

3.1 TIC e chimica

a cura di
Erminio Mostacci
Pierluigi Robino

Tratteremo il modo in cui le TIC possano supportare ed in taluni casi ampliare i complessi processi di docenza - apprendimento della chimica. Non affronteremo perciò in modo esaustivo i principali nodi problematici della didattica della chimica, poiché non riteniamo sia questo lo spazio preposto ad un fine così ambizioso. In tal senso si deve fare riferimento alla rivista *"La Chimica nella Scuola"*, nella quale gli approcci formali e sostanziali sono affrontati da anni in maniera particolarmente dettagliata ed approfondita

Cambiamenti indotti dall'uso delle TIC nell'insegnamento della chimica

L'uso delle TIC ha influito, e influirà ulteriormente, sia sui contenuti sia (soprattutto) sui metodi di insegnamento della chimica; in particolare:

rispetto ai contenuti

- ❖ aumenterà lo spazio dato allo studio delle strutture molecolari in relazione alle proprietà chimiche collegate, grazie alla disponibilità di software dedicati alla costruzione e visualizzazione tridimensionale delle strutture medesime;
- ❖ sarà possibile affrontare ricerche su dati sperimentali attuali, come ad esempio parametri chimico-fisici per il monitoraggio ambientale, pubblicati in rete e quindi facilmente reperibili;
- ❖ nei corsi in Istituti di indirizzo chimico, fisico, biologico o tecnologico, potrà essere particolarmente sviluppata la parte relativa al trattamento dei dati analitici, grazie alla funzionalità dei fogli elettronici.

rispetto ai modi di insegnamento

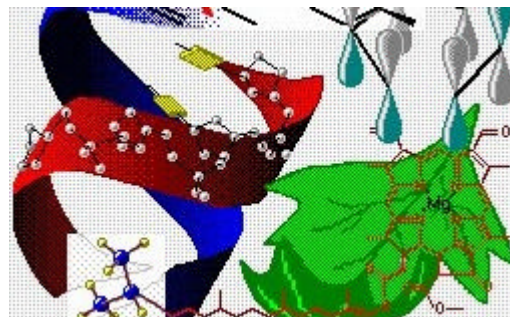
- ❖ le possibilità grafiche avanzate dei word processor e dei software dedicati alla grafica chimica consentono al docente la facile realizzazione di materiale esplicativo (cartaceo, per presentazioni multimediali, per la pubblicazione in rete) che prima poteva essere realizzato solo manualmente con grande impiego di tempo;
- ❖ l'elaborazione e la presentazione di dati sperimentali tramite grafici può essere condotta con maggior frequenza, e quindi assumere un ruolo didattico più rilevante, utilizzando i fogli elettronici;
- ❖ è possibile effettuare numerosi test di valutazione dell'apprendimento, sfruttando strumenti con correzione automatica (sia con test creati dal docente con appositi software sia sfruttando test già disponibili sul web), attività assai utile dove sono necessari numerosi esercizi anche ripetitivi;
- ❖ il libro di testo non rimane più l'unica fonte di dati e informazioni, ma si integra con il materiale (assai vasto) reperibile sul web;
- ❖ è possibile simulare esperimenti non effettuabili nei laboratori normalmente in dotazione alle scuole, grazie a software e risorse dedicate...

Utilizzo di software didattico e siti web rilevanti

Riportiamo schematicamente le principali competenze informatiche che il docente di chimica dovrebbe consolidare o acquisire, rimandando alla successiva unità per maggiori dettagli e/o esempi su alcune delle risorse citate e sulla relative reperibilità in rete.

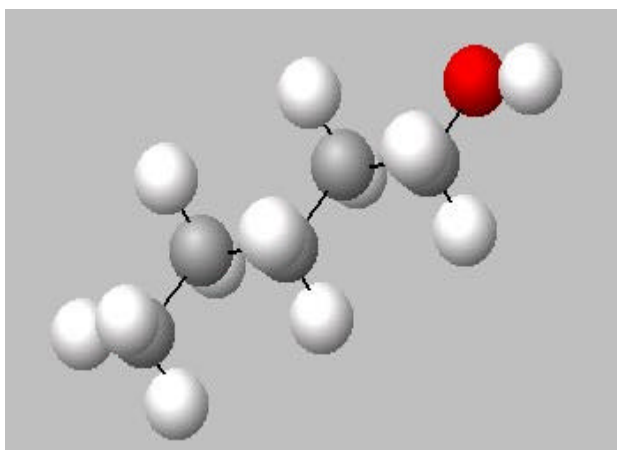
Reperimento, installazione ed utilizzo di software specifici per la chimica, quali:

- ❖ visualizzatori di strutture molecolari (ad es. Chems sketch o eCHEM);
- ❖ risorse per la simulazione di esperimenti (si veda l' "Iridium Project");
- ❖ tavole periodiche interattive;
- ❖ software per il calcolo chimico.



Uso "chimico" dei software tradizionali:

- ❖ la formattazione chimica in Word e in Excel può essere ampiamente semplificata e velocizzata aggiungendo a tali software apposite aggiunte (chemistry formatter);
- ❖ per Excel sono disponibile altre aggiunte, come ad esempio la funzione di calcolo delle masse molecolari;



- ❖ importazione immagini chimiche e formule, create con appositi software (ad es. Chems sketch), in Word, Power Point o Front Page;
- ❖ la pubblicazione sul web di materiali per gli studenti (o degli studenti!), realizzata ad esempio con Word, Netscape Composer o Front Page, creando un sito apposito per il corso di chimica; avendo cura di pubblicare i documenti graficamente "pesanti" sotto forma di file PDF;
- ❖ creazione questionari di verifica con

strumenti automatici compatibili con le esigenze grafiche tipiche della chimica (ad es. WinAsks)

Reperimento materiale didattico in rete, utile prevalentemente per i docenti, tipo:

- ❖ risorse sulla didattica della chimica e delle scienze, che possono anche essere ricevuti gratuitamente via e-mail (come "DIDI", il bollettino della Divisione Didattica della SCI, diretto dal Prof. Cerruti);
- ❖ raccolte di esperienze di laboratorio (è da citare quella messa a disposizione su ChemWeb Italia dell'ITSCG di Chiavari);
- ❖ raccolte di dati e costanti chimico-fisiche (come quelle pubblicate su ChemWeb Italia o sulla pagina del Prof. Benelli , UNI-FI) .

DIDI



Conoscenza di siti interattivi di interesse chimico, utili prevalentemente per gli studenti, tipo:

- ❖ materiali didattici on line (come ad esempio le "pagine interattive per l'apprendimento" della Prof.^{ssa} Vannucchi);
- ❖ test di verifica con valutazione automatica (sempre sulle pagina della Prof.^{ssa} Vannucchi o del Prof. Benelli);

- ❖ una buona sitografia chimica aggiornata, magari disponibile sul sito del corso (o della scuola).

I rischi che si corrono e come evitarli

I rischi fondamentali che si possono ipotizzare per un uso troppo invasivo delle TIC si possono riassumere in alcune facili considerazioni che, a nostro parere, si possono ricondurre ad un uso acritico di questa come di altre risorse. Ad esempio alcuni programmi consentono di effettuare alcune più o meno complesse simulazioni di esperimenti e processi. In taluni casi essi possono servire da compendio ad un corso teorico come per esempio in chimica fisica ed in termodinamica può risultare didatticamente efficace valutare con una buona simulazione l'effetto di un'espansione di un gas in certe condizioni di temperatura e pressione ben difficilmente realizzabili in laboratorio. Considerazioni pressoché analoghe possono essere fatte per gli esperimenti di Rutherford o per le teorie di Bohr e degli orbitali, sia atomici che molecolari.

Un discorso completamente diverso riguarda invece altri casi in cui è assolutamente preferibile il confronto con il comportamento reale della materia piuttosto che la simulazione virtuale che può rivelarsi infatti assolutamente controproducente ed addirittura totalmente fuorviante, come ad esempio la simulazione di una titolazione o di un'analisi qualitativa o quantitativa sia per via classica, sia strumentale.

La nostra esperienza ed il nostro stesso essere dei chimici ci porta ad affermare che lo studio della natura in laboratorio è sicuramente da preferire per qualsiasi attività che possa condurre gradualmente e consapevolmente gli allievi ad apprezzare criticamente il comportamento reale della materia. Riteniamo quindi che questo aspetto sia una delle essenze epistemologiche irrinunciabili della chimica nel suo essere storico del passato, del presente e soprattutto del futuro; la sua forza sta nell'essere materia di grande afflato teorico e sperimentale, nel coniugare insieme conoscenza, capacità interpretativa ed abilità di manipolazione.

Infine restano alcune considerazioni sull'uso acritico del materiale presente nel web come fonte di informazioni che necessitano ovviamente di tutto un processo separato d'indagine e di valutazione. Sovente nei siti si trovano materiali scientificamente scadenti od incompleti o addirittura errati, come ad esempio la maggioranza delle informazioni sui concetti strutturanti della disciplina, tipo la mole o le ricerche storiche sulla tavola periodica. È quindi assolutamente necessario procedere con adeguate griglie, elaborare i dati con procedure standard di valutazione, confrontare con fonti bibliografiche, etc. Il problema non è quello di reperire informazioni, quanto piuttosto quello di eliminare le "porcherie" quindi se non si struttura il lavoro in un certo modo (con un grande impegno qualitativo di conoscenza e quantitativo d'impegno professionale) si rischia di (far) passare il tempo a scaricare materiali che non potranno essere realmente elaborati e non serviranno a costruire alcuna conoscenza, ed anzi potranno risultare grandemente dannosi!

Precisazioni finali

Quanto proposto è da intendersi precipuamente destinato alla scuola secondaria superiore; però può altresì essere utilizzato a livello di scuola media inferiore, una volta detratti opportunamente gli aspetti maggiormente formali e complessi della chimica. Ovviamente l'operazione sopra sottolineata deve essere valutata con estrema accortezza e realizzata sfruttando in maniera sapiente, ad esempio le capacità osservative dei discenti per arrivare a costruire un mappa concettualmente praticabile del percorso nella sua interezza. Sarà quindi compito del docente elaborare una modalità specifica di utilizzo delle TIC.

A maggior ragione, relativamente alla scuola primaria non è praticabile definire un percorso rigidamente precostituito ed entrare in specificità chimiche. L'uso delle TIC deve quindi avere come riferimenti preminenti gli aspetti psicopedagogici e l'azione di stimolo alla curiosità, piuttosto che la particolarità disciplinare.

3.2 Uso di strumenti informatici nella didattica della chimica

Gli strumenti informatici utili per gli insegnanti sono molteplici, e sicuramente sono a conoscenza di chi legge programmi di video-scrittura, per presentazioni multimediali, etc... che rappresentano un validissimo supporto per la didattica di tutte le discipline.

In questa unità tematica prenderemo invece in esame solo aspetti e strumenti utili specificamente per l'insegnamento della chimica, rinviando ad altri moduli quanto concerne l'uso generico di strumenti tipo "office".

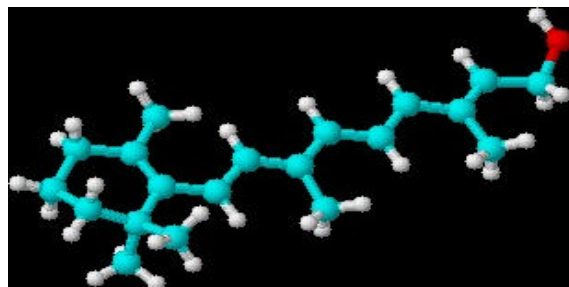
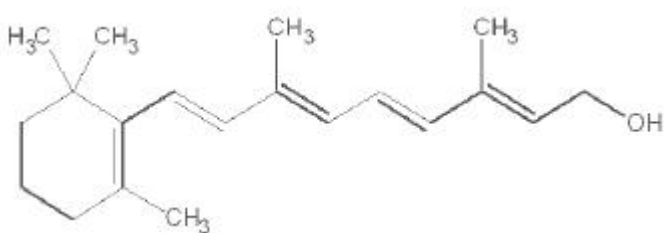
E' da precisare che diverse risorse tra quelle che citeremo sono state sviluppate in contesto internazionale e pertanto si presentano in lingua inglese, ma ciò non dovrebbe costituire un ostacolo per il docente, che potrà altresì aiutare gli studenti ad abituarsi all'uso costante della terminologia tecnico-scientifica anglosassone.

Nel testo che segue sono citate risorse facilmente reperibili in rete, facendo riferimento alla relativa sitografia allegata.

UN SOFTWARE SPECIFICO PER LA CHIMICA: CHEMSKETCH

Un problema incontrato da chi insegna nei propri corsi la chimica organica è quello della scrittura delle **formule di struttura** da inserire in dispense, schede di verifica, presentazioni o altro.

E' possibile risolvere il problema adoperando programmi specifici, quali ad esempio ChemsSketch (della ACD Labs). Tale software, gratuito per uso didattico, permette la rapida scrittura di formule di struttura, sia partendo da zero sia usando numerose formule di struttura preinstallate, e soprattutto consente di effettuare operazioni di "taglia e incolla" per trasferire in Word o altro le formule scritte con ChemsSketch.



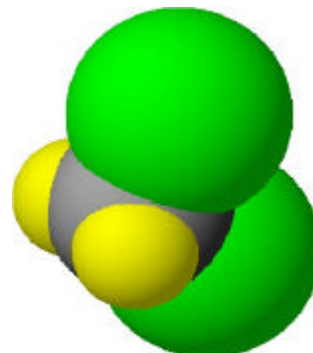
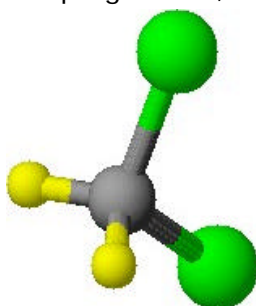
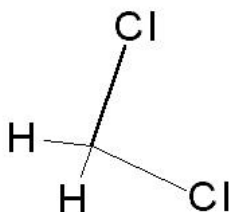
struttura del retinolo (vitamina

A)

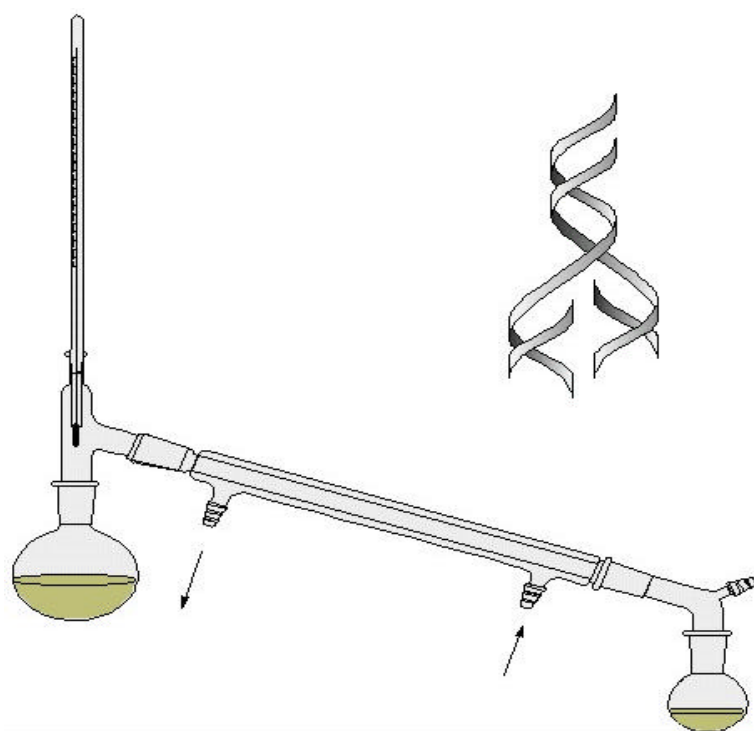
Visualizza inoltre le **strutture molecolari tridimensionali**, con rotazioni e diverse rappresentazioni grafiche colorate: questa è una delle opportunità offerte proprio dalle nuove tecnologie.

ChemsSketch permette inoltre di visualizzare le molecole non solo nella modalità "balls and sticks" ma anche con gli ingombri effettivi degli atomi: ciò è didatticamente molto utile, anche in chimica generale, perché permette all'allievo di collegare visivamente la formula scritta sulla carta ad un modello più realistico della molecola.

Una volta appreso l'uso elementare del programma, bastano pochi minuti per realizzare una sequenza di ra



diclorometano:



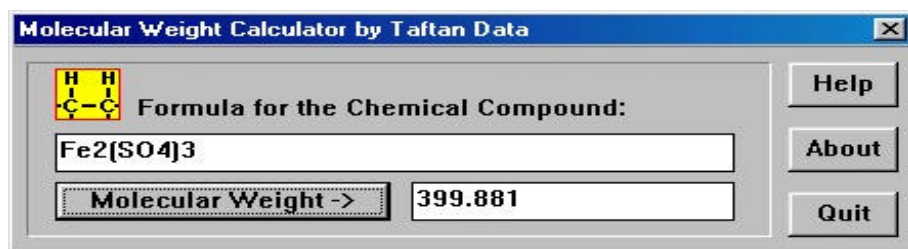
Questo software presenta poi numerose altre utilità, a partire dai simboli grafici utili in chimica (orbitali, meccanismi, ...) e addirittura schemi di apparecchi di laboratorio, dalla beuta al distillatore...

Naturalmente esistono altri programmi analoghi, gratuiti (come eCHEM) e non, e l'utente particolarmente interessato può sbizzarrirsi nella ricerca dello strumento preferito ;).

Altri software specifici per la chimica

- **Tavole periodiche interattive:** ne esistono numerosissime! si passa da alcune ottime tavole on-line o scaricabili gratuitamente a prodotti a pagamento (poco costosi) più o meno elaborati (ve ne sono anche con immagini e video sugli elementi).
- **Programmini vari per il calcolo chimico:** nei link riportati sotto potete trovare software per il calcolo di masse molecolari, composizioni percentuali, etc....

USARE WORD ED EXCEL IN



CHIMICA

- E' da sottolineare quanto sia importante **introdurre l'uso del foglio di calcolo** (Excel) per la raccolta e l'**elaborazione dei dati** sperimentali, nonché per la **costruzione di grafici** cartesiani.
E' opportuno imparare a formattare adeguatamente le formule (apici e pedici) anche in tabelle e grafici: a tal fine è sufficiente far riferimento agli *help* del programma ed

istruire gli allievi in merito a ciò.

Ricordiamo poi che la possibilità di formattazione delle celle con contenuto numerico si presta particolarmente alla rappresentazione dei dati con il corretto numero di cifre significative, nonché all'acquisizione di dimestichezza con la notazione scientifica.

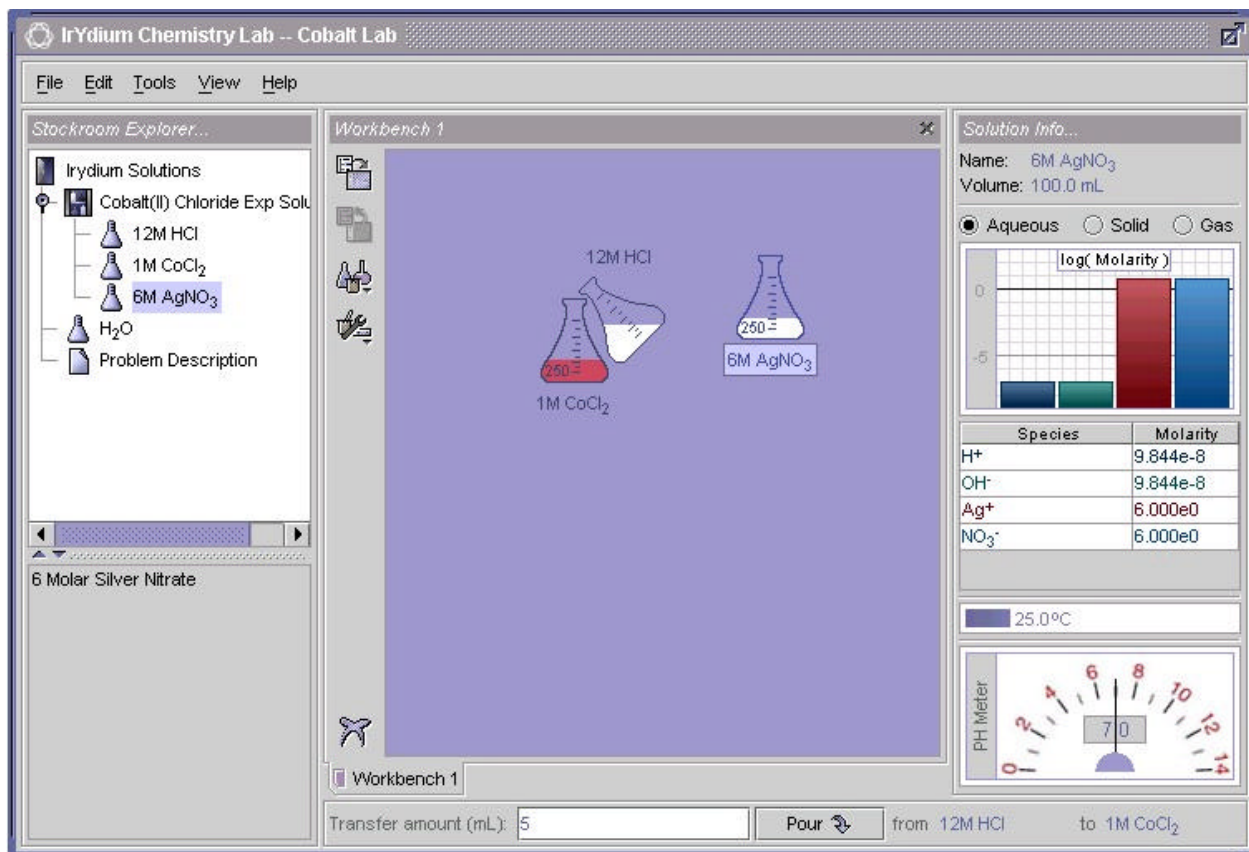
- La necessità di introdurre nei documenti **formule complesse** viene risolta utilizzando programmi specifici (tipo ChemsSketch) per la scrittura di tali formule, copiandole poi nel documento che si sta elaborando.
- La formattazione in chimica (apici, pedici, notazione esponenziale) porta spesso via tempo quando si scrive: esistono delle aggiunte a Word e Excel ("**chemistry formatter**"), liberamente disponibili in rete, che permettono di effettuare automaticamente tale formattazione: è utile sapere che esistono ed imparare a scaricarle e a installarle.
- Un'altra aggiunta interessante (per Excel) inserisce nel foglio elettronico una funzione di calcolo delle **masse molecolari** data la formula chimica.
- E' possibile installare un set di caratteri ("**chemistry true type font**") sul nostro PC per poter inserire simboli strettamente chimici (frecce di equilibrio, caselle di riempimento orbitali ed altro) normalmente non disponibili.
- Creare file PDF a partire da documenti tipo Word e Excel senza possedere il software della Adobe: si può, ed è molto utile quando si elaborano documenti da fornire ad altre persone, soprattutto se sono complessi (con formule, tabelle, ...) e rischiano di perdere la formattazione una volta aperti con una diversa versione di programma su un diverso PC (spesso accade!).
Le istruzioni per farlo (con risorse gratuite) sono reperibili in rete, ad esempio all'indirizzo http://www.pcalmeglio.com/consigli/cons_2.htm.
- Potrebbe essere una buona pratica raccogliere tutte le aggiunte utili su un CD, insieme agli strumenti specifici di cui parleremo dopo e alle istruzioni semplificate in italiano, da lasciare a disposizione degli insegnanti e agli studenti interessati.

RISORSE IN RETE DA USARE IN CLASSE: IL "VIRTUAL LABORATORY"

"The Irydium Project" (<http://ir.chem.cmu.edu/irproject/>), sviluppato dal Dipartimento di Chimica della Carnegie Mellon University, mette a disposizione uno strumento di simulazione di comportamenti chimici con una scelta decisamente ampia e didatticamente significativa.

Il software richiede un ambiente Java (di semplice e gratuita installazione), è disponibile sia per Windows sia per Unix/Linux e può essere usato on line o scaricato: tutte le indicazioni e i materiali necessari sono direttamente disponibili sul sito segnalato (per lo scaricamento di tutto il materiale è consigliabile una linea veloce).

Potrebbe essere molto utile in realtà scolastiche che non dispongono di laboratori chimici



attrezzati (e non solo).

Gli autori citano, e a ragione, Tom Clancy:

"The difference between fiction and reality? Fiction has to make sense."

RISORSE IN RETE: UN ESEMPIO NOTEVOLE A LIVELLO DI SCUOLA SUPERIORE

Vi sono alcuni siti web sulla **didattica della chimica** di ottima qualità costruiti da docenti di scuole superiori, visitando tali siti è possibile prendere validi spunti (e materiali) per le proprie attività: rimandiamo alla sitografia.

Uno particolarmente interessante per la cura e la ricchezza di materiali e riferimenti è Chem@Web Italia, curato del Dipartimento di Chimica dell' ITSCG di Chiavari, dove è possibile trovare:

- Una dettagliata tavola periodica degli elementi (in italiano)
- Una raccolta di migliaia di links a risorse della chimica
- Tabelle e costanti chimico-fisiche
- Recensioni di alcuni software per la chimica.
- Contributi alla didattica della Chimica
- 68 esercitazioni di laboratorio dettagliatamente descritte
- Alcuni esempi di modellazione molecolare 3D

Se non ci si trova direttamente ciò che occorre, è un ottimo punto di partenza per l'esplorazione chimica del web!

ALTRE RISORSE IN RETE

- **Impatto ambientale, sviluppo sostenibile e sicurezza del lavoro** sono punti eticamente caratterizzanti i nostri compiti formativi e, adeguatamente presentati, riscuotono interesse tra gli studenti e si prestano molto bene per attività interdisciplinari. Esistono numerosi riferimenti utili in rete, per i quali si rimanda alla specifica sezione nella sitografia.
- Numerose altre risorse sono citate nella sitografia allegata.
- E perché non scaricare dalla rete qualche giochino? ;)

UN PIANO DI LAVORO PER INTRODURRE LE TIC NEI CORSI DI CHIMICA

1) Prepariamo i PC installando

- *Chemsketch (o software analogo per la scrittura e visualizzazione molecolare)*
- *Formattatori chimici per Word ed Excel, in modo da facilitare la scrittura di formule, reazioni e notazione esponenziale*
- *Una tavola periodica interattiva*
- *Un software per la preparazione ed esecuzione di questionari con valutazione automatica (WinAsks, ottimo ma a pagamento, oppure Hotpotatoes o QuizFaber, gratuiti)*

2) Attiviamo uno spazio web personale (o dei docenti di chimica) in cui pubblicare ...

- *Schede riassuntive e materiali utili per gli studenti*
- *Test di verifica on-line*
- *Elaborati prodotti dalle classi (ricerche, ipertesti, ...)*
- *Link utili per avere le risorse chimiche a portata di mano*

3) Se vogliamo effettuare simulazioni chimiche

- *Installiamo sui PC il "Virtual Laboratory" dell'Irydium Project*

4) Prevediamo, se necessario,

- *Attività di formazione per i docenti sull'uso pratico degli strumenti sopradescritti*

5) Inseriamo nella nostra programmazione

- *Alcune lezioni sulla scrittura e visualizzazione in 3D di molecole organiche e/o inorganiche*
- *La redazione di relazioni di laboratorio con il word processor (le prime volte a scuola sotto la guida dell'insegnante)*
- *La costruzione di grafici con il foglio elettronico*
- *L'esecuzione di prove di autovalutazione (ad es. le prove formative) su PC*
- *La costruzione di un semplice ipertesto (con PowerPoint) su un argomento del corso, con successiva presentazione in aula da parte dello studente*

6) Teniamo infine presente che

- *La prospettiva di pubblicare sul web i propri elaborati è molto stimolante per la maggior parte degli studenti*
- *La possibilità di comunicare via e-mail con il docente, sia per richiedere aiuto sia per cercare approfondimenti, spesso risulta utile per alcuni allievi*

NonsoloMicrosoft: le risorse open-source.

Nel presente documento si è fatto principalmente riferimento a risorse in ambiente Windows, questo perché attualmente è il sistema più diffuso sui PC delle scuole (e di studenti ed insegnanti).



Tuttavia è molto interessante seguire la rapida evoluzione che stanno avendo in questo periodo le risorse gratuite e "open source" tipiche, ad esempio, dell'ambiente Linux.

Se fino a qualche anno fa Linux era un sistema operativo utilizzato prevalentemente da utenti specializzati, ora ha raggiunto un ottimo livello di accessibilità per utenti finali non esperti e abituati a lavorare con interfacce grafiche tipo Windows.

Tale sistema operativo è gratuito ed esistono numerosi applicativi sia tipo office sia di ambito scientifico.

La compatibilità legata al trasferimento di file è buona: si possono tranquillamente scambiare documenti tipo Word, Excel, PowerPoint tra utenti Windows e Linux.

Chi è interessato può partire da "OpenOffice": un software gratuito e scaricabile dalla rete (www.openoffice.org); è un programma multiplatforma (cioè installabile sotto Windows, Linux, e ora anche MacOS) comprendente word-processor, editor html, foglio di calcolo, programma di presentazione, ... e compatibile con Microsoft Office.

Nella sitografia sono invece riportati diversi indici di risorse scientifiche in ambiente Linux.

Bibliografia

Si fornisce di seguito un piccolo repertorio minimo che non ha lo scopo di essere esauriente, inoltre molte fonti potranno benissimo essere sostituite da altre che i colleghi potranno ritenere maggiormente significative od importanti. Ci preme sottolineare che contiamo proprio sulla collaborazione di tutti gli interessati per costituire un vero e proprio formidabile arsenale bibliografico da completare ed arricchire nel tempo.

Riferimenti bibliografici su TIC nella scuola

- Bagnara S. e Failla A. (a cura di) **Compagno di banco. Computer e nuove tecnologie per la scuola.** Etaslibri, 1997
- Bagnara S., Federico Bufera e Failla A. (a cura di) **Scuole con il computer.** Etaslibri, 1998

I testi, realizzati dalla Fondazione IBM Italia, analizzano casi esemplari di utilizzo delle tecnologie in classe, riflettendo sui ruoli di tutti gli attori della scuola. E' di prossima pubblicazione, nella stessa collana, un volume che traccia un consuntivo della sperimentazione sull'utilizzo del computer in classe (il "compagno di banco") condotta negli scorsi anni da Fondazione IBM e Ministero della P.I. in tre istituti italiani.

Somekh B and Davis N. (editor), **Using Information Technology effectively in Teaching and Learning.** Routledge, 1997. Ottimo testo sull'impiego delle TIC, in lingua inglese.

Riferimenti bibliografici sulla didattica della chimica (con riferimenti alle TIC)

©Chimica nella Scuola (CnS).

Rivista della Divisione di Didattica della Chimica della Società Chimica Italiana. Si tratta di un periodico di notevole valore scientifico sotto tutti i profili. In particolare ultimamente nelle sue pagine hanno trovato posto alcuni articoli di fondamentale interesse nel campo

della valutazione critica della rete sotto il profilo storico ed epistemologico ad opera della D.ssa Francesca Turco.

⑩ **Journal of Chemical Education (J.Chem.Ed).**

Ottima rivista periodica in lingua inglese di didattica della chimica. Vi si trovano spunti sia di carattere storico (come ad esempio un gran numero d'interventi storico – critici su Dmitri Mendeleev – fonti secondarie di grandissimo interesse e correttezza storica), sia sui fondamenti disciplinari, sia su temi e sperimentazioni pratiche.

- Chiaretta Bellini, Ezio Roletto - **INFOCHIMICA: dalla carta al Web, una guida alla letteratura** - LEVROTTO E BELLA - TORINO

Riferimenti tecnici specifici su TIC nella chimica

Dermot Diamond, Venita C. A. Hanratty - **Spreadsheet Applications in Chemistry Using Microsoft Excel** – Wiley-Interscience

Robert de Levie - **How to Use Excel® in Analytical Chemistry And in General Scientific Data Analysis** - Cambridge University Press

Testi destinati a chi vuole approfondire l'uso di Excel in chimica, ad esempio per docenti di ITI chimici per i corsi di chimica analitica e trattamento dei dati.

SITOGRAFIA

didattica chimica

URL	breve descrizione
http://www.ciam.unibo.it/didichim/DIVISIONE_DIDATTICA.htm	Soc. Chimica Italiana – Divisione Didattica
http://www.minerva.unito.it/	MINERVA: Storia, Epistemologia e Didattica della Chimica Storia delle Scienze Sperimentali La Cultura delle Scienze
http://www.itchiavari.org/chimica/	Chem@Web Italia, a cura del Dipartimento di Chimica dell' ITSCG di Chiavari: tavola periodica, migliaia di links, esercitazioni, materiali didattici, tabelle costanti, molecole 3D -
http://www.chim1.unifi.it/dida/	pagina prof. Benelli (UNI-FI) con materiale didattico utile per lo studio della Chimica: ⓧ tavola periodica on-line ⓧ costanti fisiche e chimiche ⓧ esercitazioni on-line ⓧ glossario chimico
http://www.itisnattabg.it/elenco.htm	pagina sulla didattica chimica in internet dell'ITIS Natta di Bergamo (molti link utili)
http://www.bdp.it/~trends10/targeon/vanna/vanna.htm	CHIMICA, di Vanna Vannucchi pagine interattive per l'apprendimento
http://www.sciencegeek.net/Chemistry/index.shtml	un corso (in inglese) con numerose risorse e link a freeware
http://www.towson.edu/csme/mctp/Technology/Chemistry.html	Internet Resources for Science and Mathematics Education - chemistry

software di interesse chimico

URL	breve descrizione
http://www.acdlabs.com/download/	sito ACD: download free sw (ChemSketch ed altri)
http://www.taftan.com/	un sw per il calcolo delle masse molecolari e una tavola periodica per windows)
http://www.chemicallogic.com/mwcalc/download.htm	"mwcalc": per aggiungere a excel una funzione di calcolo di masse molecolari
http://jchemed.chem.wisc.edu/JCEWWW/Features/WebWare/WW004/	link a formatter word-excel
http://spectrum.troyst.edu/~cking/ChemForm	

URL	breve descrizione
at/	
http://www.monroecc.edu/wusers/flanzafame/ChemFont.htm	link a caratteri chimici
http://www.sciencegeek.net/Chemistry/index.shtml	numerosi risorse e link a freeware
http://www.compuchem.com/download.htm	sito tedesco con link vari sw
http://www.freewarehome.com/Education/Chemistry_t.html	freeware chimico
http://www.tuttogratis.it/software/softeduchimica.html	freeware chimico
http://zeus.polsl.gliwice.pl/~nikodem//software.html	link e recensioni numerosi sw
http://sal.kachinatech.com/Z/2/	indice molto esteso di risorse chimiche in ambiente Linux
http://zeus.polsl.gliwice.pl/~nikodem//linux4chemistry.html	link a sw chimici per linux
http://linuxberg.ozbytes.net.au/home/chemistry.html	link a sw chimici per linux

altro (utile, ma non specificamente per la chimica)

URL	breve descrizione
http://www.edscuola.it/	Educazione&Scuola: riferimenti e risorse in ambito scolastico
http://www.smartlite.it/	ottimo sw della SmartLite per questionari (WinAsks)
http://web.uvic.ca/hrd/hotpot/	sw gratuito per questionari (HotPotatoes)
http://www.lucagalli.net/ita/products.htm	sw gratuito per questionari (QuizFaber)
http://scuola.linux.it/	sito sul sw libero nella scuola

Sicurezza del lavoro / Impatto Ambientale / Sviluppo Sostenibile

URL	breve descrizione
http://www.minambiente.it/Sito/home.asp	Ministero dell'Ambiente
http://www.iss.it	Istituto Superiore di Sanità
http://www.inail.it	

URL	breve descrizione
http://www.ispesl.it/	<u>Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro</u>
http://www.enea.it/	<u>Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente</u>
http://www.unicei.it/	<u>Ente Nazionale Italiano di Unificazione</u>
http://www.amblav.it/	<u>Associazione Ambiente e Lavoro</u>
http://www.altnet.it	<u>Associazione Ambiente e Lavoro Toscana</u>
http://www.snop.it	<u>Società Nazionale Operatori della Prevenzione</u>
http://www.eidos.it/	<u>Analisi di Sistemi Industriali e Ambientali</u>
http://www.tuttoambiente.com/	<u>Archivio di diritto ed informazione ambientale</u>
http://www.dirittoambiente.com	<u>Diritto all'Ambiente - Studio Santoloci</u>
http://www.legambiente.it/nazionale.htm	<u>Lega Ambiente</u>
http://www.kyotoclub.it/index2.htm	<u>L'Industria Italiana per lo Sviluppo Sostenibile</u>
http://www.eco-efficiency.net/default_b.htm	Biennale per l'Ecoefficienza
http://www.federchimica.it/	<u>Federazione Nazionale dell'Industria Chimica</u>
http://www.epa.gov/	<u>U.S. Environmental Protection Agency</u>
http://www.iarc.fr/	<u>IARC - International Agency for Research on Cancer</u>
http://www.cdc.gov/niosh/homepage.html	<u>National Institute for Occupational Safety and Health</u>