca, soffermandosi sull'uso di coagulanti vegetali come il fiore di cardo e il succo di fico, attribuisce la preferenza proprio al caglio di agnello poco apprezzato al tempo di *Varrone*. Inoltre egli scrive che il formaggio "serve a nutrire i contadini" (*agrestis saturat*) e "a ornare le mense eleganti". Sulle tavole umili costituisce un piatto forte, una fonte primaria di sostentamento; sulle tavole ricche compare solo come "abbellimento", ossia come ingrediente di vivande più elaborate.



VIA... LATTEA!

Ieri ho aperto la busta del latte per fare colazione ed ho scoperto che il latte era diventato semi solido! Cosa può essere successo?

È stato messo nel frigorifero con la busta aperta e si è "perso"

Me lo hanno venduto già scaduto

Per sbaglio, la mattina prima lo aveva messo nel congelatore

I microrganismi hanno agito sulla busta di latte e la stavano trasformando in formaggio

Il latte si è coagulato



GLI INVISIBILI. CACCIA AI MICRORGANISMI INTORNO A NOI

Angela Crimi e Pasquale Smaldone

Scuola Media Statale Unificata "Amalfi-Massa", Piano di Sorrento (Napoli)

Il corso frequentato lo scorso anno all'Istituto Superiore di Sanità (ISS) che aveva come tematica i microrganismi, ha sicuramente arricchito l'azione didattica da noi svolta per una serie di motivi: ha dato spunti di lavoro; ha fornito materiale per lo svolgimento della parte sperimentale di laboratorio e ha dato la possibilità di conoscere e quindi integrare nuove metodiche didattiche (*Problem Based Learning - PBL* e *Concept Cartoon*), con quelle precedentemente utilizzate. L'integrazione delle metodiche ha reso il percorso didattico per lo più completo e costruttivo: gli allievi sono stati realmente "protagonisti" nella costruzione del loro sapere e "impegnati" nell'acquisizione e sviluppo di nuove abilità e competenze. Il progetto è stato realizzato nelle due ore settimanali di laboratorio scientifico nell'ambito delle ore impiegate per attività, quota del 15% sul totale delle ore curriculari, così come previsto dal Piano dell'Offerta Formativa (POF) della scuola. Il laboratorio è stato frequentato da due gruppi di quindici ragazzi provenienti da classi parallele, il martedì mattina, e ha avuto la durata di tutto il primo quadrimestre.

Finalità

Le finalità sono state:

- motivare gli alunni allo studio delle scienze naturali, fisiche e chimiche;
- individuare eventuali interessi e attitudini verso le discipline scientifiche e valorizzarli, anche ai fini dell'orientamento;
- far acquisire un metodo scientifico di indagine della realtà;
- rilevare le dimensioni del problema (quali l'inquinamento dell'ambiente o dei cibi e i problemi sociali ed economici connessi) e suscitare consapevolezza nei confronti di comportamenti che possano innescare cambiamenti reali nel modo di vivere;
- sollecitare lo sviluppo di un metodo di indagine che utilizzi l'apprendimento per problemi.

Obiettivi

Gli obiettivi da raggiungere sono stati:

- acquisire conoscenze sui microrganismi;
- acquisire e usare consapevolmente le nuove tecnologie;
- confrontare alcuni aspetti del nostro sistema di vita e di quello dei Paesi africani;
- sviluppare la capacità di: osservare; organizzare un esperimento nelle sue varie fasi; utilizzare strumenti, materiali e tecniche di laboratorio; raccogliere, correlare e interpretare dati relativi a un esperimento; formulare ipotesi e verificarne la validità; esaminare differenti interpretazioni relative ad una data tematica e saper formulare un giudizio personale; usare i linguaggi specifici delle discipline scientifiche; produrre materiale di documentazione dell'attività svolta.

Spazi, strumenti e materiali utilizzati

Sono stati utilizzati il laboratorio scientifico e quello di informatica della scuola. Le foto al microscopio sono state realizzate a scuola utilizzando una telecamera digitale collegata al microscopio ottico e al computer.

Metodologia

La metodologia didattica utilizzata è stata incentrata sull'apprendimento attivo, per problemi e cooperativo.

Le fasi di lavoro illustrate nella Figura 1 sono state così articolate:

- presentazione del progetto al gruppo di allievi e discussione;
- indagine rivolta agli studenti per attestare i prerequisiti. In questa fase il questionario somministrato agli allievi ha rivelato non una conoscenza semplice ed elementare, bensì idee confuse ed erronee dell'argomento. Il questionario somministrato è stato quello proposto al corso dell'ISS (p. 15);
- apprendimento attivo; per problemi e cooperativo (*Problem Based Learning - PBL*), gioco di ruolo, *Concept Cartoon* (Figura 2).

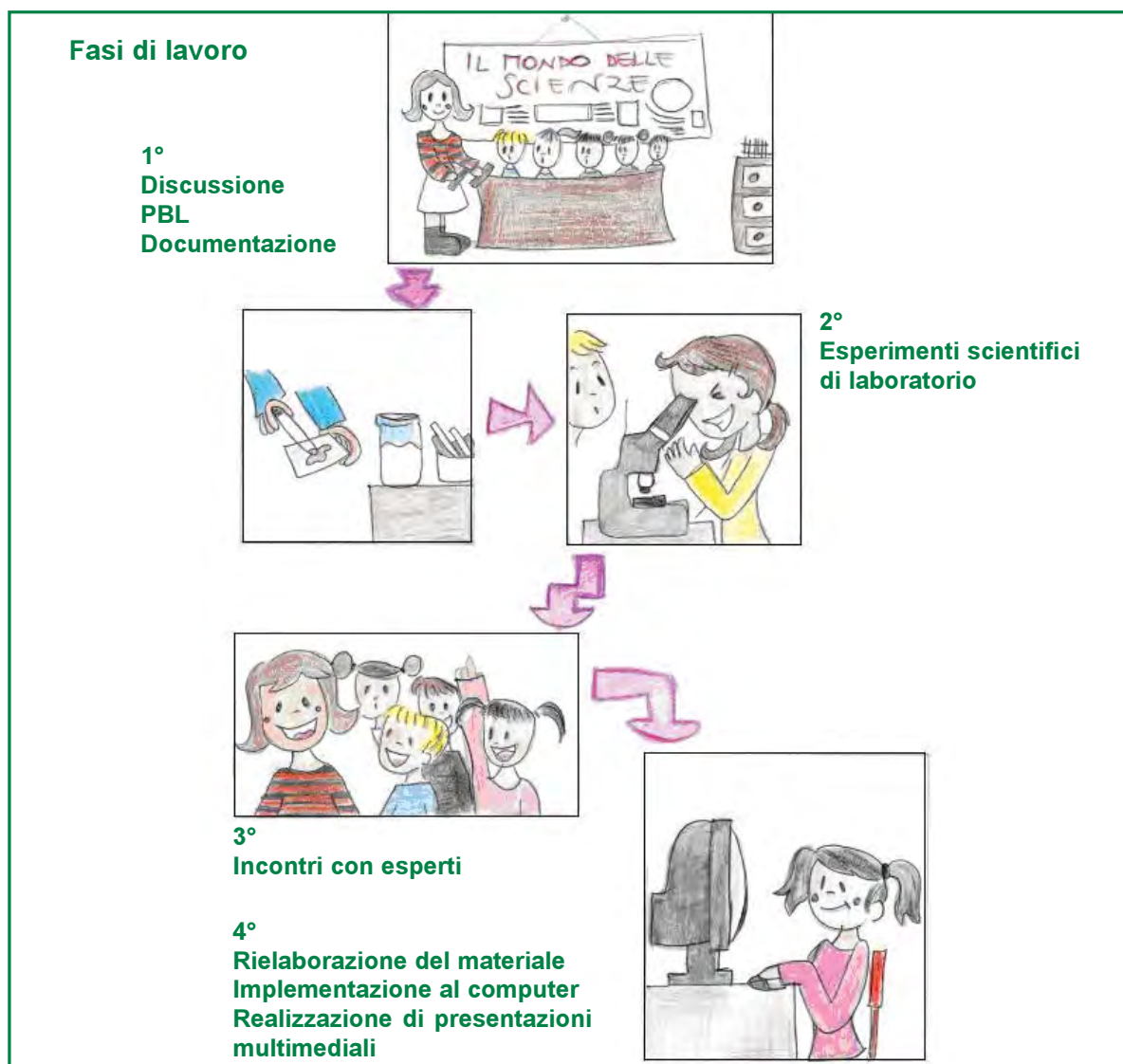


Figura 1 - Schema dell'articolazione globale delle fasi di lavoro svolto a scuola



Figura 2 - *Concept Cartoon* elaborato in classe

Sulla base della problematica e del *Concept Cartoon* sono state individuate sei diverse tematiche di approfondimento:

- Microrganismi utili e dannosi
- Malattie causate dai microrganismi
- Cura e prevenzione delle malattie
- Il contagio e l'ambiente intorno a noi
- Rimedi naturali
- Le malattie infettive nei Paesi poveri

Gli allievi sono stati quindi divisi in sei gruppi di lavoro ed è stata assegnata rispettivamente una tematica. I gruppi dopo essersi documentati da differenti fonti quali libri di testo, Internet, enciclopedie multimediali, hanno steso una relazione. È stato poi realizzato un gioco di ruolo, assegnando i diversi ruoli a ogni gruppo.

Esperimenti in laboratorio

Gli esperimenti nel laboratorio scientifico sono stati molteplici: verifica della carica microbica sulle mani (Figura 3), osservazione di batteri presenti nello yogurt e di muffe, preparazione di vetrini per l'esame al microscopio, studio di biotecnologie

naturali (Figura 4), riproduzione di lieviti, gemmazione e produzione di energia dei lieviti (Figura 5) e infine realizzazione di un video e di fotografie su quanto osservato al microscopio ottico (Figura 6).



Figura 3 - La carica microbica sulle mani. L'esperienza ha reso consapevoli gli allievi dell'importanza del lavarsi le mani come prevenzione primaria e realmente efficace al contagio di malattie



Figura 4 - Studio di una biotecnologia naturale: esperimenti sulla simbiosi mutualistica fra un batterio (*Rhizobium*) e una pianta leguminosa

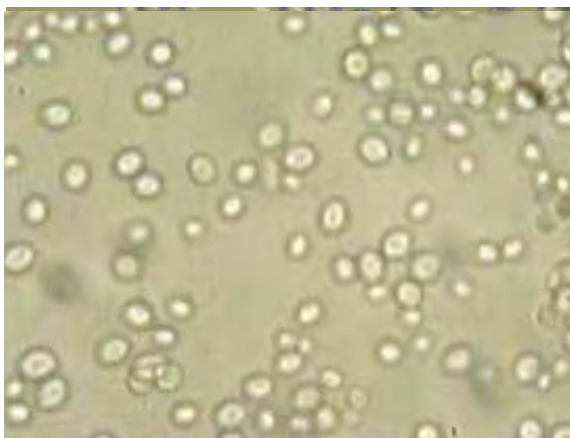


Figura 5 - Osservazione al microscopio di un lievito



Figura 6 - Osservazione al microscopio ottico e realizzazione di video e foto

Incontro con gli esperti

Sono state realizzate delle interviste con i responsabili del gruppo missionario GMA⁴ sul tema dell'*epidemiologia nell'ambito di specifici contesti storici e geografici*. Nunzia Gatta e Lucina Tornatore hanno raccontato la loro esperienza con i bambini africani. Inoltre, è stata realizzata un'intervista alla pediatra Stefania Manetti alla quale gli allievi hanno rivolto domande sul contagio e sulla diffusione delle malattie infettive nella penisola sorrentina.

¹GMA-Gruppo Missioni Asmara: Organismo Non Governativo (ONG) impegnato nella cooperazione internazionale in attività di informazione, progettazione a breve e medio termine ed educazione allo sviluppo.

Laboratorio multimediale

In questa fase gli allievi hanno svolto un lavoro di ricerca e di documentazione per la realizzazione di presentazioni multimediali (Figura 7).



Figura 7 - Documentazione e realizzazione di presentazioni multimediali

Modalità di monitoraggio e di valutazione di processo

Un questionario in uscita e la produzione di materiale in forma cartacea e multimediale sono stati momenti di verifica e valutazione del lavoro svolto.

MICROORGANISMI IN CUCINA: TUTTI FUORI!

Giulia Forni

Scuola Media Statale "Augusto", Napoli

Il lavoro è stato svolto nella II D della Scuola Media Statale "Augusto" di Napoli con l'intento di avviare una riflessione sui microrganismi perché i ragazzi potessero raggiungere la consapevolezza della loro onnipresenza, del loro ruolo in natura e in molte attività umane, della loro pericolosità e della loro utilità, partendo da ciò che ci è più vicino: l'alimentazione.

Fase 1

Considerato che le muffe conosciute da tutti gli alunni sono visibili anche a occhio nudo, l'avvio del lavoro è stato dato dal problema riportato nella Figura 1.



Figura 1 - Problema presentato alla classe

Dalla discussione successiva alla lettura della vignetta, emergono i seguenti interrogativi:

- Ha fatto bene la mamma a gettare il panino ammuffito tra i rifiuti?
- Se la risposta è affermativa, quali problemi possono produrre le muffe?
- Esistono muffe non nocive?
- Cosa intende la mamma per "cose simili"?
- Quali condizioni ambientali favoriscono la diffusione delle muffe e delle "cose simili"?

La ricerca viene effettuata in piccoli gruppi, utilizzando Internet, ma anche attraverso testi scolastici. Gli alunni si rendono conto della vastità del problema, raccolgono materiale e si ha una discussione guidata in cui i ragazzi relazionano brevemente, si scambiano informazioni, mostrano le immagini stampate di muffe, lieviti, batteri, si pongono interrogativi.

Fase 2

In questa fase la classe, divisa in gruppi e con la compresenza anche della docente di educazione tecnica, Marcella D'Allio, fa esperienze di laboratorio scientifico utilizzando il materiale fornito dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS), anche se in modo diverso rispetto ai protocolli suggeriti.

La necessità del diverso uso è da individuare dalle domande che sono emerse durante le discussioni:

- Dove vivono i microrganismi?
- Quali condizioni di luce, temperatura e umidità favoriscono la proliferazione delle muffe?
- Su quali alimenti crescono più facilmente le muffe?

Sono, infine, proposte attività sulla panificazione e sui lieviti.

Esperienza n. 1. Coltiviamo i microrganismi - I materiali utilizzati sono: piastre; soluzione fisiologica; parafilm; incubatrice.

Le piastre si seminano ponendo: sulla prima, in vari punti, un dito sporco e inumidito col liquido fisiologico; sulla seconda, in vari punti, un dito lavato con sapone e inumidito col liquido fisiologico; sulla terza, in vari punti, un dito lavato con disinfettante e inumidito col liquido fisiologico.

Le piastre sono poi sigillate e incubate a 37°C per 48 ore e sono tenute sotto osservazione. Sulla prima piastra si notano varie e numerose colonie, mentre nelle altre due piastre le colonie si presentano diverse e in numero inferiore. Concludendo, si può affermare che viviamo immersi in un mondo di microrganismi e che il sapone, l'acqua e i disinfettanti ne eliminano molti.

Esperienza n. 2. Osservazione macroscopica delle muffe del pane - I materiali utilizzati sono il pane ammuffito e le lenti d'ingrandimento.

Le muffe cresciute su un panino sono osservate a occhio nudo e con la lente d'ingrandimento. Successivamente sono paragonate, disegnate e descritte (Figura 2).



Figura 2 - Muffe sul panino

Esperienza n. 3. Quali condizioni di temperatura, umidità e luce favoriscono la proliferazione delle muffe del pane? - Vengono utilizzati: cinque piastre di Agar Malto; soluzione fisiologica; anse; pipette; provette; parafilm.

Con le muffe del panino e la soluzione fisiologica si prepara una sospensione con la quale vengono seminate le piastre. Queste successivamente sono poste in luoghi diversi: una sul termosifone alla luce; una sul termosifone al buio; una alla luce e a temperatura ambiente; una in frigorifero. Infine, una piastra viene seminata a secco con le muffe, ma senza soluzione fisiologica.

Dopo cinque giorni si osservano le piastre (Figura 3).



Figura 3 - Sviluppo di muffe su piastre in diverse condizioni sperimentali

Dall'osservazione i ragazzi concludono che le muffe: proliferano in ambienti umidi; non hanno bisogno di luce poiché non compiono fotosintesi; stentano a riprodursi al freddo (piastra 6) e che temperature diverse favoriscono la proliferazione di muffe diverse.

Esperienza n. 4. Un ambiente acido favorisce o blocca la proliferazione delle muffe del pane? - Vengono utilizzati i seguenti materiali: piastre di Agar Malto; soluzione fisiologica; anse; pipette; provette; parafilm; limone; latte.

Per rispondere alla domanda si seminano le piastre col procedimento sopra descritto e a una piastra si aggiunge limone, mentre all'altra latte (il primo ambiente è perciò più acido del secondo) (Figura 4). Le piastre vengono sigillate e si lasciano a temperatura ambiente. Dopo una settimana si osservano e si conclude che gli ambienti più sono acidi più sono favorevoli alle muffe del pane.

Un alunno nota che sui limoni e sui pomodori le muffe crescono con grande facilità.

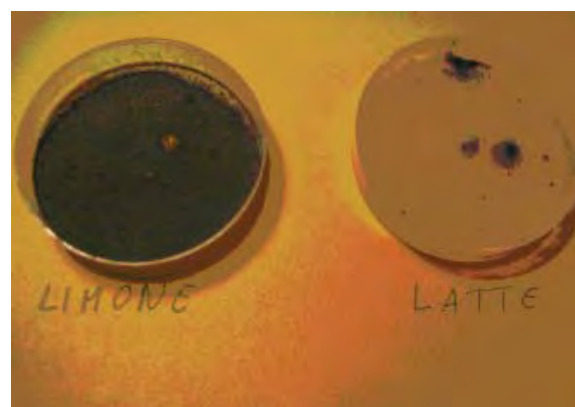


Figura 4 - Crescita di muffe su piastre con aggiunta di limone e di latte a distanza di una settimana

Esperienza n. 5. La panificazione - Vengono utilizzati i seguenti materiali e strumenti: lievito; farina; sale acqua tiepida; forno.

Ogni gruppo di tre studenti prepara il pane con 1\5 di “panetto” di lievito di birra e una “tazza” di farina. Si odora l’impasto, si osserva la lievitazione.

Dopo 30 minuti si inforna (Figura 5).



Figura 5 - Fasi di preparazione del pane

Esperienza n. 6. Osservazione del lievito del pane - Vengono utilizzati i seguenti materiali: lievito di birra; acqua tiepida; zucchero; provetta; pipetta; vetrino; microscopio; microvideocamera; televisione.

Si scioglie in una provetta un po' di lievito in acqua tiepida, si aggiunge una “puntina” di zucchero.

Su un vetrino poniamo con una pipetta una goccia del preparato e osserviamo i lieviti al microscopio collegato attraverso una microvideocamera alla televisione.

Esperienza n. 7. Osservazione del lievito del pane - Vengono utilizzati i seguenti materiali: lievito di birra; acqua tiepida; zucchero; due provette; pipetta; due palloncini.

Si scioglie un po' di lievito in acqua tiepida. Si versa la stessa quantità del preparato in due provette, in una solo si aggiunge zucchero. Si inseriscono due palloncini sulle provette (Figura 6).

Dopo due ore si osserva che il palloncino inserito sulla provetta contenente zucchero si è gonfiato “Come il pane!”.



Figura 6 - Esperimento con provette

Fase 3

in questa fase i ragazzi visitano un piccolo caseificio vicino alla scuola dove si producono mozzarelle e ricotte.

Fase 4

Vengono reperite notizie sui seguenti argomenti: vinificazione; produzione dello yogurt e della penicillina; allergie e alcune malattie da funghi; malattie legate all'alimentazione di origine batterica (Tifo, Salmonella); ruolo dei funghi e dei batteri decompositori; ruolo dei batteri azotofissatori (si prevede di effettuare l'esperienza La conversazione tra leguminose ed un batterio - Piante leguminose e *Rhizobium leguminosarum* - Infezione di leguminose con batteri che entrando in simbiosi con la pianta fissano l'azoto¹); virus con particolare attenzione al problema dell'avaiaria.

Fase 5

In compresenza con il docente di materie letterarie Vincenzo Esposito, si leggono alcuni brani da *La piccola antologia di brani sull'alimentazione*².

Fase 6

Nel laboratorio informatico gli alunni, divisi in gruppi, riassumono, riordinano, precisano e riflettono sulle conoscenze attraverso la produzione di semplici presentazioni in Power Point.

Indicazioni metodologiche e valutazione

Il metodo utilizzato è quello "laboratoriale" dove per laboratorio si intende qualsiasi attività che veda l'alunno protagonista e costruttore del proprio percorso formativo.

¹Disponibile all'indirizzo: www.openscience.it/piselli.htm

²Dal testo *Progetto Quadrifoglio - Educare alla Salute* edito dal Comune di Napoli e dall'ASL Napoli 1, a cura di Russo Krauss.

Le tecniche usate sono l'apprendimento cooperativo e in particolare il *Problem Based Learning - PBL*³, "gli strumenti" utilizzati sono il laboratorio scientifico della scuola, il laboratorio informatico per la ricerca in Internet e per la produzione di presentazioni finali sul lavoro svolto, la biblioteca della scuola, per la ricerca di altre informazioni.

Il percorso è svolto in collaborazione con l'insegnante di educazione tecnica e con l'insegnante di lettere e collegato al *Progetto Quadrifoglio - Educare alla Salute* promosso dal Comune di Napoli e dall'ASL Napoli 1.

Prezioso è stato l'input dato dall'ISS sul PBL e la fornitura del materiale per il laboratorio scientifico.

La valutazione del lavoro è sicuramente positiva ed è avvenuta utilizzando la seguente scheda.

CLASSE	SEZIONE												
ATTIVITÀ DI LABORATORIO													
Scheda di valutazione degli allievi con indicatori per l'area didattico-relazionale													
<input type="checkbox"/> Situazione di partenza													
A ciascuna voce della seguente tabella assegnare un punteggio compreso tra 1 e 5 (1 = non sufficiente; 2 = sufficiente; 3 = buono; 4 = distinto; 5 = ottimo)													
Allievi													
Indicatori													
Data una consegna, sa organizzare il proprio lavoro													
Interagisce con il gruppo in modo costruttivo													
Sa estendere i concetti acquisiti ad altre situazioni di lavoro													
Sa schematizzare i processi in flussi logici													
Sa usare gli strumenti di laboratorio													
Altro (specificare)													

³Sono venuta a conoscenza di questo metodo in un corso di formazione presso l'ISS.

Finito di stampare nel mese di dicembre 2006
CentroStampa De Vittoria srl
Via degli Aurunci, 19 - Roma



Istituto Superiore di Sanità

Viale Regina Elena, 299 - 00161 Roma

Presidente: Enrico Garaci

www.iss.it

