BOSCH

MISSIONE AMBIENTE

3ª EDIZIONE

Manuale delle SENTINELLE ECOLOGICHE

Suggerimenti didattici e percorsi originali per conoscere e tutelare l'ambiente

BOSCH
Tecnologia per la vita

scienza & gioco
Clementoni
EDITRICE LA SCUOLA

bosch manuale.indd 1 09/11/10 10:47

Indice

Introduzione

L'ambiente oggi: fra scienza e tecnologia
La proposta didattica e l'interdisciplinarietà
I contenuti della guida e il progetto didattico

1. L'ENERGIA a casa mia.
Su nel cielo: le emissioni, l'auto e la caldaia

1.1 L'aria che respiriamo
- I gas che riempiono il nostro cielo: l'effetto serra
- Il cielo: i fattori inquinanti
- Il temporale, un professionista contro l'inquinamento
- La natura inquina?

1.2 Le tecnologie verdi
- La combustione: come si fa l'energia
- Brucio... dove, cosa, quanto e come?
- **SCALDARE**
  - La caldaia a gas
  - La caldaia a legna
  - Senza bruciare: il solare termico
  - La pompa di calore: un frigorifero al contrario
  - Il teleriscaldamento
- **MUOVERSI**
  - Il motore a benzina
  - Il motore diesel
  - Il motore a metano
  - Le auto ibride
  - Le auto elettriche e il sogno dell'idrogeno
  - La tecnologia ecologica

2. L'ACQUA a casa mia.
Drink analcolico, lavaggio hi-tech

2.1 Il pianeta blu, dentro un tubo
- Potabilizzazione: come si fabbrica l'acqua
- **ACQUA DA BERE**
  - Rubinetto o bottiglia
- **ACQUA PER LAVARE**
  - Il rubinetto
  - La lavatrice
  - La lavastoviglie
- Risparmiare acqua

2.2 Le forme di inquinamento dell'acqua
- Puliti noi, sporca l'acqua
- Buone norme per usare i detersivi
- **DENTRO UN TUBO**
  - Le sostanze inquinanti
  - La depurazione
  - Lo stato ambientale dei fiumi
  - Gli scarichi abusivi

3. I RIFIUTI a casa mia.
Cassoneti ordinati e miniere artificiali

3.1 Come nasce un rifiuto
- Le raccolte differenziate
- Nel cassonetto
- Al supermercato

3.2 Dimenticare i rifiuti, progettare risorse
- La scienza del riciclo
- In discarica

L'ambiente a casa mia

Conclusioni
Sentinelle del quotidiano

Bibliografia ragionata

Letteratura
Parole, immagini e poesia
Musei, enti e istituzioni

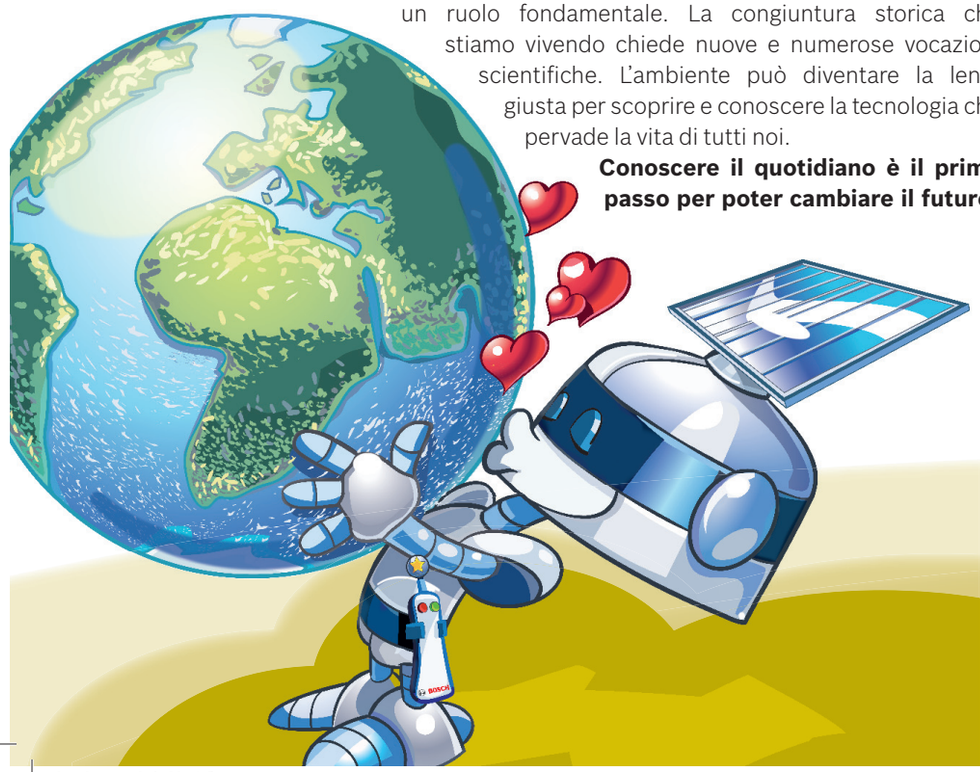
bosch manuale.indd 2-3 09/11/10 10:47

Introduzione

L'ambiente oggi: fra scienza e tecnologia

Ne parlano tutti. E come spesso succede con questo genere di argomenti, ognuno ha da dire la sua. C'è chi sa quello che dice e chi invece si improvvisa grande esperto. **Parlare di ambiente oggi non è semplice, né scontato**.
C'è abbondanza di input e, a volte, è difficile operare una scelta tra fonti, materiali, testi. Anche perché l'ambiente, come il gioco del calcio, è terreno di scontri verbali violentissimi dove il derby è sempre dietro l'angolo. **E tra militanti ecologisti ed eco-scettici è un'eterna partita.**
Questo libro non è niente di tutto questo. Vuole piuttosto essere **una guida,** un supporto alla didattica **per insegnanti ed educatori**, utile ad approfondire e a comprendere il ruolo dell'uomo nella salute del pianeta Terra. La convinzione che sta alla base di questo approccio è che **l'ambiente sia un vero e proprio crocevia di esperienze e innovazioni** dove scienza e tecnologia hanno un ruolo fondamentale. La congiuntura storica che stiamo vivendo chiede nuove e numerose vocazioni scientifiche. L'ambiente può diventare la lente giusta per scoprire e conoscere la tecnologia che pervade la vita di tutti noi.

Conoscere il quotidiano è il primo passo per poter cambiare il futuro.



La proposta didattica e l'interdisciplinarietà

Diventare una Sentinella Ecologica. Ecco la sfida che vogliamo lanciare ai ragazzi. Ma niente voli pindarici, per carità! Nella stesura di questa guida abbiamo scelto un taglio pratico e immediato. **Parlare di ambiente urbano.** Quello che i ragazzi hanno tutti i giorni sotto i loro occhi e che conoscono o credono di conoscere bene.
Un percorso didattico tutto incentrato sull'ambiente antropizzato: il posto in natura dove l'uomo ha scelto di collocarsi dialogando e discutendo costantemente con il pianeta Terra.
Nelle pagine che seguono vi proponiamo **3 macro argomenti** a carattere ecologico: **l'energia, l'acqua e i rifiuti.** Andremo nel cielo fra le nuvole, e **dentro i fumi** dei nostri comignoli e delle nostre auto. Seguiremo le peripezie di una goccia d'acqua **dentro i tubi** che si snodano sotto le nostre città. E cercheremo di capire come **un rifiuto può diventare risorsa.** Protagoniste le tecnologie che hanno rivoluzionato la vita di nonni e genitori nel corso del Novecento, e che oggi continuano a migliorare la qualità della vita di ragazzi e bambini, contribuendo a ridurre l'impatto del nostro stile di vita su ambiente e pianeta.
Le tecnologie sono realmente in grado di intervenire sullo stato di salute ambientale. Negli ultimi 30 anni si può dire che tutto è cambiato. Mano a mano che il nostro sapere avanza però, com'è naturale, si scoprono nuovi segnali di malessere ambientale e si trovano nuove soluzioni più efficienti.
Questa non è semplice ecologia, è lo spirito stesso della scienza e della ricerca. Il racconto di quanto l'uomo ha fatto per l'ambiente ci aiuta a uscire da una visione catastrofista dell'ecologia. Nelle pagine che seguono troverete quindi molti **riferimenti di contenuto ai programmi ministeriali:** il ciclo dell'acqua, l'energia, la meteorologia, gli inquinamenti del suolo e la chimica dei materiali.
Nella bibliografia, inoltre, abbiamo scelto di **privilegiare l'interdisciplinarietà**. Perché l'ambiente è un laboratorio dove si incontrano scienze, letterature e arti.

I contenuti della guida e il progetto didattico

Questa guida è solo una parte del materiale che mettiamo a disposizione dell'insegnante.

A integrazione della nostra offerta didattica abbiamo preparato una serie di schede di verifica sui contenuti appresi (disponibili sul sito **www.boschmissioneambiente.it**) e un kit di esperimenti facilmente replicabili in classe. Per i ragazzi, sul sito, sono inoltre disponibili una raccolta di esperimenti da fare casa, un quiz per valutare l'impatto ambientale del loro stile di vita e tanti altri spunti e informazioni.

bosch manuale.indd 4-5 09/11/10 10:48

1. L'ENERGIA a casa mia.

Su nel cielo: le emissioni, l'auto e la caldaia

Obiettivi didattici

Alla scoperta dell'aria: l'invisibile che riempie il cielo e i nostri polmoni ogni volta che respiriamo. Da che cosa è composta, a quali tipologie di inquinamento è soggetta, i maggiori responsabili, le tecniche di sopravvivenza messe in atto dalla natura e le strategie che l'uomo può adottare per migliorare la situazione.
Alla scoperta dell'energia: come si produce e come si utilizzata nelle nostre case. Focus su riscaldamento domestico e mezzi di trasporto.
La proposta agli studenti: diventare Sentinelle Ecologiche a casa propria, cercando di capire l'origine dell'inquinamento e imparando a conoscere la tecnologia che permea il nostro quotidiano. Sulla bilancia i progressi fatti e i problemi aperti.

1.1 L'ARIA CHE RESPIRIAMO

Seguendo il programma scolastico il docente ha modo di spiegare ai ragazzi come l'acqua circoli all'interno dell'idrosfera terrestre, passando per cambiamenti di stato fisico della molecola H_2O (due parti di idrogeno e una di ossigeno) tra fase liquida, solida e gassosa.

Il ciclo idrologico palesa agli studenti uno degli aspetti fondamentali della scienza: **la complessità di relazioni del vivente.**
Evaporazione, condensazione, precipitazione, infiltrazione e scorrimento, altro non sono che continui scambi di massa idrica tra atmosfera, terra, organismi, acque superficiali e sotterranee.
Il tutto avviene nella troposfera, la fascia dell'atmosfera a diretto contatto con la superficie terrestre.
Una piccola fetta del cielo terrestre, se pensiamo alle centinaia di chilometri di gas che compongono l'atmosfera. E tuttavia è lo strato dove avvengono la maggior parte dei fenomeni di carattere meteorologico e **dove prendono vita i venti, le nuvole e le precipitazioni atmosferiche.**
Di più: la troposfera è il luogo della vita. Tutte le piante e tutti gli esseri umani vivono in essa utilizzando i gas che la costituiscono: ossigeno, azoto, anidride carbonica, vapore acqueo.
Il cielo, insomma, è pieno! Nella sua trasparenza è pieno di elementi chimici, che arrivano al cielo seguendo le vie più diverse: respirazione, fotosintesi, decomposizione, combustione, evaporazione.
Nella troposfera troviamo quindi anche metano, ossidi di azoto, benzene, ozono, fuliggine, polvere e altre sostanze che per semplicità possiamo chiamare inquinanti.

L'atmosfera terrestre è un minestrone di gas che rivestono il pianeta Terra. Se lo stesso cielo ci appare azzurro (e non nero come lo spazio siderale) è per via del fenomeno fisico della diffusione della luce.
Sono le molecole dell'aria a riflettere e diffondere la radiazione del Sole ottenendo come risultato una tonalità azzurrata.

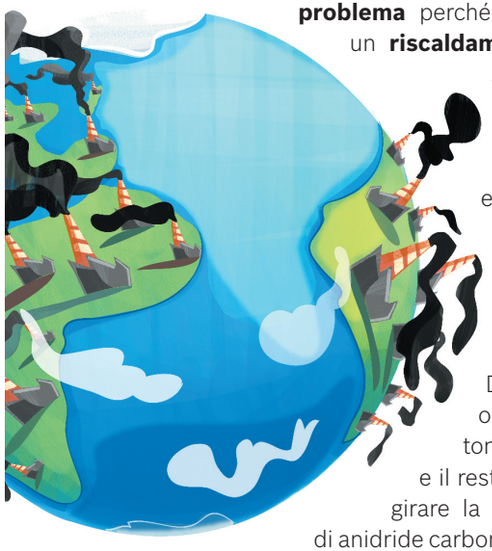
E se al tramonto la luce scivola nelle tonalità del giallo e del rosso lo si deve all'angolatura con cui il sole colpisce le molecole e alla quantità delle stesse nel cielo. Per questa ragione i tramonti più romantici li possiamo ammirare con maggiore frequenza dalle periferie delle grandi metropoli.
La concentrazione di emissioni inquinanti che galleggiano inevitabilmente sui grandi centri abitati vanno a riempire il cielo creando le sfumature più affascinanti. Sembra incredibile, eppure è vero. D'altra parte lo stesso avviene quando le nuvole affollano l'orizzonte.

bosch manuale.indd 6-7 09/11/10 10:48

• I gas che riempiono il nostro cielo: l'effetto serra

Quando oggi si parla di **effetto serra** non bisogna mai dimenticare che si tratta di **un fenomeno anzitutto positivo.** Tra i diversi tipi di gas che riempiono il nostro cielo ce ne sono alcuni capaci di riflettere/intrappolare il calore: si chiamano gas serra e i più noti sono il vapore acqueo, l'anidride carbonica, il metano, il protossido di azoto, i clorofluorocarburi e l'ozono.

Coperte naturali che avvolgono il pianeta. Se non ci fossero la temperatura media sarebbe di -33 gradi. Brrrrr!!! **L'effetto serra è oggi anche un problema** perché l'uomo con le sue attività rischia di provocare un **riscaldamento globale:** negli anni la quantità di gas serra è aumentata (in particolare l'anidride carbonica che è responsabile per il 60% dell'innalzamento delle temperature) attraverso la combustione di petrolio, carbone e gas, e in parte anche a causa della deforestazione e altri cambiamenti nella destinazione d'uso dei terreni nelle zone tropicali.



Si parla di 8 miliardi di tonnellate di anidride carbonica prodotte dalle attività umane ogni anno.

Di queste, oltre 2 tonnellate finiscono negli oceani disciolte in acqua o fissate alle alghe, una tonnellata e mezza viene catturata dalla vegetazione e il resto si accumula nell'atmosfera. Numeri che fanno girare la testa: negli ultimi 150 anni la concentrazione di anidride carbonica è aumentata di quasi il 30%.

• Il cielo: i fattori inquinanti

Quando si parla di qualità dell'aria, però, non ci si deve fermare a discutere della sola anidride carbonica. Sono più di uno i fattori inquinanti che vengono oggi monitorati dagli enti regionali per la protezione ambientale (le ARPA, facili da contattare e interlocutori disponibili a interagire con la realtà scolastica).

I nasi elettronici che oggi monitorano la qualità dell'aria sono il prodotto di una tecnologia che si è sviluppata negli ultimi cinquant'anni.

Anni Sessanta

Un'analisi del cielo cittadino scopre tracce di piombo, zolfo e metalli pesanti gravemente dannosi per la salute. Era la norma, ma probabilmente i ragazzi non lo sanno. Gli operai delle grandi fabbriche, usciti dal turno lavorativo, trovavano la propria auto coperta di una sottile fuliggine. La stessa che respiravano inconsciamente durante la giornata. Genitori e nonni possono essere memoria storica della vicenda e gli studenti possono ricostruirne **la memoria ecologista in un dossier.**

Da allora, per fortuna, molte cose sono cambiate.
L'anidride solforosa che negli anni Sessanta e Settanta rappresentava il fattore inquinante principale, grazie all'uso di combustibili più puliti, si è ridotta entro i valori guida.

Anni Ottanta

Il biossido di azoto ha livelli di concentrazione superiori a quelli ammessi, poi viene invertita la tendenza. Il piombo viene di fatto eliminato dai carburanti con nuovi processi di raffinazione.
Ancora 15-20 anni fa, in un viaggio Torino-Venezia uscivano dalla tubazione di scarico di un veicolo circa 2 tonnellate di aria umida e calda insieme a quasi 3 chilogrammi di ossido di azoto, 70 grammi di fuliggine,100 grammi di zolfo, 200 grammi di idrocarburi.

Oggi

La circolazione dei veicoli è regolamentata secondo standard di eco-efficienza **(sistema Euro 0, 1, 2...),** che ci ricordano quanto siano importanti le trasformazioni cui, le nuove tecnologie, stanno sottoponendo automobili e mezzi di trasporto. **Tutto è nelle mani della ricerca**.

• Il temporale, un professionista contro l'inquinamento

Un facile esperimento per monitorare la qualità dell'aria? Invitate una classe di studenti a seguire giornali e telegiornali regionali. Niente di più scientifico. Ogni inverno (gennaio è il mese di punta) ritornano gli ecobollettini del traffico.

Le emissioni inquinanti sono un problema sempre all'ordine del giorno, ma vi sono periodi dell'anno in cui le rilevazioni superano i livelli di guardia. L'inverno, con le emissioni dovute ai sistemi di riscaldamento, la produzione industriale, il traffico, i periodi di siccità e il ristagno delle masse d'aria dovuto ai fenomeni di inversione termica, è una stagione a rischio. Per questo l'Europa ha redatto una normativa inerente la qualità dell'aria che impone di tutelare la salute dei cittadini regolando la circolazione degli autoveicoli e istituendo giornate dedicate all'educazione ambientale.

Ma può bastare un buon temporale, per far crollare il livello di inquinanti registrato: la natura possiede una serie di automatismi per ripulirsi e digerire gli agenti inquinanti. **La pioggia è un vero e proprio catalizzatore** di polveri sospese: ogni gocciolina cadendo raccoglie micro e nano sostanze riportandole al suolo e nel mare, dove è più facile che rientrino nei processi di naturale biodegradabilità (purché non si esageri, altrimenti l'ambiente ne viene compromesso).

bosch manuale.indd 8-9 09/11/10 10:48

• La natura inquina?

L'eruzione in Islanda del vulcano Eyjafjallajkull nell'aprile 2010 ha proiettato nel cielo, a una quota di 4/5 chilometri, **una gigantesca massa calda di polveri e gas.** Una nuvola di smog capace di condizionare pesantemente la qualità dell'aria islandese in tempi brevissimi. L'area attorno al vulcano è stata evacuata per diverse settimane e le dimensioni dell'evento hanno rischiato di avere ricadute globali.
Insomma, **anche la natura inquina.** E questo avviene ogni volta che un fulmine scatena un incendio e una foresta finisce bruciata, ogni volta che una frana, uno tsunami o un terremoto distruggono un ecosistema, ogni volta che un'alluvione devasta una regione.
Anche questo fa parte della **complessità del vivente.** Sapere che la natura ha le spalle larghe e che **il sistema ambiente è capace di ritrovare il proprio equilibrio** non significa però avere carta bianca per sporcare il pianeta.
C'è bisogno di Sentinelle Ecologiche.

1.2 LE TECNOLOGIE VERDI

Una brava Sentinella Ecologica è attenta a quello che capita nella sua vita. Perché i nostri studenti si mettano all'opera non è neppure necessario farli uscire di casa. È già tutto lì. **Ognuna delle nostre Sentinelle ha una caldaia** sul proprio balcone **o un'automobile** in garage.
La qualità dell'aria in Italia, come è facile immaginare, presenta alcune criticità nei pressi dei grandi centri metropolitani. Si tratta di punti caldi dove traffico e riscaldamento incidono ancora prepotentemente, anche per cattive pratiche diffuse.

Caso a sè il **bacino della Pianura Padana:** la sua particolare orografia, che lo vede circondato dalle Alpi e libero solo sul lato orientale, ostacola i venti che altrove ripuliscono il cielo delle città favorendo l'accumulo di forte umidità nell'aria. Le conseguenze sono due: nebbia e smog. Un'aggravante, e una bella sfortuna, che distribuisce l'inquinamento delle metropoli su tutto il territorio circostante, talvolta superando i limiti della pedemontana.

Molto si può fare scegliendo le tecnologie più verdi. Bisogna però capire **come si produce l'energia.** Ripartiamo dalla combustione e accompagniamo ragazzi e allievi alla scoperta della tecnologia quotidiana.

• La combustione: come si fa l'energia

La combustione è il processo chimico più frequente in natura e il modo più semplice di ottenere energia.
Certo, al giorno d'oggi, di fiamme in casa se ne vedono poche, ma non c'è ragazzino che non sappia cos'è una candela. Se non altro perché la spegne sulla torta di compleanno.
Perché una candela brucia?
Perché è fatta di combustibile e perché ha l'aria intorno a sé.
La cera di cui è composta la candela può essere a ragione definita un combustibile perché contiene atomi di idrogeno e carbonio.
L'idrogeno è diffusissimo in natura, è l'atomo più semplice e tende sempre a formare molecole composte, ragione per cui non si trova mai da solo. Il carbonio è altrettanto diffuso e ha un ruolo fondamentale nel mondo vivente: originare oltre un milione di composti.

I combustibili sono dei composti di carbonio diversi tra loro: ad esempio il petrolio si compone per l'85% di carbonio e per il 15% circa di idrogeno mentre il gas metano è composto per il 20% da carbonio e per circa l'80% da idrogeno.

Per attivare un processo di combustione è necessaria l'energia di attivazione, che nel caso della candela è fornita dal fiammifero. Questa energia - la temperatura deve essere tanto più alta quanto più il materiale combustibile è compatto - compromette il legame atomico di carbonio e idrogeno all'interno della cera e genera una velocissima reazione a catena.
Gli atomi di idrogeno ritrovano un equilibrio legandosi all'ossigeno presente nell'aria e danno vita a vapore acqueo, mentre il carbonio si compone con due parti di ossigeno generando anidride carbonica.
Ecco i principali prodotti della combustione: H_2O e CO_2.

Fumi e aria calda salgono verso l'alto e riscaldano l'aria circostante mentre altro ossigeno viene richiamato dalla fiamma che può così mantenersi accesa. Se il ricambio d'aria non fosse sufficiente la candela si spegnerebbe, cosa che possiamo facilmente verificare capovolgendo un bicchiere vuoto su una candela accesa.
Oltre ad acqua e anidride carbonica, nella combustione si formano, seppur in quantità più ridotte, **altre sostanze chimiche che possiamo chiamare emissioni, particolato e ceneri.**

bosch manuale.indd 10-11 09/11/10 10:48

• Brucio... dove, cosa, quanto e come?

Per una brava Sentinella Ecologica è facile individuare dove avviene la combustione in casa. **Basta seguire il fumo!**
La prima nuvoletta la vediamo uscire dal camino: si tratta della caldaia, la centrale energetica da appartamento che serve a scaldare i termosifoni e l'acqua del rubinetto. Una seconda striscia di fumo esce invece dal tubo di scappamento dell'automobile. Una volta scoperto il dove, possiamo quindi interrogarci su **quali combustibili utilizzano auto e caldaia per produrre energia.**
La caldaia, con tutta probabilità, è alimentata a metano. Ma potremmo anche scoprire che funziona a legna o a olio combustibile. Sull'auto siamo ancora più insicuri. Si tratterà di benzina, diesel, metano o GPL? Tante e diverse sono le alternative quanto differenti sono le tipologie di combustione, le caldaie, i motori. In tutti i casi possiamo però notare un netto miglioramento delle performance ambientali.
Il fumo nero della rivoluzione industriale lascia oggi il passo a **vapori bianchi ed emissioni ridotte** di decine di volte. Si tratta di una rivoluzione tecnologica che negli ultimi vent'anni ha trasformato case e strade.
Passiamo in rassegna le principali soluzioni, soffermandoci su cosa è stato fatto e cosa si sta ancora cercando di fare.

• SCALDARE - La caldaia a gas

A muro o a basamento o a condensazione che siano, **le moderne caldaie a gas** sono progettate con **specifica attenzione** al rendimento energetico e al livello delle **emissioni di sostanze inquinanti.**

Le caldaie a condensazione sono quelle ecologicamente e tecnologicamente più avanzate.
Grazie a un sistema di **scambiatori di calore,** recuperano buona parte del calore che normalmente viene disperso in atmosfera sotto forma di vapore acqueo riducendo i consumi e incrementando il rendimento.
Per quanto riguarda la questione combustibile, va detto che il metano resta **il più ecologico fra quelli esistenti in natura.** Dobbiamo tenere infatti presente che durante la combustione, oltre ad azoto - uno dei componenti naturali dell'atmosfera - anidride carbonica e vapore acqueo, si possono generare anche sostanze inquinanti come monossido di carbonio, idrocarburi composti, ossidi di azoto e negli olii combustibili particolato.
Bruciare meglio vuol dire evitare che si creino questo genere di sostanze: il metano garantisce alto potere calorifico, migliore rapporto carbonio/idrogeno nella molecola e quindi minore produzione di CO_2, stabilità di combustione, ridotte emissioni di ossidi di azoto e **assenza delle emissioni più critiche** (particolato, benzene, idrocarburi polinucleari aromatici).

• SCALDARE - La caldaia a legna

Meno diffusa della sorella a metano rappresenta **una valida alternativa,** specialmente per quelle abitazioni che si trovano lontane dal metanodotto. Senza dimenticare che **il legno rappresenta una forma di accumulo dell'energia solare.** Attraverso i processi di fotosintesi e ossidazione le piante producono carboidrati e li immagazzinano sotto forma di amidi. La combustione del legno libera quell'energia producendo calore.
Da questo punto di vista il legno può essere considerato **una fonte di energia rinnovabile.** Re-immette nell'aria il carbonio che pochi anni prima la pianta ha preso dall'aria per crescere. Tutta un'altra musica rispetto al petrolio, che viene estratto da giacimenti dove è sepolto da millenni.
Grazie alle nuove tecnologie di combustione, le caldaie a legna hanno oggi ridotto sensibilmente le emissioni inquinanti.
L'utilizzo di legna trattata e sminuzzata (il cippato), sistemi di filtraggio e sonde per la regolazione della **combustione, hanno trasformato le vecchie stufe in impianti di riscaldamento hi-tech.**

bosch manuale.indd 12-13 09/11/10 10:48

• SCALDARE - Senza bruciare: il solare termico

Niente gas serra, niente polveri sottili, nessuna emissione inquinante. Questo è quanto viene immesso in atmosfera da un impianto solare termico per la produzione di acqua calda.

Riscaldarsi con l'energia naturale del sole: una chiave narrativa spendibile in classe con i ragazzi. E se si pensa che, **in 20 minuti,** l'irraggiamento solare che colpisce il nostro pianeta porta **tanta energia quanta quella consumata da tutta l'umanità in un anno,** è facile capire come il solare sia la grande sfida di questo secolo.

L'energia raccolta dai collettori solari viene immagazzinata e utilizzata, al bisogno, **per la produzione di acqua calda sanitaria o come supporto al riscaldamento.**
L'Italia ha un irraggiamento solare d'intensità variabile in funzione dell'area geografica considerata, ma quasi sempre ottimale per questo tipo di tecnologia.
Quando il sole non splende i collettori catturano l'energia generata dalla luce diffusa e danno un apporto di calore comunque importante ed eventualmente integrato da un sistema caldaia. Un investimento spendibile su nuovi edifici e case indipendenti, specie se si tiene conto delle detrazioni fiscali previste fino a oggi ad integrazione delle spese sostenute per l'istallazione.

• SCALDARE - La pompa di calore, un frigorifero al contrario

Tecnologia recente ma che sta avendo un certo sviluppo, la pompa di calore altro non che è una macchina in grado di trasferire calore da un corpo a temperatura più bassa a un corpo a temperatura più alta, utilizzando energia.
Per capire meglio di cosa si tratta bisogna pensare alla pompa di calore come a un frigorifero al contrario.

Dietro a ogni frigorifero c'è una serpentina che serve a disperdere calore nell'aria. Nella sostanza, **il frigorifero non è altro che una pompa che estrae calore** dai vani interni e lo immette nell'aria, pur a temperatura elevata, della cucina. Lo stesso principio sta alla base del funzionamento delle cosiddette pompe di calore.

Questo genere di impianti consentono di estrarre energia termica da acqua, aria e terreno, restituendo sotto forma di calore una quantità di energia che va da tre a cinque volte quella consumata per la procedura di estrazione.
Con un serbatoio di calore ampio come può essere quello di un fiume, un lago, una falda superficiale o il mare, si possono ottenere ottimi risultati.
La recente **direttiva europea RES ha riconosciuto le pompe di calore come apparecchiature che utilizzano energie rinnovabili.**
Possono essere messe a confronto con ogni altro sistema di riscaldamento con l'aggiunta della specificità di essere impianti completamente reversibili: termosifoni in inverno e condizionatori d'estate.

• SCALDARE - Il teleriscaldamento

Prendere i vapori caldissimi di una centrale elettrica, intubarli sottoterra e riscaldare mezza città: questa è l'idea alla base di una rete di teleriscaldamento. Un mezzo **semplice, pulito, economico e sicuro** per riscaldare gli edifici.
Un investimento considerevole per privati e comunità. **A Torino,** il calore prodotto dagli impianti di cogenerazione della centrale termoelettrica di Moncalieri e distribuito attraverso un complesso di **reti interrate che si estendono per oltre 370 chilometri,** ha fatto della metropoli piemontese la città più teleriscaldata d'Italia, con una popolazione servita di oltre 400.000 abitanti e un progetto che mira a espandere la rete.
Con il progetto Torino Nord sarà realizzata una centrale di cogenerazione da 400 MW elettrici e 220 MW termici, in grado di rilasciare calore a ulteriori 120 chilometri di tubature che si interconnetteranno con quelle già esistenti per andare a servire altre 150.000 persone.
Altri esempi di città teleriscaldate sono Cremona, Reggio Emilia, Verona, Milano, Forlì, Mantova, Imola, Bologna, Ferrara, Lodi, Legnano, Brunico.

bosch manuale.indd 14-15 09/11/10 10:48

• MUOVERSI - Il motore a benzina

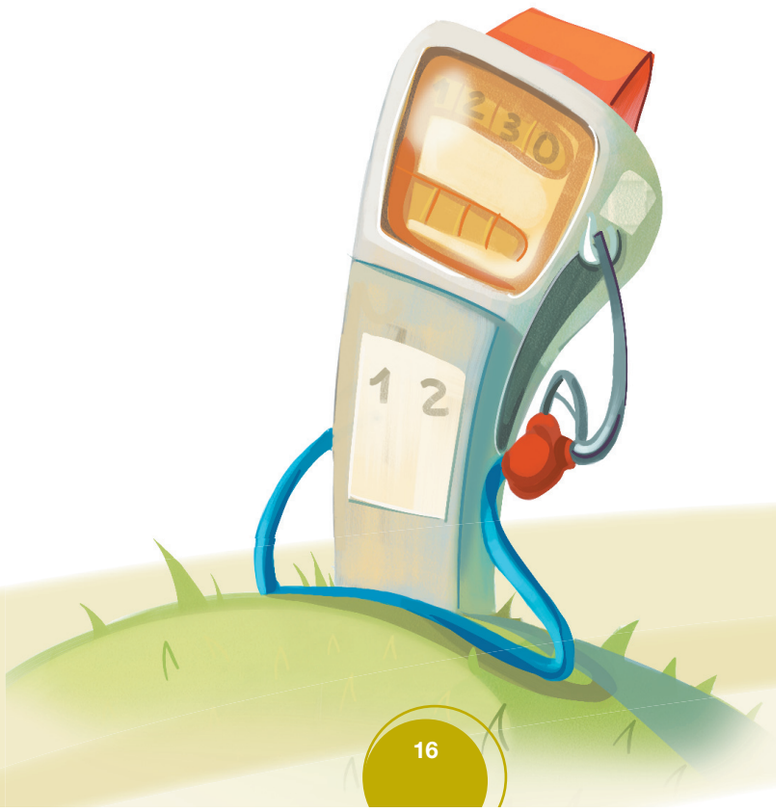
Una tecnologia vecchia di cent'anni e che si basa ancora oggi su un concetto abbastanza semplice, quello del **motore a scoppio: una miscela di aria e benzina** che bruciando, con l'innesco di una scintilla, genera l'energia necessaria al movimento del veicolo. Ma si badi bene, **i rapporti fra combustibile e comburante sono fondamentali.**

Il motore funziona grazie ad un buon cocktail fra benzina iniettata nei cilindri e aria aspirata. Se poco è stato fatto in un secolo di tecnologia per migliorarne la prestazione, negli ultimi vent'anni si è lavorato molto per recuperare il disavanzo.

Se ipoteticamente **nel 1970 un'auto a benzina inquinava 100, oggi lo stesso motore inquina appena 2,** e cioè cinquanta volte di meno, **con una riduzione delle emissioni pari al 98%.**

Dove monossido di carbonio, idrocarburi incombusti, ossidi di azoto e particolato sono prossimi allo zero. Insieme alle performance è però aumentata drasticamente anche la diffusione dell'automobile. Le nostre città contano ormai oltre 5.000 veicoli per ogni chilometro quadrato.

Un numero impressionante che ci invita a riflettere sull'utilizzo consapevole delle vetture e puntare, dove possibile, su **altre soluzioni di mobilità:** i mezzi pubblici, la bicicletta, il car sharing.



• MUOVERSI - Il motore diesel

Vecchio quanto il motore a benzina, l**a soluzione Diesel consiste in un motore ad autoaccensione.** Un carico d'aria fresca è introdotto dal pistone, il gasolio viene iniettato all'interno del cilindro dove si autoaccende grazie all'elevata pressione e temperatura, senza che sia necessario l'ausilio di una scintilla.

Anche in questo caso il lavoro di ricerca degli ultimi decenni ha rivoluzionato completamente la soluzione Diesel: se all'inizio degli anni Ottanta un'auto a gasolio produceva una quantità di **emissioni nocive** pari a 100, oggi lo stesso motore si ferma a un livello 6, **con una riduzione percentuale del 94%.**

La rivoluzione in questo caso ha un nome preciso: **Common Rail.** Un sistema di alimentazione per i motori Diesel entrato in produzione nel 1997 e che sa bruciare il combustibile in maniera più graduale e controllata. Con una riduzione sui consumi del 15%. La tecnologia Diesel può vantare una riduzione netta delle emissioni di CO_2 rispetto alla soluzione benzina.

La scienza ha un ruolo determinante nella soluzione dei problemi ambientali. Tenuto conto di consumi ed emissioni, oggi il Diesel rappresenta ancora la soluzione più eco-efficiente sul mercato automotive. **Ulteriori progressi** sono previsti con lo sviluppo dei nuovi catalizzatori NOx in grado di ridurre le emissioni di ossidi dell'80%.

E il particolato? Rispetto alle emissioni del motore a benzina, si introduce un elemento in più. Negli anni. di fatto, anche questo genere di emissione ha subito una riduzione pari al 90% delle polveri sottili emesse. Protagonista l'ormai famoso **filtro antiparticolato** che favorisce la reazione chimica delle sostanze inquinanti e le rende innoque imprigionandole in quella che ci ostiniamo a chiamare marmitta e che invece è un piccolo laboratorio che impedisce agli inquinanti di finire nell'aria.

bosch manuale.indd 16-17 09/11/10 10:48

• MUOVERSI - Il motore a metano

Il metano, o gas naturale, rappresenta **oggi la miglior soluzione nel campo dei combustibili alternativi.** Grazie alla sua semplice molecola (contiene un solo atomo di carbonio ogni quattro di idrogeno) **è un combustibile pulito:** la sua combustione infatti genera emissioni di anidride carbonica inferiori del 23% rispetto a quelle dei motori a benzina ed emissioni praticamente nulle degli idrocarburi incombusti a catena complessa.

Nell'ultimo decennio si sono sviluppati **motori a doppia alimentazione,** i cosiddetti bi-fuel, nei quali un moderno sistema elettronico di controllo gestisce in alternativa e automaticamente una adeguata dosatura del combustibile, **benzina o metano.**

• MUOVERSI - Le auto ibride

Sono detti ibridi quei veicoli che hanno una doppia alimentazione: motore termico/motore elettrico. L'originalità che sta dietro a questo genere di **innovazione è profondamente ecologica: recuperare l'energia dispersa,** come quella in frenata, e distribuire e integrare tra i due motori le richieste di potenza del veicolo con l'obiettivo di **ottimizzare consumi ed emissioni allo scarico.**
Le emissioni nocive si riducono in questi motori fino al 50%. I maggiori problemi risiedono nella modesta capacità di stoccaggio di energia delle attuali batterie, che limita la percorrenza con il motore elettrico, e nell'eccessivo costo delle stesse.

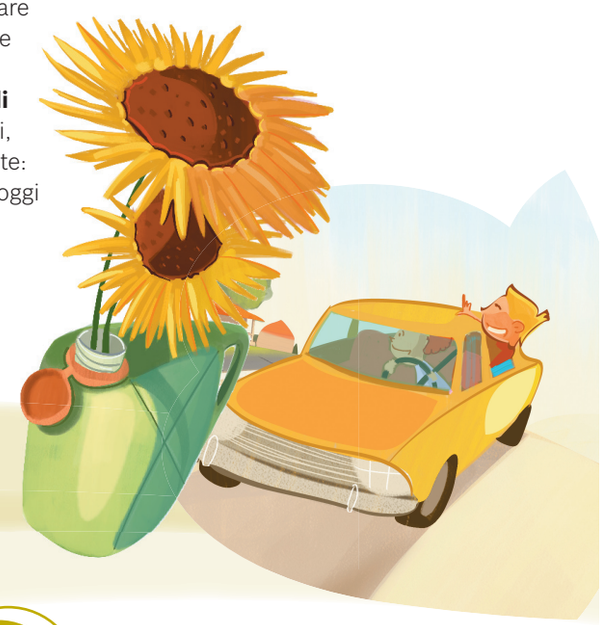
• MUOVERSI - Le auto elettriche e il sogno dell'idrogeno

Sono ancora pochi i veicoli in cui un solo motore elettrico sostituisce completamente la soluzione a combustibile. Penalizzati dal peso, dalla limitata autonomia e dall'eccessivo costo delle batterie, **i mezzi elettrici sono** perlopiù **utilizzati come flotte nelle linee dei mezzi pubblici.**
Il sogno delle zero emissioni però non svanisce e si agita nel cuore dei ricercatori. Un sogno che in parte rivive nei **progetti dei veicoli a idrogeno.**
Una speranza per il futuro e una sfida per la ricerca: alto potere calorifero ed emissioni di solo vapore acqueo; resta però da risolvere il problema di una produzione economica ed ecologica dell'idrogeno, della sua distribuzione e del perfezionamento delle celle a combustibile.

Suggeriamo qui una metafora per l'insegnante: **l'automobile a idrogeno è una vettura dal cui tubo di scarico si può fare l'aerosol.** Un'immagine divertente che comunica il nocciolo della questione.

• MUOVERSI - La tecnologia ecologica

La rivoluzione dell'automotive passa per la tecnologia: **sistemi computerizzati** dosano la quantità di combustibile iniettata nel motore, **particolari sensori** controllano dosatura, quantità di ossigeno e gas di scarico.
Il controllo della trasmissione, l'eliminazione della frizione e del cambio, l'ottimizzazione del trasferimento della forza motrice alle ruote, permetteranno in un futuro prossimo di aumentare l'efficienza riducendo ulteriormente i consumi di carburante.
Si tratta di cambiamenti strutturali che è utile raccontare agli studenti, anche utilizzando immagini semplificate: dove prima c'erano acciaio e alluminio oggi troviamo tanti piccoli computer.



bosch manuale.indd 18-19 09/11/10 10:48

2. L'Acqua a casa mia.

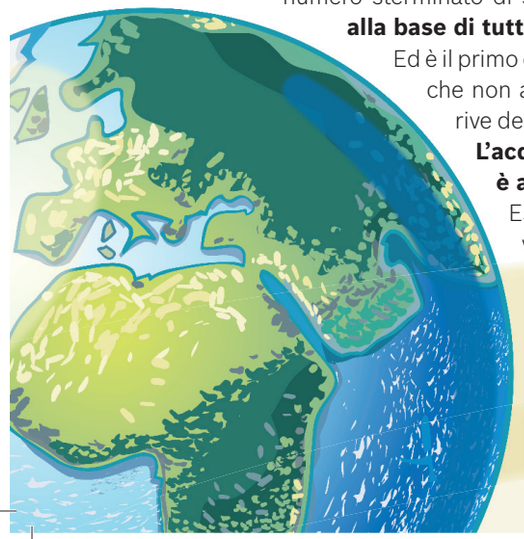
Drink analcolico, lavaggio hi-tech

Obiettivi didattici

Alla scoperta dell'acqua: la risorsa naturale che utilizziamo maggiormente e che sporchiamo in quattro e quattr'otto ogni volta che si apre un rubinetto, in bagno come in cucina.
Fuori dal tubo: in natura, per individuare quelle attività umane che ancora sfuggono ai processi di depurazione e che quindi sono potenzialmente più inquinanti.
La proposta agli studenti: scoprire le vie dell'acqua seguendo i tubi che si srotolano nelle nostre case. Su per il rubinetto fino all'acquedotto per capire come l'acqua diventa potabile, dentro gli elettrodomestici e il lavello per riflettere sui consumi, e giù per il tubo di scarico ad analizzare le forme di inquinamento.

2.1 IL PIANETA BLU, DENTRO UN TUBO

Se potessimo osservare la Terra dallo spazio, come astronauti improvvisati, probabilmente ci stupiremmo per la particolare colorazione azzurra irradiata dal nostro pianeta. La ragione di questo fenomeno però la conosciamo bene: si deve al fatto che **due terzi della superficie terrestre** sono coperti dall'enorme massa d'acqua degli oceani, un fatto unico tra tutti i pianeti del sistema solare.
L'acqua è risorsa fondamentale per la Terra. Oltre a fornire un habitat a un numero sterminato di specie animali e vegetali, l'acqua sta di fatto **alla base di tutti i processi biologici, agricoli e industriali.**
Ed è il primo e irrinunciabile bisogno dell'uomo urbanizzato, che non a caso ha costruito nei millenni la civiltà sulle rive dei fiumi.
L'acqua che scorre in edifici e appartamenti è acqua intubata.
Esce dal rubinetto come acqua potabile, e se ne va giù per lo scarico più o meno sporca di cibo, di sostanze varie e di detersivi.
Seguirla nel suo tragitto urbano serve a scoprirne le caratteristiche, i punti di forza e le principali forme di inquinamento.



• Potabilizzazione: come si fabbrica l'acqua

L'acquedotto moderno è **un grande impianto industriale che produce acqua potabile.** Il suo lavoro consiste nell'estrarre o raccogliere la materia prima - l'acqua grezza - e sottoporla a **un ciclo di trasformazioni** che la rendono potabile. L'azienda acquedotto si occupa inoltre di immagazzinamento, trasporto e distribuzione dell'acqua lavorata. Linee di produzione e reti di distribuzione territoriale ne fanno una realtà complessa e articolata di cui anche gli utenti, com'è naturale, fanno parte.

Il ciclo di potabilizzazione delle acque è un processo industriale che richiede sette, otto ore di lavorazione. Una volta la **raffinatura dell'acqua** consisteva nell'aggiunta di cloro, oggi è una complessa sequenza di interventi da laboratorio.

La prima fase è detta di **captazione.** L'acqua viene raccolta da acque sotterranee (sorgenti e pozzi) e di superficie (fiumi). La **grigliatura** rimuove poi i solidi in sospensione, dopodiché l'acqua viene avviata al processo produttivo.
Dove possibile viene raccolta in **bacini di lagunaggio** e resta in **decantazione** per un periodo che va da una a tre settimane, processo che consente un abbattimento naturale degli inquinanti: ammoniaca -50%, torpidità -60%, fosfati -90%, microrganismi -90%. I fanghi di deposito vengono rimossi.
A questo punto all'acqua vengono aggiunte delle sostanze che ne facilitano la **purificazione:** il carbone in polvere elimina i **microinquinanti organici** presenti nell'acqua grezza e abbatte le molecole responsabili di gusti e odori sgradevoli; l'insufflazione di aria arricchita di **ozono** disinfetta l'acqua da virus e batteri, ossida e rimuove ferro e manganese, distrugge pesticidi, fenoli, detergenti; una miscela di **policloruro di alluminio** facilita la precipitazione delle particelle in sospensione sul fondo del bacino. Il processo di potabilizzazione si conclude poi con una **filtrazione** su carbone attivo che elimina eventuali microinquinanti organici, colorazione residua, gusti e odori sgradevoli.
La rete di distribuzione metropolitana di un grande acquedotto può arrivare a misurare migliaia e migliaia di chilometri, cui si aggiungono le tubature che attraversano le nostre case. Per questo, affinchè la qualità venga mantenuta durante il percorso che la separa dal rubinetto, l'acqua viene disinfettata in uscita dall'acquedotto con il biossido di cloro. Cloro che, talvolta, è responsabile di un particolare gusto e odore dell'acqua. Ma è sufficiente mezz'ora perché evapori completamente da una caraffa piena d'acqua!

bosch manuale.indd 20-21 09/11/10 10:48

• ACQUA DA BERE - Rubinetto o bottiglia

Per essere considerata idonea al consumo, e quindi bevibile, l'acqua deve rispondere a **criteri di potabilità** e cioè rispettare i **requisiti igienici previsti dalla legge.** Le recenti normative sull'acqua potabile prevedono che sia possibile commercializzare qualsiasi tipo di acqua indipendentemente dalla sua origine, purché risponda ai requisiti. Per assurdo una fonte di alta montagna potrebbe intubare (piuttosto di imbottigliare) tutta la sua acqua verso valle, e di converso un acquedotto comunale può imbottigliare la sua acqua e metterla sul mercato. Una pratica, quest'ultima, già diffusa in Italia.

L'acqua del rubinetto deve essere inodore, insapore, incolore, priva di sostanze chimiche dannose alla salute umana, batteriologicamente pura e contenere una giusta quantità di elementi indispensabili all'organismo umano, come i sali minerali. Non tutti sanno però che la **qualità delle acque prodotte dagli acquedotti italiani** deve rispettare una stretta normativa nazionale, più severa di quella europea che regolamenta la commercializzazione delle acque in bottiglia. L'acqua del rubinetto insomma è potenzialmente di qualità **superiore alle acque in bottiglia!**

Naturalmente anche il processo di imbottigliamento ha una propria catena di produzione/distribuzione e un certo numero di regole da rispettare: qualità delle analisi chimico fisiche in laboratorio; un sistema di trasporto e di conservazione capace di proteggere le bottiglie dall'esposizione al sole; tempi di vendita stabiliti e corrispondenza tra etichette e contenuto; gestione dei rifiuti generati con bottiglie di plastica e di vetro.

Un dato impressionante: l'Italia è il maggior consumatore di acqua in bottiglia in Europa, il terzo nel mondo. Oltre 200 litri pro capite.

Un mercato probabilmente non giustificato, anche tenendo conto delle caratteristiche quantitative e qualitative dell'offerta di acqua per fini potabili, che non è paragonabile a quella dei primi due paesi consumatori (Emirati Arabi e Messico).

• ACQUA PER LAVARE - Il rubinetto

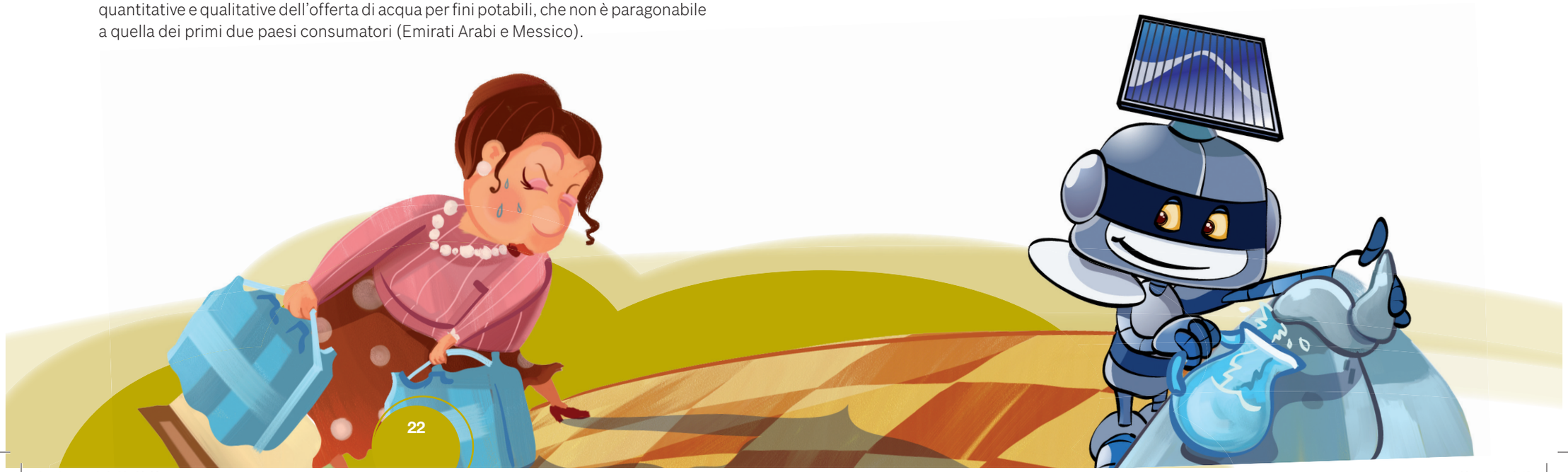
Nel quotidiano ciascuno può fare la sua parte: è una questione di stile di vita. **Consumare meno acqua** rappresenta un contributo concreto alla salvaguardia di questa sempre più minacciata risorsa, senza dimenticare che evitare gli sprechi può aiutare anche a **risparmiare sulla bolletta.**

Anche in questo caso è bene iniziare a conoscere una serie di nuove applicazioni tecnologiche che possono cambiare radicalmente l'impatto ambientale dei nostri comportamenti.

Partiamo proprio dal rubinetto, un oggetto che per la sua sconvolgente semplicità tendiamo ad associare a un chiaro imperativo categorico ecologista: chiudere l'acqua e non sprecare!

Non sottovalutiamo poi la rubinetteria. Oggi è possibile ridurre all'origine la portata dei rubinetti e delle docce attraverso **riduttori di flusso.** Ma sono largamente diffusi anche i **miscelatori a due portate,** che aggiungono microbollicine d'aria al flusso raddoppiandolo; il getto sembra più potente ma la quantità di acqua utilizzata è la metà. In più, il miscelatore ci aiuta a **consumare meno acqua calda** - e quindi energia - facilitando la scelta della temperatura ideale.

Nei luoghi pubblici il lavandino è spesso dotato di fotocellula. Un'esigenza di igiene che è anche una sentinella contro gli sprechi. Persino lo sciacquone del WC ha in qualche modo re-ingegnerizzato la vaschetta dell'acqua raddoppiando gli scarichi con una ritirata da 6 litri e una più leggera da 3 litri.



bosch manuale.indd 22-23 09/11/10 10:48

• ACQUA PER LAVARE - La lavatrice

Altra protagonista dell'acqua domestica è la lavatrice. Un oggetto che della risorsa idrica non può fare a meno, per definizione. Va però detto, a suo favore, che è stato uno dei **primi elettrodomestici** a essere sottoposto **all'etichetta energetica.**
Da oltre dieci anni su tutte le lavatrici deve essere apposto un marchio di efficienza che classifica le macchine seguendo una serie di parametri verificati in un ciclo di lavaggio.
La valutazione viene fatta sui consumi annuali espressi in kilowattora tramite **l'assegnazione di lettere dalla A alla G.**
La ricerca nel campo dell'eco-efficienza ha reso talvolta inadeguata questa classificazione.
Alcuni modelli di lavatrice arrivano a consumi inferiori del 30% alla classe A.
Ma la vera novità è l'introduzione di una serie di sistemi di misurazione negli elettrodomestici, che diventano capaci di rispondere ai diversi stimoli dati dall'utente. Sensori, misuratori, sistemi di riconoscimento automatico del carico, programmi ecologici fanno della lavatrice un elettrodomestico intelligente. Si arriva a un consumo di 6 litri per chilo di carico con risultati perfetti.

• ACQUA PER LAVARE - La lavastoviglie

Mettere a confronto uomo e macchina, ovvero **la lavastoviglie e il lavaggio a mano,** è molto difficile perché il lavaggio tradizionale può cambiare drasticamente da persona a persona. Come sempre in questi casi è tuttavia possibile fare una media ponderata.

Più studi hanno concluso che la lavastoviglie, **se usata a pieno carico, consuma molto meno acqua del lavaggio a mano,** mentre il relativo consumo di energia dipende dalla tecnica di lavaggio a mano e dal numero di stoviglie per carico (piccoli carichi favoriscono ancora il lavaggio a mano).
Uno studio abbastanza completo eseguito da Altroconsumo afferma che sotto l'acqua corrente si possono consumare anche 60 litri d'acqua, mentre usando una bacinella o semplicemente tappando il lavandino si può scendere a 20 litri.
Una lavastoviglie classe A con programma eco consuma mediamente 16 litri d'acqua, ma la gamma di lavastoviglie con record di risparmio ne consuma solo 6,5. Mentre se la classe di efficienza scende si raggiungono i 26 litri. Per questo è **importante essere informati** sugli elettrodomestici che popolano le nostre case.
Diventare Sentinelle Ecologiche significa anzitutto imparare come funzionano le cose, e **la curiosità tipica dello scienziato** è un elemento fondamentale.

• Risparmiare acqua

Sono tante le fontane d'acqua che zampillano dai muri di casa. E numerosi, anche se ben nascosti, sono i rubinetti. Tendiamo a dimenticarcene. Se li dovessimo elencare probabilmente ci fermeremmo a 3: **il lavandino della cucina, il lavello del bagno e la doccia. E la lavatrice? La lavastoviglie? Lo sciacquone del WC? Il bidet? La pompa per il giardino?**
La cifra sale. Ma potremmo sempre aver tralasciato un secondo bagno, la cantina o la soffitta.

Quanta acqua consuma tutta questa rubinetteria?
Ci sono dati medi a riguardo che possono aiutare ad avere una visione d'insieme. Per farsi una doccia utilizziamo tra i 25 e i 30 litri d'acqua. Per una bagno la media supera i 100 litri. Una lavatrice a pieno carico può consumare fino a 70 litri d'acqua. Una lavastoviglie 15-25. Lo scarico del water tra i 6 e gli 8 litri.

Anche in questo caso le **nuove tecnologie** hanno favorito una drastica riduzione dei consumi. Esiste però una serie di buone pratiche che possono incidere in modo rilevante sul nostro costo ambientale: chiudere l'acqua del rubinetto mentre ci si insapona, si spazzolano i denti, si lavano i piatti a mano può far **risparmiare fino a 5.000 litri a persona ogni anno;** riparare un rubinetto o uno sciacquone che gocciola può far risparmiare 2.500 litri (una perdita di 30 gocce al minuto spreca circa 200 litri d'acqua al mese); scegliere l'autolavaggio per mettere a lucido la propria vettura fa risparmiare decine di litri d'acqua e offre la garanzia di una canalizzazione delle acque reflue al depuratore; tagliare l'erba del giardino troppo corta in estate ci costringe a innaffiare con quantità d'acqua maggiori a quelle richieste da un folto manto erboso (e mettere uno strato di foglie secche alla base delle piante consente di mantenere una maggiore umidità del suolo).

bosch manuale.indd 24-25 09/11/10 10:48

2.2 LE FORME DI INQUINAMENTO DELL'ACQUA

Tra i tanti elementi che si possono trovare in natura, l'acqua è senza dubbio alcuno la molecola più curiosa e originale. **L'idrogeno e l'ossigeno** di cui è composta sono **tenuti insieme da un legame unico.** Un legame dieci volte più potente dei legami che si riscontrano negli altri liquidi e dieci volte più debole di un normale legame tra atomi di idrogeno e ossigeno. Si tratta del ponte idrogeno.

Il ponte idrogeno è la chiave per comprendere tutte le caratteristiche e le anomalie della molecola acqua. Un legame che la rende diversa, molto meno disordinata degli altri liquidi, con una struttura simile a quella dei cristalli.
Se il ponte idrogeno non esistesse l'acqua, a temperatura ambiente, sarebbe un comune gas e di conseguenza non esisterebbero forme di vita sulla Terra.

Inodore, incolore, insapore, **l'acqua è anche un ottimo agente pulente.** Gli atomi di idrogeno della molecola H_2O formano continuamente legami con atomi di ossigeno di qualsiasi altra molecola con cui l'acqua entra in contatto.
L'acqua è di fatto un potente dielettrico, una sorta di calamita capace di agganciare ogni genere di sostanza.
Questa sua peculiarità rappresenta anche **la sua condanna: è un liquido nato per sporcarsi.** Una benedizione dal nostro punto di vista perché ci permette di lavare senza troppa fatica, e al contempo un monito contro l'inquinamento indiscriminato della risorsa acqua, spesso maltrattata dal nostro stile di vita.

• Puliti noi, sporca l'acqua

L'acqua è un mezzo che disperde tanti rifiuti prodotti dall'uomo e, come abbiamo accennato nel primo capitolo, per fronteggiare **l'inquinamento** la natura ha dalla sua la biodegradabilità.
Oggi però questa **capacità di autodepurazione è compromessa** da qualità e quantità delle contaminazioni che subisce. Il pensiero va ai tanti prodotti che utilizziamo nella vita di tutti i giorni per lavarci, truccarci, pulire casa, nettare i pavimenti, cucinare, lavare i piatti.

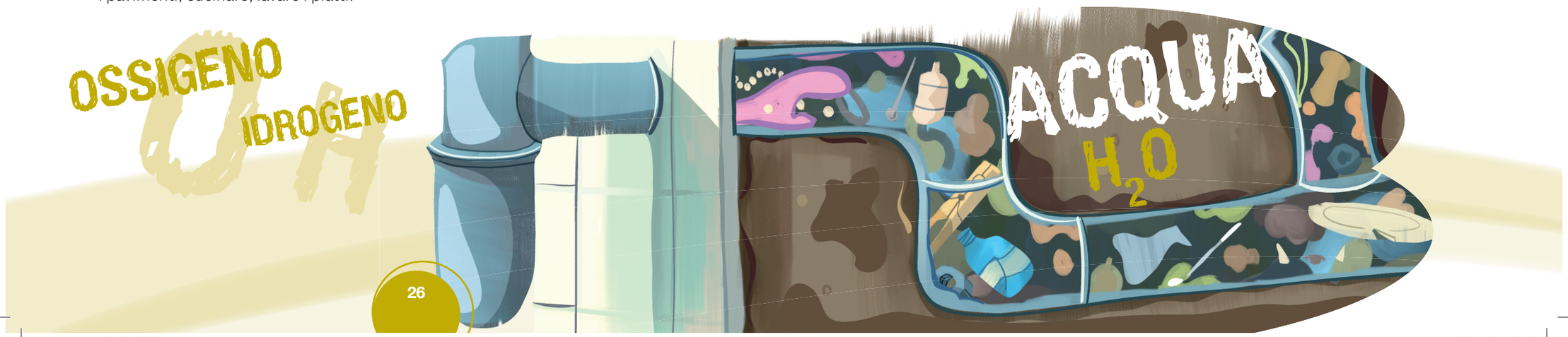
Una volta inforcati gli occhiali di Sentinelle Ecologiche ci si può accorgere facilmente di un dettaglio non trascurabile: **trascorriamo l'esistenza in veri e propri laboratori di chimica.**
D'altra parte cosa sono docciaschiuma, shampoo, balsamo, se non dei prodotti chimici? E saremmo fortunati se ci si potesse fermare qui. Invece abbiamo creme, makeup, tinture, alcol, acetone, detersivi, saponi, prodotti per pavimenti, per vetri, legno, acciaio, polvere, piatti, bucato.
Tutte sostanze che inevitabilmente finiscono giù per il tubo con l'immancabile corredo di inquinanti organici: olio di frittura, grasso, sporco. Senza dimenticare i rifiuti organici del WC. Il fatto che tutta quest'acqua sporca scompaia in una conduttura in qualche modo ci tranquillizza, ma cosa succede dopo?

• Buone norme per usare i detersivi

L'acqua è un dielettrico, aggancia lo sporco e lo porta via. Quando l'acqua non basta usiamo il sapone, che è stato per secoli l'unico detersivo/detergente utilizzato dall'uomo. Anche il sapone, in qualche misura, inquina l'acqua e quindi è opportuno usarlo con criterio. **I moderni detersivi sono a base di tensioattivi.**

I tensioattivi sono emulsionanti: fanno da collante fra acqua e grassi, esattamente come fa il bianco dell'uovo nella maionese. Sono i principali ingredienti dei detersivi, **abbassano la tensione superficiale** dei liquidi e agevolano la bagnabilità del nostro bucato. Sono formati da una parte polare che si lega all'acqua come una calamita e da una sorta di coda (neutra) che si lega allo sporco grasso. I tensioattivi si fanno strada tra i tessuti, cingendo con le loro code le molecole di sporcizia. Attirate dall'acqua, le teste idrofile trascinano poi con sé le particelle di grasso.

Nei detersivi si trovano inoltre una lunga serie di composti chimici più e meno dannosi all'ambiente. Il pensiero di berli come fossero acqua fresca non ci sfiora neanche il cervello. E questo la dice lunga sulla necessità di ripulire le acque reflue prima di immetterle in natura.

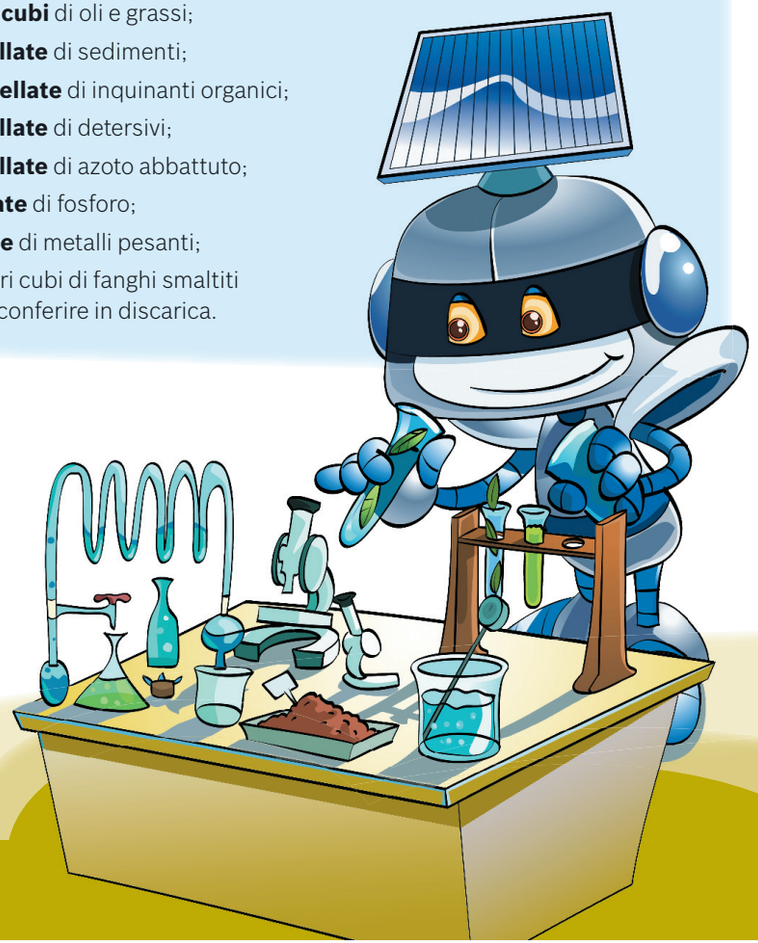


bosch manuale.indd 26-27 09/11/10 10:48

• DENTRO UN TUBO - Le sostanze inquinanti

Oggi la quasi totalità delle reti fognarie è collegata a impianti pubblici e privati di depurazione delle acque.
Usi domestici e industriali dell'acqua sono insomma sottoposti a un'azione di ripulitura da inquinanti e sostanze pericolose.
Fortunatamente ogni anno vengono estratte centinaia di tonnellate di rifiuti dall'acqua, evitando ulteriori danni ambientali.
Per farsi un'idea della quantità di sostanze inquinanti che arrivano dagli scarichi delle nostre case è sufficiente fare una visita a un moderno impianto di depurazione come quello di Castiglione Torinese, in Piemonte.
Si tratta del depuratore che serve Torino, cioè una rete di oltre 2 milioni di abitanti.
Questi i dati a disposizione:

- **200 milioni** di metri cubi di acque trattati;
- **1.200 tonnellate** di rifiuti solidi estratti;
- **5.000 metri cubi** di oli e grassi;
- **1.200 tonnellate** di sedimenti;
- **33.000 tonnellate** di inquinanti organici;
- **1.700 tonnellate** di detersivi;
- **4.700 tonnellate** di azoto abbattuto;
- **450 tonnellate** di fosforo;
- **60 tonnellate** di metalli pesanti;
- **140.000** metri cubi di fanghi smaltiti da trattare e conferire in discarica.



• DENTRO UN TUBO - La depurazione

Ripulire l'acqua significa estrarre con agenti biologici, fisici e meccanici una serie di sostanze dannose per l'ambiente.
Oggi comuni e centri abitati si avvalgono di reti dedicate - fogne bianche, miste e nere - che conferiscono gli scarichi urbani a impianti tecnologici di trattamento delle acque reflue: **i depuratori.**
Non tutti sono uguali e tantomeno parimenti efficienti. Ma una cosa va detta: negli ultimi vent'anni si sono moltiplicati e sono riusciti a risolvere piccole e grandi emergenze ambientali.

Un moderno ciclo di depurazione richiede un processo industriale che impegna 12-13 ore. Senza contare il trattamento dei fanghi che si muove su linee separate e ha processi decisamente più lunghi (dalle 3 alle 4 settimane).
Come per la potabilizzazione, anche in questo caso, è utile parlare di più fasi.

Si parte con un sistema di **grigliatura** che serve a rimuovere dall'acqua tutti i rifiuti solidi che sono finiti per sbaglio in uno scarico o che sono stati trascinati nei dotti fognari dalla pioggia. Si tratta di sacchetti, fogli di plastica, stracci, legni, polistirolo. La fantasia umana non ha limiti e quello che si riesce a infilare in un WC è impressionante. Può essere educativo, in questo senso, accompagnare gli alunni in una gita al depuratore di valle. Non sono quasi mai distanti dai centri abitati e sono aperti alle scolaresche.
Il processo di depurazione prosegue poi con sistemi di **desabbiatura e desoleatura** che aiutano a rimuovere gli oli in sospensione. Una **sedimentazione** primaria raccoglie invece i fanghi depositati.
L'ossidazione biologica consente di demolire le sostanze organiche attraverso la facilitazione dei processi aerobici. Determinante, in questo caso, il lavorio di particolari batteri.
L'operazione si svolge normalmente in grandi vasche in cui i **batteri** in questione si nutrono delle sostanze inquinanti moltiplicandosi a dismisura per poi accumularsi sotto forma di **fanghi,** che vanno poi smaltiti: una procedura costosa dal punto di vista economico, energetico e ambientale (il conferimento **in discarica** consente però di mettere il fango in sicurezza).
Nella sedimentazione finale si aggiungono all'acqua **sali di ferro** per far precipitare le **particelle in sospensione,** dopodiché una serie di filtri (ghiaia, sabbia, carbone) abbattono le sostanze ancora presenti. L'elevato numero di batteri viene infine eliminato con **clorazione.** Quella che rifluisce nei fiumi e in natura non è quindi acqua potabile, sarebbe una procedura inutile - perché l'acqua in natura è ricca di elementi incompatibili con la potabilizzazione - e troppo costosa. Il depuratore cerca piuttosto di restituire all'ambiente un'acqua sufficientemente pulita. E ciononostante il fiume, ogni volta, accusa un duro colpo.

bosch manuale.indd 28-29 09/11/10 10:49

• DENTRO UN TUBO - Lo stato ambientale dei fiumi

Il monitoraggio dello stato ambientale dei corsi d'acqua superficiali passa per analisi continue dello **stato chimico di fiumi e torrenti.**
Un lavoro che le agenzie regionali per la protezione ambientale (ARPA) fanno quotidianamente rilevando la presenza o meno di sostanze chimiche pericolose. Facendo un discorso generale, quello che si può dire è che tendenzialmente i corsi d'acqua mantengono standard di qualità buoni se non addirittura elevati nella prima parte dei loro percorsi.
È la sommatoria degli **inquinamenti raccolti scendendo a valle** che fa raggiungere loro quantità di inquinanti pari al limite massimo consentito dalla legge, quando addirittura non le superano.
Molto dipende dallo sviluppo del fiume (più chilometri percorre e più inquinanti raccoglie), dalla presenza e dall'efficienza dei depuratori, dagli scarichi abusivi e dai reflui di agricoltura e allevamento.

Un fiume è un sistema dinamico in continua evoluzione e per di più soggetto a costanti variazioni di portata e temperatura.
La qualità dell'acqua varia a seconda delle stagioni e le temperature influiscono sulle reazioni chimico fisiche che avvengono in acqua, accelerando o frenando il naturale processo di biodegradabilità con cui il fiume si autodepura: è il caso dell'eccessiva **eutrofizzazione del delta del Po.**

• DENTRO UN TUBO - Gli scarichi abusivi

Sostanze chimiche e rifiuti non dovrebbero mai finire in acqua. Non lo si può impedire ma per quanto possibile è bene che tutti i rifiuti speciali vengano raccolti e conferiti al sistema di trattamento dei rifiuti.
Le eco-isole sono attrezzate per raccogliere, ad esempio, l'olio di frittura delle nostre padelle. Lo si può conservare in latte evitando di vuotarlo nel lavello di casa.

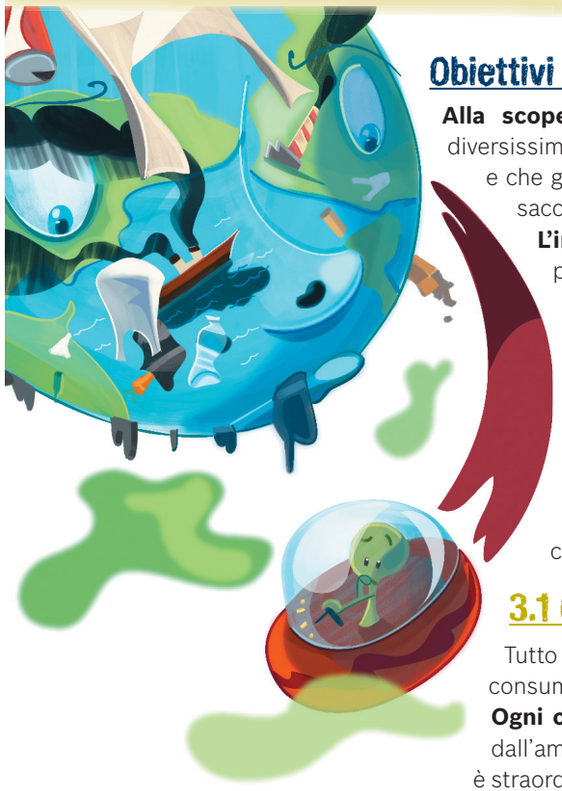
Le batterie e gli oli esausti dell'automobile vengono raccolti dalle officine autorizzate. Le batterie contengono una sostanza pericolosa per l'uomo e gli esseri viventi se dispersa nell'ambiente: il piombo. Gli oli determinano la comparsa di schiume sulla superficie dell'acqua e la formazione di pellicole impermeabili che impediscono il naturale processo di riossigenazione del fiume.

Un caso spinoso riguarda **l'agricoltura intensiva,** che effettua un massiccio utilizzo di fertilizzanti e pesticidi. L'attività agricola è spesso svolta con consumo di grandi quantità d'acqua attinta da sorgenti e falde.
L'utilizzo eccessivo di prodotti chimici minaccia la salute degli operatori agricoli, dei consumatori, e del suolo che assorbe come una spugna queste sostanze, che percolando in falda entrano nel ciclo naturale.
Ma il problema principale restano gli scarichi abusivi, ovvero tutte quelle acque che vengono riversate nell'ambiente senza prima passare per un depuratore.
Il Mar Ligure e l'Adriatico, dopo un embargo durato anni, sono tornati a conquistare le bandiere blu della **Foundation for Environmental Education** proprio grazie all'investimento nei depuratori. Insomma molto è stato fatto e altro ancora resta da fare.

bosch manuale.indd 30-31 09/11/10 10:49

3. I RIFIUTI a casa mia.

Cassonetti ordinati e miniere artificiali



Obiettivi didattici

Alla scoperta dei rifiuti: un mondo di materiali diversissimi tra loro che affollano le nostre case, e che gettiamo indiscriminatamente nello stesso sacchetto appena non ci servono più.

L'industria del riciclo: non solo discarica, perché i materiali possono avere una, due, sette vite come un gatto.

La proposta agli studenti: imparare a distinguere tra rifiuti e risorse.
Curiosando nel cassonetto, le Sentinelle Ecologiche ritrovano la spesa del giorno prima!
E allora tutti al supermercato per scoprire dove nascono i rifiuti, di cosa sono fatti, come si tengono separati.

3.1 COME NASCE UN RIFIUTO

Tutto quello che acquistiamo, usiamo, consumiamo è destinato a diventare un rifiuto. **Ogni oggetto è fatto di** materie prime estratte dall'ambiente come **risorse naturali** e non è straordinario che un giorno all'ambiente facciano ritorno. Dipende in che modo.
Certo mettere nello stesso sacchetto frutta e verdura di campo, la plastica fatta di petrolio, la carta ricavata dagli alberi, le lattine ricavate dai minerali, una vecchia cornice di legno con il vetro rotto, non è proprio un capolavoro di logica matematica.
Ma prima di trasformarsi in rifiuti, i materiali ormai inutili possono essere riutilizzati più e più volte in nuovi cicli produttivi.
La raccolta differenziata serve a questo. Tiene separate le risorse e le manda ognuna per la sua strada, perché possano essere recuperate.

Non si tratta di separare i rifiuti - ed è questo un approccio didattico originale che possiamo proporre agli studenti - **ma di non fare disordine nel cassonetto.** Non mischiare tutto insieme. Altrimenti, come spesso capita anche nella vita, si fa un pasticcio.

- **Le raccolte differenziate**

Il sistema della raccolta differenziata è oggi diffuso in tutta Italia e opera con diverse modalità. Spesso i materiali vengono raccolti **porta a porta** seguendo calendari settimanali; altre volte si utilizzano **i cassonetti stradali e le campane;** in alcuni casi esistono centri di conferimento aperti al pubblico **(le eco-isole).**

Ma la maggior parte delle volte si adottano questi tre sistemi contemporaneamente, a seconda di quello che si deve raccogliere. Per questo motivo bisogna parlare di raccolte differenziate, al plurale.

Un'attività da fare con i ragazzi: la raccolta differenziata nel mio comune, alla ricerca delle indicazioni di consorzio per la raccolta urbana.
Scoprirete che in città è molto efficiente il porta a porta perché toglie i cassonetti dalle strade e ogni condominio si sente più responsabilizzato rispetto ai materiali che conferisce. Se invece abitate in un piccolo centro dove le abitazioni sono troppo distanti e i percorsi troppo lunghi, è probabile che si preferisca ancora il cassonetto.

bosch manuale.indd 32-33 09/11/10 10:49

• Nel cassonetto

A pensarci bene, i rifiuti sono una perfetta chiave di lettura per le tematiche ambientali. Le emissioni generate da riscaldamento (la caldaia), dai trasporti (l'automobile) e dai processi produttivi sono rifiuti che abbandoniamo nell'aria.
Gli inquinanti che versiamo giù per lo scarico (il rubinetto, la lavatrice, la lavastoviglie) sono i rifiuti dell'acqua. E infine arriva la pattumiera, il rifiuto della terra, in discarica.
I rifiuti nel cielo sono invisibili e i rifiuti nell'acqua spariscono risucchiati da un tubo.
Ma la pattumiera non si può nascondere, puzza. È terribile. E i rifiuti sono **un monito costante alla nostra coscienza ecologica** e ci ricordano quanto lavoro resta da fare.
Nei precedenti capitoli abbiamo visto come la ricerca abbia avuto un ruolo determinante nel ridurre l'impronta ecologica della civiltà umana. Anche nel caso dei rifiuti dobbiamo saper dar conto dei grandi passi fatti in avanti.
Sono tremendi i cassonetti che affollano la strada? O piuttosto sono una bella opportunità per evitare a un rifiuto di imboccare la via per la discarica e, al contrario, diventare nuova risorsa? Sono inaccettabili i sacchi colorati che presidiano gli usci di palazzi e condomini la mattina quando si esce per andare a scuola?
In verità vengono raccolti nel giro di poche ore, finiscono direttamente nella filiera del riciclo e - forse non ci si fa più caso - non puzzano!
Perché quel che puzza è la frazione umida, gli scarti di frutta e verdura, che non a caso vengono raccolti separatamente.

Cosa c'è allora in quei sacchetti se non dei fogli di carta pulita, plastica, vetro, lattine praticamente asciutti? Vista con la lente della Sentinella Ecologica, la moderna raccolta rifiuti è una benedizione.
La verità è che fare una buona raccolta differenziata equivale a tenere una dispensa, dove ritiriamo ordinatamente quel che domani può tornare utile. La ricerca scientifica ha raffinato negli anni le tecniche di recupero dei materiali e, oggi più di ieri, il rifiuto torna a essere risorsa.

• Al supermercato

Se gli studenti accettano di indagare su caldaia e automobile, di curiosare dietro rubinetti e lavatrici, e di leggere l'etichetta dei detersivi, allora certo non si tireranno indietro se c'è da mettere il naso nella spazzatura.

Un dato inquietante: un moderno ipermercato espone **tra i 40 e i 50.000 prodotti.** Non parliamo di quantità, si badi bene. Ma di varietà. Decine di migliaia di marche dagli imballaggi sempre diversi che riuniscono nella stessa confezione anche più di un materiale. I ragazzi possono scegliere un prodotto (pasta, salsa di pomodoro, dentifricio, merendine) e descriverne le tipologie di imballaggio.

Argh! Anche la spesa è un lavoro da Sentinelle Ecologiche... **il 40% dei nostri acquisti finisce in pattumiera appena si varca la porta di casa.**
Si tratta degli imballaggi che dobbiamo togliere per riporre gli acquisti in frigorifero. Una percentuale che parla da sola. Gli stessi supermercati hanno iniziato a ridurre i molteplici imballaggi che accompagnano i prodotti, dal produttore al consumatore, passando per trasporto, sicurezza, attenzione all'ambiente.
L'imperativo è semplificare, ridurre e, se possibile, **eliminare l'imballaggio.** Non sono pochi i supermercati che permettono di acquistare detersivi e detergenti alla spina: ci si porta dietro il fustino vuoto da casa e lo si riempie all'apposito erogatore. Ma in generale ciascuno di noi può fare la sua parte scegliendo prodotti con pochi imballaggi.
Premiare i prodotti verdi significa costringere, in modo indiretto, la concorrenza ad adottare procedure amiche dell'ambiente.

bosch manuale.indd 34-35 09/11/10 10:49

3.2 DIMENTICARE I RIFIUTI, PROGETTARE RISORSE

• La scienza del riciclo

Sono passati più di dieci anni da quando l'Italia, con la legge Ronchi, ha mosso i primi passi sulla strada del riciclo indicata dall'Europa. I materiali vengono recuperati in maggiore quantità riducendo il volume di rifiuti che finisce in discarica.
È possibile **progettare il riciclo fin dalla progettazione** di ogni singolo oggetto? **È la sfida del nuovo millennio.**

CARTA, CARTE

Prodotta a partire da milioni di fibre di cellulosa intrecciate tra loro, la carta è un materiale estremamente duttile. Sono **centinaia le tipologie di carta** oggi in commercio. **Un foglio può rivivere fino a 6 volte!** L'ecologia in questo caso passa per un giusto mix di carte giovani e vecchie, **uso di sbiancanti naturali** (caolino, polvere di marmo) e qualità della materia prima raccolta nella filiera del riciclo. Attenzione: non tutte le carte sono riciclabili perché a volte sono mischiate con plastica e alluminio, come nei pacchi di biscotti o nella carta del salumiere.

PLASTICA, PLASTICHE

La maggior parte delle plastiche viene **fabbricata partendo dal petrolio,** la cui lunga molecola viene spezzata in parti più piccole, poi ricombinate in strutture chiamate polimeri. È importante conoscerle e riconoscerle perché il loro recupero è complesso: ogni tipo di plastica è in realtà un diverso materiale.
Sono 6 le plastiche più diffuse: il **polietilene** (indicato sulle confezioni con il simbolo PE), il **polivinilcloruro** (PVC), il **polietilentereftalato** (PET), il **polistirene** (PS), il **polipropilene** (PP) e il **polistirolo espanso** (EPS).
La plastica delle bottiglie (PET) può essere trasformata in una fibra di tessuto. Il PVC viene riutilizzato in edilizia come coibentante e nelle tubature di scarico. Altre plastiche, ancora, vengono oggi impiegate nella componentistica interna dell'automobile.

ALLUMINIO

Resistentissimo e leggero è il metallo per eccellenza. L'alluminio è il risultato di un lungo processo produttivo che inizia con **l'estrazione della bauxite.** Per essere lavorato, questo minerale **richiede un grande dispendio di energia** che rende ancora più prezioso il prodotto finale.
L'alluminio è la Sentinella Ecologica dei materiali. Riciclabile al 100%, pulito, facile da recuperare anche nel rifiuto indifferenziato con apposite elettrocalamite. Si fonde senza perdere qualità e il suo riuso è incredibilmente economico.
Rispetto al costo elevato richiesto per la lavorazione della materia prima, riciclare alluminio fa **risparmiare il 95% di energia.** Un vero e proprio record.

BANDA STAGNATA

Più comunemente chiamata latta, è una lamina di ferro sulla cui superficie viene depositato uno strato di stagno. Un materiale sicuro ed economico.

VETRO

Largamente utilizzato per trasparenza e sterilità, **il vetro è tra i più antichi materiali** destinati all'imballaggio. Potremmo dire semplificando che si tratta di sabbia **(silicio)** solidificata senza cristallizzare.
Con il vuoto a rendere ha anticipato di decine d'anni la raccolta differenziata. **Oggi può essere riciclato al 100%,** anche se nel processo di fusione prende un colore bruno (buono comunque per l'imbottigliamento dei vini). In Germania lo raccolgono per colore e riproducono la stessa identica bottiglia di prima!

POLIACCOPPIATI

Sono materiali multistrato. Nella maggior parte dei casi si tratta di **fogli di plastica, carta e alluminio.** Un esempio? I pacchi dei biscotti. Anche se il più famoso è il Tetrapak, un contenitore dalle proprietà straordinarie che permette lunghi cicli di conservazioni. Purtroppo è **solo in parte riciclabile.**

UMIDO

La frazione bagnata della spazzatura raccoglie scarti di cibo, frutta, verdura, fogliame e piccole frazioni di carta da cucina (i tovaglioli sporchi).
Se separato dal rifiuto indifferenziato (secco) può dare vita al compost, un terriccio utilizzabile in agricoltura.

bosch manuale.indd 36-37 09/11/10 10:49

• In discarica

È l'ultima via percorribile. Il luogo dove ci auguriamo che nessun rifiuto debba mai arrivare. È la discarica. **Una ferita aperta nella natura,** inutile girarci intorno. Un buco nella terra dove infilare quel minestrone disordinato di materiali e imballaggi che rischia di generarsi ogni volta che, per un attimo solo, giriamo la testa e ci dimentichiamo dei nostri doveri di cittadini.

Progettare una discarica è un lavoro complesso e per nulla diverso dal realizzare un moderno impianto industriale. Va costruito con attenzione e in un luogo sicuro. Non può permettersi rischi né pericoli e una volta chiusa è monitorata per almeno altri 30 anni.

Nella progettazione di una discarica si tiene conto della conformazione geologica del terreno. Non devono esserci falde nel suolo sottostante e il bacino di raccolta deve essere arginato da una struttura a barriera capace di isolare i rifiuti dal suolo. Sul fondo del bacino **una serie di sonde raccolgono il metano** e l'anidride carbonica prodotti dalla digestione microbica dei rifiuti. Questo biogas è una fonte di energia e come tale può essere utilizzata per scaldare i quartieri abitati limitrofi o muovere i mezzi che gestiscono la discarica.
Una tonnellata di rifiuti può arrivare a produrre, durante tutto il processo di decomposizione, fino a 250 metri cubi di biogas.
All'interno di una discarica si forma anche il percolato, un liquido nero e fortemente inquinante che va gestito correttamente, pompato e analizzato. A protezione delle falde acquifere è previsto anche un sistema di monitoraggio lungo il perimetro dell'invaso, perché nulla si disperda in ambiente.
Ogni giorno i rifiuti vengono coperti da uno strato di materiali inerti, a tutela delle specie animali che vivono sul territorio e arrivano in discarica alla ricerca di cibo.

Oggi non si parla più di discariche. L'interramento dei rifiuti viene paragonato a una miniera. **Gli inglesi chiamano questa procedura landfill mining.** Il principio di funzionamento è quello di scavare, setacciare e ordinare il materiale conferito in impianto. I rifiuti contengono ancora molte risorse, tra cui metalli ferrosi, lattine di alluminio e rottami metallici. Basti pensare che la concentrazione di alluminio nelle discariche è molto superiore alla concentrazione di alluminio nella stessa bauxite. Dimentichiamoci i rifiuti, qui si parla di risorse.

L'ambiente a casa mia
Conclusioni

Sentinelle del quotidiano

La questione ambientale è rovente e spinosa. Provare a parlarne a scuola con i ragazzi è delicato e impone molta attenzione.
Ecologia e ambiente infiammano le coscienze. E gli studenti, benché giovani, possono avere in testa **molti luoghi comuni.** Le scelte di questa guida sono state concretezza e praticità.
Lasciati da parte i discorsi ambiziosi e generali siamo scesi nel **rapporto quotidiano che l'uomo ha con l'ambiente, concentrandoci sullo stile di vita** che adottiamo e il luogo fisico dove il confronto/conflitto si manifesta: **la casa.** Questo al fine di comprendere quali sono i cambiamenti che dobbiamo adottare quotidianamente e le tecnologie che ci possono aiutare in questo cammino.
I ragazzi sono le Sentinelle del cambiamento. L'augurio migliore è che possano **diventare i protagonisti e gli scienziati di domani.**

SENTINELLE ECOLOGICHE

bosch manuale.indd 38-39 09/11/10 10:49

Bibliografia ragionata

L'ambiente in parole, luoghi e immagini

Letteratura

Dove trovare informazioni utili e scientificamente fondate

N.ARMAROLI E V.BALZANI
Energia per l'astronave Terra
Zanichelli 2008

LESTER R. BROWN
Piano B 4.0.
Mobilitarsi per salvare la civiltà
Edizioni Ambiente 2010

GIULIO CONTE
Nuvole e sciacquoni
Edizioni Ambiente 2008

JARED DIAMOND
Collasso. Come le società scelgono di morire o vivere
Einaudi 2005

RICHARD HATTON
Energia
Editoriale Scienza 2002

BJØRN LOMBORG
L'ambientalista scettico
Mondadori 2003

MICK MANNING
Splish Splash
Editoriale Scienza 2010

R.PAPETTI E G.ZAVALLONI
Piccoli gesti di ecologia
Editoriale Scienza 2010

LYNNE PATCHETT
Aria
Editoriale Scienza 2002

FRED PEARCE
Confessioni di un eco-peccatore
Edizioni Ambiente 2009

ROBERTO RIZZO
Salvare il mondo senza essere Superman
Einaudi 2005

GUIDO VIALE
Un mondo usa e getta: la civiltà dei rifiuti e i rifiuti della civiltà
Feltrinelli 1994

M.WACKERNAGEL E WILLIAM E. REES
L'impronta ecologica
Edizioni Ambiente 2008

Dizionario per l'educazione ambientale
Regione Toscana e Pacini Editore
www.publiambiente.it/scuola/100parole

Educambiente webTV
Via Montorio 108, 37131 Verona
www.educambiente.tv

Legambiente Direzione Nazionale
Via Salaria 403, 00199 Roma
www.legambiente.it

Nextville. Energie rinnovabili ed efficienza energetica
Ed. Ambiente, via Battaglia 10, 20127 Milano
www.nextville.it

Parole, immagini e poesia

Per un nuovo umanesimo ambientale tra arte, cinema e letteratura

STEFANO BENNI
I meravigliosi animali di Stranalandia
Feltrinelli 1984

ITALO CALVINO
Le città invisibili
Einaudi 1972

GIANNI RODARI
Filastrocche in cielo e in terra
Einaudi 1960

GIANNI RODARI
L'omino della pioggia
Editori Riuniti 1993

OLIVER SACKS
Zio Tungsteno
Ricordi di un'infanzia chimica
Adelphi 2002

Art'ambiente
www.art-ambiente.it

Cinemambiente
Environmental film festival Torino
www.cinemambiente.it

Festival dell'Energia (Lecce)
www.festivaldellenergia.it

Festival della Scienza (Genova)
www.festivalscienza.it

bosch manuale.indd 40-41 09/11/10 10:49

Bibliografia ragionata

L'ambiente in parole, luoghi e immagini

Musei, enti e istituzioni

I luoghi e le piazze dove incontrare l'ambiente cinema e letteratura

Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare
www.minambiente.it

ENEA
Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile
www.enea.it

FIRE
Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia
www.fire-italia.it

CONAI
Consorzio Nazionale Imballaggi
www.conai.org

COMIECO
Consorzio Nazionale Recupero e Riciclo degli Imballaggi a base Cellulosica
www.comieco.org

COREPLA
Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio e il Recupero dei Rifiuti di Imballaggi in Plastica
www.corepla.it

CIAL
Consorzio Imballaggi Alluminio
www.cial.it

Co.Re.Ve.
Consorzio Recupero Vetro
www.coreve.it

COBAT
Consorzio Nazionale Batterie al Piombo Esauste e Rifiuti Piombosi
www.cobat.it

ECOELIT
Consorzio Nazionale Volontario Accumulatori ed Elettroutensili
www.ecoelit.it

Museo A come Ambiente
Corso Umbria 90
10144 Torino
www.museoambiente.org

Museo della Scienza e della Tecnologia Leonardo Da Vinci
Via San Vittore 21
20123 Milano
www.museoscienza.org

Museo Tridentino di Scienze Naturali
Via Calepina 14
38100 Trento
www.mtsn.tn.it

Museo dei grandi fiumi di Rovigo
Piazzale San Bartolomeo 18
45100 Rovigo
www.museograndifiumi.it

Science Centre Immaginario Scientifico
Riva Massimiliano e Carlotta 15
34151 Grignano (TS)
www.immaginarioscientifico.it

Museo Nazionale dei Trasporti
Via del Canaletto 100
19126 La Spezia
www.museonazionaletrasporti.it

Istituto e Museo di Storia della Scienza
Piazza dei Giudici 1
50122 Firenze
www.museogalileo.it

Perugia Officina per la Scienza e la Tecnologia
Via del Melo 34
06122 Perugia
www.perugiapost.it

Museo Mobile di Roma
Via Mazzarino 11
00186 Roma
www.museiscientificiroma.eu

Città della Scienza
Via Cordoglio 10
80124 Napoli
www.cittadellascienza.it

Parco del Delta del Po
Via Mazzini 200
44022 Comacchio (FE)
www.parcodeltapo.it

L'AUTORE
Davide Coero Borga è un giovane comunicatore scientifico.
Scrive e racconta storie di scienza, talvolta si cimenta in piccoli esperimenti casalinghi e gioca ancora al Piccolo Chimico.
Progetta eventi e giochi didattici per Agenzia Spaziale Italiana e Codice Idee per la Cultura.
Cura le rubriche YouLab e La scienza dal giocattolaio per i mensili di scienza Newton e Oxygen.

bosch manuale.indd 42-43 09/11/10 10:49

FSC
www.fsc.org
MISTO
Carta
da fonti gestite in
maniera responsabile
FSC® C005162

BOSCH
MISSIONE AMBIENTE
3ª EDIZIONE

www.boschmissioneambiente.it

BOSCH
Tecnologia per la vita

scienza & gioco
Clementoni
EDITRICE LA SCUOLA