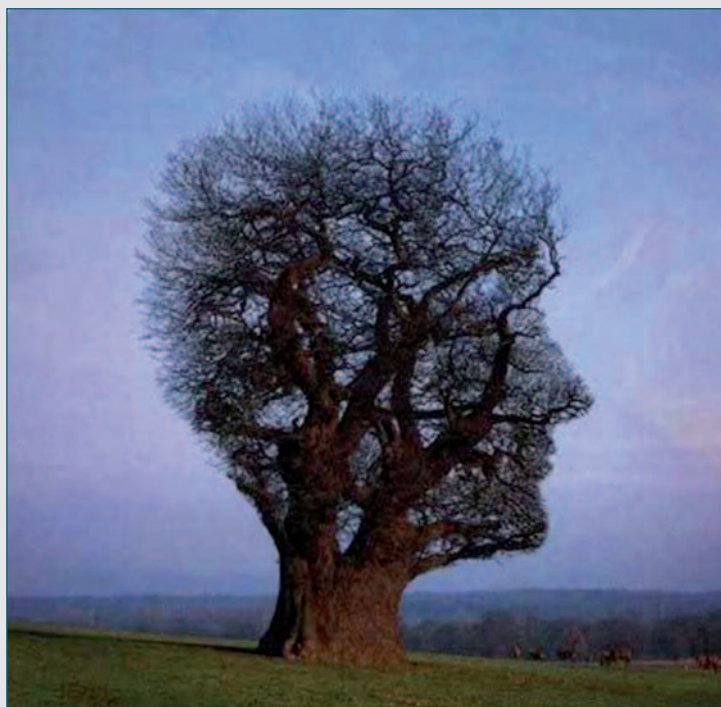




*Francesco Dondi
Dipartimento di Chimica
Università di Ferrara
f.dondi@unife.it*

ETICA, RESPONSABILITÀ E SOSTENIBILITÀ NELLA CULTURA DEL CHIMICO

Le culture della responsabilità e della sostenibilità sono le sole che consentono di fronteggiare le criticità del presente. È necessario stabilire corretti punti di contatto tra chimica ed etica e rinnovare le basi culturali della formazione.

Da molti settori della società vi è una crescente domanda di etica. Vi sono molteplici ragioni: 1) molti disastri - ad esempio ambientali o finanziari - hanno origine da comportamenti irresponsabili, sia intenzionali che non intenzionali; 2) molti sono i prodotti chimici risultati pericolosi e ritirati dal mercato, e molto vasta è la letteratura che documenta una serie preoccupante di interventi impropri di gruppi di pressione che cercano di confutare o di mettere sotto silenzio casi conclamati di danni ambientali o sulla salute [1]; 3) vi sono, d'altra parte, casi significativi di errori macroscopici nella messa al bando di prodotti chimici. A tal riguardo ricordiamo il caso DDT, che, bandito negli anni Settanta assieme ad altri pesticidi (la "sporca dozzina") perché eco tossico e applicato certamente in modi impropri (vedi Fig. 1), è ora considerato strumento assai importante nella lotta alla malaria [2a] e, cosa assai significativa, riammesso

dal WHO come strumento per la lotta alla malaria da impiegarsi in modalità specifiche [2b] (vedi Fig. 1). Come non vedere in tutti questi casi una scarsa considerazione degli aspetti etici che devono informare sia l'attività che le decisioni del chimico? Gli aspetti etici dei punti 2 e 3 sono riconducibili, ad esempio, all'errore di II e I specie, rispettivamente, e quindi devono essere trattati in un ben preciso ambito filosofico-scientifico e legislativo [3]. Il sistema educativo deve prendere iniziative adeguate rispetto a questa complessa situazione.

La Società Chimica Italiana da molti anni considera l'etica come un aspetto strategico del suo impegno istituzionale [4].

Nelle scuole superiori, così come all'università, l'etica dovrebbe essere parte essenziale nella formazione del chimico, come lo è ad esempio per un medico. Così come il medico ha posto fin dai tempi dei Greci l'etica al centro dei suoi pensieri, poiché il suo fine è la cura del-

l'uomo, anche ciò deve avvenire per il chimico, poiché anche ad esso è affidata la non lieve responsabilità di aver cura della Terra. In questo senso il sistema educativo, nel suo complesso, dovrebbe coniugare l'etica secondo due direzioni culturali: la Responsabilità e la Sostenibilità.

Per *Cultura della Responsabilità* [5] si intende quella condizione nella quale la Società nel suo insieme si comporta con

responsabilità e prende iniziative concrete per far fronte ai problemi presenti e futuri. In questo senso possiamo distinguerla dal "Senso di Responsabilità" che riguarda piuttosto i singoli individui. "Responsabilità" significa poi capacità di "rispondere", il che comporta anche una capacità di "ascoltare" e quindi un'attenzione costante rivolta ai problemi. La chimica, come scienza e come tecnica, ha opportunità uniche nel contribuire alla diffusione della "Cultura della Responsabilità". Per *Cultura della Sostenibilità* [6] si intende una fase più avanzata rispetto alla Cultura della Responsabilità, che consiste in un nuovo paradigma di organizzazione della società e di comportamento dei singoli individui in cui le esigenze sociali, ambientali ed economiche sono contemporaneamente soddisfatte (vedi Fig. 2). Dalla compatibilità economica e sociale, si genera un sistema *equo*; da quella ambientale ed economica si genera una condizione *realizzabile*, da quella sociale ed ambientale si genera una condizione *vivibile*: la contemporanea realizzazione di queste tre condizioni genera un sistema "sostenibile". Alcuni aggiungono altri sottoinsiemi (vedi e.g. [7]), ma, la sostanza non cambia significativamente. Degna di nota è la nascita in questi anni di una "Scienza" della Sostenibilità il cui oggetto di studio è l'interazione tra sistemi naturali e sistemi sociali [8]. La sostenibilità riguarda molti settori, quali quelli dell'organizzazione della vita colletti-



Fig. 2 - Le Tre Sfere della Sostenibilità e la loro interazione



Fig. 1 - Due aspetti dell'uso del DDT. L'uso incontrollato ed eccessivo del DDT negli anni Cinquanta del secolo scorso (a); documento del WHO per la riammissione dell'uso del DDT per il controllo del vettore della malaria (b)

va, della produzione ed utilizzazione dei beni, della comunicazione [9].

Responsabilità e Sostenibilità verranno discussi in questo articolo che vuole essere un contributo per un continuo aggiornamento della cultura del chimico. Responsabilità e Sostenibilità sono temi non solo di grande attualità ma anche opportunità importanti per le giovani generazioni. Infatti ben afferma D. Orr a tal

proposito: "Prove scientifiche suggeriscono che il futuro metterà alla prova le prossime generazioni in modi fuori dall'ordinario. Gli educatori sono tenuti a dire la verità su tali argomenti, trasformando però l'ansia... in ENERGIA POSITIVA in grado di generare cambiamenti costruttivi" (ref. 9, p. 169).

Come e che cosa insegnare

Un corso dedicato agli aspetti etici e di sostenibilità deve fornire non solo conoscenza, ma soprattutto cultura, nel senso che deve contribuire a quella che si può definire "una mente ben fatta" piuttosto che "piena" di nozioni o di nozionismi [10]. L'UNESCO [11], con tutta la sua autorevolezza, ha sottolineato la necessità di un rinnovamento nei contenuti educativi, commissionando ad Edgar Morin, noto sociologo, uno studio su questo argomento. Il risultato è "I sette saperi necessari all'educazione del futuro". Essi sono condensati in questi sette titoli: *Le cecità della conoscenza, l'errore e l'illusione; I principi della conoscenza pertinente; Insegnare la condizione umana; Insegnare l'identità terrestre; Affrontare le incertezze; Insegnare la comprensione; L'etica del genere umano*. Riteniamo altresì importante far riferimento sia alla tradizione filosofica classica e moderna (es. Aristotele [12] e H. Bergson [13]), che a quella contemporanea (rif. 5, cap. 7-9). Fondamentali sono a nostro avviso "Imperativo Responsabilità" di Hans Jonas [14] e "La Società del Rischio" [15] di Ulrich Beck. Questi due testi, infatti possono aiutare il chimico a meglio comprendere l'impatto etico e sociale della propria attività nella presente fase, in quella che ormai è chiamata la "seconda modernità". La "prima modernità" è stata caratterizzata dai numerosi successi nei vari campi che hanno sconfitto penuria e malattie. La presente "seconda modernità" (o modernità riflessiva), acquisito il benessere di cui godiamo, è caratterizzata dal fatto gli inconvenienti riconducibili al progresso risultano più evidenti: i disastri tecnologici (Seveso, Bhopal, Chernobyl, sversamento del petrolio nel golfo del Messico, Fukushima ecc.) o i casi del "pollo alla diossina", la "mucca pazza", il "latte alla melamina", fino alle più recenti contaminazioni batteriche. Il quadro formativo deve quindi essere completato dall'insegnamento sufficientemente dettagliato degli aspetti tecnico-scientifici delle presenti emergenze ambientali ed energetiche (cap. 1-6 di rif. 5 e 16).

Premesse: concetti filosofici e sociologici classici e rinnovati

È importante ricordare agli studenti il significato della parola “etica”: deriva dal greco *ἠθικός*, cioè carattere, comportamento. Essa costituisce una parte importante della filosofia, che supera il concetto di buona condotta. È più ampia del semplice concetto di giusto e sbagliato. Uno degli aspetti centrali riguarda la “buona vita”, cioè la *felicità*. Quest’ultimo aspetto è assai importante per stabilire il ruolo dell’etica e della scienza per l’ambiente [12, 17, 18].

Uno sviluppo sostenibile, che consiste nel raggiungimento di buone condizioni di vita per ciascun abitante della Terra ora e per il futuro è, infatti, vera felicità e richiede l’ineludibile bilanciamento tra consumi e risorse rinnovabili per tutti gli abitanti della terra. Platone, nel secondo libro del dialogo “Repubblica”, aveva identificato nei consumi smodati la causa della “insostenibilità” della vita di una città, poiché comporta una maggiore richiesta di spazi (l’aumento dell’impronta “ecologica” ante litteram!), il che è fonte di contrasto ed ingiustizia:

Socrate: “Allora, costruiamo teoricamente una città, sin dalle fondamenta. La creerà, a quanto pare il nostro bisogno...”.

Glaucone: “Socrate, se fondassi una città di porci, li pasceremmo con un cibo diverso da questo? A quanto pare non stiamo cercando l’origine di una semplice città, bensì di una città che vive nel lusso. E forse non è un male, poiché esaminandone anche una di questo genere, potremo vedere come negli stati nascono la giustizia e l’ingiustizia. A quanto pare non si accontenteranno... di questo tenore di vita... ma aggiungeranno altre suppellettili... profumi, etere... bisogna possedere oro, avorio... PERCIÒ SI DEVE NUOVAMENTE INGRANDIRE LA CITTÀ” [19].

Il concetto di sostenibilità, ben presente presso i Greci, è stato riformulato nel 1987 dalla Commissione Mondiale sull’Ambiente e lo Sviluppo dell’ONU: “Lo sviluppo sostenibile è uno sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri bisogni” (Rapporto Brundtland, rif. 20). Viene quindi stabilito non solo il diritto-dovere di organizzare la società affinché non solo le generazioni presenti vedano soddisfatti propri bisogni, ma anche quelle future lo possano: pur non avendo voce in capitolo ora, esse hanno il diritto di essere tutelate dalle nostre norme etiche. Di qui anche l’importanza delle scienze in genere e della chimica in modo particolare nella costruzione di una giusta società. Aristotele (Etica Nicomachea EN, [6]), sottolinea bene questo aspetto centrale attraverso una frase famosa: “l’Etica [politica]... è la più autorevole ed architettonica tra le scienze”, aggiungendo poi anche che: “...essa (Etica) determina quali scienze sono necessarie nelle città... ed insieme concorreranno a definire il bene” (adattamento), il che significa che le scienze sono indispensabili per l’etica. Da ciò si può dedurre che, se è vero che la scienza non determina l’etica, l’etica senza la scienza è inattiva. In pratica la scienza fornisce gli elementi di giudizio attraverso un’accurata e precisa definizione dei problemi (“messa a fuoco”) e l’etica sceglie sulla base dei valori (“scelta della rotta”) [21].

La necessità, per gli uomini, di dotarsi di un’etica, deriva, secondo il filosofo francese Henry Bergson [13] da due sentimenti antagonisti, la *Paura* e la *Speranza* i quali, a loro volta, sono alla base dell’obbligo morale e della creazione emotiva. La Paura è quel sentimento che ci prende di fronte ai pericoli ed in generale di fronte all’incognito, ai rischi. La moderna ricerca ha sottolineato la funzione primaria di questa reazione istintiva [22]. Talvolta invece si sottolineano prevalentemente l’aspetto negativo della reazione delle popolazioni (ad esempio gli inceneritori, o il nucleare). Si dovrebbe ben comprendere, invece, che queste reazioni sono comprensibili se non anche giustificate: sono la reazione di difesa verso pericoli reali o verso comportamenti delle autorità o dei gestori tecnici dei servizi che non sono stati all’altezza di fornire le necessarie garanzie di efficienza e sicurezza.

La Paura è giusta reazione ed H. Jonas descrive tutto ciò in modo assai incisivo affermando [14]: “*Prometeo, alla fine scatenato, al quale la scienza conferisce forze senza precedenti e l’economia imprime un impulso incessante, esige un’etica che mediante auto-restrizioni impedisca alla sua potenza di diventare una sventura per l’uomo... Cosa può servire come limite? Proprio il pericolo paventato!*” (rif. 14, Prefazione, XXVII).

Alla Paura si risponde con la “Cultura della Responsabilità”, la sola in grado di convertire mediante azioni concrete la *Paura* in *Fiducia*. “*Fiducia e non speranza - come ben dice Piero Pozzati - dal momento che fiducia e speranza non significano la stessa cosa: infatti “speranza” esprime ciò che si auspica... mentre la “fiducia” riguarda una... quasi certezza basata sulla sensibilità a cogliere le tendenze in atto... e sulla considerazione generale secondo cui la storia possiede una razionalità intrinseca*” (pag. 17 di rif. 5).

La rinascita dei principi etici: il principio di responsabilità

A partire dagli anni Sessanta del secolo scorso, la sensazione che la cosiddetta tecnoscienza potesse produrre effetti negativi sull’ambiente è diventata comune convinzione [5].

Hans Jonas ha aggiornato dei concetti etici necessari per la società tecnologica [14]: “*Agisci in modo che le conseguenze della tua azione siano compatibili con la permanenza di un’autentica vita umana sulla terra*” è la sintesi comunemente riportata [14b] del suo pensiero. La necessità di una rinnovata responsabilità è imposta dalla specificità dell’impatto delle moderne tecnologie sulla Natura.

Le nostre azioni hanno un carattere moltiplicativo e cooperativo, in ragione dell’interazione tra scienza, industria ed economia. Le condizioni di “prossimità” e di “contemporaneità” (*hic et nunc*) rappresentano il contesto dell’etica nella pre-modernità. Questa condizione non è più valida nel contesto della presente prassi tecnologica. Infatti la sfera di azione non è più limitata dalla “casa” o la “città”: l’intera biosfera è coinvolta. Così pure le nostre azioni non influenzano solo il presente ma hanno effetti anche nel futuro, potendo arrivare a compromettere la stessa persistenza della vita sulla terra. Questo ha comportato quindi il passaggio dalla cosiddetta etica dell’intenzione (mi com-

porto bene qui ed adesso, poi accada quel che deve accadere) a quella della responsabilità (debbo valutare anche l'impatto spazio-temporale delle mie azioni). Molti sono gli esempi degli effetti negativi sulla natura dell'azione umana in questa fase di accelerata industrializzazione e di aumento dei consumi: 1. la bioaccumulazione degli inquinanti; 2. il loro trasporto su tutta la terra attraverso l'atmosfera e la loro concentrazione nelle zone fredde del pianeta; 3. l'accentuazione dell'effetto serra; 4. il mutare dei paradigmi energetici; 5. il problema della disponibilità di acqua dolce (vedi [5], cap. 1-5); 6. la gestione dei rifiuti, ed altro ancora. Impiegando il concetto di integrale come somma di contributi molto piccoli, si può spiegare il concetto dei "contaminanti emergenti" come somma di molti piccoli contributi infinitamente piccoli. Il concetto dell'irreversibilità termodinamica spiega la differenza tra danno e crimine. Vi è quindi largo spazio per un appropriato insegnamento delle discipline chimiche classiche, come la chimica fisica o la chimica analitica, e di tutte le altre discipline chimiche in un contesto etico. Come riportato in rif. 23, sono disponibili schemi per seminari dedicati all'apprendimento della percezione della realtà e del principio di precauzione [24] che si avvalgono del protocollo di J. Wetmore [25] secondo l'Etica del Discorso di J. Habermans [26].

La Società del Rischio

La celebre definizione del concetto di Società del Rischio di Ulrich Beck è riportata proprio all'inizio del suo saggio [16]: *"Nella modernità avanzata la produzione sociale della ricchezza va sistematicamente di pari passi con la produzione sociale di rischi"*. Il messaggio forte è che alla produzione di beni è intrinsecamente connessa anche la produzione dei rischi. Nella Tab. 1 vengono sintetizzate e portate a confronto ricchezze e rischi in alcune loro caratteristiche fondamentali: le ricchezze sono per pochi, mentre i rischi colpiscono tutti; le une sono oggetto di contesa, mentre degli altri ci si disfa; le ricchezze si possono possedere, dai rischi si può essere colpiti. Assai importante, le ric-



chezze possono essere trasmesse volontariamente ai propri discendenti mentre invece i rischi sono trasmessi involontariamente (ad esempio le malformazioni). Questa complementarità dell'attività umana deve far riflettere e deve essere oggetto di un insegnamento rinnovato delle scienze. Ogni attività umana ha sempre questo fattore di rischio che si presenta come effetto indesiderato, o collaterale, talvolta purtroppo a distanza di anni. Se quindi questo sottolinea l'aspetto inevitabilmente negativo (di rischio) di ogni attività umana (ed anche chimica), ciò non deve indurci tuttavia a demonizzare la scienza. Anzi, come si osserva in Tab. 1, è proprio la scienza a "rivelare" ciò che sarebbe altrimenti invisibile.

Il concetto di "società del rischio non pone quindi la scienza sul banco degli imputati. Come ben dice U. Beck: *"non è la scienza che produce la "Società del Rischio", ma la conoscenza, cioè tutte le misture, gli amalgami e gli attori del sapere, nelle loro combinazioni ed opposizione, nei loro fondamenti, nei loro errori, nelle loro irrazionalità... Generano "eventualità" che ci auguriamo non si realizzino..."*. (rif. 15 pag. 72). Ecco quindi come il concetto di "Paura", sopra menzionato può essere esorcizzato: c'è bisogno di più scienza, di più scienza vera, di una "scienza regolatoria" [3] a tutela della salute e del benessere complessivi, non contaminata da ragioni di opportunità, criteri smodati di arricchimento personale, fonte dei numerosi inconvenienti che alla fine la società sperimenta [1]. Assai importante è quindi la "gestione" delle tecnologie - ad esempio la tracciabilità - e gli aspetti degli errori umani: in ciò lo studente deve essere educato; il Principio di Precauzione è diventato infatti norma [24], non può più essere ignorato, diventando base per l'attribuzione della colpa in casi di comportamenti non adeguati.

Una volta che "l'inatteso" è arrivato (come ad esempio nel caso dell'incidente nucleare di Fukushima), si deve essere in grado di rivedere le proprie idee e teorie. Infatti, come ben dice E. Morin: *"L'inatteso ci sorprende. Il fatto è che ci siamo installati con troppo grande sicurezza nelle nostre idee, e che queste non hanno alcuna struttura di accoglienza per il nuovo... Quante fonti, quante cause di errore e di illusione, molteplici e continuamente rinnovate nella conoscenza. Di qui la*

Tab. 1 - Ricchezze e rischi a confronto (sintesi da rif. 15, pag. 35 e seguenti)

Ricchezze	Rischi
• Situazioni di classe	• Situazioni di rischio, colpiscono tutti
• Beni primari scarsi o desiderabili	• Prodotto secondario della modernizzazione, indesiderabili, effetti collaterali
• Sono oggetto di conflitto	• Ne si nega l'esistenza o la si reinterpreta
• Si tende ad appropriarsene	• Si tende a disfarsene
- Beni di consumo	- Scorie nucleari
- Reddito	- Prodotti inutilizzabili
- Accesso all'istruzione	-
- Proprietà	-
• Le ricchezze si possono possedere	• Dai rischi si può solo essere colpiti
• Sono tangibili	• Mediati argomentativamente
- Beni esperibili	- Non visibili per sé e i discendenti - Richiedono il giudizio di un esperto - Dipendenti dal sapere mediante teorie, strumenti, esperimenti
• Generano soddisfazione	• Generano stress psicologico



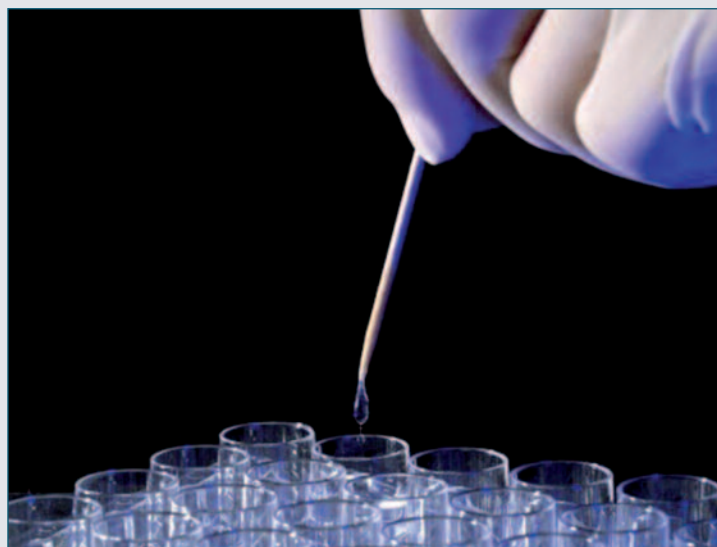
Fig. 3 - L'iperspecializzazione impedisce di vedere il globale

necessità, per ogni educazione, di individuare i grandi interrogativi sulle nostre possibilità di conoscere... Come l'ossigeno uccideva gli esseri viventi primitivi fino a quando la vita non utilizzò questo corruttore quale disintossicante, così l'incertezza, che uccide la conoscenza semplicistica, è il disintossicante della conoscenza complessa" ([11b] p. 30-31).

L'etica è sapere "complesso" e, quindi, ben si sposa con la complessità che è, in linea generale, caratteristica straordinaria del sapere chimico. Il chimico dovrà astenersi dal fermarsi nei luoghi microscopici ed in un certo senso confortevoli della iperspecializzazione. All'origine dell'inibizione del senso dei responsabilità sta la frammentazione del sapere (rif. 5, pag. 22), come ha ben formulato E. Morin: *"Di fatto l'iperspecializzazione impedisce di vedere il globale (che frammenta in particelle) così come l'essenziale (che dissolve). L'indebolimento di una percezione globale conduce all'indebolimento del senso di responsabilità, poiché ciascuno tende ad essere responsabile del proprio compito specializzato"* (adattato da rif. 4 pp. 5-7) (vedi Fig. 3).

Etica, sostenibilità e speranza

L'insegnamento dell'etica non deve tuttavia limitarsi a qualcosa di teorico o puramente accademico. Dovrebbe essere qualcosa che sfocia nella pratica, secondo David W. Orr: *"L'educazione... deve essere un esercizio di SPERANZE APPLICATE che fornisca ai giovani capacità, attitudini, strumenti analitici, creatività e tenacia per sognare, agire ed essere protagonisti della propria vita"*. (rif. 9, p. 168). In altri termini dovremmo far sì che l'insegnamento diventi anche pratica di vita od educazione a quella che ora viene indicata come la "Sostenibilità" [6, 9], capace di rappresentare per i giovani una "speranza applicata", cioè di incanalare i sogni e le speranze, che sono caratteristiche peculiari dell'essere giovani. L'ONU e l'UNESCO [25] hanno



sottolineato l'importanza ed il ruolo della scuola nell'educazione alla sostenibilità dichiarando il decennio 2005-2015 dedicato all'educazione per uno sviluppo sostenibile con lo scopo di *"integrare i principi, i valori e le pratiche dello sviluppo sostenibile in tutti gli aspetti dell'educazione e dell'apprendimento, al fine di affrontare i problemi sociali, economici, culturali ed ambientali che si dovranno affrontare nel presente 21mo secolo"*. È quindi importante che i chimici abbiano nozioni di base di sostenibilità, quali ad esempio l'impronta ecologica [27] ed il suo computo [28], e concorrano allo sviluppo di attività pratiche nelle quali la sostenibilità viene attuata: gestione corretta dei rifiuti, attenzione al riciclo ed al riuso, risparmio energetico, gestione corretta della risorsa acqua, ridisegno dei laboratori secondo i principi della sostenibilità [29], attività di ricerca per processi sostenibili. L'esame del diagramma della sostenibilità (vedi Fig. 2) indica un'area nella quale l'aspetto sociale deve sovrapporsi a quello ambientale: il Chimico deve affrontare questo aspetto come un vero rinnovamento culturale. Per quanto riguarda la valutazione del rischio vi sono due posizioni [30]: a) gli scienziati devono essere lasciati lavorare e devono fornire gli elementi obiettivi e sono i soli ad aver titolo ad esprimere pareri; b) anche i portatori di interesse e quindi anche la gente comune, assieme alle autorità competenti, devono poter esprimere il proprio

parere. Questa posizione è sostenuta in modo autorevole dal Consiglio Nazionale delle Ricerche delle Accademie Nazionali degli Stati Uniti [31]. È quindi assai importante una capacità di colloquio del chimico con le istanze della società quale premessa per realizzare la "vivibilità", attributo essenziale della cultura della sostenibilità. Il rif. 23 presenta una discussione sui comportamenti etici all'atto dell'assunzione presso un'industria e sugli aspetti etici degli affari dell'industria chimica, con un riferimento alle attività di bonifica dell'area industriale del polo petrolchimico di Ferrara.



Conclusioni

In questo articolo abbiamo cercato di dimostrare come concetti etici siano necessari per una rinnovata cultura del chimico [32, 33] che sia all'altezza delle sfide presenti e capace di fornire il suo insostituibile contributo alla costruzione della Cultura della Responsabilità e della Sostenibilità. Nuovi ambiti devono essere visitati dal chimico e fatti

propri: il concetto di rischio ma anche la razionalità per affrontarli tutti assieme e come occasione di crescita democratica e di costruzione di una "giustizia ambientale" [31, 34]. È sempre più indispensabile unire le culture scientifiche, umanistiche e sociali che sono rimaste troppo e troppo a lungo orgogliosamente distanti. Dobbiamo rifuggire i luoghi comuni e cercare il servizio della verità e del bene comune.

Bibliografia

- [1] D. Michaels, *Doubt is their Product: How Industry's Assault on Science Threatens Your Health*, Oxford University Press, Oxford, 2008; T.O. McGarity, W.E. Wagner, *Bending Science. How special interests corrupt public health research*, Harvard University Press, Cambridge, Mass, 2008.
- [2] a) *Nature Medicine*, 2006, **12**, 870;
b) <http://en.wikipedia.org/wiki/DDT>;
c) <http://www.who.int/malaria/stockholmconventiononpops.html>
- [3] C.F. Cranor, *Regulating Toxic Substances: a Philosophy of Science and of the Law*, Oxford University Press, New York, 1993, Cap. 1 e 2.
- [4] www.soc.chim.it/it/documenti/carta_dei_principi
- [5] P. Pozzati, F. Palmeri, *Verso la cultura della responsabilità, Ambiente, tecnica, etica*, Ed. Ambiente, Roma, 2007.
- [6] G. Bologna, *Manuale della Sostenibilità. Idee, Concetti, nuove discipline capaci di futuro, nuova edizione*, Ed. Ambiente, Roma, 2008.
- [7] http://it.wikipedia.org/wiki/Sviluppo_sostenibile
- [8] *PNAS*, 8 July 2003, **100**(14), 8059.
- [9] *State of the world 2010*, Worldwatch Institute, ed. italiana a cura di G. Bologna, Ed. Ambiente, Roma, 2010.
- [10] E. Morin, *La mente ben fatta*, Ed. Cortina (La tête bien faite, Seuil, Paris, 1999).
- [11] a) E. Morin "Seven Complex Lessons in Education for the Future", UNESCO Publishing, Education on the Move, disponibile su: <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/0011-77/117740eo.pdf>; b) "I sette saperi necessari all'educazione del futuro", Raffaello Cortina Ed., Milano, 2001.
- [12] a) Aristotele "Le Tre Etiche", [1094b], Bompiani, 2008, traduzione di Anna Fermani, con testo greco a fronte;
b) G. Reale, *Introduzione a Aristotele*, Ed. Einaudi, Torino, 1974.
- [13] H. Bergson, *Le due sorgenti della morale e della religione*, SE Ed., 2006, Milano.
- [14] a) H. Jonas, *Il Principio responsabilità. Un'etica per la civiltà tecnologica*, Einaudi, Torino, 1990; b) http://it.wikiquote.org/wiki/Hans_Jonas
- [15] U. Beck, *La Società del Rischio. Verso una seconda modernità*, Ed. Carocci, Roma, 2000.
- [16] N. Armaroli, V. Balzani, *Energia per L'astronave Terra*, Zanichelli, Bologna, 2008.
- [17] <http://it.wikipedia.org/wiki/Etica>
- [18] J. DesJardin, *Environmental Ethics, An Introduction to Environmental Philosophy*, 4th Ed., Thompson, Wadsworth, Belmont, CA, 2006.
- [19] Platone, *Tutte le opere. Testo greco a fronte*, Repubblica, Il libro, 369c.-373d, Newton Compton, a cura di E. Maltese.
- [20] http://it.wikipedia.org/wiki/Rapporto_Brundtland
- [21] D. Sarewitz, *Environmental Science & Policy*, 2004, **7**, 385, disponibile su: www.cspo.org/_old_ourlibrary/documents/environ_controv.pdf
- [22] P. Slovic *et al.*, in *The Ethics of Technological Risk*, L. Asveld, S. Roeser, Earthscan Ed., London, 2009, p. 163.
- [23] H. Frank *et al.*, *Angew. Chemie, Int. Ed.*, in press.
- [24] http://en.wikipedia.org/wiki/Precautionary_principle
- [25] J. McGregor, J. Wetmore, *Nanoethics*, 2009, **3**, 17.
- [26] J. Habermans, *Etica del Discorso*, Laterza ed. Bari, 2009; www.un-documents.net/a57r254.htm;
<http://www.unesco.org/en/esd/>;
<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001393/139369e.pdf>.
- [27] M. Wackernagel, W.E. Rees, *L'impronta ecologica. Come ridurre l'impatto dell'uomo sulla terra*, a cura di G. Bologna, 2008, Ed. Ambiente.
- [28] http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/personal_footprint/
- [29] K. Stubbins, *Sustainable Design of Research Laboratories*, J. Wiley and Sons, Hoboken, New Jersey, 2010.
- [30] K. Shrader-Frechette, *Environmental Justice*, 2010, **3**(4), 119, disponibile su www.liebertonline.com/doi/abs/10.1089/env.2010.0007
- [31] NRC of the National Academies, *Understanding Risk, Informing decisions in a Democratic Society*, National Academy Press, Washington DC, 1996.
- [32] R.R. Ernst, a) *Chimica e Industria*, 2007, **89**(7), 154;
b) *ibid.*, 2007, **89**(9), 116; c) *Angew. Chem.*, 2003, **115**, 4572;
d) *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2003, **42**, 4434.
- [33] F. Dondi, *Chimica e Industria*, 2009, **9**, 100.
- [34] K. Shrader-Frechette, *Environmental Justice. Creating Equality, Reclaiming Democracy*. Oxford Univ. Press, Oxford, 2002.