

Capítol 9 – Documents audiovisuals de química en el WWW

1. Consideracions inicials
2. Descripció de la base de dades dels documents audiovisuals de química en el web
3. Connectors (*Plug-in*)
4. Recursos audiovisuals de química en el WWW
5. Resultats i discussió

9. Documents audiovisuals de química en el WWW

9.1 Consideracions inicials

L'interès a localitzar els recursos audiovisuals de química en el WWW respon a la necessitat d'obtenir una visió actualitzada dels tipus de documents audiovisuals inserits en pàgines web de l'àmbit de la química i descriure'n el contingut i les característiques didàctiques. Tal com s'ha comentat en el capítol 1, s'ha delimitat el camp de revisió a documents de nivell universitari. S'ha emprat un cercador especialitzat en localització de documents audiovisuals i multimèdia com a millor estratègia per tenir una visió general del que hi ha en l'espai del World Wide Web, de forma gratuïta i d'accés lliure. També cal tenir en compte que l'estudi s'ha fet únicament sobre el WWW, ja que representa la franja d'Internet d'ús més estès i generalitzat avui dia, i en el qual és més freqüent que siguin ubicats els documents per difondre'ls.

No existeix cap catalogació adequada ni completa de les adreces electròniques d'interès per als químics, a causa del caràcter canviant d'Internet, on cada dia apareixen i desapareixen centenars d'adreces, i encara més les relacionades amb documents audiovisuals de l'àmbit de la química al WWW. Una possibilitat és revisar una sèrie d'adreces recomanades per alguna institució acadèmica i anar col·leccionant totes les que es puguin considerar d'interès en funció dels objectius proposats (Martínez, 1997). Però aquesta no és una bona opció, ja que consumeix molt de temps i al final es pot acabar no localitzant els recursos que ens interessin. En la majoria de revistes, llibres i altres recursos bibliogràfics se solen donar algunes adreces d'interès, que sempre corresponen a un recull molt petit i poc representatiu del que es pot consultar a través del WWW.

Per detallar els recursos audiovisuals localitzats al WWW s'han revisat les adreces obtingudes fent una cerca de vídeo emprant «chemistry» com a paraula clau, amb el cercador Alltheweb, i se n'ha localitzat i visionat el contingut audiovisual que ofereixen. El material localitzat ha estat descarregat des de la ubicació a la web i s'ha guardat en format digital per estudiar-lo posteriorment. Per valorar-lo quantitativament i qualitativament, s'ha creat una base de dades documental. D'aquesta manera es poden consultar els documents audiovisuals localitzats. A més, amb la creació dels vincles informàtics corresponents, es poden visualitzar a la pantalla de l'ordinador des de la mateixa base de dades.

S'ha fet una descripció del contingut i una valoració didàctica dels recursos localitzats, des de la perspectiva de la didàctica de la química, agrupant-los d'acord amb la font d'origen, corresponent a una selecció de les pàgines web revisades. El criteri emprat per fer la ha estat divers: nombre de documents audiovisuals continguts en l'adreça revisada, interès per algun aspecte específic tractat en els documents, plantejament audiovisual emprat, documents relacionats amb investigacions actuals, etc.

Cal remarcar, però, que la revisió de les adreces obtingudes amb els cercadors no s'ha fet de forma exhaustiva, ja que hauria estat una tasca d'un gran abast, que requereix una quantitat de temps desmesurada en relació amb el propòsit de la investigació. Les adreces revisades, però, representen una mostra prou acurada del que es pot trobar al WWW. A més, també s'han descrit adreces que contenen reculls d'altres adreces, pel fet que constitueixen una de les tipologies de pàgines web més abundants en el World Wide Web.

9.1.1 Ubicació dels recursos audiovisuals

Per tal de situar els documents audiovisuals en el context en què es troben en el WWW, se'n descriurà breument la ubicació. Concretament, es caracteritzarà si es tracta d'una:

- *Universitat*. Descripció de la universitat on està ubicat el document, especificant-ne el departament, l'assignatura, el professor responsable, o si forma part d'algun projecte d'investigació.
- *Institució*. Descripció de la institució, especificant si és pública o privada, o si el document pertany a algun projecte d'investigació.
- *Empresa*. Descripció de l'empresa, especificant si és pública o privada, i en quina línia de producte està ubicat el document.

Aquesta descripció es basa en les dades que s'obtenen de les pàgines web consultades. La quantitat d'informació disponible és molt variable, ja que no existeix cap normativa que especifiqui el que han de contenir. Generalment, les pàgines web són creacions personals, ja siguin públiques o privades, i la informació que contenen sempre està supeditada als objectius que s'hagin plantejat els autors que les han creat.

9.1.2 Tipologies dels recursos localitzats en el WWW

Cadascuna de les categories en les quals es poden agrupar els recursos audiovisuals presents en el WWW té unes característiques diferencials, que possibiliten fer-ne un tractament individual, assenyalant-ne els trets més destacats des del punt de vista didàctic. Això es pot fer tant individualment, en la descripció de cadascun dels recursos localitzats, com de manera global, agrupant-los segons la tipologia documental.

Bàsicament, es poden classificar els documents audiovisuals relacionats amb la química, presents en el WWW, en les categories següents:

- *Vídeos digitalitzats*. Es pot tractar tant de vídeos sencers com de fragments de vídeo seleccionats per alguna característica concreta.
- *Videoconferència*. Imatges obtingudes a través d'una càmera i que es poden visualitzar a la pantalla de l'ordinador. Té característiques semblants a les dels vídeos, però el seu objectiu i la seva aplicació són diferents, i és més emprada per donar plena interactivitat i intercomunicabilitat, per connectar allò que és local a allò que és global.
- *Animacions*. Es pot fer una certa classificació sistemàtica dels tipus d'animacions, tenint en compte, d'una banda, les animacions planes (de gràfics, esquemes, dibuixos), i de l'altra, les animacions 3D, que són força més espectaculars encara que més costoses de realitzar, dins de les quals destaquen especialment les relacionades amb la generació de la realitat virtual.

- *Simulacions.* Reproducció de situacions i/o tècniques a través de l'ordinador. Presenten un model o entorn dinàmic, generalment a través de gràfics o animacions interactives, i faciliten l'exploració i la modificació per part dels estudiants. El treball amb programes de simulació té una forta similitud amb el que hauria de ser el treball en un laboratori. De fet, molts dels programes de simulació existents reproduïen experiments de laboratori. Un programa que simuli un model real serà molt vàlid en el moment que els objectes d'estudi siguin fora de l'abast per cars o perillosos. També tindrà utilitat quan el sistema sigui massa complex per poder-se reproduir o estudiar directament, quan l'experimentació hagi de resultar massa llarga.
- *Programes JAVA.* Permeten obtenir representacions visuals a partir de dades numèriques i en molts casos es poden manipular de forma interactiva, realitzant canvis en alguna de les variables per tal d'observar-ne els resultats. Posen a disposició dels estudiants una sèrie de mecanismes d'actuació (generalment en forma d'ordres específiques) que els permeten efectuar operacions d'un cert grau de complexitat mitjançant la construcció de determinats entorns, models o estructures, i d'aquesta manera avancen en el coneixement d'una disciplina o entorn específic.
- *Visualització tridimensional CHIME, RasMol o similars.* Són programes que permeten obtenir visions 3D d'imatges bidimensionals, que a més es poden manipular de forma interactiva. El cas més habitual són les visualitzacions 3D de molècules orgàniques i inorgàniques i d'estructures cristal·lines. Faciliten la connexió entre els fenòmens observables del món macroscòpic i els conceptes que estan relacionats amb les propietats a escala atòmica. Afavoreixen la creació de vincles entre els nivells macroscòpic, atòmic i simbòlic en l'estudi dels fenòmens fisicoquímics del món.

Per dur a terme aquesta part del treball d'investigació s'han tingut en compte tots els documents inclosos en aquestes tipologies com documents audiovisuals o relacionats. S'ha considerat audiovisual qualsevol document amb un component visual i/o auditiu, dinàmic i interactiu, amb un grau de complexitat superior al de les imatges fixes.

9.1.3 Valoració didàctica dels recursos audiovisuals

Joan Ferrés (1988), referint-se al vídeo educatiu, comenta que hi ha molts tipus de programes: documental didàctic, reportatge científic o periodístic, narració dramatitzada, programa testimonial, lliçó magistral audiovisualitzada, etc.; i cadascun té funcions didàctiques diferents: transmetre informacions bàsiques, sensibilitzar entorn d'un tema o situació, motivar els alumnes per a l'aprenentatge, facilitar la memorització d'uns continguts, facilitar la comprensió d'un procés, facilitar l'aprenentatge per imitació de models visuals i/o sonors, suscitar determinades actituds al voltant d'un problema o situació, avaluar coneixements o actituds, facilitar l'expressió o la creativitat, despertar l'interès per un treball d'investigació, suggerir pistes per a un treball d'investigació, o provocar un debat sobre un tema conflictiu.

La utilització didàctica del vídeo no hauria d'anular les experiències directes per part dels alumnes. Amb el vídeo es parteix de la realitat, per tornar-hi altra vegada amb l'ajuda del vídeo. Encara que l'experiència diferida és menys rica que la directa, ofereix una sèrie de compensacions, com ara superar les barreres de l'espai i del temps, la qual cosa permet:

- veure coses molt petites o molt grans;
- introduir modificacions en el temps;
- suprimir temps morts;
- esquematitzar o simplificar la realitat per a una millor comprensió;
- ampliar visualment o sonorament;
- repetir els cops que calgui;
- eliminar elements paràsits o de distracció;
- exemplificar conceptes abstractes;
- donar moviment a éssers estàtics;
- mostrar experiències que impliquin perill, i
- mostrar experiències que siguin costoses de produir.

Aquestes consideracions que es van fer en el seu moment respecte al vídeo didàctic en format analògic es poden extrapolar als recursos audiovisuals existents en el web, ja que en gran part es tracta de vídeos didàctics que han estat convertits al format digital, o són fragments seleccionats segons determinats criteris.

Quant a la resta de tipologies de recursos, descrites en l'apartat 9.1.2, tenen en comú amb el vídeo una sèrie de característiques, com ara el caràcter audiovisual, el component dinàmic, la possibilitat d'interacció —revisonar, parar, retrocedir quan es considera necessari—, i poden ser tractats, pel que fa a la valoració didàctica, fent servir els mateixos criteris. Evidentment, en els aspectes en què puguin no ser similars, es tindran en compte les consideracions didàctiques adequades al mitjà que s'estigui descrivint. Així, Ferrés (1988) descriu vuit consideracions didàctiques bàsiques:

1. La utilització d'un programa didàctic s'ha de plantejar en funció d'uns objectius concrets i fàcilment avaluables.
2. El visionat d'un programa didàctic s'ha d'integrar en el context del procés educatiu. Cada element compleix una funció dins d'un conjunt.
3. El programa didàctic ha de ser concebut com a mitjà de comunicació més que no pas com a simple instrument de transmissió de continguts. Els documents audiovisuals poden facilitar la interacció entre l'alumne i el programa, el professor i l'alumne, i entre els estudiants de la classe, amb la qual cosa es creen entorns educatius molt més participatius i actius que els sistemes tradicionals, on s'empraven bàsicament com a mitjans de transmissió d'informació.
4. El programa didàctic no s'ha de plantejar exclusivament segons uns continguts intel·lectuals. Els estudiants capten els missatges audiovisuals de manera global: sensacions, emocions i coneixements. L'adquisició de coneixements passa per diverses fases: des de l'impacte inicial provocat per la imatge i el so, fins a un procés de racionalització mitjançant la reflexió crítica de la vivència experimentada i la seva conceptualització.

5. La utilització a l'aula d'un programa didàctic exigeix un treball de preparació prèvia. Davant els mitjans audiovisuals, els estudiants no són éssers passius: reaccionen davant dels missatges rebuts, els seleccionen, els filtren, els confronten amb els que havien rebut anteriorment, els donen sentit en funció de les experiències anterior; tal com afirma Ferrés:

Un programa didàctic en vídeo mai s'imposarà per si mateix, per bo que sigui. L'eficàcia del programa estarà condicionada per la predisposició del receptor, per les seves experiències i coneixements previs, per la situació ambiental en la qual es visiona el programa, per les expectatives dipositades ... (...). Encara que s'ha de deixar sempre un marge per a l'espontaneïtat i la improvisació en funció de la resposta dels alumnes, el projecte d'utilització del programa ha d'estar minuciosament preparat per endavant, integrant la utilització del programa en el context d'una unitat didàctica coherent (Ferrés, 1988, p. 81-82).

6. El visionat d'un programa didàctic ha d'anar precedit d'una introducció prèvia, que influeix notablement en la percepció que els alumnes tenen del visionat. Cal suscitar l'interès pel tema, ja que difícilment hi ha aprenentatge sense motivació. També és útil per centrar els objectius pretendits amb la utilització del recurs audiovisual. Cal, però, que sigui breu, per tal de no desvirtuar el missatge.
7. En el marc de la teoria de la comunicació, cal evitar els sorolls que entorpeixen l'eficàcia del procés de comunicació. Per sorolls s'entenen les perturbacions de tota mena que limiten l'eficàcia de la comunicació i, per tant, del procés educatiu, ja que es tracta d'un procés de comunicació.

Tal com s'ha comentat en el capítol 4, cadascun dels components del missatge audiovisual porta associat un determinat tipus de soroll. Pot ser tant una falta de formació en el llenguatge audiovisual per part de l'emissor o del receptor, com una poca qualitat o nitidesa de les imatges o bé la distorsió del so.

8. L'eficàcia d'un programa didàctic està lligada als exercicis d'avaluació. Es tracta de confrontar els resultats obtinguts amb els objectius perseguits. Per això aquests han de ser concrets i avaluables. Avaluar els continguts és avaluar la qualitat i pertinència del programa, i avaluar els mètodes és avaluar l'encert en la metodologia seguida per a l'exploració a l'aula.

Un altre punt de vista respecte a les valoracions didàctiques és el proposat per Pere Marquès (2001b), que agrupa les consideracions tenint en compte tres aspectes generals: els tècnics i expressius, els pedagògics i els funcionals.

➤ Aspectes tècnics i expressius:

De la imatge:

- La qualitat tècnica és bona: enquadrament, color, nitidesa.
- Es fan servir plans propers que faciliten el visionat en pantalla petita.
- Es potencien les possibilitats expressives dels diferents elements que componen les imatges: angulació, profunditat de camp, il·luminació, entre d'altres.

Del text, gràfics, animacions:

- Tenen bona qualitat tècnica i estètica.
- Els textos no presenten faltes d'ortografia ni de sintaxi.
- Els textos resulten fàcils de llegir, estan ben distribuïts i no són excessius.
- Els gràfics, els textos i les animacions contribueixen a fer-lo més entenedor.

Del so:

- Té una bona qualitat, sense sorolls de fons massa alts.
- Es fan servir recursos sonors variats: música, cançons, efectes sonors, veus que contribueixen a millorar l'expressivitat.
- Les veus són càlides, ni massa greus ni massa agudes, amb una bona pronunciació i entonació.

Del contingut:

- Les informacions es presenten de forma organitzada.
- La quantitat d'informació és suficient, ni massa ni poca.
- El ritme de presentació és adequat.
- Els continguts són actuals i fiables, tenen rigor científic.
- El tema es presta a un plantejament audiovisual.

➤ Aspectes pedagògics:

- Motivació: fer servir recursos motivadors i que siguin adequats als destinataris.
- Adequació a l'alumnat: tenir en compte el nivell cognitiu dels estudiants, els seus coneixements previs, les possibles concepcions alternatives.
- Quantitat d'informació: que no hi hagi un excés d'informació o de complexitat que pugui sobrecarregar la memòria de treball dels estudiants o la seva capacitat cognitiva.
- Plantejament didàctic: que estigui d'acord amb les tendències educatives actuals; que afavoreixi l'activitat dels estudiants d'observació, de fer associacions, de memorització, de conceptualització i de raonament; que ajudi a relacionar les informacions prèvies amb les noves informacions presentades; que no estigui plantejat com a simple transmissió d'informació; que promogui la comunicació i el treball posterior al visionat fent discussions, cercant informació, fent anàlisi de problemes, etc.; que connecti amb la realitat o interessos dels alumnes; que utilitzi elements d'elevada eficàcia didàctica com exemplificacions, repeticions, resums, presentació de dificultats que poden generar errors, esquemes o gràfics; que faci servir organitzadors previs; que es realitzin repeticions i síntesis que ressaltin els aspectes més importants que es presentin; que estimuli l'originalitat, la imaginació i la creativitat; que tingui relació amb altres temes, afavorint la interdisciplinarietat.

➤ Aspectes funcionals:

- El programa és útil o eficaç per complir unes funcions o objectius proposats.
- Proporciona avantatges respecte a l'ús d'altres mitjans, aprendre destreses i reduir el temps i/o esforç necessari per aprendre.
- Facilita aprenentatges qualitativament millors, més complexos i significatius.
- Admet diversitat d'aplicacions en contextos educatius variats.

- No exigeix al professorat grans treballs suplementaris: elaboració de materials de suport, preparació prèvia, etc.
- Es pot aplicar a situacions educatives diverses. Es pot integrar fàcilment en activitats d'aprenentatge diverses.
- Admet contextos d'ús variats: individual, en grup, no presencial.
- Té uns objectius clarament definits i avaluables.
- Hi ha alguna guia didàctica o material complementari de suport, amb suggeriments de treballs diversos per abans o després del visionat.
- S'adequa a les tendències educatives actuals, basades en una perspectiva constructivista de l'aprenentatge de l'alumne a través d'una participació activa i motivada.

9.1.4 Aspectes considerats a l'hora de fer la valoració didàctica dels documents audiovisuals localitzats en el WWW

- *Nivell educatiu.* Nivell de coneixement pel qual han estat dissenyats i al qual estan dirigits. Ja s'ha comentat abans que s'han seleccionat únicament els documents que corresponen a nivells d'ensenyament superior; és a dir, s'ha delimitat el camp d'estudi a documents que s'adeqüen, estan dirigits o produïts per a un ensenyament a nivell universitari de la química. En alguns casos aquests recursos poden ser també utilitzables en altres nivells educatius, com ara batxillerat o secundària, sempre que es contextualitzin adequadament, per exemple, emprant-ne només algun fragment. Per tant, aquest punt ja es considera estipulat i no serà objecte de cap altra valoració en la descripció dels recursos localitzats al WWW.
- *Context* en què seran emprats:
 - Individualment, en petit grup o en grup classe.
 - En cursos organitzats de forma sincrònica hi ha la possibilitat de ser emprats en contextos d'ensenyament-aprenentatge tradicionals, en aules d'ordinadors, amb el professor que fa de guia, mostra o comenta el contingut seguint un esquema de classe gairebé tradicional.
 - En cursos realitzats de forma asincrònica en cursos a distància o ensenyament semipresencial. Poden ser emprats individualment, en grups d'aprenentatge cooperatiu, en entorns cooperatius.
- *Funció.* Intenció amb la qual seran emprats. Pot ser com a material de base per obtenir informació, com a complement, com a reforç, com a material de consulta, com a material de laboratori, com a part d'un projecte d'investigació, com a material per efectuar avaluacions —formativa i sumativa—, per a l'adquisició d'habilitats i destreses, per despertar l'interès en l'estudi d'un tema.
- *Forma de comunicació.* Possibilitat de ser emprats a distància per part dels alumnes individualment, en entorns col·laboratius, en discussió en grups, en presentacions de materials per part de professors i alumnes. Faciliten una universalització de la comunicació, amb la qual cosa possibiliten la comunicació (sincrònica o asincrònica) amb tot tipus de persones: companys, professors i experts. Ofereixen la possibilitat d'establir contactes amb les persones que han elaborat la informació que s'està consultant per demanar noves dades i compartir opinions. Proporcionen una doble interactivitat: amb els materials del mitjà i amb les persones.

- *Alfabetització.* Desenvolupament de les habilitats bàsiques de lectura, escriptura i expressió, coneixement dels codis involucrats en la codificació o descodificació dels diferents mitjans: audiovisual, informàtic, telemàtic. Familiarització amb les noves tecnologies basades en ordinadors i Internet, i els llenguatges i els protocols corresponents.
- *Coneixement d'altres llengües i cultures.* Oportunitat de practicar amb altres idiomes, especialment l'anglès. Dificultat de comprensió a causa del desconeixement o poc domini de l'idioma.
- *Comprensió* dels principis bàsics i de les teories emprades per explicar el comportament de la matèria. Relacionar els tres nivells de comprensió o coneixement:
 - Escala macroscòpica. Implica comprendre i saber explicar el comportament macroscòpic o observable de la matèria: reactivitat química, solubilitat, canvis de fase, pressió de vapor, propietats àcid/base, equilibri químic, velocitat de reacció, electroquímica i química nuclear, entre d'altres.
 - Escala submicroscòpica. En l'escala submicroscòpica —que diversos autors anomenen «microscòpica» o «atòmica»— implica entendre l'estructura particular de la matèria: àtoms, molècules, ions, etc.
 - Nivell simbòlic. En l'aspecte simbòlic cal saber d'on sorgeixen, com i per a què s'utilitzen les representacions simbòliques com ara símbols químics, fórmules, equacions químiques, així com la base matemàtica subjacent per desenvolupar models mentals i teories.

El resultat final seria la comprensió de cadascuna de les parts per poder interrelacionar-les i utilitzar-les en la comprensió de conceptes químics i saber aplicar-los en la resolució de problemes reals. També cal conèixer i emprar els processos de la ciència correctament. Això inclou saber recollir dades, organitzar-les, analitzar-les i tractar-les correctament per poder treure'n algun tipus d'informació, així com elaborar informes i extreure'n conclusions adequades a les dades recollides.

9.2. Descripció de la base de dades dels documents audiovisuals de química en el web

9.2.1. Consideracions inicials

Per portar un control adequat, coherent i consistent de la totalitat de recursos audiovisuals localitzats i descarregats del web, s'ha optat per una aplicació informàtica per a la construcció d'una base de dades, ja que ofereix la possibilitat d'emmagatzemar els documents i d'analitzar-los posteriorment. A vegades no s'ha donat gaire importància a aquest pas de creació de metadades previ a l'ús del material audiovisual. Cal considerar que es tracta d'un procés de catalogació fonamental, ja que aporta el coneixement detallat sobre determinats aspectes dels documents que en fa més eficaç la cerca i la localització dins d'un arxiu digital. En una base de dades informàtica els documents audiovisuals es poden classificar segons les seves característiques de manera molt senzilla i ràpida.

9.2.2. Sistema gestor de base de dades (SGBD)

El SGBD seleccionat per crear aquesta base de dades ha estat Microsoft Access. La decisió de triar aquest SGBD ha estat perquè ofereix la capacitat adequada per construir una base de dades amb la creació de vistes, consultes i informes, i també permet el disseny de formularis per generar una capa més externa, amagant el disseny de les taules. A més, com que es tracta de Microsoft, la compatibilitat amb tots els programes de la mateixa companyia permet la vinculació de les dades i la seva transformació en diferents formats. Es poden exportar les dades a documents del processador de textos Word i a fulls de càlcul Excel per mostrar els resultats quantificats de forma gràfica. A més, és un SGBD adequat per a bases de dades personals i està inclòs en el paquet informàtic d'oficina dels ordinadors que fan servir el sistema operatiu Windows, que és el que s'utilitza en aquest treball d'investigació, perquè a la Universitat de Barcelona encara no s'ha implantat el software lliure.

9.2.3. Disseny de la base de dades (BD)

L'objectiu primordial de la base de dades que s'ha construït és emmagatzemar degudament la informació de tots els documents audiovisuals localitzats en el web. El sistema gestor és del model entitat/relació. En la figura 9.2.3 se'n mostra l'estructura relacional.

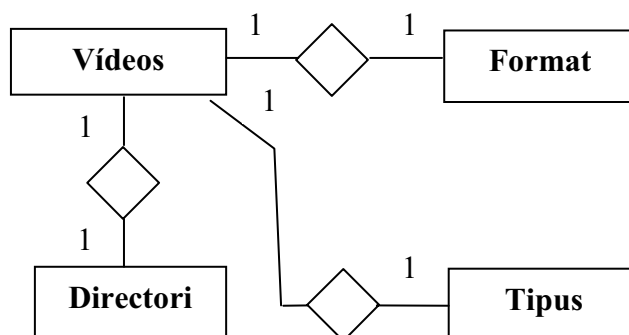


Figura 9.2.3. Estructura relacional de la base de dades.

En el quadre 9.2.3 es mostren els elements que constitueixen l'estructura principal d'aquesta BD que s'ha anomenat «AV-Química-WWW».

Quadre 9.2.3. Elements que constitueixen l'estructura principal de la BD «AV-Química-WWW».

Elements de la base de dades «AV-Química-WWW»	
Vídeos	Taula on apareix tota la informació sobre els documents audiovisuals.
Directoris	Llista dels directoris que es fan servir per classificar els documents audiovisuals.
Formats	Llista dels tipus de format que tenen els fitxers dels documents audiovisuals.
Tipus	Llista dels tipus de documents audiovisuals.

9.2.4. Creació de les taules de dades

Les dades s'emmagatzemen degudament estructurades en una sèrie de camps per a cada registre, o sigui, per a cada document audiovisual. A partir del disseny de la base de dades descrit en l'apartat 9.2.3 s'han establert els camps que es fan servir dins de cadascun dels elements que componen l'estructura principal. En el quadre 9.2.4 es mostren tots els camps que s'han creat per entrar les dades procedents de cadascun dels documents audiovisuals localitzats en el web. S'ha fet considerant quines dades es poden incorporar a la base de dades d'acord amb el treball que es vol dur a terme posteriorment d'anàlisi i valoració didàctica dels documents audiovisuals localitzats en el web.

Quadre 9.2.4. Camps continguts dins de cadascun dels elements de la base de dades.

<i>Documents audiovisuals</i>	
<i>Nom del camp</i>	<i>Tipus de camp</i>
Referència	Text
Directorori	Text
Tema	Text
Durada	Hora (hh:mm:ss)
Format	Text
Manipulació	Sí/No
Imatge nítida	Sí/No
So	Sí/No
Mida	Real
Tipus	Text
Web	Text
Observacions	Text
Vincle	Hipervincle
<i>Format</i>	
<i>Nom del camp</i>	<i>Tipus de camp</i>
Nom	Text
Programa	Text
Web del programa	Text
<i>Directorori</i>	
<i>Nom del camp</i>	<i>Tipus de camp</i>
Nom	Text
Observacions	Text
<i>Tipus</i>	
<i>Nom del camp</i>	<i>Tipus de camp</i>
Nom	Text
Observacions	Text

A la figura 9.2.4 es mostra l'aspecte que té l'aplicació quan s'obre. La fletxa al costat de la figura 9.2.4 indica el menú desplegable des d'on s'accedeix a uns formularis dissenyats per controlar i gestionar la informació, que es descriuen amb més detall en l'apartat 9.2.5.

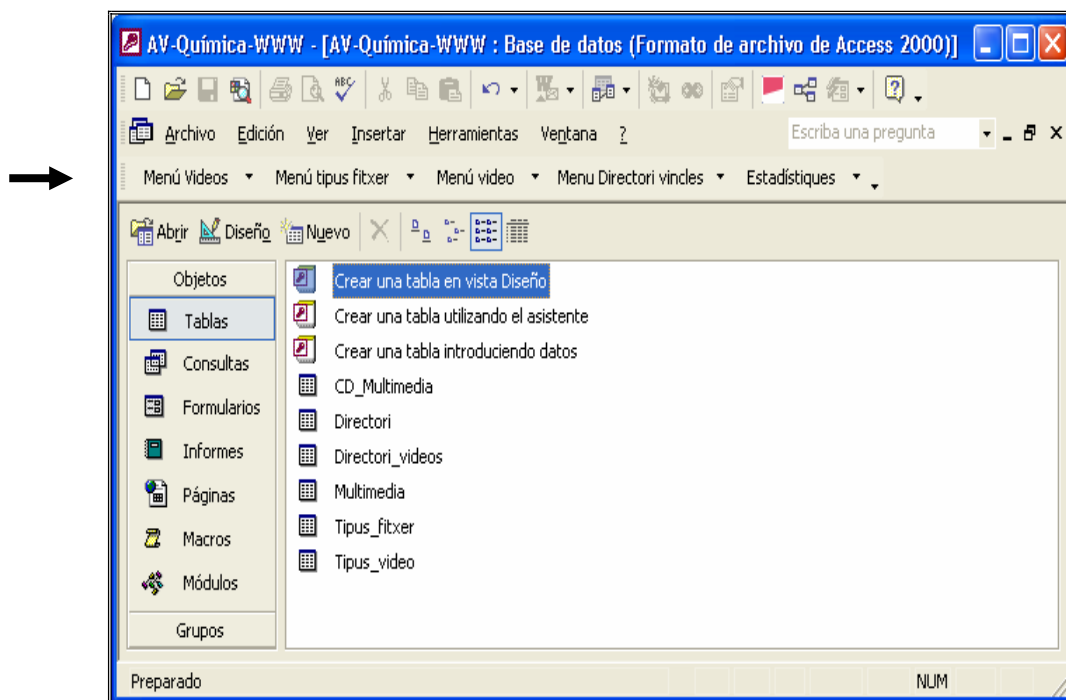
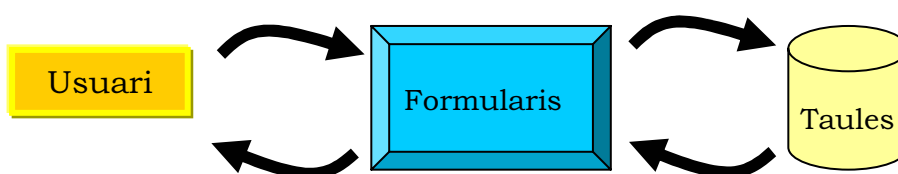


Figura 9.2.4. Pantalla inicial de la base de dades «AV-Química-WWW».

9.2.5. Creació de formularis

Gràcies al sistema de disseny de formularis del programa Access, es pot crear una capa externa d'aplicació que fa d'intermediari amb les taules creades. Així, es pot interactuar amb els formularis sense treballar directament amb les taules, ja sigui guardant dades o mostrant-les. A més d'amagar el treball directe amb les taules, proporciona una interfície molt més atractiva visualment.



El formulari general s'ha anomenat genèricament «Vídeos». A més, n'hi ha un que permet l'accés per tipus de format, i un altre que facilita l'accés seleccionant els directoris. Cada formulari conté els botons necessaris per efectuar una sèrie d'accions com ara recórrer els registres, afegir-ne de nous i eliminar-ne els que no es considerin vàlids. També s'ha afegit una propietat d'hipervincla dins la fitxa tècnica d'un vídeo, que permet obrir-lo directament des de la mateixa base de dades clicant sobre un botó dissenyat especialment per fer-ho. Per això s'ha creat un altre formulari que permet actualitzar absolutament tots els vincles dels vídeos indicant en quin lloc estan ubicats: C:\, D:\, etc.

El formulari principal que gestiona les dades de tots els vídeos en forma de fitxa tècnica, i que permet efectuar totes les accions corresponents com recórrer els registres, afegir-ne de nous o eliminar els que no interessin, modificar-ne les dades i accedir als documents audiovisuals, s'ha anomenat genèricament com «Multimedia». En la figura 9.2.5.1 es mostra la pantalla inicial d'aquest formulari.

Figura 9.2.5.1. Pantalla del formulari de consulta general «Multimedia».

En la figura 9.2.5.2 es mostra la pantalla d'inici del formulari que mostra la llista completa dels documents, i que s'anomena «Llista de vídeos». Permet observar els registres a la llista i, fent doble clic, accedir a la fitxa corresponent del qual s'hagi seleccionat.

Referència	Directori	Format	Durada	Tipus
002_DEMOPAPER	Petrucci/Movies	mov	0:01:09	Video
003_MULTIPLEPROP	Petrucci/Movies	mov	0:01:11	Animació
004_MILLIKANOL	Petrucci/Movies	mov	0:01:13	Animació
005_SEPARATION	Petrucci/Movies	mov	0:01:44	Animació
006_RUTHERFORD	Petrucci/Movies	mov	0:00:46	Animació
007_SODIUMANDPO	Petrucci/Movies	mov	0:01:25	Video
009_REPRESENTSUB	Petrucci/Movies	mov	0:02:27	Animació
010G4120	JCE/Chemistry Comes Alive	mov	0:00:55	Video
011_ISOMERISM	Petrucci/Movies	mov	0:03:12	Animació
012_FORMALUMBRD	Petrucci/Movies	mov	0:01:27	Video
01245502	JCE/Chemistry Comes Alive	mov	0:00:30	Video
01263612	JCE/Chemistry Comes Alive	mov	0:00:30	Video
01261900	JCE/Chemistry Comes Alive	mov	0:00:20	Video
013_SOLUTIONMEDI	Petrucci/Movies	mov	0:01:01	Animació

Figura 9.2.5.2. Pantalla del formulari corresponent a la Llista de vídeos.

El formulari que es mostra en la figura 9.2.5.3 correspon al formulari que permet accedir als documents respecte al tipus de format d'arxiu.

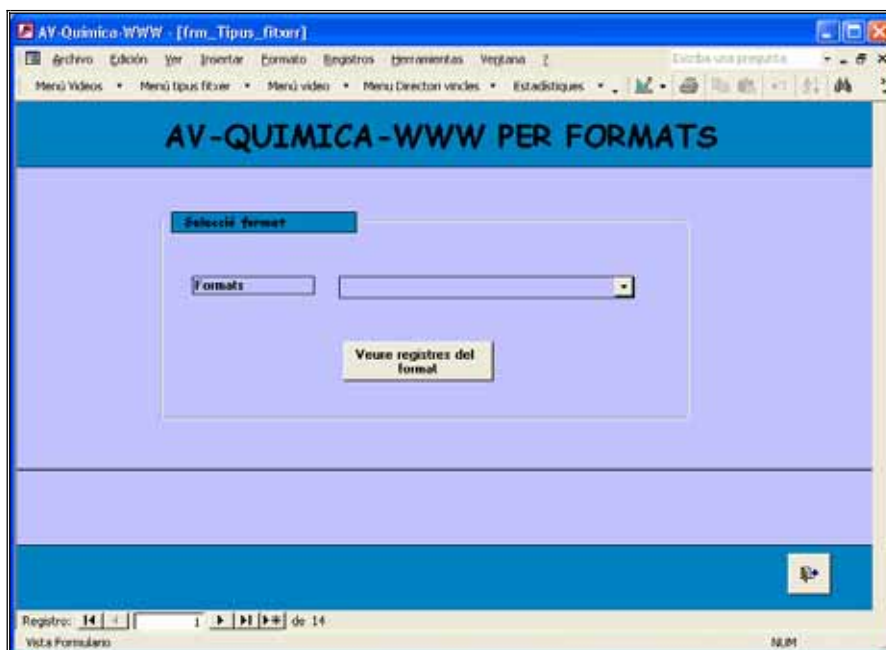


Figura 9.2.5.3. Pantalla del formulari de formats de fitxers.

9.2.6. Obtenció de dades quantitatives a través de consultes a la BD

La base de dades permet consultar les dades, i s'obtenen segmentacions quantitatives en funció dels camps escollits per fer-les. En la figura 9.2.6 es mostra la pantalla d'una consulta per tipus de format. Posteriorment, les dades es poden tractar de diverses formes: poden ser exportades al processador de textos Word, en forma de document, i també es poden vincular amb el full de càlcul Excel per veure de manera gràfica els resultats numèrics que les consultes ens ofereixen.

The screenshot shows a web browser window titled "AV-QUIMICA-WWW - [Estadístiques_per_formats : Consulta de selecció]". The browser's address bar shows "Lloc de una pàgina". The menu bar includes "Menú Vídeos", "Menú tipus fitxer", "Menú vídeo", "Menú Directori vincles", and "Estadístiques". The main content area displays a table with two columns: "Format" and "CuentaDeReferencia". The status bar at the bottom indicates "Registro: 1 de 15" and "Indica si és Real Player, Quick Time, Windows media.. NUM".

Format	CuentaDeReferencia
32x	1
avi	85
exe	1
aif	43
html	11
ipa	1
mht	256
mov	1371
mqa	209
mp3	3
pdb	2
ram	171
rm	9
wmv	1
xvz	9

Figura 9.2.6. Pantalla amb el resultat d'una consulta per tipus format.

9.2.7. Obtenció d'informes de les dades introduïdes a la BD

La base de dades també possibilita l'obtenció d'informes sobre el contingut, mostrant els resultats en forma de llistes. Es poden seleccionar els camps que es vol que apareguin a la llista amb el grau de jerarquia que es requereixi. S'obtenen així resums dels continguts que poden ser annexats a qualsevol document per consultar-los posteriorment. Aquests formularis poden ser exportats tant a format Word com Excel. També es poden imprimir directament des del programa Access per tenir-ne una versió editada en paper. A la figura 9.2.7 es mostra un informe amb una selecció de les dades introduïdes a la base de dades.

The screenshot shows a software window titled "AV-Química-WWW - [Multimedia4]". The window contains a report titled "Base de dades - AV-Química-WW". The report displays three tables of data, each with columns for "Tipus", "Durada", "Temps", "Període", "Contingut", and "Múltiple". The first table is for "Classe", the second for "Classe de vídeo", and the third for "Classe de vídeo". The interface includes a menu bar with options like "Archivo", "Edición", "Ver", "Herramientas", and "Ventana", and a status bar at the bottom with "Preparado" and "NUM".

Figura 9.2.7. Pantalla d'un informe sobre algunes dades seleccionades

9.2.8. Altres aspectes relacionats amb la creació de la BD «AV-Química-WWW»

Aquesta base de dades és un sistema informàtic per gestionar la informació que requereix un temps inicial de preparació de l'aplicació, dels formularis de consulta, de les consultes i dels informes. També cal temps per entrar les dades en els diferents camps de cadascun dels registres audiovisuals. El temps que es necessita per realitzar aquesta operació és considerable, a causa del volum de documents, de l'ordre d'uns 2.200. Per tenir una idea del temps requerit per tractar les dades, només cal imaginar que entrant les dades a una velocitat de 5 minuts per entrada es triguen uns 11.000 minuts, que suposa el treball de cinc setmanes a un ritme d'unes vuit hores diàries sense interrupcions.

Aquest plantejament es refereix únicament a les dades descriptives: durada, tipus de document, nom, etc., i per realitzar els vincles que permetin obrir els documents, que són les que es poden entrar de forma mecànica. Evidentment, es necessita molt més temps encara per elaborar una anàlisi del contingut del document i esbrinar a quina àrea temàtica està vinculat, ja que es requereix el visionat total o parcial dels documents.

El treball involucrat en un projecte d'aquesta mena és considerable però té l'avantatge que un cop s'han entrat les dades, es poden recuperar molt ràpidament, tant per fer-ne una anàlisi posterior com per poder-les emprar en la confecció de documents diversos: apunts, presentacions, inclusió en pàgines web, etc.

Cal tenir en compte que aquesta base de dades ha estat dissenyada exclusivament per tractar les dades obtingudes de la cerca efectuada, emprant el cercador Alltheweb, del contingut audiovisual que es podia trobar disponible a Internet. L'única finalitat que té és exclusivament acadèmica, per tal de fer una valoració del material trobat i extreure'n conclusions dins de l'àmbit d'aquest treball d'investigació i per a la utilització docent interna. No està preparada ni pensada per ser publicada, ja que una gran part del material inclòs està subjecte a drets d'autor (Copyright). Si es volgués divulgar posteriorment en qualsevol activitat, caldria revisar o negociar els drets corresponents amb els propietaris dels documents audiovisuals inclosos.

Un altre aspecte que cal considerar és que el contingut d'Internet és molt volàtil, és a dir, sempre hi ha un tant per cent de documents que deixen d'estar disponibles perquè les pàgines web on estaven allotjats han desaparegut, bé perquè han estat retirades bé perquè han canviat de servidor web i els sistemes de cerca automàtics no les han revisat o localitzat. No s'ha fet un seguiment intencionat de la taxa de permanència dels documents en el web, però durant el període de realització del present treball d'investigació no s'ha detectat la desaparició dels recursos que formen part de la base de dades que s'ha creat amb el propòsit d'estudiar els materials audiovisuals presents en el web. Això pot ser perquè la majoria de recursos estan ubicats en pàgines web d'universitats i centres de recerca que tenen més estabilitat temporal que les que estan relacionades amb el món dels negocis.

Aquest últim aspecte permet suggerir que la confecció d'una base de dades d'aquest tipus pot tenir un interès addicional: permetre conservar un material que pot desaparèixer d'Internet i en canvi és enormement útil en didàctica. Cal tenir en compte que a nivell universitari hi ha cada vegada més professors que preparen cursos basats totalment o parcialment en recursos que es poden trobar a Internet. La desaparició de la pàgina web que els contenia pels motius diversos abans esmentats pot causar molts inconvenients a l'hora de planificar les estratègies d'ensenyament. Això pot plantejar un problema addicional de drets d'ús, ja que és fàcil adonar-se de la dificultat que comporta el fet d'emprar un material si no tens l'opció de demanar-ne autorització d'ús als propietaris, ja que en desaparèixer la pàgina no saps com localitzar-los. Molt sovint també cal tenir en compte que en moltes pàgines web hi ha ben poques dades sobre els autors, de manera que és un autèntic problema posar-s'hi en contacte per demanar-los autorització sobre les condicions d'ús dels materials que ens puguin interessar. Normalment no hi ha problema per fer-ne un ús acadèmic.

Cal tenir present que el volum de documents trobat està en el límit del que és humanament tractable per ser integrats en una base de dades de forma manual. A més, no sembla que el nombre de materials disponibles a Internet pugui disminuir en el futur, sinó que, ben al contrari, si els actuals sistemes tecnològics es mantenen, la quantitat de documents no parerà de créixer, i més encara quan la banda amplada disponible a Internet, que suposa una de les actuals limitacions per a la difusió de documents audiovisuals, sigui millorada i ampliada.

Tenint en compte això, és fàcil arribar a la conclusió que seran necessaris sistemes d'indexació automàtics de documents, o que almenys ajudin en la tasca d'incorporar-los a una base de dades per analitzar-los posteriorment. Malgrat això, l'anàlisi dels documents des del punt de vista químic sempre tindrà un component fortament subjectiu, a causa del caràcter marcadament polisèmic de les imatges, i sempre requerirà la intervenció d'una persona per treure les característiques químiques per a un ús didàctic posterior. Per aquest motiu, en l'apartat següent es descriuen els treballs de classificació automàtica d'imatges dels quals es té constància que s'estan desenvolupant actualment o que s'han desenvolupat recentment.

9.2.9. Classificació automàtica d'imatges

El desenvolupament de les tecnologies de la informació i la comunicació ha fet extraordinàriament fàcil crear, distribuir i guardar informació. El volum de dades textuales, numèriques, visuals o auditives ha crescut de manera que resulta gairebé impossible pensar en una indexació tradicional d'aquests materials, tal com s'ha comentat en l'apartat anterior. A mesura que la tecnologia àudio/vídeo es generalitza, hi ha un augment considerable de la quantitat de contingut multimèdia assequible en el web. Els usuaris s'enfronten al nou repte de com revisar les grans quantitats de contingut multimèdia de forma ràpida.

La situació amb la imatge i el so no és fàcil, encara que ja s'hi està investigant. Una tècnica que pot permetre fer un cop d'ull ràpid al contingut de documents multimèdia són els sumaris de vídeo, que són versions curtes confeccionades a base d'anar unint segments importants escollits de l'original. El problema és com fer-ho de manera que la informació escollida sigui pertinent i fàcil de localitzar. Els llocs web del Digital Library Project⁵⁰ de la Universitat de Califòrnia de Berkeley (Estats Units, 1995) i de la Informedia Digital Video Library⁵¹ de la Universitat Carnegie Mellon (Estats Units, 1995) ofereixen una enorme quantitat d'informació sobre les activitats que duen a terme pel que fa a l'extracció automàtica de metadades de documents audiovisuals. Des de fa gairebé deu anys estan desenvolupant el projecte Informedia II, amb el suport de la National Science Foundation, entre altres organitzacions, dins la Digital Library Initiative⁵² (Wactlar et al., 1999-2004). S'investiga en la generació automàtica de diversos sumaris per a cada segment de vídeo, amb els corresponents titulars, per permetre posteriorment la seva navegació i recuperació selectiva.

Una altra alternativa que s'està investigant és la interrogació directa mitjançant llenguatges icònics, prescindint de la mediació de les paraules per a la creació d'índexs i la cerca en el sistema. Es tracta que el sistema busqui patrons de composició, llum, formes i colors semblants a partir d'un cert exemple proposat per l'usuari, com ara rostres de persones o empremtes dactilars (Pinto et al., 2002, p. 182). En aquest sentit, s'està treballant per reconèixer moviments (Haoran et al., 2003) i rostres humans (Satoh et al., 1999).

Un dels recursos que està augmentant considerablement en el web, tant en l'àmbit acadèmic com en el professional, són els cursos en línia fets mitjançant presentacions de diapositives on es pot incorporar àudio i vídeo. Amb l'augment del nombre d'aquestes

⁵⁰ Digital Library Project (Universitat de Califòrnia de Berkeley): <http://elib.cs.berkeley.edu/>

⁵¹ Informedia Digital Video Library (Universitat Carnegie Mellon): <http://www.informedia.cs.cmu.edu/>

⁵² Digital Library Initiative: <http://dli.grainger.uiuc.edu/national.htm> i <http://www.dli2.nsf.gov/>

presentacions, és necessari disposar d'un sistema per localitzar-ne un fragment concret per a un objectiu determinat.

Les tècniques possibles per crear sumaris es poden basar en característiques diverses com ara la informació continguda en el senyal àudio (parada i engegada), els punts de transició entre les diapositives i, fins i tot, els models d'accés d'usuaris anteriors (He et al., 1999; Hürst et al., 2000). Altres autors proposen un model, anomenat CPR, basat en tres paràmetres bàsics: la prioritat dels plans, la continuïtat del sumari i la no-repetició del sumari (Fayzullin et al., 2003). També s'està investigant sobre la manera d'extraure característiques de les imatges i vídeos per fer-les servir, mitjançant algorismes, per classificar-los de forma automàtica dins de categories semàntiques àmplies i significatives.

S'estan fent treballs per distingir imatges semblants a fotos d'imatges gràfiques, fotos reals a imatges semblants a fotos, i imatges artificials i presentacions de diapositives i pòsters científics a còmics (Lienhart i Hartmann, 2002). Els autors comenten que aconsegueixen unes precisions de més del 97% en la separació de les imatges dins de cadascun dels subconjunts comentats. L'elecció de les categories la van basar en les classes d'imatges que es trobaven de forma majoritària en la seva base de dades d'imatges. En el moment de la publicació de l'article els autors no eren conscients que hi hagués cap altre treball relacionat amb el que estaven realitzant. Un altre sistema que es proposa és efectuar una navegació que podríem anomenar «hipervisual» en els vídeos (Shipman et al., 2003). Es tracta de crear un hipervídeo format per múltiples nivells de sumaris de vídeo, i uns enllaços que permeten dirigir-se al vídeo original. Els usuaris poden elegir selectivament la quantitat de detall que desitgen veure, accedir a sumaris més detallats i navegar a través del vídeo original mitjançant el sumari.

Els cercadors actuals permeten fer cerques en el text complet contingut en les pàgines. Però cada vegada hi ha més gent que també està interessada a buscar imatges i vídeos en el World Wide Web. Alguns cercadors ja han començat a oferir la possibilitat de buscar per imatges i vídeos, però sovint només són capaços de localitzar-los basant-se en les pistes textuais extretes de les etiquetes dels fitxers associades a la pàgina web. Per exemple, el cercador Altavista ofereix la possibilitat de buscar per imatges similars a una imatge escollida, trobada fent servir paraules clau. Però la cerca de similitud només és possible per a algunes imatges, potser perquè no estan totes analitzades o perquè hi ha algun criteri que ha de tenir una imatge perquè pugui ser emprada per fer una cerca de similitud. Aquests criteris, però, no són explicats pel cercador.

Els enginys de cerca de la propera generació seran també portals de mitjans, que permetran buscar totes les classes de mitjans electrònics. Per aquest motiu, els índexs de les imatges web han d'estar basades en l'aparença del text, cares i altres imatges. Hi ha una gran demanda per cercadors que puguin indexar més enllà de les descripcions textuais. Els portals de mitjans del futur necessiten classificar el contingut dels seus mitjans de forma automàtica. Les llibreries d'imatges de desenes de milions d'imatges no poden ser classificades manualment.

Les persones tenim una gran capacitat, que hem anat desenvolupant i perfeccionant amb el temps, per fullejar textos i descobrir-ne els punts importants i la seva rellevància, però el contingut multimèdia comporta reptes als quals no estem acostumats, especialment la impossibilitat de «fullejar-ne» el contingut.

Quan fan una cerca en un arxiu de vídeo, els usuaris estan interessats a recuperar respostes precises en forma d'un document que s'ajusti a la cerca (Yang et al., 2003). Però els actuals sistemes de recuperació, incloent-hi els enginyers de cerca del web, estan dissenyats per recuperar documents en lloc de respostes precises. Per això des de fa molt temps es proposa l'ús del llenguatge natural per a les qüestions de cerca. Un dels sistemes proposats és el del DOI (Digital Object Identifier), que permet accedir a un document concret i a més conté metadades d'aquest mateix document. Una de les propostes és fer servir el llenguatge XML, que es basa en l'ús de metaetiquetes o metadades en les pàgines web que permetrien fer consultes en llenguatge natural. Les posicions al respecte són contradictòries, mentre hi ha qui considera utòpic l'ús d'un llenguatge força més complex que l'HTML per realitzar les pàgines web (Codina, 2003b), d'altres, com ara el W3C⁵³ (World Wide Web Consortium) ho consideren imprescindible. Cal tenir en compte que l'ús del llenguatge XML suposaria un avantatge per buscar informació continguda en materials multimèdia, ja que és compatible amb l'estàndard MPEG-7, que és un sistema d'estandardització de la descripció del contingut audiovisual dels documents (López et al., 2003). És útil tant per a la utilització directa per part de persones, com per al processament automàtic o semiautomàtic. MPEG-7 no és un estàndard de codificació sinó de descripció de continguts; un medi per representar els documents audiovisuals en totes les seves facetes.

Un exemple del que s'està realitzant al nostre país és Tarsys, que és un software dissenyat i comercialitzat per Tedral Media Consulting per a la gestió de documents audiovisuals. És una base de dades relacional que permet tot el processament requerit per aquest tipus d'informació: un software que segmenta els vídeos i crea un guió gràfic (*storyboard*) amb els plans seleccionats, un convertidor d'àudio en text escrit, un tesaure, un sistema reconeixedor de patrons de vídeo, un visualitzador d'imatges en baixa resolució per explorar el contingut dels documents, un gestor d'emmagatzematge de llibreries amb accés a fragments d'arxius, i un editor que permet una certa postproducció: canvi d'idioma, nous muntatges, etc. Aquest sistema s'ha implementat al Parlament d'Andalusia per gravar les sessions plenàries i el fa servir el Consell Audiovisual de Catalunya (CAC); captura les vint-i-quatre hores del dia dotze canals de televisió i cinc emissores de ràdio, tractant tota aquesta informació per emmagatzemar-la i poder-la recuperar més fàcilment. A la I Jornada de Documentació Audiovisual, celebrada el 2002, Alicia Conesa —cap de Documentació de Televisió de Catalunya (TVC)— va fer un recorregut pels formats d'emmagatzematge dels registres des de les fitxes de paper, passant per les bases de dades referencials (Mistral, Aïrs), fins al producte actual Digitation Suite, un gestor de base de dades que emmagatzema tant les metadades com una selecció d'imatges de baixa resolució escollides de cada vídeo (Marcos, 2003). La selecció es fa de forma automàtica per mitjà de *keyframes*, que són imatges capturades pel sistema basant-se en el canvi de pla.

En aquest sentit es poden destacar diversos problemes relacionats amb el processament i la recerca de la informació audiovisual continguda en mitjans digitals. El primer, de caràcter tècnic, és la dificultat que existeix actualment per indexar automàticament les imatges. Això fa que calgui afegir un text que les descriu semànticament, utilitzant les metadades, cosa que suposa un treball addicional que avui dia no poden fer les màquines, si bé els sistemes de segmentació de vídeo ajuden en aquesta tasca seleccionant els plans que consideren més significatius (*keyframes*).

⁵³ World Wide Web Consortium (W3C): <http://www.w3.org/Consortium/>

Un altre problema detectat és la gran quantitat de documentació no produïda digitalment que no es pot transformar a causa del cost elevat que suposaria en personal i en temps, i per tant en diners. La desaparició dels aparells reproductors per a aquests formats podria deixar inaccessible aquesta informació. Per últim, cal destacar el retard amb què els desenvolupaments tècnics arriben al món universitari o acadèmic. Els treballs que es fan estan estretament relacionats amb el món de les notícies, de la televisió i de l'oci, ja que són els que generen la major activitat en el Web, pel seu component marcadament comercial. Generalment, tots els desenvolupaments en l'àmbit audiovisual s'han iniciat en el sector comercial o de l'entreteniment, i després han estat aplicats per a un ús en el món acadèmic.

9.3. Connectors (*Plug-in*)

En la cerca que s'ha efectuat en aquets treball d'investigació s'han recollit documents que corresponen a quinze tipus de formats diferents. En els casos en què ha estat possible s'han descarregat els arxius i s'han emmagatzemat en el disc dur de l'ordinador per analitzar-los i valorar-los posteriorment. S'entén per descarregar un arxiu el procés de copiar-lo des del servidor on està allotjat fins a l'ordinador amb què es treballa. La velocitat d'aquest procés depèn de l'amplada de la banda, que és la quantitat de dades que poden ser transmeses en una quantitat de temps determinada. En sistemes digitals, s'expressa generalment en bits per segon (bps) o en bytes per segon (Bps).

Quan es descarrega un arxiu s'afegeix al nom una extensió adequada al tipus d'arxiu, en forma d'un punt seguit de tres lletres. Generalment l'assignació d'extensions d'arxiu és una operació que es realitza de forma automàtica en el moment de la descàrrega. Les extensions han de ser correctes ja que si no el software de l'ordinador no sabrà com tractar el document, i per tant no podrà obrir-lo. Algunes extensions típiques relacionades amb els arxius de processament de textos i dades són: *.doc* (document de Microsoft Word), *.xls* (full de càlcul de Microsoft Excel), *.exe* (programa executable en un PC) i *.txt* (arxiu de text). Les extensions relacionades amb arxius d'àudio es mostren en el quadre 9.3.1.

Quadre 9.3.1. Descripció dels formats d'àudio presents en el web.

Extensió	Tipus d'arxius	Descripció
<i>.aif</i>	Audio Interchange File Format	Tipus de so que es troba generalment en el web. Encara que és un format per a Macintosh, es pot emprar en altres sistemes operatius. Requereix el mateix programa que els <i>.au</i> per escoltar-lo.
<i>.au</i>	Sun Audio	És el tipus més corrent de so trobat en el web. S'obre amb SoundApp en Macintosh i amb Waveform en Windows.
<i>.wav</i>	Windows Wave	És el format de so original per a Windows. S'obté a través de la digitalització del so per mitjà d'un convertidor analògic/digital.
<i>.mid</i>	MIDI: Musical Instruments Digital Interface	Sons obtinguts a partir de la connexió d'un instrument musical amb un ordinador a través d'una interfície MIDI.
<i>.ra</i>	Real Audio	Permet escoltar sons en temps real, per escoltar la ràdio a través del web. Requereix el Real Player per poder obrir-los. Funciona tant per a Macintosh com per a Windows.
<i>.swa</i>	ShockWave Audio	Format d'àudio <i>streaming</i> .
<i>.sd2</i>	Sound Designer II	Format d'àudio antic.
<i>.mp3</i>	Moving Picture Experts Group Layer-3 Audio	Format de so per al web per distribuir música de qualitat CD. S'obren amb un programa adequat —com el Real Player o el Windows Media— que pugui llegir-los

Quan es vol presentar els arxius de so en un format que pugui ser llegit per la majoria d'usuaris, se solen guardar com a arxius *.aif* (Audio Interchange Files) en entorns Macintosh i en forma d'arxius *.wav* (Windows Wave) en entorns Windows. En el web, però, es prefereixen altres formats com ara els *.ra* i *.ram* (Real Audio), i els *.mpg* i *.mp3* (MPEG) (Herr, 2001).

Les imatges van ser els primers elements visuals que es van incorporar al text en les presentacions de recursos a través d'Internet. La seva estètica dins de les pàgines web és molt semblant a la que tenien en els llibres, com a il·lustracions dels continguts textuais (Sigüenza, 1999). Els processos de manipulació d'imatges per ser incorporades en les pàgines web requereixen també programes específics per intercanvi de formats, canvis de color i compressió dels arxius digitalitzats. Els formats més emprats són el BMP (BitMaP), el GIF (Graphic Interchange Format), el JPEG (Joint Photographic Experts Group) i el TIFF (*.tif*, Tagged Image File Format). El format JPEG té una millor compressió interna que el GIF. Els arxius en format BMP i TIFF solen ser molt voluminosos.

En el quadre 9.3.2 es descriuen els tipus d'extensions corresponents als arxius dels documents localitzats al web en ser guardats a l'ordinador, juntament amb una descripció del tipus de format als quals corresponen.











Quadre 9.3.2. Descripció dels formats dels documents audiovisuals localitzats en el web.

Extensió	Tipus d'arxius	Descripció
<i>.asx</i>	Advanced Stream Redirector	Compressió d'arxius d'àudio i vídeo <i>streaming</i> de Windows Media, basat en el llenguatge XML (Extensible Markup Language).
<i>.avi</i>	Audio Video Interleaved	Compressió d'àudio i de vídeo digital. És un format estàndard de vídeo per a Windows.
<i>.exe</i>	Executable file	Arxius de programes en llenguatge màquina que són operatius en entorn DOS i Windows, entre d'altres. Arxius de programa que es poden executar en un entorn determinat.
<i>.gif</i>	Graphics Interchange Format	Compressió d'arxius gràfics. Els GIFs animats s'obtenen amb imatges GIF reproduïdes amb una cadència determinada.
<i>.jpg</i>	Joint Photographic Experts Group	Extensió dels arxius en format JPEG.
<i>.html</i>	HyperText Markup Language	Format dels documents emprats en el web. L'HTML és un llenguatge de presentació de les pàgines web.
<i>.mht</i>	MIME HTML (MHTML)	Sistema d'emmagatzematge d'una pàgina web i el seu contingut en un arxiu únic. Nom d'extensió assignada per defecte per l'Internet Explorer quan guarda els arxius MHTML.
<i>.mov</i>	QuickTime Movie	Infraestructura multimèdia creada per Apple (Macintosh) que pot contenir qualsevol classe de dades de moviment continu, com ara àudio, vídeo, animacions, realitat virtual i informació textual basada en el temps. També funciona en Windows.
<i>.mpg</i>	Moving Pictures Experts Group	Arxius en format MPEG (<i>Moving Pictures Experts Group</i>). Sistema estàndard de compressió d'arxius de vídeo.
<i>.mps</i>	Medios MPEG	Arxius comprimits en format MPEG.
<i>.pdb</i>	Protein Data Bank	Arxius que contenen les dades estructurals 3D d'estructures biològiques macromoleculares determinades experimentalment.
<i>.ram</i>	Real Audio Movie	Compressió d'arxius amb Real Media.
<i>.rm</i>	Real Media	Compressió d'arxius d'àudio amb Real Media.
<i>.wmv</i>	Windows Media Video	Format de compressió d'arxius de vídeo amb Windows Media.
<i>.xyz</i>	X-Y-Z Matrix	Dades cartesianes que permeten ubicar una sèrie de punts per formar una estructura tridimensional.

Alguns dels documents audiovisuals descarregats del web van ser digitalitzats i comprimits abans de ser col·locats en el web. La compressió és un procés que permet fer un ús eficient de l'espai i millorar la velocitat de descàrrega dels arxius a través del web. Els programes per comprimir arxius fan servir equacions matemàtiques complexes per escanejar un arxiu i buscar models de dades repetides que reemplaçen per codis més petits que ocupen menys lloc.

Per poder veure els arxius que han estat comprimits es requereix un programa de descompressió compatible que pugui llegir aquests codis i retornar les dades a la forma original. Aquests programes complementen les capacitats dels navegadors i permeten la presentació i la visualització dels arxius audiovisuals a la pantalla de l'ordinador. Aquests programes en anglès s'anomenen *plug-in*, són programes d'execució senzilla i opcional que vincula dos programes o dues aplicacions independents perquè es complementin. De *plug-in* n'hi ha molts, però com a mínim per poder visionar els documents audiovisuals localitzats en el web han calgut els següents: QuickTime, Real Player, Windows Media Player, Shockwave, Flash i Chime. En el quadre 9.3.3 se'n mostra una breu descripció.

Quadre 9.3.3. Plug-in emprats en la visualització dels documents audiovisuals del WWW.

Connector (plug-in)	Recurs audiovisual	Logo identificatiu
QuickTime 	Vídeo Va ser creat per Apple per la plataforma Macintosh. Pot contenir qualsevol classe de dades en moviment, com ara àudio, vídeo, MIDI, animacions i realitat virtual. Es pot emprar en altres plataformes com ara Windows.	
Real Player 	Àudio / streaming vídeo Va ser creat per RealNetworks. És un reproductor multimèdia. Permet les transmissions tant d'àudio com de vídeo. La tecnologia del vídeo és de tipus <i>streaming</i> , que permet veure vídeos allotjats en servidors de vídeo a la pantalla de l'ordinador.	
Windows Media 	Vídeo Utilitat de Windows que permet reproduir àudio i vídeo en formats tant normals com en <i>streaming</i> , incloent-hi MP3, CD àudio i arxius MIDI.	
Flash	Simulacions Va ser creat per Macromedia. És una tecnologia d'animació de gràfics que es poden veure a través d'un navegador web. Poden incloure so. No ocupen gaire volum. Es guarden amb l'extensió .swf (ShockWave Flash) Actualment s'anomenen «Small Web Format».	
Shockwave	Simulacions Va ser creat per Macromedia. És una tecnologia d'animació 3D interactiva que es pot visionar a través d'un navegador web. Es poden crear animacions més sofisticades que amb el Flash. Fa servir l'extensió .dcr (DireCtoR) per l'arxiu que conté la «pel·lícula» que es crea.	
Chime	Animacions Va ser creat per MDL®, del grup Elsevier. Converteix estructures moleculars 2D en 3D dins d'una pàgina web. Les molècules es tornen «vives», en el sentit que no són només imatges estàtiques, sinó que es poden fer girar i canviar de format, i permeten la realització de càlculs (distàncies i angles d'enllaç).	
Java	Programes Va ser creat per Sun Microsystems. És un llenguatge de programació orientat a objectes dissenyat per generar aplicacions que es poden executar des de totes les plataformes de hardware i pot ser emprat dins d'una pàgina web.	

Afortunadament, aquests programes no presenten incompatibilitats ni entre ells ni amb el sistema operatiu, i per tant es poden instal·lar tots a l'ordinador sense cap problema. Durant el període en què s'ha desenvolupat aquest treball d'investigació s'han instal·lat els *plug-in* de la taula 9.4.3 en un sistema operatiu Windows amb l'Internet Explorer com a sistema de navegació per Internet, i s'hi ha estat treballant sense que s'hagi produït cap anomalia. Les versions emprades eren les gratuïtes accessibles a través del web.

A continuació es comenten alguns aspectes dels *plug-in* que s'han descrit en la taula 9.3.3 (TechWeb, 1981-2004).

QuickTime. És un programa desenvolupat per l'empresa Apple, compatible amb els ordinadors tipus PC. És gratuït i pot ser descarregat d'Internet i instal·lat a l'ordinador. El procés d'instal·lació és molt simple i només cal seguir el menú d'instal·lació que ve amb el programa. Es tracta d'un visualitzador del sistema de compressió d'imatges per Internet que es basa en el sistema MPEG-7. L'extensió dels arxius és *.mov*. Un cop està instal·lat reconeix els arxius comprimits en aquest format i en mostra la primera imatge. Per activar el vídeo en un ordinador (PC o Macintosh) es fa un doble clic damunt del símbol del film i aquest es reproduïx d'inici a fi. A més, es poden emprar els botons de control per tornar a iniciar el vídeo, fer anar les imatges endavant o endarrere o parar-les en un punt determinat. Amb el QuickTime es poden convertir imatges fotogràfiques des d'una perspectiva 2D en una experiència més completa i immersiva, en imatges 3D que es poden desplaçar de forma interactiva. És el que s'anomenen «recorreguts virtuals».

Real Player. Reproduïx àudio i vídeo en format *streaming*. És una seqüència d'imatges en moviment que s'envien de forma comprimida a través d'Internet. La característica principal és que no cal esperar que un arxiu es descarregui de forma completa per veure el vídeo. En comptes d'això, el vídeo és enviat a través d'un flux continu. Sense aquest sistema, un arxiu voluminós pot tardar força temps a ser descarregat (segons el tipus de connexió a Internet, i especialment si és una connexió telefònica normal i no una de cable òptic). En forma de flux, el vídeo es pot iniciar després d'uns breus segons. Generalment els vídeos comprimits a través d'aquest sistema requereixen el programa Real Player per ser visualitzats en la pantalla de l'ordinador. L'extensió dels arxius pot ser *.mpeg*, *.mpg*, *.ram*.

Applets Java. És un programa que s'executa dins d'un navegador. La pàgina web que es descarrega en el navegador conté una etiqueta (*applet tag*) que indica al navegador on trobar els arxius Java (*.java*). Quan un programa Java s'executa dins d'una pàgina web d'un usuari s'anomena «Java applet»; quan funciona en un servidor se l'anomena «servlet», i quan funciona de forma autònoma, en un programa que no estigui basat en el web, s'anomena simplement «Java application».

Les aplicacions que es trobaran en un futur pròxim al web segurament faran servir alguna tecnologia més avançada, en especial la basada en el Virtual Reality Modeling Language (VRML). És un programa que permet estendre les capacitats del navegador al camp tridimensional. Amb el VRML es poden viure experiències en espais 3D i interaccionar amb text, imatges, so, música i fins i tot vídeo. Per exemple, hi ha el programa *Live 3D* (Universitat d'Oxford) i el *CosmoPlayer* (Silicon Graphics, Inc., Estats Units). Tots dos són exemples de l'evolució que està tenint lloc en el camp de les visualitzacions de molècules i de superfícies.

9.4. Recursos audiovisuals de química en el WWW

Partint de la cerca efectuada amb Alltheweb, es revisen les adreces web proporcionades i es descarreguen tots els arxius audiovisuals que contenen. Aquests arxius es guarden en el disc dur de l'ordinador per a una anàlisi didàctica posterior.

El cercador mostra els resultats com una col·lecció d'imatges estàtiques sense cap procés de classificació, amb els vincles corresponents a la pàgina web on estan ubicats els recursos. El total aproximat de 1100 adreces web proporcionades pel cercador es revisa i es redueix a unes 200, que corresponen a llocs web diferents. S'efectua una revisió completa de la majoria d'aquestes adreces.

9.4.1 Anàlisi dels documents audiovisuals de química en el WWW

En aquest apartat es farà una descripció d'una selecció d'aquests llocs web revisats, juntament amb una valoració detallada del contingut, tant audiovisual com didàctic. En el quadre 9.4.1.1 es pot consultar la llista amb les 37 adreces seleccionades com a representatives del contingut audiovisual de química ubicat en el web. Dins de la secció «Miscel·lània» s'inclou una descripció simplificada d'un recull corresponent a la resta de llocs revisats.

Per la naturalesa d'aquesta investigació, aquest apartat és força voluminós. S'ha procurat descriure i localitzar de manera acurada el contingut audiovisual en cada lloc web. Això ha suposat un esforç considerable a causa de la complexitat dels llocs web revisats. Cal tenir en compte que el cercador només proporciona una adreça, que equival a un punt concret dins de l'entramat del lloc web en què està ubicat el recurs. S'ha procurat establir la ruta d'accés a aquests documents, mostrant com accedir al punt on estan localitzats. S'ha cregut que això seria molt útil per a un futur seguiment o revisió d'aquests llocs, així com per poder consultar-los amb facilitat en cas que es vulgui obtenir alguna informació complementària sobre els materials que contenen.

Quadre 9.4.1.1. Llocs web revisats.

<i>Nom del lloc web revisat</i>	<i>Pàg.</i>	<i>Nom del lloc web revisat</i>	<i>Pàg.</i>
Access Excellence	216	Ohio	268
Akron	218	Oklahoma State University (OSU)	270
Arizona	221	Oxford	273
Berkeley	224	Prentice Hall	281
Binghamton	229	Purdue	283
California Institute of Technology (CALTECH)	231	Regensburg	289
Carnegie Mellon	233	Sheffield	293
Centre for Molecular and Biomolecular Informatics (CMBI)	236	Sam Houston State University (SHSU)	296
Central Michigan University (CMU)	238	Siegen	299
Erlangen	240	Texas	301
Harvard	242	University of California Los Angeles (UCLA)	304
Iowa State University (ISU)	243	University of California at Chicago (UIC)	307
Journal of Chemical Education (JCE)	247	University of Illinois at Urbana-Champaign (UIUC)	310
Los Alamos National Laboratory (LANL)	252	University of Nebraska-Lincoln (UNL)	314
Lebanon Valley College (LVC)	253	University of Southern California (USC)	319
Leeds	255	University of Wisconsin-Madison (UWM)	322
Liverpool	257	Wellesley	326
Maryland	259		
McGraw-Hill Higher Education (MHHE)	261	<i>Recull de recursos de diversos llocs web</i>	<i>Pàg.</i>
Michigan State University (MSU)	264	Miscel·lània	331



Access Excellence és un programa educatiu nacional dels Estats Units. Creat el 1993, proporciona als professors de biologia, de ciències de la salut i de ciències de la vida un lloc de comunicació amb els col·legues, amb altres científics i amb fonts d'informació molt actuals a través del World Wide Web. Access Excellence vol ser el nucli del component educatiu del lloc web que s'està creant, en associar-se l'any 1999 amb el National Health Museum, una organització sense ànim de lucre que és el centre nacional d'educació per a la salut.

Els vídeos que es troben en aquesta web no corresponen pròpiament a qüestions químiques. Són entrevistes a diverses persones que treballen en l'àrea de biotecnologia, en diferents llocs i estadis del seu desenvolupament professional. En el quadre 9.4.1.2 es mostren els noms de les persones entrevistades, així com l'adreça de la direcció web corresponent. L'objectiu d'incloure aquest material és orientar respecte a les sortides professionals a les quals és possible accedir, des del punt de vista de la gent que s'hi dedica. Segons els autors de la pàgina, ho han fet d'aquesta manera perquè creuen que és molt més efectiu sentir com una persona exposa les opinions oralment, ja que confereix un to més vívid i personal a les opinions.

Quadre 9.4.1.2. Access Excellence. Vídeos d'entrevistes.

Persones entrevistades	Nombre de vídeos	Adreça web
Mark Jeffries	22	http://www.accessexcellence.org/RC/CC/CP/01mj/index.html
Rachel Meier	22	http://www.accessexcellence.org/RC/CC/CP/05rm/index.html
Irene Figari	22	http://www.accessexcellence.org/RC/CC/CP/08if/index.html
Kevin Ling	22	http://www.accessexcellence.org/RC/CC/CP/02kl/index.html
Paul Stanley	22	http://www.accessexcellence.org/RC/CC/CP/07ps/index.html
Lorena Barron	22	http://www.accessexcellence.org/RC/CC/CP/04lb/index.html
Courtney Sailles	22	http://www.accessexcellence.org/RC/CC/CP/03cs/index.html
Mauri Okamoto	22	http://www.accessexcellence.org/RC/CC/CP/09mk/index.html
John Zummo	22	http://www.accessexcellence.org/RC/CC/CP/06jz/index.html
Ken Attie	22	http://www.accessexcellence.org/RC/CC/CP/10ka/index.html
Ruta d'accés: Access Excellence - Site Map - Resource Center - Recommended Resources - Just for students - Career Center - Career Profiles		

Les transcripcions de les entrevistes estan fragmentades en preguntes, concretament n'hi ha vint-i-dues. Per seguir tota l'entrevista cal obrir o descarregar vint-i-dos vídeos, la qual cosa comporta un temps d'espera considerable. Per això se n'ofereixen, com a material suplementari, les transcripcions escrites. També hi ha unes gravacions d'àudio de les converses establertes entre dos grups constituïts pels entrevistats. Diuen que estan construint una col·lecció d'aquestes entrevistes i que a més també tenen una secció anomenada «In Their Own Words», que conté entrevistes amb guanyadors de premis Nobel i altres persones reconegudes internacionalment per les contribucions que han fet en els respectius camps de treball.

D'aquest conjunt de vídeos, 220 en total, se'n van recollir quatre que corresponen a una selecció aleatòria que va efectuar el cercador. En la figura 9.4.1.1 es poden veure dues de les pantalles: la que correspon a la presentació de les persones entrevistades i la d'una de les entrevistes a les quals es té accés.

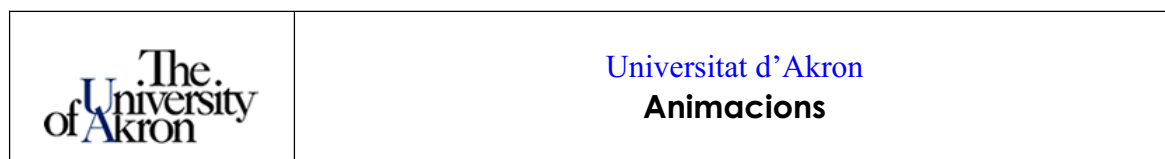


Figura 9.4.1.1. Access Excellence. Pantalla de presentació de les persones entrevistades i de l'entrevista a Courtney Sailes.

Han estat incloses en la base de dades creada per analitzar els recursos audiovisuals localitzats en el web, ja que són una mostra representativa del que és possible trobar en efectuar una cerca a Internet.

Aquest tipus de presentacions en format videogràfic, que es poden visualitzar a la pantalla de l'ordinador per Internet, tenen diverses implicacions educatives. Contribueixen a la comunicació social a Internet i proporcionen un contacte —encara que diferit— amb altres persones. També serveixen d'orientació, per conèixer diversos punts de vista de persones que estan treballant en una àrea determinada, la qual cosa representa una valuosa contribució per ampliar les perspectives dels estudiants sobre un tema determinat.

El fet de veure i sentir com una persona expressa unes opinions, a més de permetre l'observació de les actituds i emocions que mostren, pot servir per motivar i activar l'interès dels estudiants. Això és molt difícil amb altres entorns comunicatius disponibles actualment en Internet, com ara els xats, els grups de discussió o els entorns cooperatius, en els quals els contactes són bàsicament textuais.



El grup d'investigació de James K. Hardy (catedràtic del Departament de Química de la Universitat d'Akron), anomenat HordeNet, manté una pàgina de recursos en línia: la [Virtual Classroom](#). L'objectiu és donar suport a molts dels cursos que ofereixen des del Departament de Química. Són de lliure accés, poden ser consultats tant per alumnes de la mateixa universitat com per persones externes que hi accedeixen a través d'Internet. Inclouen temes de l'àrea de química general, orgànica, analítica, bioquímica i separacions químiques, entre d'altres. En la figura 9.4.1.2 es mostren algunes de les pantalles de presentació.

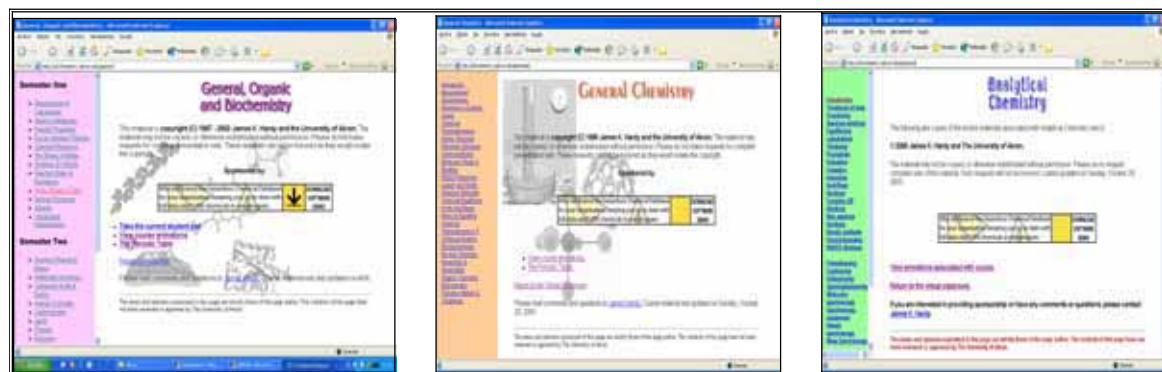


Figura 9.4.1.2. Akron. *The Virtual Classroom*. Diverses pantalles de presentació.

Les pàgines web de cada àrea estan dividides en dos marcs. En el marc de l'esquerra hi ha una llista dels enllaços a una sèrie de diapositives amb explicacions teòriques basades en text i/o imatges estàtiques dels temes tractats.

En el marc de la dreta hi ha el material de suport complementari, que en la majoria de temes inclou un recull d'animacions. En el quadre 9.4.1.3 es mostra el nombre d'animacions contingudes en les diverses àrees, així com l'adreça web des de la qual es poden consultar.

Quadre 9.4.1.3. Akron. *Animacions: The Virtual Classroom*.

<i>Animacions</i>	<i>Darrera data d'actualització</i>	<i>Nombre</i>	<i>Adreça web</i>
Química general, orgànica i bioquímica	Abril del 2000	91	http://ull.chemistry.uakron.edu/genobc/
Química general	Octubre del 2000	55	http://ull.chemistry.uakron.edu/genchem/
Química analítica	Octubre del 2000	25	http://ull.chemistry.uakron.edu/analytical/
Conceptes de bioquímica	Octubre del 2000	30	http://ull.chemistry.uakron.edu/biochem/
Separacions químiques	Març del 2002	22	http://ull.chemistry.uakron.edu/chemsep/
Ruta d'accés: U. Akron - Academics - Buchtel College of Arts and Sciences - Divisions and Departaments - Natural Sciences - Department of Chemistry - Courses - Virtual Classroom			

En conjunt hi ha unes 125 animacions diferents. Estan en format de vídeo QuickTime i han estat reduïdes de mida perquè es puguin visualitzar de manera ràpida. És possible descarregar-les i guardar-les al disc dur de l'ordinador o en qualsevol altre suport digital. Cal tenir present, però, que en la pàgina web es manifesta expressament que el material està subjecte a copyright i que no pot ser copiat o distribuït sense permís.

Les animacions tenen una durada entre 3 i 22 segons. Les imatges es poden fer avançar, retrocedir i deixar en pausa per examinar més detingudament algun aspecte en concret, amb la qual cosa s'afavoreix la interactivitat per part de l'estudiant. No duen associada cap explicació o comentari complementaris, per tant, és necessari el suport del professor per comprendre completament el significat o el funcionament del que mostren. Tampoc porten cap banda sonora. El fet de no tenir una veu que complementi la part visual en dificulta la comprensió, i fa que augmenti la càrrega cognitiva necessària per entendre adequadament el que s'està veient. No es poden emprar de forma descontextualitzada; cal integrar-les en algun tipus d'explicació textual o verbal.

Es poden emprar a la classe com a il·lustració o complement d'algun concepte, però no són adequades per al treball individual dels estudiants sense experiència prèvia pels motius ja esmentats. En la figura 9.4.1.3 es mostren imatges procedents d'algunes de les animacions de tècniques de separació i química analítica, on se'n pot observar l'aspecte formal. El disseny i la varietat de colors emprada són molt diversos.

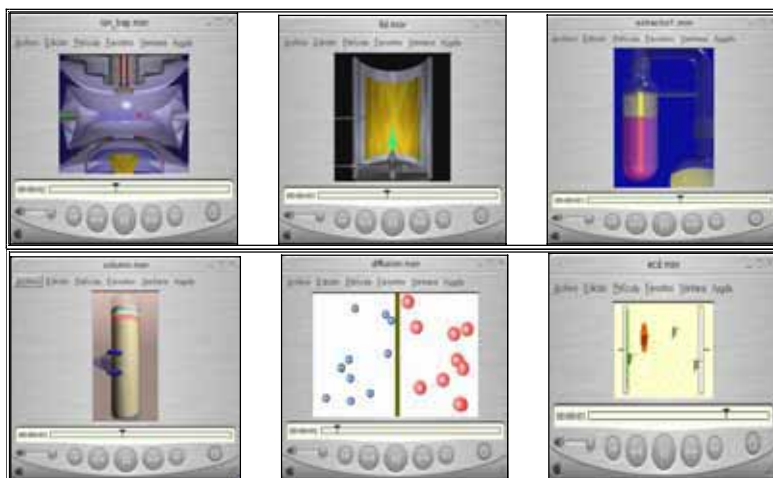


Figura 9.4.1.3. Akron. Imatges d'algunes animacions sobre tècniques de separació i química analítica.

Aquesta varietat d'estils —especialment en l'ús de color— pot no ser gaire adequada des del punt de vista didàctic, ja que no afavoreix la formació d'un model únic de representació mental amb el qual enllaçar els conceptes il·lustrats amb les animacions, especialment en les animacions d'estructures moleculars de compostos orgànics o bioquímics.

En les animacions corresponents a representacions de molècules orgàniques, la diversitat de formats encara és més gran, tal com es pot veure en la figura 9.4.1.4.

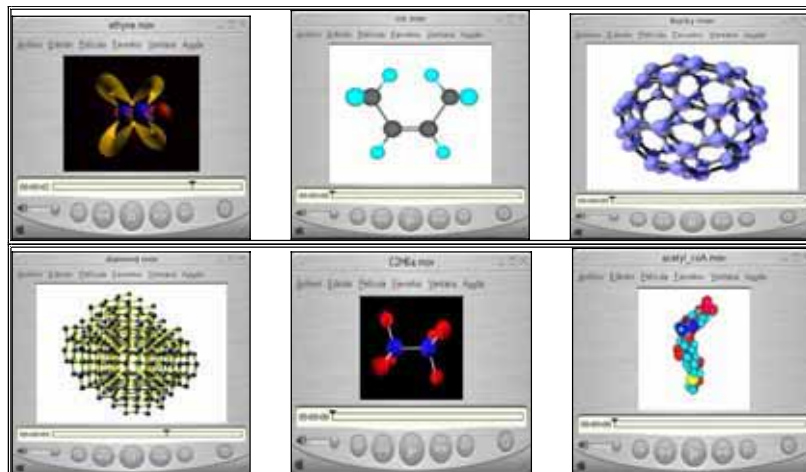


Figura 9.4.1.4. Akron. Imatges d'algunes animacions de representacions moleculars.

Això no representa cap obstacle en el cas d'experts (professors, investigadors o alumnes experimentats), que ja posseeixen models mentals més ben formats i no tenen gaire dificultat a l'hora d'associar diferents models.

En les presentacions de materials audiovisuals que es preveu que es facin servir per fer demostracions a la classe, per ser integrades en presentacions o com a materials per ser difosos a través d'Internet, sovint es busquen colors que ressaltin del fons per facilitar-ne la captació visual i per despertar interès i motivació en els usuaris a qui van dirigides. Convindria, però, que en un mateix lloc web els colors seguissin un criteri més homogeni, ja que, per exemple, una homogeneïtzació dels colors emprats per cada tipus d'àtoms en les animacions seria més adequada per aconseguir una millor comprensió per part de l'alumnat.



Al College of Science, dins del Departament de Química, es poden veure les pàgines web dels diferents cursos que ofereixen, alguns dels quals disposen de material complementari. Dins del curs [Chem242](#) —patrocinat per la National Science Foundation (NSF)— hi ha un apartat amb recursos de suport a l'estudi de la química orgànica. Contenen animacions que es poden visualitzar en format QuickTime. Aquests recursos també formen part de l'[Educational Materials for Organic Chemistry \(EMOC\)](#), de la Universitat de Michigan (MSU), ja que els autors dels materials són els mateixos (Abby Parrill i Jacquelin Gervay, 1995-1997). A la MSU els cataloguen com [Animations](#), i a Arizona com a QuickTime movies.

El nombre d'animacions contingudes en les diverses àrees, així com l'adreça web des de la qual es poden consultar es mostren en el quadre 9.4.1.4. Els autors manifesten que les pàgines web poden ser descarregades i enllaçades a altres pàgines de forma lliure sempre que es facin servir amb objectius acadèmics i educatius.

Quadre 9.4.1.4. Arizona. QuickTime movies.

Vídeos	Nombre de vídeos	Adreça web
Molecular Recognition	10	http://www.cem.msu.edu/~parrill/movies/dna.html
Protein Structure	4	http://www.cem.msu.edu/~parrill/movies/protein.html
Effect of Oxygen Binding on Heme	2	http://www.cem.msu.edu/~parrill/movies/heme.html
Conformation	9	http://www.cem.msu.edu/~parrill/movies/conf.html
Infra-Red Spectroscopy	2	http://www.cem.msu.edu/~parrill/movies/ir.html
SN2 Reaction Mechanism	1	http://www.chem.arizona.edu/courses/chem242/sn2.html
Tutorial - Esteroquímica	7	http://www.chem.arizona.edu/courses/chem242/tutorials.html
Ruta d'accés: U. Arizona - Departments - Chemistry - Courseweb sites - Courses prior Summer 97 - Chem 242		

Fan servir models moleculars de boles i varetes per mostrar l'estructura de diverses molècules, i els moviments que es poden fer al voltant dels enllaços carboni-carboni. També s'utilitzen per mostrar el mecanisme de la reacció S_N2 . A més, hi ha animacions fetes amb models compactes per veure conformacions (età, butà) i mostrar la perspectiva des de la qual es fan les projeccions de Newman. En la figura 9.4.1.5 se'n mostren algunes imatges.



Figura 9.4.1.5. Arizona. Imatges d'algunes animacions.

En total hi ha 35 vídeos d'animacions QuickTime amb una durada entre 1 i 18 segons. Les imatges es poden fer avançar, retrocedir i deixar en pausa per examinar-ne més detingudament algun aspecte. No porten so associat. Com a guia per als estudiants que les utilitzin s'han inclòs diverses orientacions textuais que els guien en l'observació de les estructures moleculars. Estan concebudes per a ús individual dels estudiants de forma asincrònica. També es podrien fer servir en petits grups per discutir algun aspecte determinat relacionat amb estructures moleculars. Pot ser emprat pel professor com a material de suport de les classes presencials.

També hi ha l'[Organic Chemistry Supplementary Materials](#) (OCSM) que conté tres tutorials sobre qüestions d'estereoquímica: un sobre quiralitat, un altre sobre diastereòmers (visualització de molècules amb Chime) i un tercer sobre alquens isòmers.

Dins el [Departament de Química](#) també es pot consultar la pàgina web del grup de recerca que manté [Vicente Talanquer](#). Es dediquen a la investigació i a la caracterització d'estructures de coneixement i esquemes conceptuals dels estudiants de química i dels futurs professors. Dins de la seva web hi ha els [Educational Materials](#), entre els quals destaca el Virtual Tools, també anomenat IDO (Interactive Digital Overheads). En la figura 9.4.1.6 se'n mostren les pantalles de presentació.

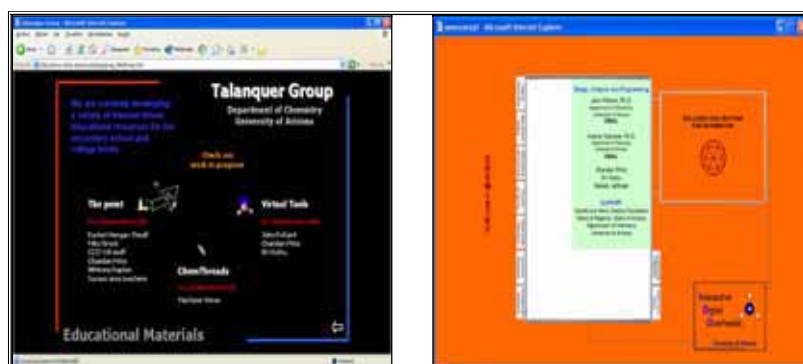


Figura 9.4.1.6. Arizona. Pantalles de presentació del Talanquer Group i del Virtual Tools (Interactive Digital Overheads).

S'ha construït en col·laboració amb John Pollard, Chandan Pitta i Sri Kuttu, amb el propòsit de desenvolupar eines basades en el web i materials educatius que promoguin l'aprenentatge actiu i la comprensió conceptual.

Els apartats en què es troba dividit són: món microscòpic, estructura atòmica, estructura molecular, estats de la matèria, reaccions químiques, cinètica química i equilibri químic. Conté material de suport a l'aprenentatge i programes Java (*applets*) per desenvolupar certs aspectes. L'Educational Materials forma part del [Teacher Preparation Programme \(TPP\)](#), i està concebut per ser emprat a l'escola secundària i a la universitat.

Els programes Java han estat creats per ajudar a la comprensió dels tres sistemes de representació de la matèria: el macroscòpic, el submicroscòpic i el simbòlic. Poden ser útils per facilitar la construcció de models mentals en els nivells esmentats i en l'establiment de relacions entre tots tres. En la figura 9.4.1.7 es mostren les pantalles de presentació d'alguns d'aquests programes.



Figura 9.4.1.7. Arizona. Pantalles de presentació dels applets Micro-Macro-Symbolic, 3D-Molecular Builder i Chimenol.

Dins l'Educational Materials també hi ha el [ChemThreads](#), una pàgina web que a més del Virtual Tools conté dos cursos sobre fonaments de química que ofereixen uns continguts de forma hipertextual en diapositives, i al mateix temps permeten enllaçar, quan és pertinent, amb les eines necessàries del Virtual Tools. En la figura 9.4.1.8 es mostren dues pantalles de presentació del ChemThreads.



Figura 9.4.1.8. Arizona. Pantalles de presentació del projecte ChemThreads.



Al [College of Chemistry](#) de la Universitat de Califòrnia, a Berkeley, hi ha una secció anomenada [Educational Resources](#) amb un conjunt de recursos d'utilitat per al professorat i per als estudiants de química. En destaquen els següents:

Chemistry Demonstrations: és una pàgina web amb un recull d'experiments en format de vídeo MPEG. Aquesta pàgina està en construcció i no és del tot operativa. En la llista d'experiments apareix el títol de molts dels que estan previstos per ser inclosos però que encara no estan preparats. Per poder visualitzar-los es requereix el *plug-in* Real Player. Les imatges digitalitzades corresponen a fragments seleccionats de la gravació original. Els experiments escollits i les posades en escena no són gaire convencionals i posseeixen un alt grau d'originalitat. En la figura 9.4.1.9 se'n mostren algunes imatges.



Figura 9.4.1.9. Berkeley. Imatges d'alguns vídeos del *Chemistry Demonstrations*.

Són vídeos gravats en directe en què se sent la veu de la persona que desenvolupa l'experiment, que va fent comentaris al llarg de tot el procés. Les imatges són molt nítides, realitzades en primers plans, de manera que es perceben molt bé els fenòmens que hi tenen lloc. Els primers plans, a més de millorar sensiblement la capacitat de visualitzar els fenòmens, eviten les distorsions ambientals causades per l'entorn físic que envolta l'experiència i per les persones que la duen a terme, que solen ocasionar una diversificació dels punts d'atenció. La veu també ajuda a centrar l'atenció en l'aspecte més destacat de cada moment de l'experiència.

Multi-Initiative Dissemination Project (MID): és un projecte finançat per la National Science Foundation (NSF) que introdueix el professorat acadèmic en quatre iniciatives de canvi de sistema en l'ensenyament-aprenentatge de la química. Es va crear per respondre la formulació feta per la NSF del desig de concedir subvencions per desenvolupar iniciatives de canvi sistèmic en el currículum de química a nivell universitari.

The purpose of the Systemic Changes in the Undergraduate Chemistry Curriculum Initiative (Systemic Chemistry Initiative) is to enhance the learning and appreciation of science through significant changes in chemistry instruction. Supported projects are designed to make fundamental changes in the role of chemistry within the institution, including better integration with curricula in related disciplines such as biology, physics, geology, materials science, engineering, computer science, and mathematics. The changes are expected to affect all levels of undergraduate instruction (NSF, 1994).

Durant un període de tres anys (2000-2004) es van organitzar seminaris de forma regular al llarg de l'any acadèmic en diverses localitzacions geogràfiques dels Estats Units per difondre el projecte. En total se'n van fer 34, en 27 estats i amb prop de 900 participants. Una de les coses que van constatar és que entre un 60% i un 80% de participants no estava familiaritzat amb les iniciatives de canvi en l'ensenyament-aprenentatge de la química. Els participants manifestaven que els seminaris havien contribuït a millorar els seus coneixements i creences sobre com aprenen els estudiants, els seus acostaments cap al seu paper com a ensenyants, i el desenvolupament del currículum i les seves pràctiques educatives. Entre l'equip que avalua la informació del MID hi ha la Dra. Dorothy Gabel, de reconegut prestigi en la investigació sobre ensenyament de la química. Consideren que, encara que les exposicions a projectes d'innovació siguin breus, els efectes es manifesten en les activitats d'aprenentatge entre sis i divuit mesos més tard. En la figura 9.4.1.10 es mostren els quatre projectes que constitueixen el MID.

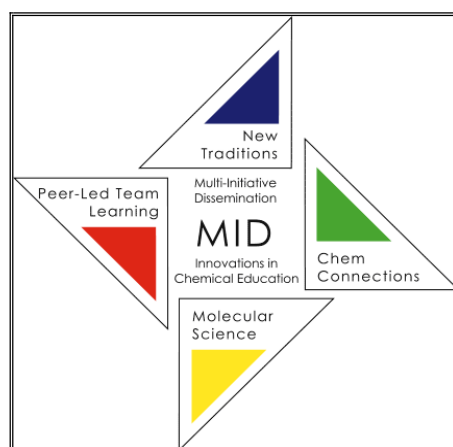


Figura 9.4.1.10. Berkeley. MID. Multi-Initiative Dissemination Project.

El MID està format pels projectes següents:

ChemConnections: va ser desenvolupat conjuntament pel ChemLinks Coalition, del Beloit College, i el ModularChem Consortium, de la Universitat de Califòrnia, a Berkeley. L'objectiu és dissenyar nous currículums, materials i mètodes per millorar la valoració de la ciència i el seu aprenentatge, especialment de la química, per tal de garantir l'aprenentatge continuat al llarg de la vida, i l'adquisició de coneixements i habilitats necessaris per prendre decisions acurades en la vida professional. En la figura 9.4.1.11 es mostren dues pantalles de presentació del ChemConnections.

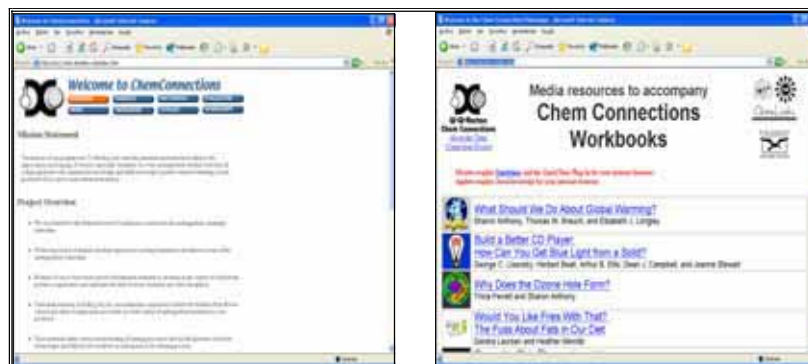


Figura 9.4.1.11. Berkeley. Pantalles de presentació del ChemConnections.

Conté uns mòduls sobre temes que corresponen als dos primers anys del currículum. Són molt interdisciplinaris; comencen amb qüestions rellevants per al món real i es desenvolupa la química necessària per donar-hi resposta. Es pretén que els estudiants entenguin com es desenvolupa la química de forma real i que descobreixin les connexions que té amb altres ciències, amb la tecnologia i amb la societat. En el quadre 9.4.1.5 se'n mostren els títols. Tots han estat avaluats per un bon nombre d'universitats que han participat en el projecte i han estat sotmesos a revisions. Són adaptables, variant la profunditat de tractament, a una diversitat molt àmplia d'escenaris educatius.

Quadre 9.4.1.5. Berkeley. Mòduls del ChemConnections.

ChemConnections Workbooks
What should we do about global warming?
Build a better CD Player: How can you get blue light from a solid?
Why does the Ozone Hole form?
Would you like fries with that? The fuss about fats in our diet
Computer chip thermochemistry: How can we create an integrated circuit from sand?
Water treatment: how can we make our water safe to drink?
What's in a star?
How could life have arisen on Earth?
Soil equilibria: What happens to Acid Rain?
How can we reduce air pollution from automobiles?
How do we get from bonds to bags, bottles and backpacks?
Should we build a Copper mine?
Ruta d'accés: University of California at Berkeley - Academics - Colleges & Schools - College of Chemistry - Educational Resources - The Modular CHEM Consortium - Resources

Per tal de desenvolupar les habilitats de pensament necessàries i cobrir el contingut de química, el plantejament dels mòduls està centrat en el treball actiu de l'estudiant, així com en el treball cooperatiu entre estudiants. També es fan activitats d'investigació al laboratori basades en la investigació i es desenvolupen projectes amb mitjans diversos. Es procura evitar el model de classe tradicional i les activitats de laboratori fonamentades en la verificació. Es basen en les investigacions realitzades que mostren que els estudiants aprenen millor quan construeixen els coneixements amb experiències fetes, relacionen el que aprenen amb coses que són importants per a ells, tenen experiències aplicades, construeixen el coneixement en col·laboració amb altres estudiants i professors, i en comuniquen els resultats.

En tots hi ha vincles, dins les pàgines web, a vídeos en format QuickTime d'aspectes relacionats amb el que s'està tractant. Es poden veure en pantalla, però no es poden descarregar i guardar a l'ordinador, en tot cas, es pot guardar la pàgina web. Cal tenir en compte que requereixen un cert temps de descàrrega per ser visualitzats, i per tant la navegació a través de les pàgines amb el visionat dels vídeos és lenta.

Dins de la secció Multimèdia del ChemConnections hi ha uns *applets* Java relacionats amb l'emissió i l'absorció de la llum ([Example Coloring Applet](#) / [Emission Spectrum](#) / [Absorption Spectrum](#) / [Single Filter Emission](#)) i uns altres relacionats amb la termoquímica i el comportament submicroscòpic de les molècules ([Reaction](#) / [Gibbs](#) / [Molecules In Motion](#) / [Equilibrium](#)). El Molecules in Motion és útil per observar l'augment de la velocitat de les partícules amb l'augment de la temperatura. Són interactius i permeten variar les condicions inicials preestablertes en el programa. En la figura 9.4.1.12 es mostren les pantalles d'inici de «Molècules en moviment» i «Energia lliure de Gibbs».

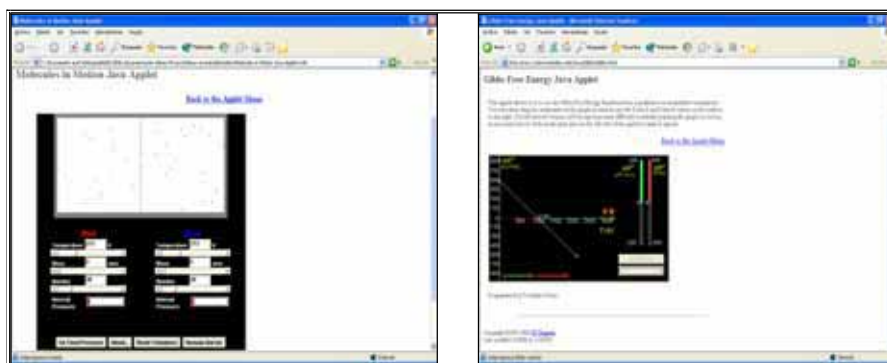


Figura 9.4.1.12. Berkeley. Pantalles d'inici dels programes «Molècules en moviment» i «Energia lliure de Gibbs».

The New Traditions (NT): està dedicat a facilitar el canvi de paradigma del model d'ensenyament centrat en el professor cap al model d'aprenentatge basat en l'alumne. Per això fan servir materials molt diversos: tests conceptuals, problemes interessants, activitats de laboratori obertes, cursos sense classes tradicionals i una varietat d'altres estratègies d'aprenentatge actiu emprades en les classes de química general, orgànica, analítica i física. El projecte està vinculat a la Universitat de Wisconsin-Madison, i està conduït per John Moore, Clark Landis i Earl Peace.

The Peer-Led Team Learning (PLTL): es basa en la creació de seminaris de dues hores setmanals amb grups de sis a vuit estudiants (poden ser de disciplines diverses: ciències, matemàtiques, etc.) que interaccionen per resoldre de forma acurada problemes estructurats sota la guia d'un company que fa de director (*Workshop peer leader*). Aquests companys han estat escollits entre els estudiants que van aconseguir bons resultats el curs anterior per dirigir el seminari i ajudar els equips d'estudiants a treballar junts per construir coneixement. Per a ells l'experiència de treballar amb els professors i guiar els companys és una experiència molt valuosa i inoblidable, que pot tenir un efecte molt profund en el seu creixement individual i professional. La seva feina consisteix a motivar els estudiants amb els materials del curs i entre ells. Els ajuden a fer servir tècniques diverses per resoldre problemes, els assisteixen quan queden encallats, els guien i els encoratgen. No els han de donar les respostes, sinó que han de saber quan cal ajudar i quan no. Per als professors suposa una forma d'ensenyament nova, creativa i motivadora.

The Molecular Science (MS): per una banda té com a objectiu la integració de les telecomunicacions i la tecnologia en processos instructius que permetin als estudiants explorar dades, visualitzar models moleculars, col·laborar amb altres estudiants, escriure sobre química, aprendre a un ritme propi, i responsabilitzar-se sobre el propi aprenentatge. Per l'altra, es vol promoure la capacitat d'escriure de forma acurada textos científics. Per això fan servir el Calibrated Peer Review (CPR), una eina educativa basada en el web que permet als estudiants aprendre a escriure sobre els temes importants abordats durant el curs.

En la pàgina web de la Molecular Science hi ha, dins la secció «Unitats d'aprenentatge» (*learning units*), els materials desenvolupats en el projecte: CPR, Mastering Chemistry (activitats que es poden dur a terme a través d'Internet com ara tests, tutorials, tutories electròniques) i Exploration. Dins d'aquest últim hi ha un munt de programes que es poden descarregar i instal·lar a l'ordinador, animacions, tutorials, tests i que permeten explorar el caràcter molecular de la matèria.

Finalment, dins la secció **Useful Links**, del College of Chemistry, es poden veure algunes animacions que mostren els modes de vibració del benzè, i el mecanisme de la reacció S_N2 , emprant models moleculars. En la figura 9.4.1.13 se'n mostren algunes imatges.

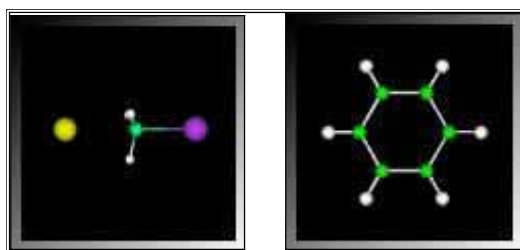


Figura 9.4.1.13. Berkeley. Imatges de les animacions del mecanisme de la reacció S_N2 i del mode de vibració del benzè (*breathe*).

Poden ser molt útils per establir relacions entre els tres nivells de comprensió de la matèria: el macroscòpic, el microscòpic i el simbòlic.



En la secció Química de Materials del [Departament de Química](#) de la State University of New York, a Binghamton, hi ha l'[Institute for Materials Research \(IMR\)](#). Dins de la secció Teaching Resources trobem un recull d'animacions en format de [vídeos QuickTime](#) d'algunes estructures cristal·lines de compostos orgànics i inorgànics. Han estat dissenyades per M. Stanley Whittingham. En la figura 9.4.1.14 es mostren les pantalles de presentació de l'IMR i del recull de vídeos.

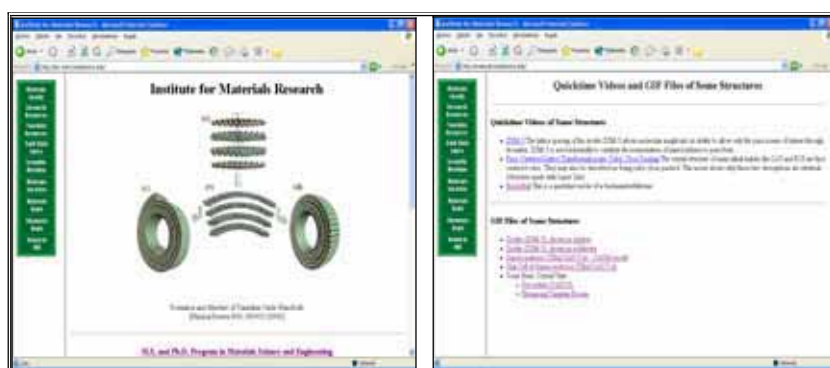
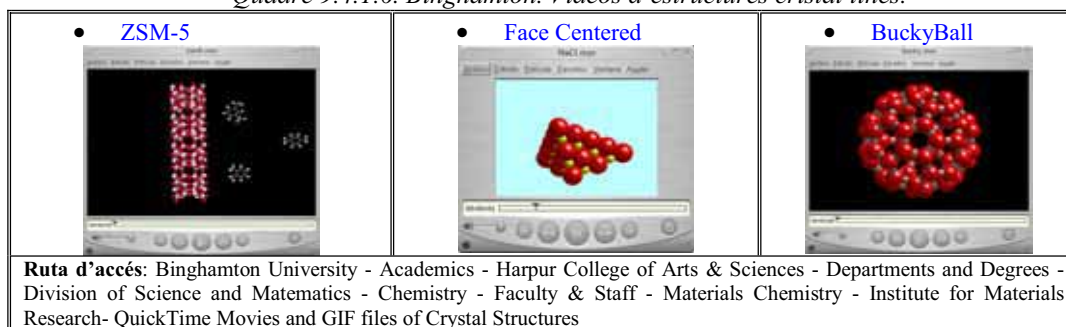


Figura 9.4.1.14. Binghamton. Pantalles de presentació de l'IMR de Binghamton i del recull de vídeos QuickTime.

En el quadre 9.4.1.6 es mostra una imatge de cadascun dels arxius disponibles per ser visualitzats a través del Web. Els arxius es poden descarregar i poden ser guardats a l'ordinador per visualitzar-los quan calgui.

Quadre 9.4.1.6. Binghamton. Vídeos d'estructures cristal·lines.



El C₆₀ o buckminsterfullerè és una estructura orgànica molt estudiada en l'actualitat. Les zeolites tenen uns espais intermoleculars que les fan particularment interessants per les seves aplicacions pràctiques, com ara la separació d'isòmers. Aquestes animacions permeten efectuar visualitzacions submicroscòpiques d'aquests compostos. La comprensió de les estructures cristal·lines també millora perquè es pot observar l'estructura d'una cel·la cristal·lina des de diversos angles.

Dins de l'activitat de recerca de la Universitat de Binghamton hi ha [The Center for Learning and Teaching \(CLT\)](#), que facilita les interaccions dins del campus per millorar la qualitat de l'ensenyament i l'aprenentatge. Té com a objectiu promoure l'excel·lència i la innovació educativa a través d'activitats centrades en l'estudiant, on hi participi activament. Un dels projectes que estan desenvolupant és l'[HMChem. General Chemistry Online](#). Està dividit en cinc seccions: les classes (inclouen resums de conceptes clau, simulacions, animacions, vídeos, àudio), els exàmens tipus test de resposta múltiple, la biblioteca (conté el text complet de diversos llibres de química general, com ara el Zumdahl o l'Ebbing/Gammon), el prelaboratori (inclou simulacions i qüestions que es poden fer servir com a activitats prèvies o posteriors als experiments de laboratori) i un apartat destinat a presentar les aplicacions actuals més rellevants de la química en diverses àrees. En la figura 9.4.1.15 se'n mostren dues pantalles de presentació.

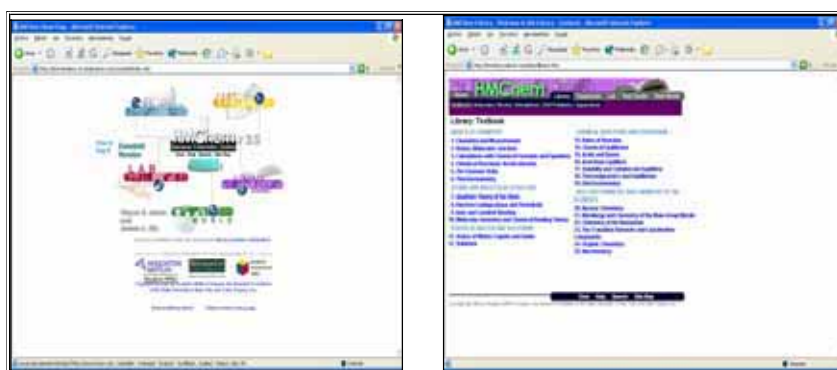


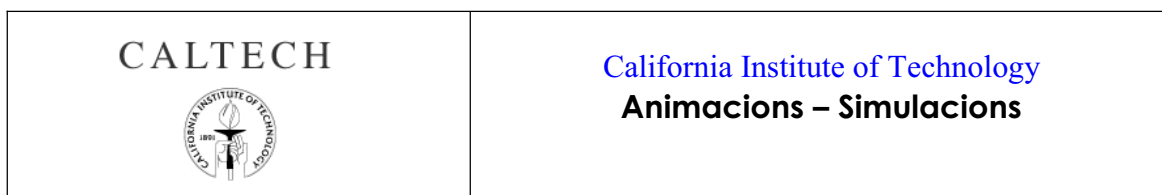
Figura 9.4.1.15. Binghamton. Pantalles de presentació de l'HMChem.

Està comercialitzat i al web hi ha una mostra a la qual es pot accedir, com a demostració de les possibilitats que té aquesta forma de presentar la informació. En la secció *Library* s'accedeix a un recull de vídeos fets amb imatges reals o amb animacions emprant models moleculars de simulacions classificats per temes. També hi ha un recull d'animacions de models moleculars d'estructures orgàniques i inorgàniques realitzades amb Chime. En la figura 9.4.1.16 se'n mostren algunes imatges.



Figura 9.4.1.16. Binghamton. Imatges d'alguns vídeos de l'HMChem.

A partir dels corresponents models moleculars de boles i varetes animats se'n poden observar les estructures i geometries des de diversos angles, la qual cosa és molt útil per adquirir una bona comprensió de les característiques de la matèria a nivell molecular. Hi ha prop d'un centenar d'animacions.



Dins la [Division of Chemistry and Chemical Engineering](#), del California Institute of Technology (CALTECH), hi ha el lloc web [Materials and Process Simulation Center](#), dirigit pel [Dr. William A. Goddard III](#). Treballen en simulacions a nivell atòmic de les reaccions químiques per entendre com tenen lloc i poder treure'n aplicacions en el camp industrial. En la figura 9.4.1.17 es mostren les pantalles de presentació del Materials and Process Simulation Center i una de les seves seccions, la Gallery of Quantum Chemistry.

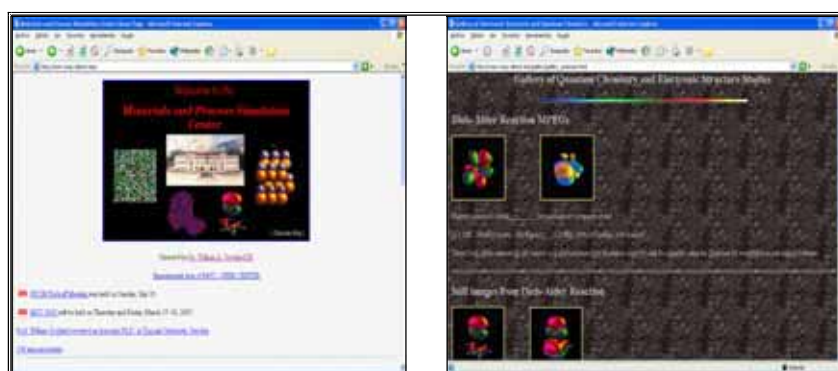


Figura 9.4.1.17. CALTECH. Pantalles de presentació del Materials and Process Simulation Center i de la Gallery of Quantum Chemistry and Electronic Structure Studies.

La [Gallery of Quantum Chemistry and Electronic Structure Studies](#) conté animacions de la reacció de Diels-Alder fetes a partir de la simulació de la trajectòria de reacció. Han estat realitzades per Anil Roopnarine fent servir el software per calcular funcions d'ona Gaussian 92. En la figura 9.4.1.18 se'n mostren algunes imatges.

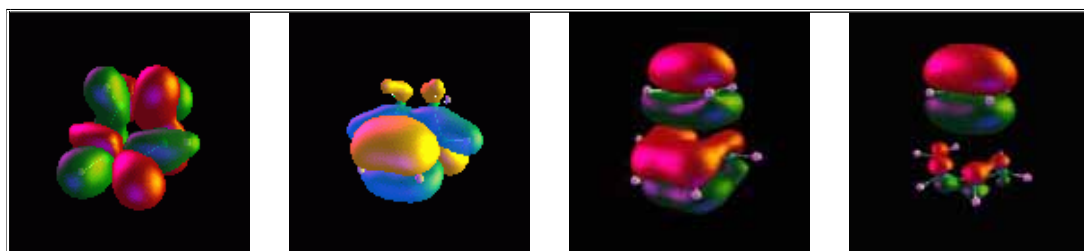


Figura 9.4.1.18. CALTECH. Animacions de la reacció de Diels Alder basades en simulacions de la trajectòria de reacció.

L'objectiu de recerca del grup és descriure les propietats de sistemes químics, biològics i materials directament a partir de principis primaris, sense la necessitat de dades empíriques. Per això estan desenvolupant noves teories, nous mètodes i nou software. Es basen en la mecànica quàntica, dinàmiques moleculars, dinàmiques a mesoescala i dinàmiques macroscòpiques.

El camp d'aplicacions possibles és molt divers: des del disseny de medicaments, catalitzadors i materials microelectrònics, fins a nous materials per a espumes d'extintors d'incendis. Les investigacions estan finançades per la indústria (ChevronTexaco, Aventis Pharma, Berlex Biopharma, Nissan Motor Co., Intel) i per organitzacions d'àmbit estatal (DARPA, NSF, NIH).

Dins la Gallery of Quantum Chemistry també hi ha una animació on es mostra una seqüència de morfologies d'orbitals atòmics. En la figura 9.4.1.19 se'n mostren algunes imatges.

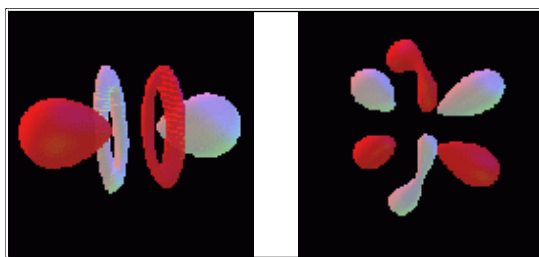


Figura 9.4.1.19. CALTECH. Imatges de l'animació que mostra diverses Morfologies d'orbitals monoatòmics.

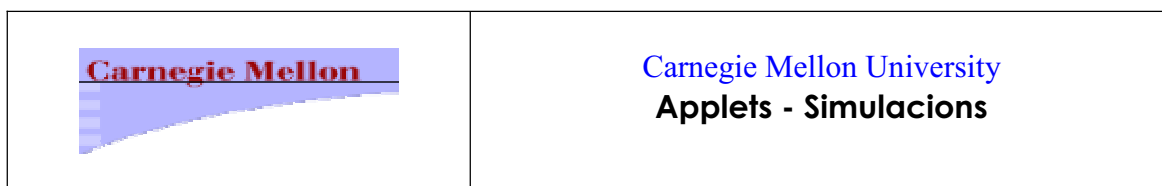
La divulgació d'alguns aspectes relacionats amb aquests projectes a través d'Internet pot ser útil al professorat i a l'alumnat per conèixer en quins camps s'estan desenvolupant actualment les activitats de recerca. Això pot servir per establir una relació entre el que es fa en el món real i els continguts acadèmics tractats. Proporciona un lligam amb les aplicacions i els nous materials obtinguts a partir de la investigació avançada.

Un vídeo molt interessant sobre quimioluminiscència es pot trobar a la secció [Chemistry in Action](#), dins del grup de recerca del Dr. Brian M. Stoltz ([The Stoltz Group](#)). Està en format MPEG i es requereix el Real Player per visualitzar-lo. En la figura 9.4.1.20 se'n mostra una imatge.



Figura 9.4.1.20. CALTECH. The Stoltz Group. Quimioluminiscència.

El tenen etiquetat sota el títol «La màgia és al laboratori!». Té un efecte visual molt atractiu, ja que a l'inici el contingut del matràs és incolor i transparent, i llavors canvia a un color blau molt intens. Pot resultar molt motivador i eficaç per captar l'atenció i l'interès dels estudiants.



Dins del [Departament de Química](#) de la Carnegie Mellon University (CMU) es troba ubicat el grup de recerca del [Dr. David Yaron](#). Fan recerca sobre química computacional aplicada a l'estudi de polímers orgànics i a més estan desenvolupant software interactiu educatiu de química a nivell universitari i preuniversitari. El projecte anomenat [The Irydium Project](#) està finançat per diverses institucions, entre les quals hi ha la National Science Foundation (NSF), la National SMETE Digital Libraries (NSDL) i el Howard Hughes Medical Institute. També hi participen el Mellon College of Science, l'Office of Technology for Education i el Course, Curriculum and Laboratory Improvement (CCLI), amb la qual cosa es pot tenir una idea sobre el grau d'implicació per part de la universitat en aquest projecte. Actualment estan reconvertint la pàgina web, que encara està en funcionament, i hi han inserit un avís i un enllaç cap a la nova pàgina web que s'anomena [The ChemCollective](#). [Online Resources for Teaching and Learning Chemistry](#). En la figura 9.4.1.21 se'n mostren les pantalles de presentació.

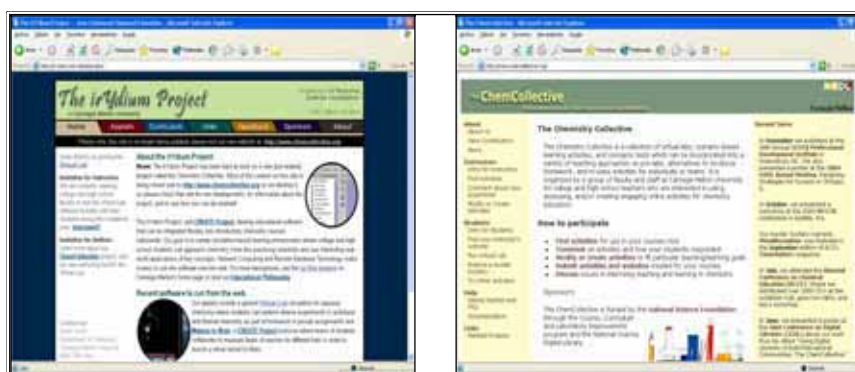


Figura 9.4.1.21. Carnegie Mellon. Pantalles de presentació de *The Irydium Project* i *The ChemCollective*.

L'objectiu del projecte és dotar als professors de software que permeti assignar als estudiants problemes oberts relacionats amb sistemes químics que siguin interessants i vinculats a fets reals. Dins del projecte es troben diversos programes realitzats amb Java (*applets*), que permeten explorar determinats aspectes químics. Tots són programes de simulació, en els quals els estudiants poden escollir entre diferents opcions i explorar els resultats obtinguts. En el quadre 9.4.1.7 hi ha la llista d'*applets* actualment disponibles.

Quadre 9.4.1.7. Carnegie Mellon. *The Irydium Project*. *Applets*.

<i>Applet</i>	<i>Descripció</i>
Color	Per què les coses tenen color.
Engine Simulator	Cicle termodinàmic d'un motor de combustió interna de 4 temps.
Equilibrium	Reaccions químiques que arriben a un estat d'equilibri.
Mt. Everest	Relació entre la quantitat d'hemoglobina i la P_{O_2} amb l'alçada.
Periodic Table	Configuració electrònica dels elements.
Spectroscopic Simulator	Espectrometria d'infraroig i energia dels modes de vibració.
Statistical Mechanical Simulator	Distribucions d'energia.
Stoichiometry	Reactiu limitant.
The Virtual Laboratory	Operacions de laboratori químic.

Els *applets* sobre equilibri químic i reactiu limitant tenen una característica destacable: fan servir el mateix disseny gràfic. Així es proporciona als estudiants una connexió entre el nou material i el que ja s'ha vist. Cal, però, fer el treball sobre reactiu limitant abans que el d'equilibri químic. En la figura 9.4.1.22 se'n mostren les pantalles d'inici.

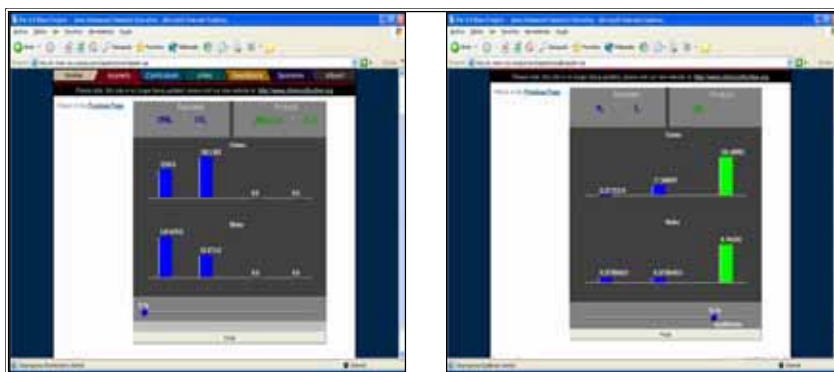


Figura 9.4.1.22. Carnegie Mellon. *The Iridium Project*. Pantalles d'inici dels applets sobre reactiu limitant i equilibri químic.

El més complex dels programes del projecte és [The Virtual Laboratory](#). Permet als estudiants seleccionar entre centenars de reactius estàndard i manipular-los d'una forma semblant a la que té lloc en un laboratori real. Permet triar l'experiència que es vol desenvolupar, els aparells necessaris i el grau de precisió de l'experiència. Els estudiants poden dissenyar i dur a terme diversos experiments sobre àcid-base, termoquímica, solubilitat i reaccions d'oxidació/reducció. En la figura 9.4.1.23 es mostren les pantalles de presentació i d'inici del programa i d'una de les experiències: la realització d'una dilució.



Figura 9.4.1.23. Carnegie Mellon. Pantalles de presentació i d'inici del programa *The Virtual Laboratory* i de la realització d'una dilució.

El programa és gratuït i es pot descarregar de la web i guardar-lo a l'ordinador o bé executar-lo en línia. La seva utilització en línia sempre és més lenta que si es fa servir des del disc dur de l'ordinador.

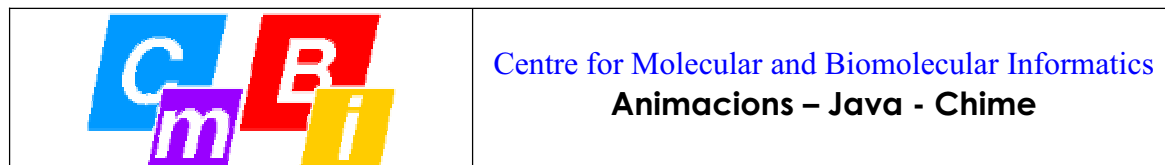
Conté una versió en quatre idiomes diferents: anglès, espanyol, català i francès. Per executar-lo cal descarregar prèviament el programa [Java J2SE JRE](#).

Entre les opcions del programa hi ha la possibilitat de navegar entre la col·lecció de problemes que conté, modificar els existents o crear-ne de nous. Conté una documentació complementària sobre com funciona el programa, com fer valoracions i com fer-lo servir com una eina d'autor per crear problemes nous. A més, inclou una demostració d'una valoració àcid-base feta amb aquest programa.

Des del punt de vista didàctic, els programes Java permeten acostar-se de manera visual a una sèrie de problemes que poden ser resolts amb llapis i paper, a la pissarra o de forma pràctica, com ara les experiències de laboratori. No tenen la intenció de ser materials de base, sinó servir com a recursos suplementaris a càlculs, o realitzacions que es poden fer en la pràctica, proporcionant una imatge mental que ajudi l'estudiant a moure's enmig dels procediments matemàtics o pràctics.

D'altra banda, a les classes els professors poden treballar els problemes a la pissarra i referir-se a l'*applet* com un recordatori visual del que s'està calculant o efectuant, i per què. Fora de l'activitat de classe, els estudiants els poden fer servir per resoldre problemes, per generar i avaluar resultats intermedis, i per descobrir i corregir els propis errors, la qual cosa proporciona una pràctica molt interessant sobre un determinat problema.

Una altra aplicació didàctica és mostrar el funcionament de l'*applet* sense explicitar de cap forma els càlculs o operacions subjacents. Llavors es pot demanar als estudiants que treballin en grups i es plantegin els procediments i/o càlculs involucrats en el problema mostrat per l'*applet*, fent-ne un mitjà per a un treball col·laboratiu. Com que els problemes poden ser modificats i/o creats per l'instructor, sempre és possible adequar-los al context real de l'alumnat, buscant problemes que puguin suposar un repte, tant des del punt de vista intel·lectual com humà. És convenient que estiguin relacionats amb l'entorn social dels alumnes.



El Centre for Molecular and Biomolecular Informatics (CMBI) és el centre nacional holandès de ciències computacionals. Està ubicat a la [Radboud University Nijmegen](#). Dins la secció anomenada [Web Tutorials in Chemistry \(WeTChe\)](#) es troba el [Mol4D](#), un recull de material audiovisual que té com a objectiu servir de complement a les classes de química general i orgànica. En la figura 9.4.1.24 se'n mostren diverses pantalles de presentació.



Figura 9.4.1.24. CMBI. Pantalla de presentació del Mol4D i del tutorial de conformacions de n-alkans.

El Mol4D està estructurat en dues parts. D'una banda conté un recull de tutorials amb els quals es poden visualitzar estructures 3D i fer-les girar amb el ratolí, animacions de canvis conformacionals de molècules orgàniques, animacions de reaccions (Diels-Alder, esterificació, addició) i imatges d'orbitals. De l'altra inclou software per dur a terme activitats interactives, com ara construir estructures de molècules i fer animacions de reaccions. Moltes de les animacions sobre conformacions de molècules orgàniques porten associat un diagrama d'energia que va mostrant l'estat energètic de la molècula en cadascun dels moviments. En la figura 9.4.1.25 se'n mostren algunes imatges.

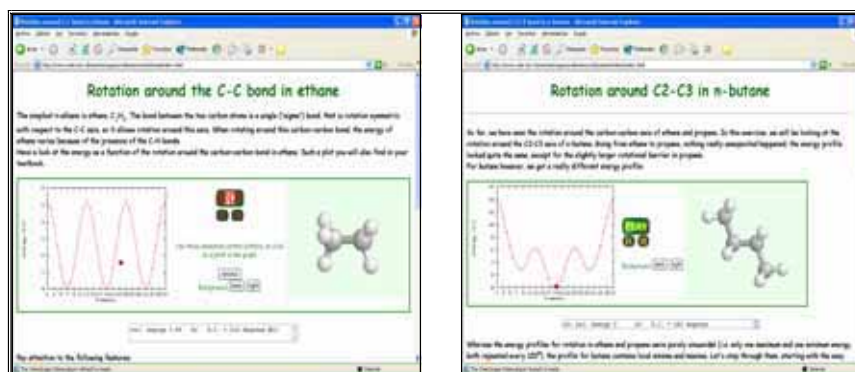


Figura 9.4.1.25. CMBI. Imatges de les animacions de la rotació al voltant de l'enllaç C-C de l'età i de l'enllaç C₂-C₃ del butà.

El projecte s'anomena Mol4D perquè en els tutorials es confereix a les molècules l'aspecte 3D (mitjançant el programa Chime), i a més s'hi afegeix una quarta dimensió, convertint les estructures moleculars en 4D gràcies a les animacions. Són interactives: es poden parar i fer anar endavant i endarrere, cosa que permet explorar-les de nou sempre que es considera necessari.

Com a exemple, en la figura 9.4.1.26 es mostren dues pantalles corresponents a la reacció d'eliminació. A través de la primera pantalla —on es fan diverses consideracions teòriques respecte a aquest tipus de reacció i on es proporciona un exemple amb una molècula que pot ser manipulada amb el ratolí directament en la pàgina— s'accedeix a una segona pantalla des de la qual es pot executar una animació que mostra d'exemple el transcurs d'una reacció.

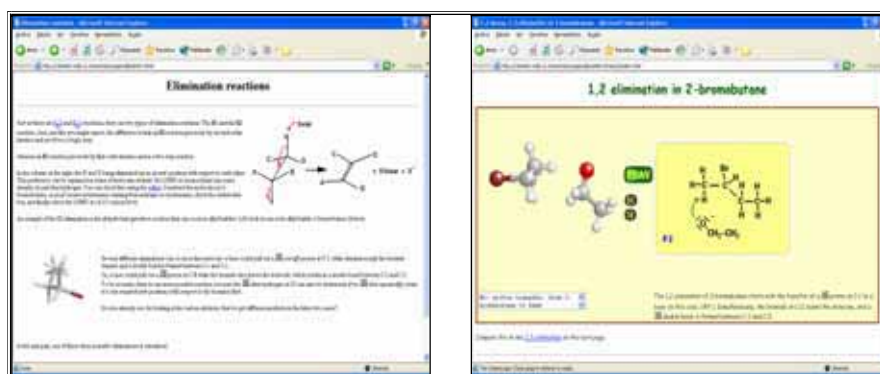
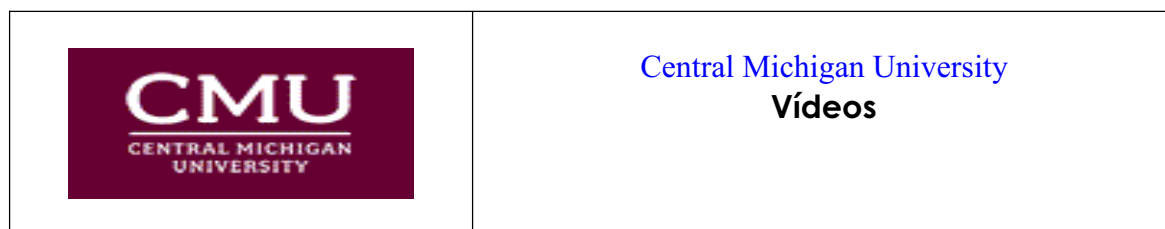


Figura 9.4.1.26. CMBI. Pantalles de l'animació corresponent a les reaccions d'eliminació.

Cal destacar que en l'animació es mostren, en la mateixa pantalla, l'animació feta amb models moleculars de boles i varetes i un esquema gràfic animat de la reacció. Això permet que els estudiants puguin fer connexions entre els nivells submicroscòpic i simbòlic. La seva comprensió del mecanisme de reacció pot ser molt més fonamentada que quan es treballa únicament amb notacions gràfiques.

L'objectiu del Mol4D és augmentar la visió sobre el comportament químic dels compostos, ja siguin orgànics o no. Entendre què fa que un compost sigui més o menys estable, més o menys reactiu. Com que es fan servir models moleculars, es proporciona una visió del comportament dels compostos a escala submicroscòpica.



Al [Departament de Química](#) de la Central Michigan University (CMU) hi ha la secció anomenada [Stockroom](#), que conté recursos relacionats amb les pràctiques de laboratori. Un d'aquests és la [Chemistry Demonstration Movie Page](#). Conté una col·lecció de demostracions d'experiments de química en forma de vídeo QuickTime. En la figura 9.4.1.27 se'n mostren les pantalles de presentació.

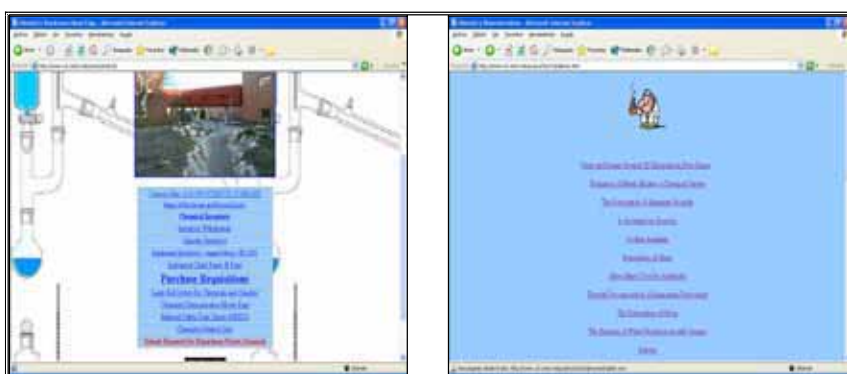


Figura 9.4.1.27. CMU. Pantalles de presentació del Chemistry Stockroom i de la Chemistry Demonstration Movie Page.

En total hi ha vint-i-cinc demostracions, algunes de les quals són molt voluminosos i tarden molt a descarregar-se (tenen una mida entre 10 i 57 MB). En la figura 9.4.1.28 apareixen algunes imatges corresponents al vídeo del test del mirall de plata per aldehids i del vídeo de la descomposició del dicromat d'amoni.

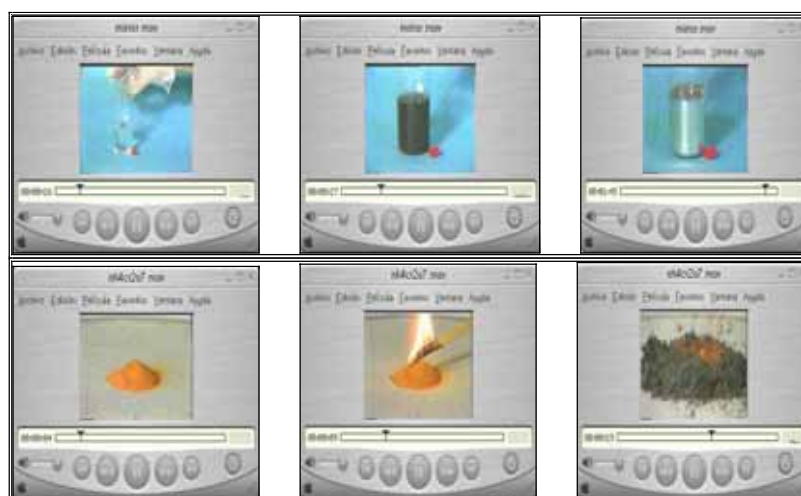


Figura 9.4.1.28. CMU. Imatges de la reacció de reducció dels aldehids amb formació d'un mirall de plata i de la descomposició del dicromat d'amoni.

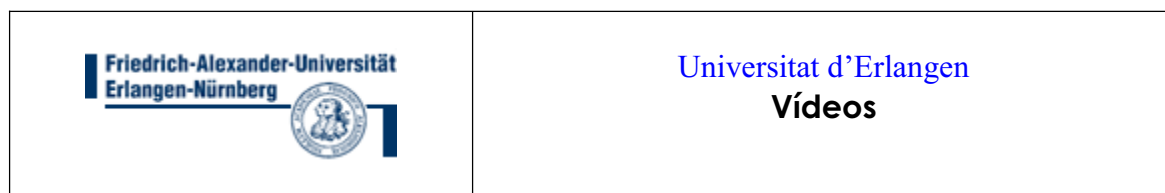
El quadre 9.4.1.8 conté la llista de les demostracions contingudes en la Chemistry Demonstrations, juntament amb el visualitzador necessari (*plug-in*). Per la diversitat d'experiències recollides, l'objectiu principal és captar l'atenció, emprant demostracions que portin associats canvis visuals fàcilment perceptibles. La pàgina està mantinguda per L. James Stock III i no conté cap comentari sobre l'origen de les demostracions ni sobre drets d'autor, ni tampoc inclou cap material complementari que serveixi de base o d'ajuda a les demostracions.

Quadre 9.4.1.8. CMU. Chemistry Demonstrations. Videos.

Vídeos	Visualitzador
View and rotate several 3D molecules in free space.	Pàgina web - Chime
Formation of metal silicates: a chemical garden.	QuickTime
The preparation of aluminum bromide.	QuickTime
A spontaneous reaction.	QuickTime
Sodium amalgam.	QuickTime
Preparation of silane.	QuickTime
Silver mirror test for aldehydes.	QuickTime
Thermal decomposition of ammonium dichromate.	QuickTime
The preparation of nylon.	QuickTime
The reaction of white phosphorous with oxygen.	QuickTime
Rubber.	QuickTime
Reduction of silica to silicon.	QuickTime
Sulfuric acid as a dehydrating agent.	QuickTime
Thermite demonstration.	QuickTime
Explosive decomposition of nitrogen triiodide.	QuickTime
Exothermic formation of phosphorous tribromide.	QuickTime
Growing alum crystals.	QuickTime
Don't try this at home.	QuickTime
The chemistry of fireworks.	QuickTime
A controlled explosion.	QuickTime
Titration of hydrochloric acid using sodium hydroxide and a digital pHmeter.	Pàgina web
Melting point of acetilsalicylic acid.	Pàgina web
Recrystallization of acetilsalicylic acid.	Pàgina web
Fume hood of the future.	Windows Media
Ruta d'accés: Central Michigan University - Academic Colleges - College of Science & Technology - Department of Chemistry - Stockroom - Chemistry Demonstration Movie Page	

N'hi ha que estan integrats en una pàgina web i no poden ser descarregats i guardats a l'ordinador, i a més tenen una mida considerable (entre 100 i 327 MB). Per això el temps necessari per visionar-los és considerable, tret que es disposi d'una banda de connexió a Internet prou gran per reduir el temps de descàrrega. En els altres casos és millor descarregar-los i guardar-los a l'ordinador per visionar-los posteriorment.

Malgrat la quantitat de memòria dels arxius, la qualitat del so no és gaire bona, ja que presenta un marcat soroll de fons. Podria ser que fos degut al procés de digitalització o de compressió de les imatges. La qualitat de les imatges, però, és molt bona. En la majoria de casos es prenen imatges emprant plans propers, molt nítides i amb un bon angle, de manera que es té una excel·lent observació dels fenòmens que tenen lloc. No hi apareix la persona que fa l'experiment i la veu en off proporciona l'enfocament adequat sobre el que s'està veient, tal com es recomana per evitar una pèrdua d'atenció respecte a l'experiència. Generalment, la presència del demostrador desvia o dilueix l'atenció del que està veient la gravació, i per això, des d'un punt de vista didàctic, es considera més adient que no aparegui en les imatges.



Dins del [Departament de Química Orgànica](#) de la Universitat d'Erlangen-Nuremberg, el Dr. Johann Gasteiger manté la pàgina web [TORVS Research Team](#), amb les activitats del seu grup de recerca sobre tècniques de reacció orgàniques, visualització i espectrocòpia. En l'apartat dedicat a l'educació trobem un recull de vídeos sobre experiments o demostracions de laboratori. En la figura 9.4.1.29 se'n mostren les pantalles de presentació.

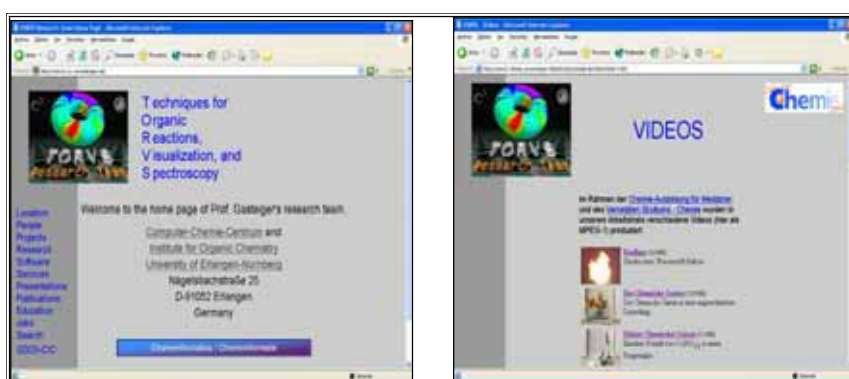


Figura 9.4.1.29. Erlangen. Pantalles de presentació del grup de recerca TORVS i de les demostracions en vídeo.

En total hi ha setze vídeos en format MPEG que es poden visualitzar amb el Real Player o amb el Windows Media Player. Corresponen a fragments seleccionats d'experiments de química inorgànica i orgànica. En la figura 9.4.1.30 se'n mostren algunes imatges.

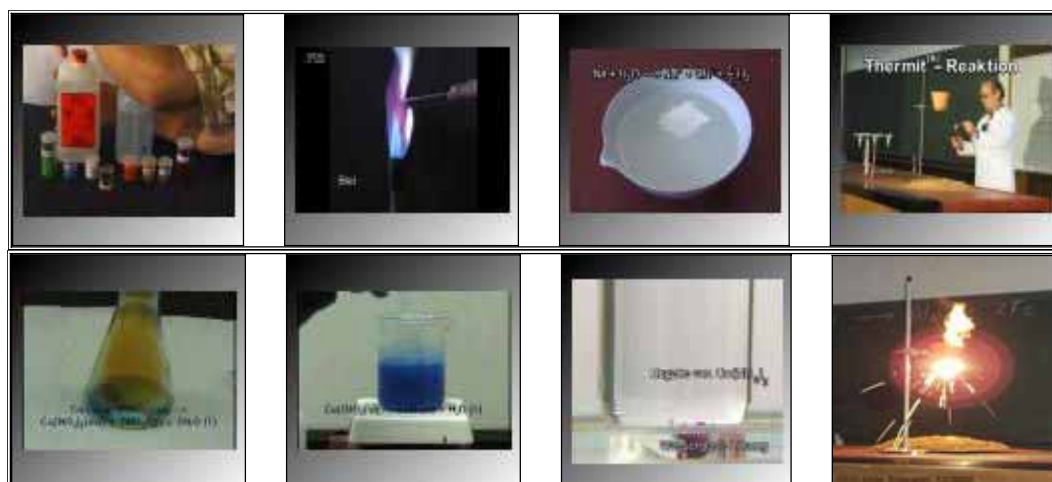


Figura 9.4.1.30. Erlangen. TORVS. Imatges d'alguns dels vídeos.

Porten associada una edició de text damunt de les imatges amb les equacions de les reaccions que hi tenen lloc. Això serveix de lligam entre els fenòmens observats i les corresponents representacions simbòliques.

D'acord amb el paradigma actual sobre ensenyament de la química, mancaria la visió a nivell submicroscòpica dels processos per poder establir una interrelació adequada dels fets observats i crear un model mental acurat del que té lloc en els experiments.

Dins dels projectes desenvolupats pel grup de recerca del Dr. Gasteiger també hi ha el [ChemVis](#). És un dels vint-i-tres projectes d'investigació finançats per la [German Research Foundation](#) sobre visualització química a Internet ([V3D2](#) - Distributed Processing and Exchange of Digital Documents). En la figura 9.4.1.31 se'n mostren les pantalles de presentació.

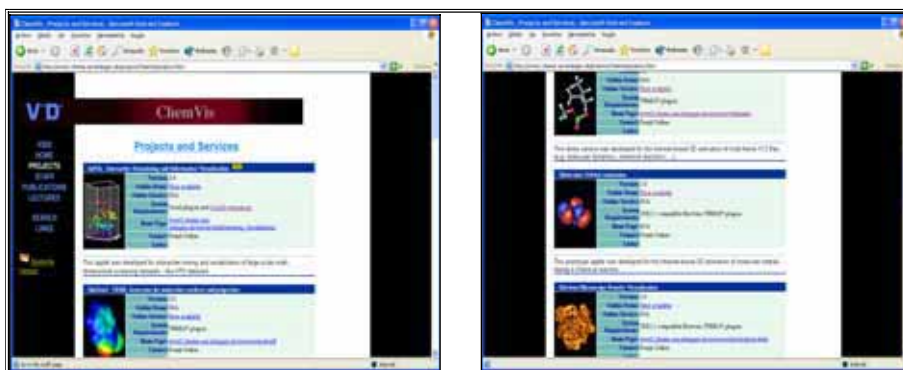


Figura 9.4.1.31. Erlangen. Pantalles on es mostren alguns dels treballs fets dins del ChemVis.

S'integren gràfics dinàmics interactius en documents digitals per a la visualització de relacions complexes. S'estan desenvolupant programes per generar superfícies moleculars, animacions VRML, animacions d'orbitals moleculars, càlcul i visualització d'orbitals moleculars en 3D, entre d'altres. En la figura 9.4.1.32 se'n mostren algunes imatges.

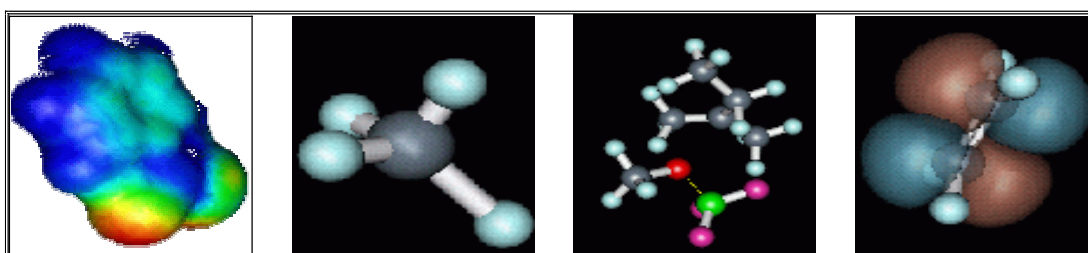
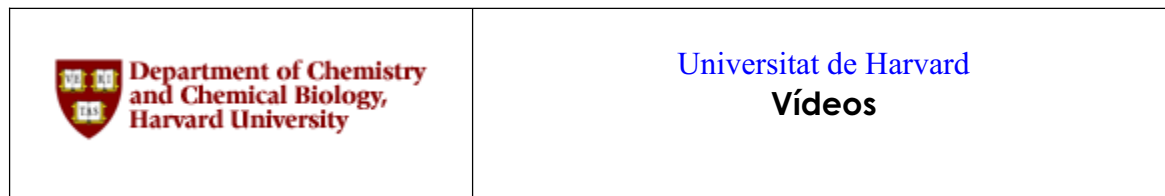


Figura 9.4.1.32. Erlangen. ChemVis. Imatges de Surfanim, ComSpec 3D, VRMLanim i Orbvis.

El propòsit principal és mostrar que aquest sistema facilita la comprensió de fenòmens químics complexos (geometria 3D, camps de força), que no són fàcils de representar amb imatges 3D estàtiques o vídeos.



Dins del [Departament de Química i Química Biològica](#) de la Universitat de Harvard, el Dr. David A. Evans manté una pàgina web amb les activitats del seu grup de recerca. Un dels apartats, denominat *Advanced Problems in Organic Chemistry*, conté la secció [Challenging Problems in Chemistry and Chemical Biology](#). Té com a objectiu proporcionar accés a problemes que s'han creat per a les activitats d'ensenyament, de cursos avançats de química orgànica i biològica. Aquest lloc web ha estat finançat pels laboratoris de recerca de l'empresa Merck.

El format html amb què estan dissenyades les pàgines web permet integrar diversos medis en un mateix suport. Això fa que es puguin inserir imatges de vídeo com a complement del plantejament textual dels problemes.

En la pàgina de presentació del lloc web, hi ha un vídeo que mostra la síntesi del semibulvalè. Està en format QuickTime i no es pot descarregar de la pàgina web. En la figura 9.4.1.33 se'n mostren dues imatges. La qualitat de la imatge és molt bona. Es veuen els moviments moleculars que condueixen a la formació de nous enllaços i el trencament d'alguns dels existents. Els enllaços formats es mostren en color vermell, que destaca de forma apreciable del color gris de la resta de la molècula.

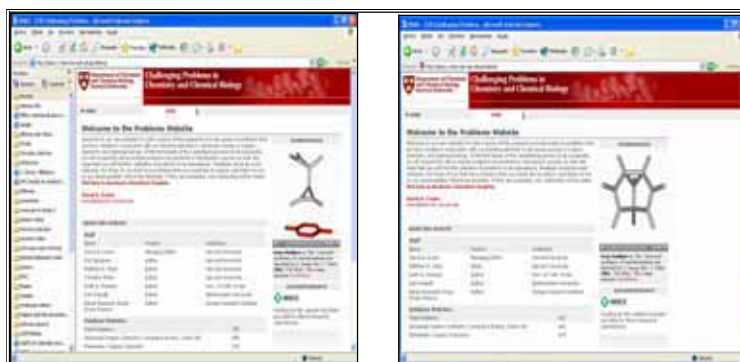
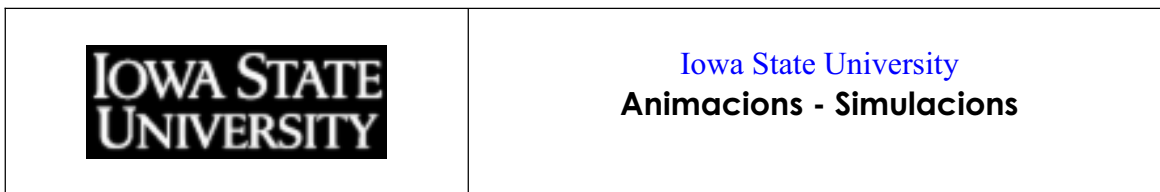


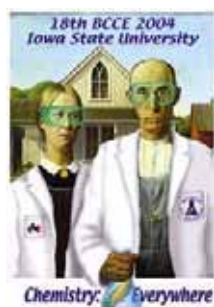
Figura 9.4.1.33. Harvard. Pantalles amb imatges del vídeo que mostra la síntesi del semibulvalè.

El caràcter dinàmic de l'animació ajuda a entendre com tenen lloc aquests processos i contribueix a la construcció d'un model mental a nivell microscòpic de com tenen lloc les reaccions de síntesi de compostos orgànics. El projecte conté 750 problemes organitzats per nivells (química orgànica elemental i química orgànica avançada). Hi ha un cercador dins de la pàgina web per seleccionar-los segons una sèrie de descriptors o paraules clau, com ara descriptors primaris (35), modificadors (68) i intermedis de reacció (12). Únicament es poden realitzar cerques simples mitjançant els operadors booleans «and» i «or». De moment, però, malgrat les possibilitats que ofereix el sistema, no hi ha inserit cap altra recurs audiovisuals. El projecte està construït de forma bàsicament textual. Conté imatges de les reaccions amb sistemes simbòlics habituals, bidimensionals.



El [Departament de Química](#) de la Iowa State University (ISU) porta a terme projectes de millora i innovació de l'ensenyament de la química a nivell universitari. Participa, juntament amb el College of Education, en el projecte Funds for Improving Post-Secondary Education (FIPSE). Han rebut una beca de 600.000 dòlars del Departament d'Educació dels Estats Units per desenvolupar un projecte de tres anys per a l'ensenyament virtual.

Dins de les estratègies d'ensenyament, promouen l'ús de les animacions i les simulacions generades per ordinador. El mes de juny de 2004 van ser la seu de la 18th Biennial Conference on Chemical Education (BCCE), que té com a patrocinador la Divisió d'Educació Química de l'American Chemical Society. Consideren que les demostracions químiques són un component educatiu molt important. Fins i tot tenen un apartat sobre mesures de seguretat en la manipulació dels productes químics que es faran servir en les demostracions fetes durant el congrés.



Al Departament de Química —en la pàgina web del grup de recerca del [Dr. Thomas J. Greenbowe](#)— hi ha un recull de simulacions i animacions dins l'apartat dedicat a les estratègies d'ensenyament. Es pot consultar les que disponibles a l'[Animations Index](#). Estan realitzades amb Macromedia Director o Flash, i es requereix el *plug-in* Macromedia Shockwave Player per visualitzar-les. En aquests moments es troben en fase de prova. Per tant, pot ser que es vagin optimitzant a mesura que es detectin errors o altres consideracions que requereixin millorar-les.

La presentació de la pàgina web no té, de moment, un disseny gaire elaborat. Els tutorials, les animacions, les simulacions i el material d'ajut complementari estan col·locats en forma de llista, seguint una classificació temàtica: electroquímica, valoracions redox, llei dels gasos, termoquímica, equilibri químic, solucions, equilibri àcid-base, estequiometria, mesures, cinètica química, predicció dels productes de reacció en química orgànica, propietats periòdiques i enllaç químic. Alguns dels recursos estan pensats per ser visualitzats a la classe per l'instructor, i n'hi ha que estan concebuts perquè els alumnes els treballin individualment o bé dins d'un grup de treball. Generalment es plantegen qüestions perquè els estudiants reflexionin sobre els aspectes teòrics i pràctics de les activitats que porten a terme. En total hi ha trenta-una animacions i quaranta-tres simulacions.

La qualitat és molt elevada pel que fa tant als gràfics emprats com a la forma en què es desenvolupa l'experiència. Són interactives i s'ha d'anar seleccionant el que es vol fer, com si s'estigués fent el treball de forma real en un laboratori. En la figura 9.4.1.34 se'n mostren algunes imatges.



Figura 9.4.1.34. ISU. Imatges d'una simulació del càlcul de la concentració d'una solució d'àcid o de base, de reaccions redox d'alguns metalls i del càlcul del pH d'una solució.

En molts dels casos van acompanyats d'un tutorial, que està especialment pensat per a ús de l'estudiant. Els tutorials són *inquiry-based*, és a dir, estan presentats mitjançant preguntes que ha d'anar responent l'estudiant a mesura que desenvolupa l'activitat.

Les animacions han estat dissenyades per mostrar alguns fenòmens químics des del punt de vista submicroscòpic de la matèria. Quan s'ha considerat necessari s'hi han inclòs anotacions simbòliques per tal que es puguin interrelacionar els nivells submicroscòpic i simbòlic. En la figura 9.4.1.35 se'n mostren algunes imatges.

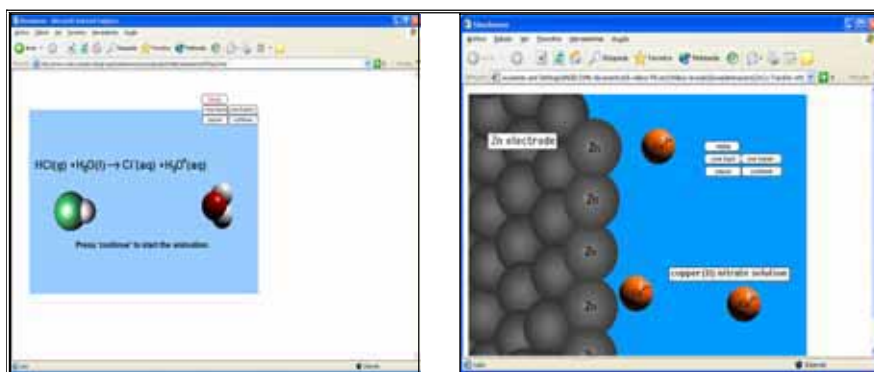


Figura 9.4.1.35. ISU. Imatges d'una animació d'una reacció àcid-base i d'una reacció redox.

Un exemple representatiu pot ser l'animació de la reacció entre el Zn metàl·lic i una solució de nitrat de coure. L'animació és interactiva, de manera que hi ha uns botons que permeten parar, tornar a començar, avançar o retrocedir imatge a imatge. El procés que té lloc es mostra fins a tres vegades. La primera correspon a una fase d'exploració en què es demana als estudiants que observin i facin anotacions del que veuen. En la figura 9.4.1.36 es mostren algunes imatges d'aquesta fase.

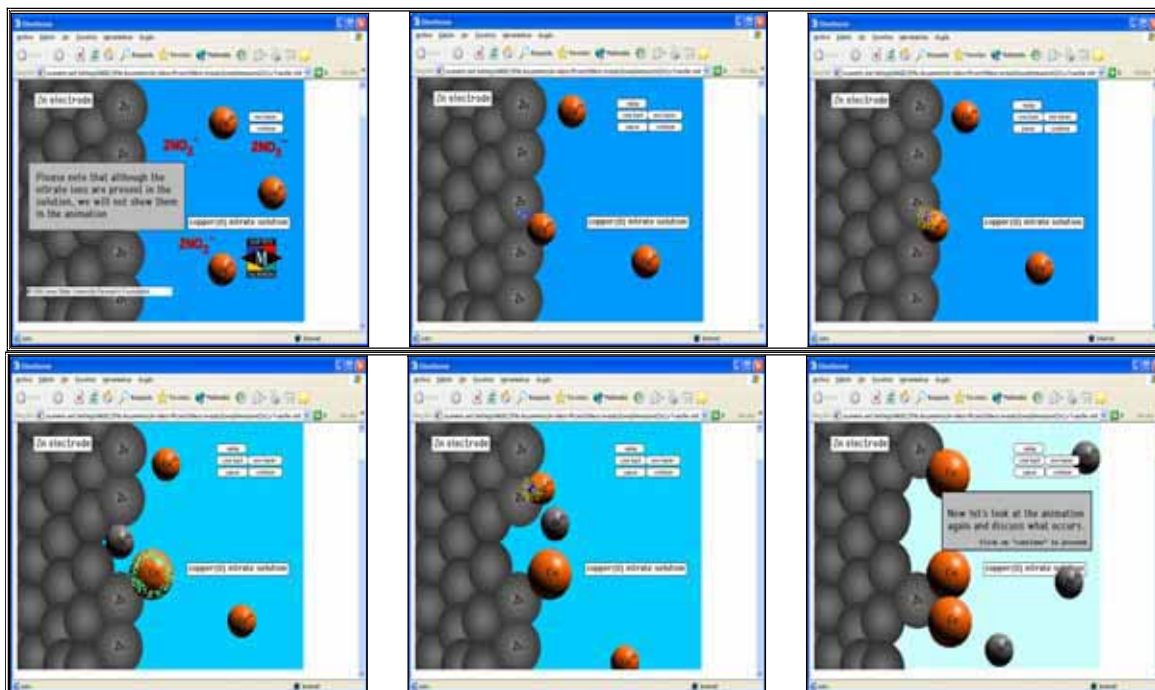


Figura 9.4.1.36. ISU. Imatges de l'animació de la reacció entre el Zn metàl·lic i una solució de nitrat de coure. Fase d'exploració.

Els aspectes químics estan molt ben tractats, de manera que, quan té lloc la transferència d'electrons, es veu com els àtoms de Zn es converteixen en ions Zn^{2+} (disminuint de volum) i els ions Cu^{2+} es converteixen en àtoms de Cu (augmentant de volum). S'observa com els àtoms de Cu metàl·lic queden units a la superfície del Zn metàl·lic. També es veu la progressiva desaparició del color de la solució, a causa de la disminució dels ions Cu^{2+} presents en la solució. Després de la fase d'observació, l'animació queda aturada i es demana als estudiants que reflexionin sobre el que ha tingut lloc.

En una segona fase cal reprendre l'animació i es torna a mostrar tot el procés anterior amb un gràfic de text sobrepessat en pantalla que descriu amb text i equacions químiques el que ha tingut lloc. En la figura 9.4.1.37 se'n mostren algunes imatges.



Figura 9.4.1.37. ISU. Imatges de l'animació de la reacció entre el Zn metàl·lic i una solució de nitrat de coure. Fase de reflexió.

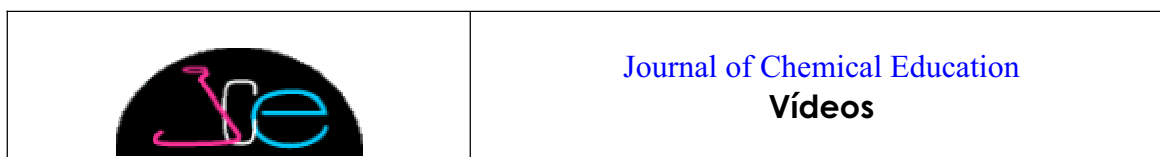
Finalment, es torna a mostrar el procés inicial sense cap mena de comentari addicional. Aquesta forma de presentar la informació es correspon amb un mètode d'aprenentatge actiu, basat en la participació activa dels estudiants, que observen i reflexionen.

Només caldria una etapa posterior d'aplicació dels conceptes apresos amb l'ús d'aquesta animació a altres contextos. Així s'aconseguiria integrar de manera efectiva els nous coneixements en l'esquema conceptual dels estudiants. Aquesta última activitat es pot dur a terme després de visionar l'animació, emprant altres recursos.

Els mateixos recursos i plantejaments educatius s'han utilitzat en el disseny de la resta d'animacions.

Un altre aspecte que s'evidencia en visualitzar aquestes animacions és que es fa servir la redundància com a element clau per tal d'integrar més fàcilment en la memòria el que s'ha observat, per la qual cosa es mostra el mateix procés fins a tres vegades.

L'autor d'aquests recursos afirma que ha rebut nombroses peticions per utilitzar aquest material. En la pàgina web on es troba l'índex es manifesta expressament que es poden descarregar els arxius i fer-los servir a les classes. No es poden copiar o distribuir. Es demana que s'expressi la referència amb l'autoria del material sempre que s'utilitzi. El copyright d'aquestes animacions i simulacions és del grup de recerca en educació química de la Iowa State University.



La revista *Journal of Chemical Education* publica articles sobre l'ensenyament de la química des de l'any 1924. Editada per la Division of Chemical Education de l'American Chemical Society, està vinculada al Departament de Química de la Universitat de Wisconsin-Madison. Des del 1999 s'edita també la versió en línia: el *JCE Online*. Fa molt de temps que recopilen i elaboren materials audiovisuals. Els primers recursos van ser creats en format VHS. Quan la tecnologia del videodisc làser es va desenvolupar, van elaborar materials en aquest nou mitjà perquè oferiria molts avantatges respecte als vídeos VHS, especialment quant a la localització de la informació continguda en els videodiscs i en la seva millor conservació i facilitat de manteniment. Amb els canvis tecnològics i l'aparició del CD-ROM, van convertir les imatges publicades anteriorment en els videodiscs a aquest nou format, afegint-hi noves animacions, gràfics i vídeos. En el quadre 9.4.1.9 es mostren els recursos audiovisuals editats fins ara.

Quadre 9.4.1.9. *JCE Online. Recursos audiovisuals publicats.*

CD-ROM	Referència	Vídeos	Referència
<i>Chemistry Comes Alive!</i> - vol. 1	SP-18	<i>HIV-1 Protease: an enzyme at work</i>	SP-13
<i>Chemistry Comes Alive!</i> - vol. 2	SP-21	<i>Quantitative Techniques in Volumetric Analysis</i>	SP-15
<i>Chemistry Comes Alive!</i> - vol. 3	SP-23	<i>Techniques in Organic Chemistry</i> , part 1	SP-20
<i>Chemistry Comes Alive!</i> - vol. 4	SP-25	<i>Techniques in Organic Chemistry</i> , part 2	SP-22
<i>Chemistry Comes Alive!</i> - vol. 5	SP-29	Videodiscs	Referència
<i>Chemistry Comes Alive!</i> - vol. 6	SP-30	<i>ChemDemos</i>	SP-8
<i>ChemPages Laboratory</i>	SP-24	<i>ChemDemos II</i>	SP-14
<i>Dynamic Visualization in Chemistry</i>	SP-31	<i>Demonstrations in Organic Chemistry</i>	SP-6
<i>Flying Over Atoms</i>	SP-19	<i>The Periodic Table Videodisc</i> , 2nd ed.	SP-1
<i>General Chemistry Multimedia Problemes</i>	SP-27	<i>Titration Techniques</i>	SP-9
<i>Periodic Table Live!</i>	SP-17	<i>The World of Chemistry: Selected Demonstrations and Animations</i> , part I	SP-3
<i>Solid State Resources</i> , 2nd ed.	SP-12	<i>The World of Chemistry: Selected Demonstrations and Animations</i> , part II	SP-4
Ruta d'accés: <i>Journal of Chemical Education - About JCE - Publication - JCE Software - Video</i>			
Ruta d'accés: <i>Journal of Chemical Education - JCE Software - JCE Online - Resources</i>			

Es poden consultar a la secció [JCE Software](#). En la figura 9.4.1.38 se'n mostren les pantalles de presentació.

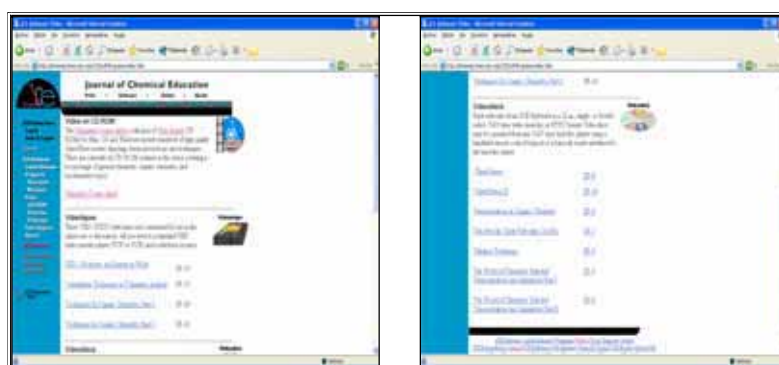


Figura 9.4.1.38. Pantalles del JCE Software.

Dins dels recursos més destacats publicats per *JCE Software* hi ha els següents:

Chemistry Comes Alive!: és una col·lecció de sis CD-ROM on s'inclouen fotografies, animacions i pel·lícules. Cobreixen una àmplia gamma de temes i procediments de laboratori de química general, orgànica i bioquímica. La informació està presentada en format html, i per tant la manera de moure's enmig de la informació que contenen és hipertextual, com en les pàgines web. Contenen centenars de vídeos, en format QuickTime, i milers d'imatges estàtiques. Estan etiquetats com a Special Issues: SP-18 / SP-21 / SP-23 / SP-25 / SP-29 / SP-30, que corresponen del CCA1 al CCA6, respectivament. L'objectiu és fer que la química sigui viscuda en viu i en directe, per això l'han titulada *The Chemistry Comes Alive!*

El disseny és molt atractiu: inclou el text on es descriu l'experiència, l'enllaç al vídeo i diverses imatges estàtiques que situen el contingut i il·lustren alguna característica, procés o tècnica descrits en el text. Les imatges de les reaccions estan preses en primers plans, on es veuen perfectament els canvis fisicoquímics i les tècniques emprades. Quan es considera necessari s'hi afegeix alguna anotació gràfica que ajuda l'estudiant a situar millor l'observació. En la figura 9.4.1.39 se'n mostren algunes imatges.

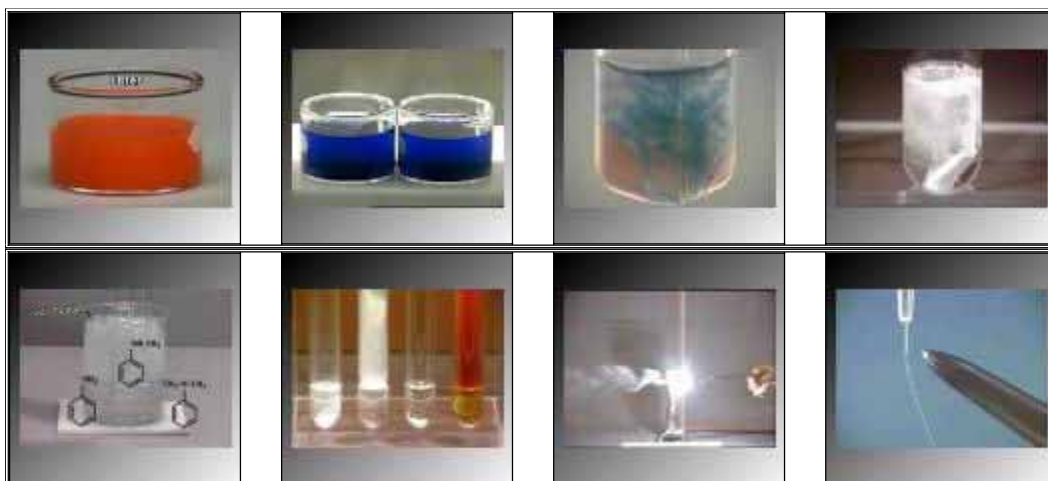


Figura 9.4.1.39. JCE. Imatges d'alguns vídeos de *Chemistry Comes Alive!*

Els vídeos posen èmfasi en els aspectes químics i no en les persones que fan les demostracions, de les quals, si apareixen, es mostren únicament les mans, tal com es pot veure en les imatges de la figura 9.4.1.40; però si es considera necessari es mostra alguna altra part del cos, tal com es pot veure en la imatge de la dreta de la mateixa figura.



Figura 9.4.1.40. JCE. Imatges d'alguns vídeos de *Chemistry Comes Alive!* on es veu alguna part del cos humà.

En general, els vídeos són fragments escollits de gravacions més àmplies, per la qual cosa no es poden emprar de manera descontextualitzada. Per això en *Chemistry Comes Alive!* són part d'un conjunt multimèdia format per text, imatges i veu. Els vídeos van acompanyats d'una veu en off que comenta alguns aspectes del que s'està observant. Això contribueix a centrar l'atenció de l'estudiant en els aspectes més importants i constitueix un element d'ajuda en el procés d'interrelacionar la informació textual i visual.

Els CD estan comercialitzats i, a més de comprar-los per ser emprats *in situ* a les classes, també es pot pagar una llicència que en permet l'ús a través del World Wide Web. Aquestes llicències són anuals i hi ha una tarifa de preus en funció del nombre d'alumnes i del nombre de MB descarregats.

El *JCE* encoratja l'ús d'aquests recursos en la docència, especialment per integrar-los dins de materials multimèdia, per fer presentacions per ordinador, classes per ordinador, tutorials, tests, etc. Es requereix, però, una autorització del *JCE* per fer-ho.

Hi ha dos recursos que ofereixen un apropament a nivell submicroscòpic:

Dynamic Visualization in Chemistry: és un recull de quatre presentacions multimèdia que fa un acostament visual al que té lloc realment durant els processos físics i químics. L'objectiu és adquirir una visualització tridimensional i dinàmica de la matèria, a nivell submicroscòpic, i que es pugui emprar per explicar i predir el comportament dels materials. Integra vídeos d'experiments i animacions de models teòrics.

Flying Over Atoms: permet fer un recorregut de les superfícies dels sòlids, a nivell atòmic. Es fa servir la tècnica *scanning tunneling microscopy (STM)* per generar superfícies, de les quals es poden obtenir imatges estàtiques o bé realitzar-ne filmacions en vídeo.

En la figura 9.4.1.41 es mostren les pantalles d'inici d'una de les presentacions multimèdia de *Dynamic Visualization in Chemistry* i de *Flying Over Atoms*.

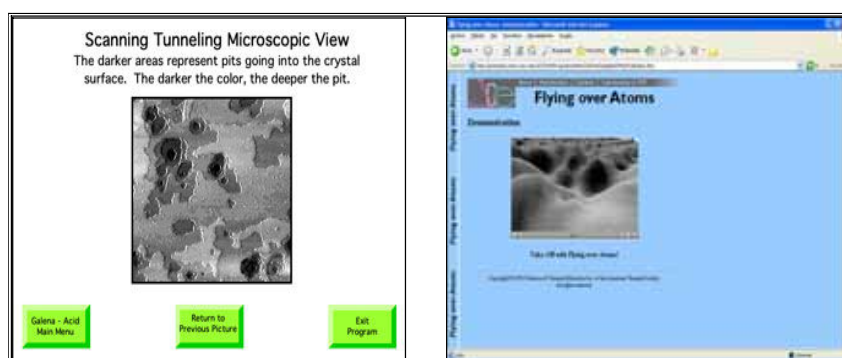


Figura 9.4.1.41. *JCE*. Pantalles d'inici d'una de les presentacions dinàmiques i de *Flying Over Atoms*.

Amb imatges i vídeos procedents de la col·lecció *Chemistry Comes Alive!* s'han elaborat altres CD-ROM que tracten qüestions més específiques o centrades en un tema. Tot seguit en presentem algunes.

ChemPages Laboratory: són més de trenta tècniques de laboratori i qüestions sobre materials de laboratori. Està pensat perquè els estudiants que fan cursos d'introducció a la química aprenguin tot el que han de saber abans d'anar al laboratori. Es fa servir a la Universitat de Wisconsin en els cursos de química general.

General Chemistry Multimedia Problems: és una col·lecció de trenta-dos problemes amb diverses qüestions sobre fenòmens químics que els alumnes han de respondre basant-se en les seves observacions. Fan que els estudiants tinguin en compte conceptes associats a més d'un tema dels que formen part del temari d'un curs de química general. El que té d'especial és que fa servir vídeos i imatges per presentar les qüestions. Es pot emprar per encomanar deures als estudiants, per fer exercicis en grup fora d'hores de classe de manera cooperativa, per a discussions a la classe, i per elaborar informes, entre altres possibilitats. En la figura 9.4.1.42 es mostren la pantalla de presentació i la d'una de les qüestions proposades.

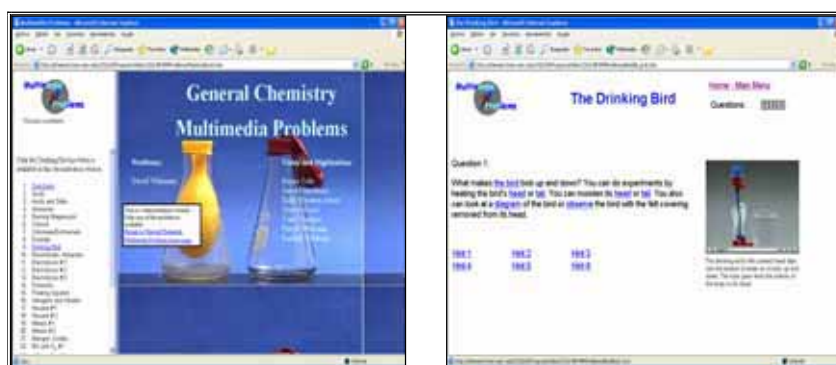


Figura 9.4.1.42. JCE. Pantalla de presentació de *General Chemistry Multimedia Problems* i de la qüestió «The drinking bird».

Periodic Table Live: tracta específicament sobre els elements de la taula periòdica i les reaccions corresponents. Es mostra una pantalla on apareix una taula periòdica en la qual en seleccionar un àtom s'obté una altra pantalla, dividida en quatre marcs:

- En el marc superior dret apareix el símbol, el nombre atòmic, la massa atòmica i una fotografia de l'element en estat natural.
- En el marc inferior dret apareix informació diversa com ara la descripció física, la reactivitat, les propietats i les aplicacions. També proporciona algunes dades numèriques físiques i atòmiques.
- En el marc inferior esquerre se'n mostra la part més visual: estructura, imatges de l'element o algun dels seus usos o aplicacions, vídeos amb demostracions relacionades amb la seva reactivitat.
- En el marc superior esquerre es mostra la imatge de la taula periòdica que permet tenir sempre situat l'element i seleccionar un altre element.

En la figura 9.4.1.43 es mostra la pantalla de presentació i les pantalles corresponents a l'àtom d'hidrogen.



Figura 9.4.1.43. JCE. Pantalla de presentació del Periodic Table Live i de la informació corresponent a l'àtom d'hidrogen.

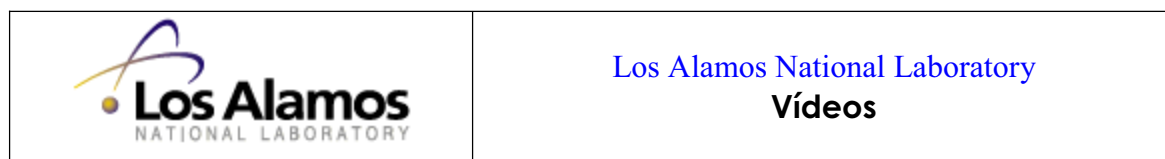
Totes les parts es mantenen sempre operatives, de manera que és possible anar-se movent d'una a l'altra i explorar o buscar informació en funció de les necessitats o interessos.

Solid State Resources: té com a objectiu ajudar els professors a integrar exemples de materials als cursos d'introducció a la química. Permet elaborar recursos com ara diapositives o transparències. Es fa servir de base el llibre *Teaching General Chemistry: A Materials Science Companion*, i en alguns temes s'adjunten pel·lícules en format Quicktime i animacions. En la figura 9.4.1.44 se'n mostren les pantalles de presentació amb els recursos disponibles.



Figura 9.4.1.44. JCE. Pantalles dels recursos disponibles en Solid State Resources.

A través de la pàgina web del *Journal of Chemical Education* s'ofereixen diverses mostres del que es pot trobar en els CD-ROM del CCA, PTL, GCMP, CLP i STR. Alguns dels vídeos només poden ser visionats en la pàgina web, mentre que d'altres es poden descarregar a l'ordinador per visionar-los sense connexió a Internet.



Dins del grup de recerca del Dr. Benjamin Warner s'inclouen activitats relacionades amb la química dels actínids i aplicades al reconeixement molecular i, també, algunes que estan en la frontera entre la química i l'enginyeria: paper indicador de radiació, tecnologies avançades de finestres. Algunes de les propietats desenvolupades dins l'[Advanced Window Technology](#) són la coloració controlada, l'atenuació de radiofreqüència i la generació de llum. En la figura 9.4.1.45 apareixen imatges dels vídeos que mostren alguns resultats d'aquestes investigacions.

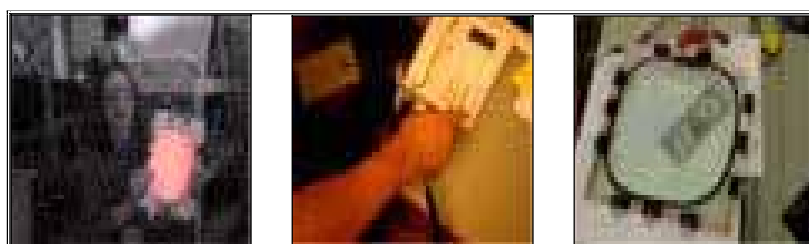


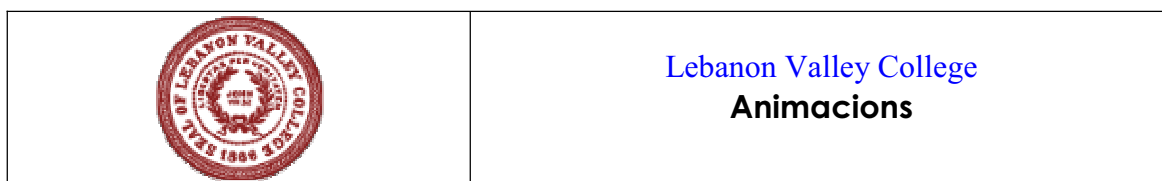
Figura 9.4.1.45. LANL. Imatges dels vídeos sobre emissió de llum, atenuació de radiofreqüències i control de coloració.

Per exemple, amb l'atenuació de radiofreqüències es poden construir finestres que evitin que els telèfons mòbils siguin operatius a l'interior dels edificis, com ara restaurants o cinemes. Aquest tipus d'informacions poden ser útils per conèixer camps d'investigació actuals i les aplicacions en la vida quotidiana. Poden constituir un valuós lligam entre la química i la societat, ajudant a crear valoracions positives del que es pot aconseguir en el camp de la investigació científica.

Dins de la [Chemistry Division](#) es pot consultar la [Periodic Table of the Elements](#), que ha estat dissenyada per a ús dels estudiants des de l'escola elemental fins al batxillerat. És molt simple d'utilitzar. Només cal seleccionar un element clicant al damunt del lloc que ocupa a la taula periòdica. S'obre una nova pantalla des de la qual es té accés a algunes dades fisicoquímiques, la història, la font d'obtenció, les propietats, els usos, els isòtops existents i la seva manipulació correcta. En la figura 9.4.1.46 se'n mostra la pantalla de presentació i la que conté la informació sobre el ferro.



Figura 9.4.1.46. Pantalles de presentació de la taula periòdica de Los Alamos i de la informació sobre el ferro.



Dins dels recursos audiovisuals del Lebanon Valley College (LVC) hi ha el [Molecular Modeling for Chemical Education](#). Va ser finançat per la NSF per adquirir el hardware i el software necessaris per portar a terme el projecte. La data d'actualització de la pàgina és del 1997-98, la qual cosa fa pensar que es tracta d'un projecte acabat i que no ha tingut continuïtat. La secció [Molecular Movies](#) conté un recull d'animacions en format QuickTime. En la figura 9.4.1.47 es mostren les pantalles de presentació del Molecular Modeling i del Molecular Movies.



Figura 9.4.1.47. LVC. Pantalles de presentació del Molecular Modeling i del Molecular Movies.

Per exemple, hi ha animacions de les conformacions de molècules orgàniques (età, butà, ciclohexà), en què, a mesura que es va produint la rotació al voltant de l'enllaç C-C, es veu quina és l'energia en funció de l'angle dièdric. En la figura 9.4.1.48 es mostren algunes de les imatges corresponents a les conformacions de l'età i del butà.

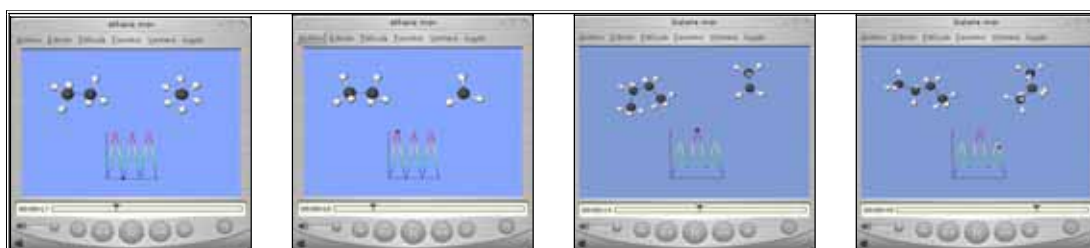


Figura 9.4.1.48. LVC. Imatges de les conformacions de l'età i del butà.

Es mostren les estructures moleculars emprant models moleculars de boles i varetes situats de manera que és puguin associar fàcilment a les projeccions de Fischer i de Newman corresponents a aquests compostos. D'aquesta manera s'estableix una connexió cap a les notacions gràfiques simbòliques emprades per representar aquests compostos en les dues dimensions del pla del paper.

En la figura 9.4.1.49 es mostren imatges d'una animació del mecanisme de la reacció d'addició Markovnikov a dobles enllaços carboni-carboni.



Figura 9.4.1.49. LVC. Imatges de l'animació de la reacció d'addició Markovnikov de HBr a 1-propè.

Fan servir models moleculars per visualitzar l'estructura tridimensional de les molècules. Així els estudiants poden observar de forma clara que la reacció és regioselectiva. També s'utilitzen gràfics per situar l'estudiant en les característiques energètiques de la reacció, visualitzant l'evolució dels reactius i dels productes amb la coordenada de reacció. Amb això s'aconsegueix interconnectar les representacions de tipus simbòlic, molt emprades per il·lustrar molts aspectes químics, amb la visió del que està tenint lloc a nivell microscòpic.

Poden ser emprats per mostrar als estudiants què està succeint en el nivell molecular i així millorar la comprensió dels conceptes teòrics relacionats. Emprant aquestes animacions és més fàcil que elaborin models mentals del que té lloc a nivell submicroscòpic i que puguin aplicar-los a altres casos i/o contextos.



En el [Departament de Química](#) de la Universitat de Leeds hi ha la secció anomenada [Delights of Chemistry](#). Es tracta de classes que contenen demostracions fetes en viu per Mike Hoyland i Vladimir Volkovich davant d'uns dos-cents nens de secundària. Estan dissenyades per despertar l'interès i l'entusiasme dels nens per la química, i amb a la qual cosa s'il·lustra alguna de les meravelles d'aquesta ciència. Hi ha un component molt lúdic amb bangs, flaixos i explosions. Però també constitueix un recurs seriós per aprendre.

Les pàgines web estan dividides en dos marcs. El de la dreta conté un text força complet que descriu com dur a terme l'experiment, com preparar els reactius i quines mesures de seguretat cal prendre per realitzar-los. També es mostren les equacions de les reaccions que tenen lloc i s'hi inclou la bibliografia consultada. En el marc esquerre sempre hi ha algunes imatges corresponents a la gravació en vídeo de l'experiment, per saber en tot moment de quin vídeo es tracta. També ofereix els enllaços que permeten veure l'animació inclosa en la pàgina web. En la figura 9.5.1.50 es mostren les pantalles de presentació d'una de les demostracions. Això és de gran ajuda a l'hora de visualitzar els vídeos, ja que permet als estudiants associar les imatges amb els conceptes químics que hi estan relacionats.

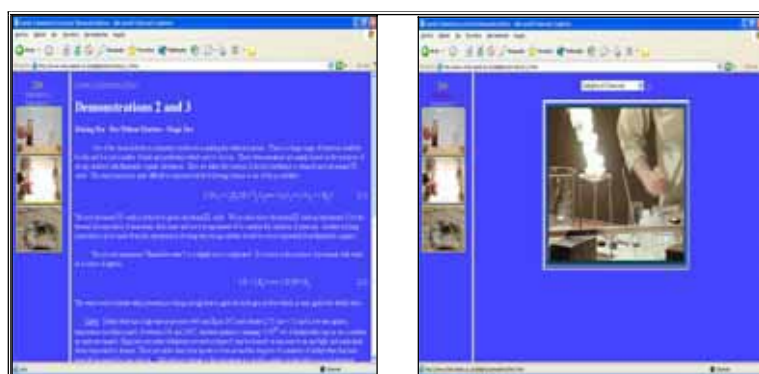


Figura 9.4.1.50. Leeds. Pantalles de presentació d'una de les demostracions.

Hi ha un recull de quaranta demostracions, de les quals vint-i-vuit porten un vídeo associat per il·lustrar l'experiment. Els vídeos estan comercialitzats mitjançant la [University Media Services \(UMS\)](#), i en la pàgina web s'ofereix una versió en format GIF animat, que té l'avantatge d'ocupar molt poca memòria i l'inconvenient que la qualitat de les imatges no és gaire bona. Poden ser visualitzats en pantalla o ser descarregats i guardats a l'ordinador per visionar-los posteriorment mitjançant el visor d'imatges de Windows. Com que els vídeos estan comercialitzats, el fet que en la pàgina web hagin col·locat les animacions pot tenir un objectiu divulgatiu, tant acadèmic com comercial. Això s'agraeix, ja que facilita enormement fer-se'n una idea del contingut. A més, no és un fet gaire habitual a Internet, ja que quan un recurs audiovisual està comercialitzat se solen donar dades relacionades amb la seva adquisició però molt poques respecte al contingut.

Com a cortesia han adjuntat un dels vídeos originals en format MPEG. En la figura 9.5.1.51 se'n mostra una imatge.



Figura 9.4.1.51. Leeds. Imatge del vídeo «The barking dog».

Des de la pàgina de presentació es pot accedir a una llista amb les demostracions, o bé anar directament a una imatge o a una animació. Per tenir una idea aproximada del contingut dels vídeos s'ofereix una galeria d'imatges seleccionades. D'aquesta manera es pot revisar ràpidament el contingut dels experiments. En la figura 9.4.1.52 es mostren algunes de les pantalles de presentació de les demostracions.



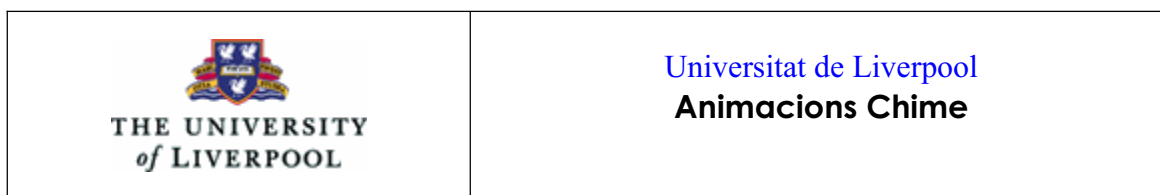
Figura 9.4.1.52. Leeds. Pantalles de presentació de Delights of Chemistry.

En el quadre 9.4.1.10 es mostren tots els vídeos relacionats amb la química que es troben en el catàleg comercial de la UMS.

Quadre 9.4.1.10. Leeds. Llista dels vídeos de química comercialitzats per la UMS.

<i>Llista de vídeos comercialitzats per la UMS</i>	<i>Durada (minuts)</i>
<i>Apparatus in the Chemistry Laboratory</i>	55
<i>chemistry Demonstrations (3 vídeos)</i>	83 / 57 / 53
<i>Chemistry is Fun</i>	58
<i>Colour, Chemistry and Computers</i>	26
<i>Equilibria, Complexes and Colour</i>	59
<i>Organic Chemistry Preparations (4 Vídeos)</i>	53 / 56 / 52 / 46
<i>Organic Chemistry Reactions</i>	72
<i>Organic Chemistry Techniques</i>	45
<i>pH and Associated Phenomena</i>	48
<i>The Delights of Chemistry</i>	59
<i>Thunder and Lightning</i>	55

Són vídeos llargs, molt adequats com a introducció a temes, a tècniques o a conceptes. Poden ser adients per al treball individual dels estudiants, ja que van acompanyats d'un llibret on es discuteix la química que està sota cada demostració. També s'hi ofereixen idees sobre la manera en què es poden aplicar a l'aula.



El [Departament de Química](#) de la Universitat de Liverpool manté un dels reculls d'adreces de llocs web educatius més ampli, anomenat [WWW Virtual Library](#). En la secció dedicada a la química —anomenada [Links for Chemists](#)— ofereixen més de 8.000 referències d'adreces relacionades amb qüestions químiques. En la figura 9.4.1.53 se'n mostren les pantalles de presentació.

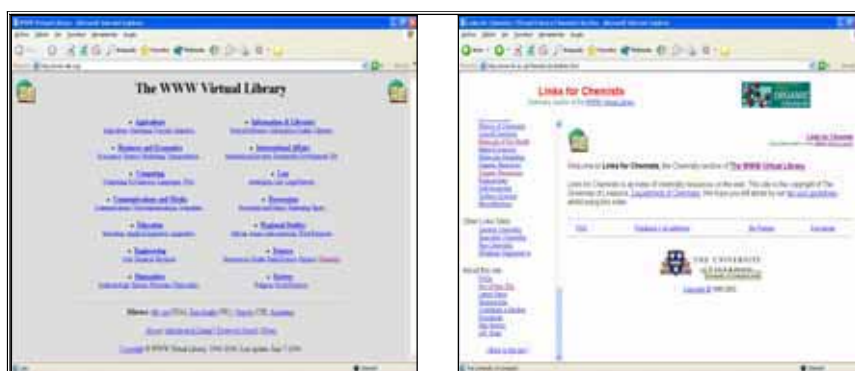


Figura 9.4.1.53. Liverpool. Pantalles de presentació de WWW Virtual Library i de Link for Chemists.

Un dels objectius plantejats en la seva creació va ser disseminar informació química facilitant les adreces cap als recursos existents gratuïts i de fàcil accés, des de l'educació secundària fins al nivell universitari. No en fan una descripció acurada, ja que l'objectiu és proporcionar el material i que sigui l'usuari qui s'hi enllaci i decideixi si li pot interessar.

Un altre objectiu és fer que la química estigui en el punt de mira de la gent, mostrant què i com s'està fent, per tal d'acostar la ciència a la societat. També proporcionen un recull dels departaments de química de les universitats britàniques i d'altres llocs del món, així com de les empreses existents, a fi de facilitar vincles entre ells que permetin el desenvolupament d'activitats en benefici mutu.

Aquest projecte porta més de vuit anys desenvolupant-se, des de la seva creació el juny de 1995. Les referències estan classificades en set categories (University Chemistry Departments, Companies/Industry, Chemical Literature, Chemical Information, Organisations, Topics, Other Links Sites), cadascuna de les quals està dividida en subcategories. A més, hi ha una secció introductòria on expliquen com utilitzar-la (com fer cerques, copyright, etc.), i una d'informació general sobre la pàgina web: qüestions més freqüents (FAQs), patrocinadors, història, objectius, etc.

Dins el Departament de Química també hi ha la secció [A Level Resources](#), que conté una pàgina dedicada a l'estudi de les estructures iòniques: [Ionic Structures in 3-D](#).

Es mostren els empaquetaments cristal·lins cúbic i hexagonal, amb exemples de substàncies que cristal·litzen en cadascun. Són estructures interactives en format Chime. Les imatges són molt bones i estan fetes amb colors molt vius, cosa que atrau molt l'atenció. En la figura 9.4.1.54 se'n mostren diverses pantalles.

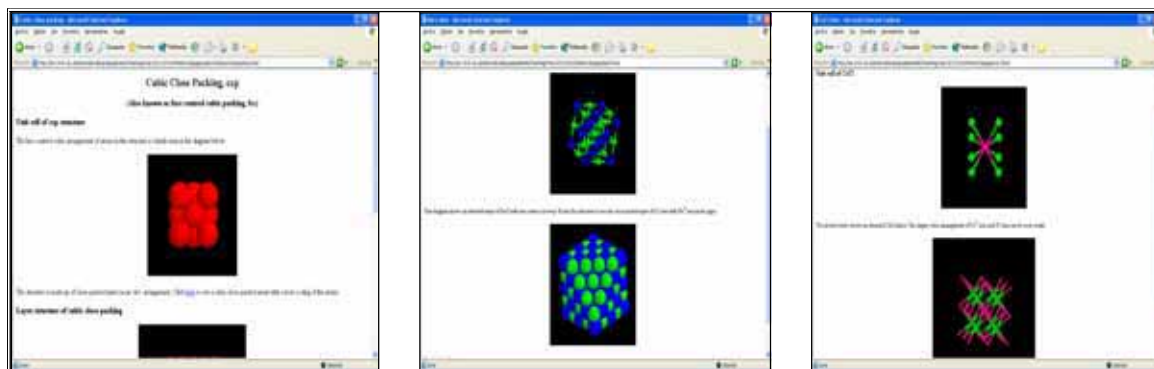


Figura 9.4.1.54. Liverpool. Pantalles corresponents a l'empaquetament cúbic compacte i a les estructures del NaCl i del CsCl.

La visualització d'estructures cristal·lines emprant models moleculars proporciona una forma d'ajudar els estudiants a millorar les seves representacions del nivell particular de la matèria. Així poden comprendre millor molts conceptes que estan associats a l'estructura de la matèria a nivell submicroscòpic, i el seu comportament fisicoquímic com ara les propietats físiques i la reactivitat, entre d'altres.

Aquests recursos poden formar part de diverses estratègies d'ensenyament. El professor els pot utilitzar a la classe com a complement de les explicacions teòriques i els estudiants els poden emprar individualment per explorar les diverses estructures que s'hi ofereixen. També poden formar part de materials treballats de forma cooperativa en petits grups, dins de projectes o qüestions relacionades amb algun tema d'interès.



Dins dels serveis de suport a la recerca del [Departament de Química](#) de la Universitat de Maryland (UMD) es troba [Chemistry Prep Room](#), un recull de material audiovisual divers i de l'equipament necessari per utilitzar-lo. En la figura 9.4.1.55 se'n mostra la pantalla de presentació.



Figura 9.4.1.55. Maryland. Pantalla de presentació de Chemistry Prep Room.

En el quadre 9.4.1.11 es mostren els recursos audiovisuals disponibles classificats segons el tipus de format físic (VHS, CD-ROM, en línia). Encara que una part dels recursos mostrats estan preparats per a un ús intern, n'hi ha alguns que estan disponibles per ser visualitzats mitjançant el web.

Quadre 9.4.1.11. Maryland. Materials audiovisuals de Chemistry Prep Room.

Vídeos - VHS		Nombre de seqüències	Durada min:s
<i>The World of Chemistry</i>	26 vídeos		
<i>Shakhashiri Chemical Demonstrations</i>	Àcids i bases	4	52:51
	Quimiluminiscència i fotoquímica	4	
	Reaccions dels metalls i els seus compostos	6	
	Polímers	5	
	Reaccions exotèrmiques	8	
	Reaccions dels gasos	7	39:51
	Propietats dels líquids i les solucions	9	
	Velocitats de reacció	6	40:17
CD-ROM			
<i>Chem TV - Organic Chemistry</i>	Organic Chemistry I	24	
	Organic Chemistry II	30	
Recursos en línia			
General Chemistry Demosntrations	Vídeo QuikTime / text i imatges	1 / 14	
Organic Chemistry Demonstrations	Vídeos QuickTime	7	
Advanced Chemistry Demonstrations	Text i imatges	10	
Ruta d'accés: <i>Universitat de Maryland - Academics and Research - College of Life Sciences - Departments - Chemistry & Biochemistry - Research - Suport Services - Chemistry Prep Room</i>			

Alguns dels recursos que es poden consultar a través d'Internet són:

Shakhashiri Chemical Demonstrations Videotapes List: inclou un índex amb el contingut de tres vídeos que contenen gravacions de demostracions efectuades pel Dr. Shakhashiri.⁵⁴ Dins de cada vídeo estan classificades per temes i s'indica en cadascun el títol de la demostració i la durada. En total hi ha un recull de quaranta-nou demostracions, de les quals se'n mostren tres, que poden ser visualitzades a través del web o ser descarregades a l'ordinador. En la figura 9.4.1.56 es mostra una seqüència d'imatges corresponents a la demostració de la formació d'espuma de poliuretà.



Figura 9.4.1.56. Maryland. Imatges de la formació d'espuma de poliuretà.

La data d'actualització d'aquest material és el 2001. No porta associada cap dada sobre aquestes demostracions, com ara una descripció, uns objectius o un àmbit d'aplicació. En els vídeos de les demostracions apareix el Dr. Shakhashiri al capdavant de l'experiment explicant-ne el procés. Totes tenen so. Corresponen al projecte *Science is Fun*. Les demostracions del professor Shakhashiri han estat publicades⁵⁵ i hi ha diversos llocs web que contenen demostracions d'experiments que el citen en les referències bibliogràfiques.⁵⁶

Organic Chemistry Demonstrations: recull de set animacions en què es mostren els mecanismes de diverses reaccions ($E1$, $E2$, S_N1 , S_N2 , SE_{Ar} , Diels-Alder) emprant models moleculars. Es tracta de vídeos en format AVI que es poden visualitzar amb el Real Player. En la figura 9.4.1.57 se'n mostren algunes imatges.

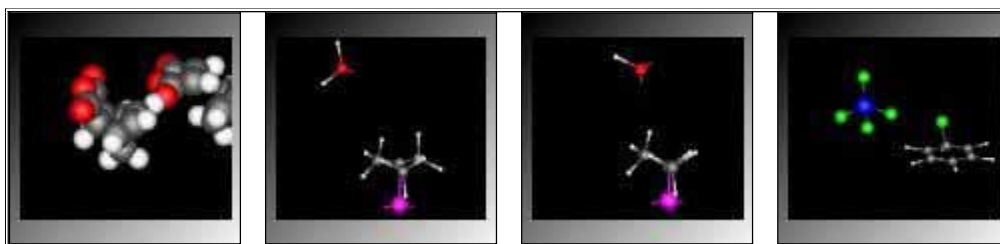


Figura 9.4.1.57. Maryland. Imatges de les animacions del mecanisme de les reaccions: Diels-Alder, $E1$, $E2$ i SE_{Ar} .

⁵⁴ Antic alumne de la Universitat de Maryland, actualment està vinculat a la Universitat de Wisconsin-Madison. Ha treballat durant diversos anys en projectes per recaptar fons per a la National Science Foundation.

⁵⁵ Bassam Z. Shakhashiri. *Chemical Demonstrations: A Handbook for Teachers of Chemistry*. Madison, Wisconsin: The University of Wisconsin Press, 1983, 1985, 1989, 1992, vol. 1-4.

⁵⁶ *Delights of Chemistry* (Universitat de Leeds, UK), *Indiana Demos* (Universitat d'Indiana), *Redox Project* (Universitat de Nebraska-Lincoln), *Demo Labs* (Universitat de Wisconsin-Madison).



L'editorial McGraw-Hill manté una pàgina web a través de la qual es pot consultar el seu catàleg de publicacions. Alguns dels títols que ofereixen contenen diverses eines tecnològiques que expandeixen el text fora del tradicional format de llibre, i hi addicionen recursos audiovisuals. Les noves versions dels llibres de text de moltes matèries són actualment paquets multimèdia, gràcies a la incorporació d'una sèrie de recursos complementaris accessibles a través d'Internet. Si en seleccionar un llibre per consultar-ne el contingut general o adquirir-lo apareix la secció Online Learning Center, és que inclou recursos complementaris que es poden consultar a través d'Internet. Generalment es requereix autorització per fer-ho, però hi ha casos en què alguns d'aquests recursos estan disponibles de forma lliure, almenys temporalment.

Alguns dels que contenen recursos audiovisuals en línia són:

Essential Chemistry (Raymond Chang, 2000): des de la secció [Student Resources. Online Learning Center \(OLC\)](#) es pot accedir als recursos en línia accessibles per als estudiants. Hi ha animacions, realitzades amb Flash, per mostrar els fenòmens químics en els tres nivells de representació de la matèria: macroscòpic, submicroscòpic i simbòlic. Estan ordenades seguint l'índex temàtic del llibre. En la figura 9.4.1.58 se'n mostra la pantalla de presentació.



Figura 9.4.1.58. MHHE. Pantalla de presentació d'Essential Chemistry.

Les animacions han estat realitzades tenint en compte els paradigmes actuals d'aprenentatge, amb una interrelació dels tres nivells de representació de la matèria: el macroscòpic, el submicroscòpic o molecular i el simbòlic. Es parteix de la representació en el nivell macroscòpic per passar a la representació submicroscòpica, en què es representen en el nivell particular els processos que hi tenen lloc. La interrelació dels tres nivells afavoreix una millor comprensió dels fenòmens observats i contribueix a la construcció de models mentals adequats dels fenòmens que s'hi desenvolupen.

Un exemple el tenim en l'animació corresponent al procés de dissolució d'un sòlid iònic en aigua. Comença l'observació a nivell macroscòpic i, llavors, amb l'ajuda d'un zoom simbòlic es passa al que té lloc a nivell submicroscòpic. En la figura 9.4.1.59 se'n mostren algunes imatges.

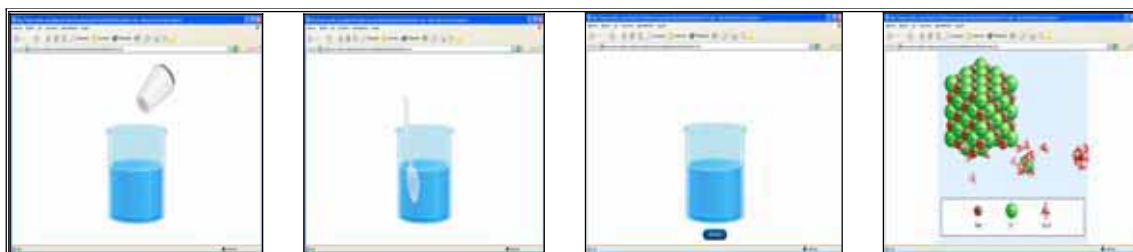


Figura 9.4.1.59. MHHE. Imatges de l'animació del procés de dissolució d'un sòlid iònic en aigua.

Chemistry. The Molecular Nature of Matter and Change (Martin Silberberg, 2006) inclou la secció **Online Learning Center (OLC)**, des d'on es pot accedir a la tercera i quarta edició (**Chemistry**, 2003), que contenen recursos audiovisuals que poden ser consultats en línia. Aquests recursos inicialment estaven en format de vídeo QuickTime, però han estat convertits al format *streaming video*, que requereixen el Real Player per ser visualitzats. Té l'inconvenient, respecte del format anterior, que cal esperar un temps de descàrrega i que la manipulació (parar, avançar o retrocedir) no és tan simple com amb el format de vídeo QuickTime. En la figura 9.4.1.60 se'n mostren les pantalles de presentació.

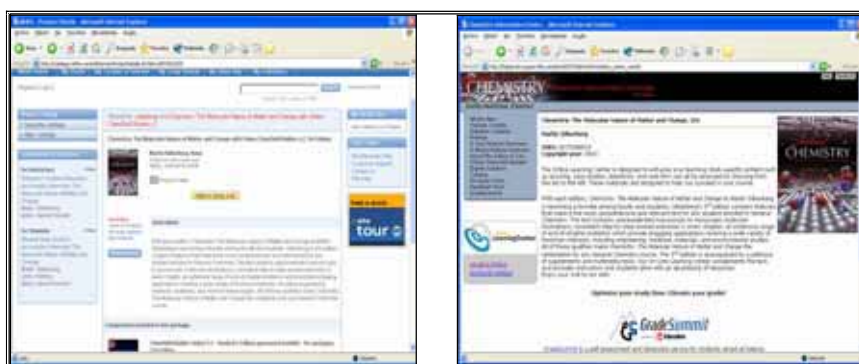


Figura 9.4.1.60. MHHE. Pantalles de presentació de Silberberg (2003), 3a ed.

Se segueix el mateix tipus de disseny que s'ha descrit per al llibre *Essential Chemistry* (Chang, 2000). En aquest cas són una combinació de vídeos reals i animacions que han estat construïdes procurant explicar els fenòmens estudiats en els tres nivells de representació de la matèria ja esmentats anteriorment.

S'aprecia que el nivell de qualitat de les animacions ha millorat sensiblement en l'edició de Silberberg (2003) en comparació amb les que apareixen en Chang (2000), probablement gràcies a l'avenç dels mitjans tecnològics emprats. Als vídeos de Silberberg apareixen animacions, gravacions de vídeo reals, text i equacions. Un exemple és el vídeo que correspon al procés de formació d'un sòlid iònic. Comença amb el que té lloc a nivell macroscòpic, amb una gravació d'una reacció real entre el sodi metàl·lic i el clor gas per formar clorur de sodi, i llavors s'endinsa en el nivell microscòpic.

Es mostra com es modifiquen els àtoms dels compostos inicials per formar els ions corresponents, i com aquests s'organitzen de manera regular per formar estructures cristal·lines. Finalment, es torna al nivell macroscòpic per mostrar un exemple real del producte format: cristalls de clorur de sodi. En la figura 9.4.1.61 se'n mostren algunes imatges. Sempre que s'ha considerat pertinent, s'hi han inclòs les equacions químiques corresponents, així com text amb informació diversa (nivell simbòlic). Hi ha una veu en *off* que comenta el que s'esdevé a cada moment.

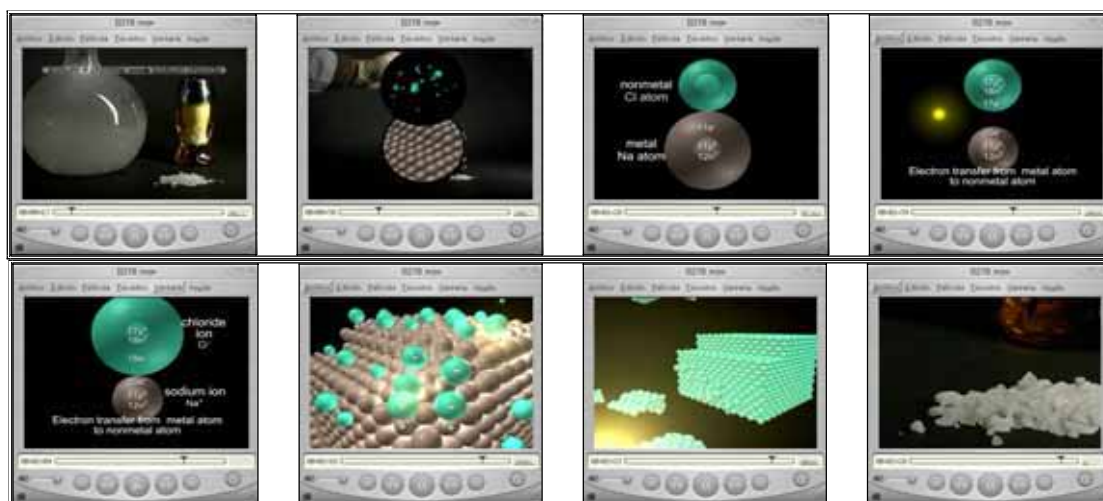


Figura 9.4.1.61. MHHE. Imatges del vídeo: «Formació d'un compost iònic».

Un altre exemple és el de la dissociació d'àcids forts i dèbils en aigua. Té un gran atractiu visual gràcies al disseny i als colors escollits per a les animacions. En la figura 9.4.1.62 se'n mostren algunes imatges.

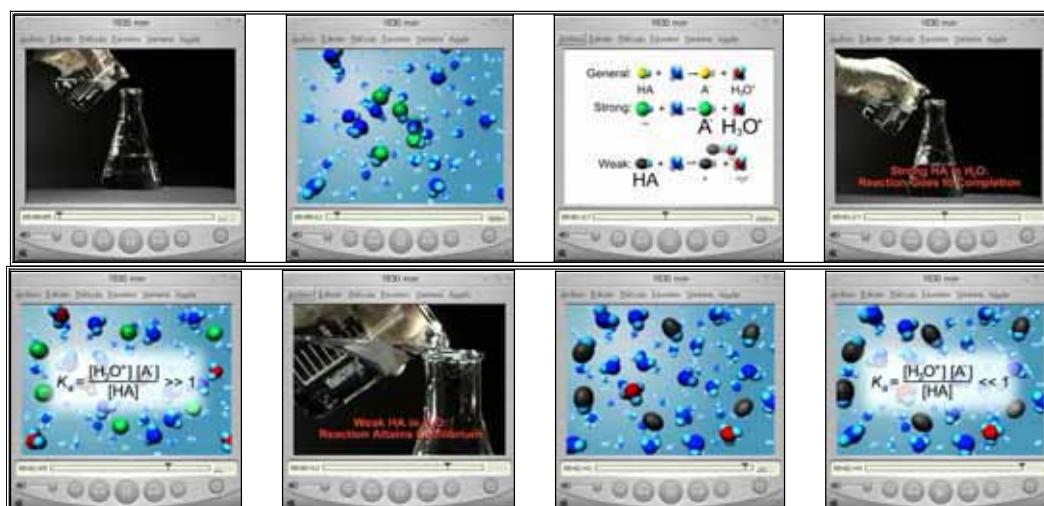
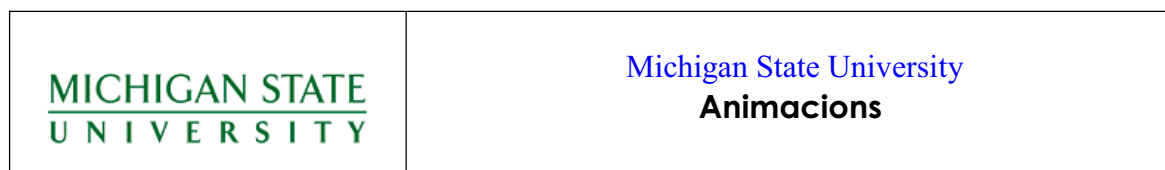


Figura 9.4.1.62. MHHE. Imatges del vídeo: «Dissociació d'àcids forts i dèbils».



Dins del Departament de Química del College of Natural Science trobem la pàgina sobre informació dels cursos que fan, la qual conté una sèrie de recursos per a l'ensenyament de la química orgànica a nivell universitari. Aquests recursos estan recollits en un apartat anomenat [Educational Materials for Organic Chemistry-EMOC](#), al qual s'accedeix tant a través de la MSU com de la Universitat d'Arizona, ja que part dels recursos han estat creats per Abby Parrill des d'una o altra universitat. Les pàgines web poden ser descarregades i enllaçades a altres pàgines de forma lliure sempre que es facin servir amb objectius acadèmics i educatius.

Bàsicament són animacions, que es poden veure amb QuickTime, i estructures moleculars dinàmiques que requereixen el *plug-in* Chime per ser visualitzades.

Animations: és un recull de vídeos QuickTime organitzats per temes. Estan vinculats a la Universitat d'Arizona i ja han estat comentats en la descripció feta dels recursos vinculats a la Universitat d'Arizona (vegeu pàgina 221).

Cycloalkane Conformations: mostra estructures moleculars de cicloalcans (de 3 a 6 àtoms de carboni) monosubstituïts (amb un grup metil com a substituent) i bisubstituïts (1,2- / 1,3- / 1,4 -dimetilciclohexans). Es requereix el *plug-in* Chime per visualitzar-les. En la figura 9.4.1.63 se'n mostren algunes pantalles d'exemple.

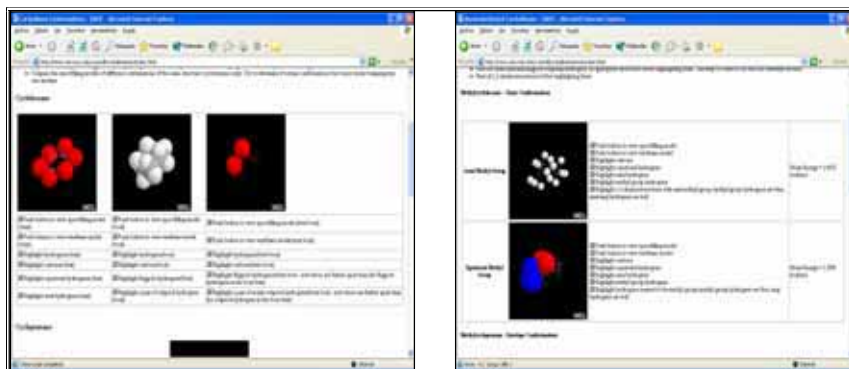


Figura 9.4.1.63. MSU. Pantalles de presentació de les conformacions del ciclohexà i del metilciclohexà.

Carbohydrate Structure Exercises: es mostren les estructures tridimensionals de diversos carbohidrats en diverses formes acetàliques cícliques, que serveixen de base per a la realització d'exercicis.

És d'especial interès el fet que estan preparades per mostrar la situació espacial del carboni anomèric. Això ajuda molt a comprendre d'on sorgeixen les representacions bidimensionals emprades habitualment per representar les formes acetàliques.

Animated Infra-Red Spectroscopy (AIRS): va ser desenvolupat l'any 1998 per Justin Ellsworth i Abby Parrill. Es tracta d'un conjunt d'animacions sobre vibracions moleculars per il·lustrar els modes de vibració que donen lloc als diversos pics dels espectres d'infraroig d'algunes molècules orgàniques. Aquest projecte va ser finançat per la National Science Foundation. Els modes vibracionals es van calcular fent servir el programa de modelat molecular Spartan.

Consta de vint-i-nou compostos orgànics, dels quals se'n mostra l'espectre d'IR. Es poden seleccionar pel nom, la fórmula molecular o el grup funcional. En el quadre 9.4.1.12 es mostra el conjunt dels compostos inclosos, així com el nombre de vibracions que es mostren per cadascun i l'adreça web on es poden localitzar. És possible descarregar els fitxers de les animacions i guardar-los a l'ordinador per visualitzar-los quan calgui. En algun dels pics s'adjunta una petita explicació sobre el seu origen.

Quadre 9.4.1.12. MSU. Animated Infra-Red Spectroscopy (AIRS).

Nom del compost	Nombre d'animacions	Adreça web
Acetic Anhydride	10	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/aceticanhydride.html
Acetonitrile	8	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/acetonitrile.html
Acrylamide	13	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/acrylamide.html
Benzaldehyde	18	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/benzaldehyde.html
Benzoyl Chloride	11	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/benzchloride.html
Benzene	5	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/benzene.html
Benzylamine	11	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/benzylamine.html
2-Butanol	11	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/secbutanol.html
Carbon Disulfide	3	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/chloropropane.html
2-Chloropropane	9	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/chloropropane.html
Cyclohexane	6	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/cyclohexane.html
Cyclohexene	11	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/cyclohexene.html
Cyclopentanone	7	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/cyclopentanone.html
Dibromoethane	4	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/dibromoethane.html
2,2-Dichloropropane	7	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/dichloropropane.html
Ethyl Formate	8	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/ethylformate.html
Furan	7	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/furan.html
Heptane	8	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/heptane.html
Hexafluorobenzene	3	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/hexafluorobenzene.html
Lactic Acid	9	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/lacticacid.html
Methyl Iodide	5	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/methyliodide.html
Nitrobenzene	12	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/nitrobenzene.html
Nitromethane	8	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/nitromethane.html
4-Penten-1-ol	9	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/4penten1ol.html
3-Pentyn-1-ol	12	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/pentynol.html
1-Propanol	12	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/propanol.html
Thionyl Chloride	1	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/thionylchloride.html
Toluene	15	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/toluene.html
2,4,6-Trimethylpyridine	9	http://www.cem.msu.edu/%7Eparrill/AIRS/trimethylpyridine.html
Ruta d'accés: Michigan State University - Academics - Academic Units by College - List of All Colleges, Schools & Departments - College of Natural Science - Chemistry = Department of Chemistry - Course Information - Instructional Materials, Aids, and Resources - Animated Infra-Red Spectroscopy (AIRS)		

En total hi ha 252 animacions amb una mida entre 0,8MB i 1,2MB, i una durada compresa entre els 4 i els 46 segons. Un cop situats sobre l'espectre d'IR del compost seleccionat, en situar-nos damunt d'alguns dels pics, es pot visualitzar una animació que mostra la vibració corresponent (torsió, flexió, tensió).

Fent un clic amb el ratolí s'obre, en una pàgina diferent, l'espectre IR. En la figura 9.4.1.64 es mostren les pantalles de presentació d'un dels compostos orgànics.

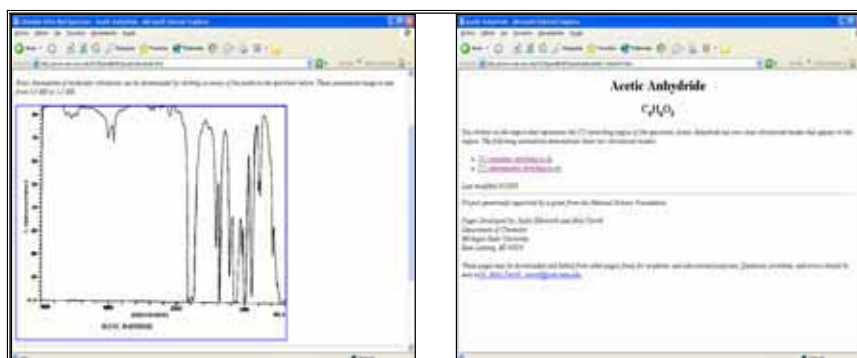


Figura 9.4.1.64. MSU. Pantalles de presentació de l'espectre d'IR de l'anhidrid acètic i dels seus modes de vibració.

Les imatges es poden fer avançar, retrocedir o deixar en pausa per contemplar amb més detall algun aspecte en concret. Estan fetes emprant models moleculars de boles i varetes, que són els més indicats per veure els moviments, tant en la forma (torsió, estirament, flexió) com en la part de l'esquelet molecular en què tenen lloc. Per ressaltar les imatges s'ha escollit un color de fons verd turquesa, que proporciona un bon contrast i per tant fa que siguin molt impactants visualment. En la figura 9.4.1.65 se'n mostren algunes imatges.

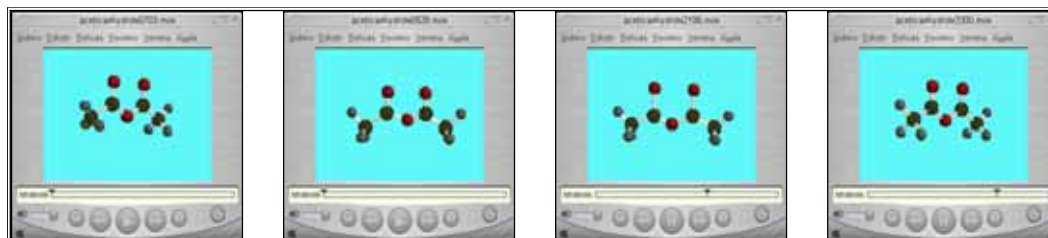


Figura 9.4.1.65. MSU. Imatges d'alguns dels modes de vibració de l'anhidrid acètic.

Nucleophilic Substitution Dry Laboratory: fa servir models moleculars visualitzats amb Chime per entendre millor els efectes estèrics i inductius implicats en els mecanismes de substitució nucleofílica. En la figura 9.4.1.66 se'n mostra la pantalla d'inici.



Figura 9.4.1.66. MSU. Pantalla d'inici de Nucleophilic Substitution Dry Laboratory.

Alkane Conformations: animacions QuickTime que permeten veure en detall les conformacions i les energies conformacionals de l'età i el butà. Formen part d'un tutorial anomenat CEM251. En la figura 9.4.1.67 se'n mostren algunes imatges.

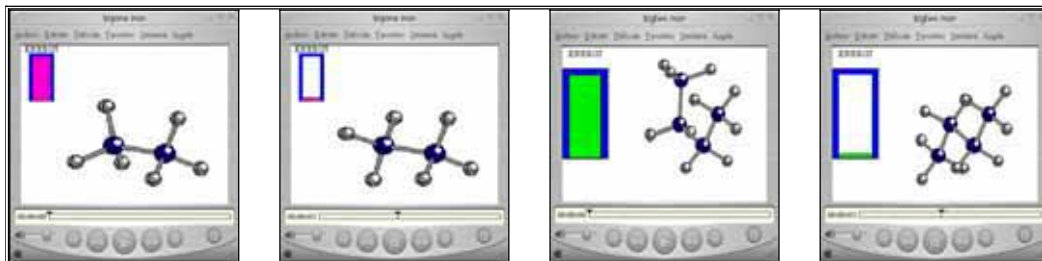


Figura 9.4.1.67. MSU. Imatges d'algunes de les conformacions i els nivells energètics de l'età i el butà.

Computers in Drug Design: per mostrar les similituds i les diferències entre productes farmacèutics que actuen de forma semblant es mostren quatre lligands **HIV-Protease Ligands**. En la figura 9.4.1.68 n'apareix la pantalla de presentació. Això permet observar que tenen una estructura i uns grups funcionals similars en uns llocs semblants. També es mostren les estructures de diversos complexos enzim-lligand **HIV-Protease Ligands Bound to the Enzyme** per examinar les interaccions entre els productes i els seus receptors.



Figura 9.4.1.68. MSU. Pantalla de presentació de HIV-Protease Ligands.

Quan es fa servir el *plug-in* Chime per visualitzar les molècules en 3D, es disposa de diversos modes de representacions (filferro, varetes, boles i varetes, compactes). Es poden moure amb el ratolí per veure-les des de tots els angles possibles, i per això són molt útils per entendre determinades característiques relacionades amb l'estructura i la geometria molecular.

Els estudiants poden interaccionar amb els models moleculars dels compostos orgànics i explorar-los el temps que calgui, per tant s'adapten al ritme de treball i a l'estil d'aprenentatge de cada estudiant. Així poden dedicar-hi el temps que considerin necessari, i explorar els aspectes que més els interessi segons les necessitats o les inquietuds personals.



Dins del [Departament de Química](#) de l'Ohio State University hi ha el [Betha Tutorial](#). Conté animacions i GIF animats sobre la llei dels gasos, la igualació de reaccions químiques i una introducció a la mecànica quàntica. L'objectiu és complementar el text, i ajudar a establir una comprensió global entre els tres nivells d'estudi de la química: el macroscòpic, el submicroscòpic i el simbòlic. No tots els apartats contenen informacions dels tres nivells, però quan n'inclouen, s'hi adjunten animacions, programes Java o GIF animats. En tots els casos es pot escollir entre l'animació sense so i una versió en Shockwave que porta so associat. En la figura 9.4.1.69 es mostra la pantalla de presentació de Betha Chemistry Tutorial i d'una animació Shockwave sobre el concepte de gas.

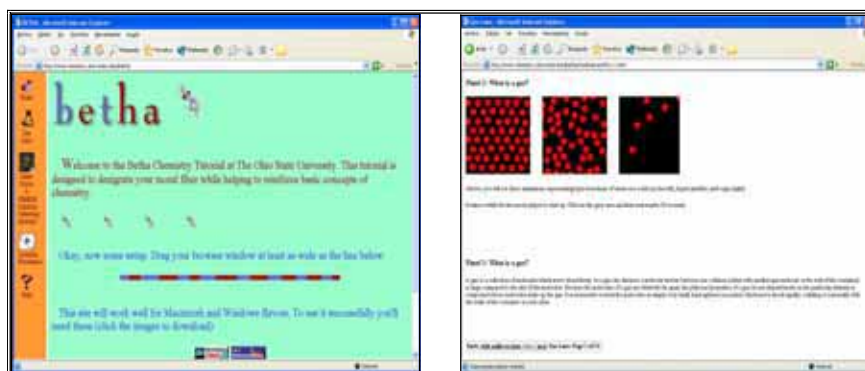


Figura 9.4.1.69. Ohio. Pantalla de presentació de Betha Chemistry Tutorial i d'una animació Shockwave sobre l'estat gasós.

Un altre recurs són les [Electronic Organic Flash Cards](#). Són animacions fetes amb Flash que serveixen de complement a l'estudi de les reaccions orgàniques. Estan classificades per grups funcionals en disset categories. Plantegen una reacció entre uns reactius determinats, i clicant el botó de resposta se n'obté la solució. El disseny, però, no és gaire elaborat i es basa principalment en representacions en 2D dinàmiques. En la figura 9.4.1.70 se'n mostra la pantalla de presentació i un dels problemes proposats.



Figura 9.4.1.70. Ohio. Pantalles de presentació de les Electronic Organic Flash Cards.

Cal destacar la presència de dos recursos audiovisuals no convencionals. D'una banda, dins del curs [Chemistry 122/125](#) es mostra, a través d'unes animacions en format QuickTime, com fer servir el full de càlcul Excel per construir taules i gràfics. No es pot oblidar que, en l'ensenyament de la química, el tractament matemàtic i gràfic dels resultats numèrics obtinguts en la realització de treballs experimentals és un aspecte molt important. Cal potenciar aquesta habilitat en els estudiants, ja que els seus coneixements no s'han de limitar exclusivament a l'aprenentatge de conceptes teòrics. Cal tenir en compte, però, que és un aspecte que no està gaire tractat des del punt de vista audiovisual, i per tant és un dels pocs exemples trobats on es fan servir recursos audiovisuals per facilitar-ne l'aprenentatge. En la figura 9.4.1.71 se'n mostren algunes imatges.



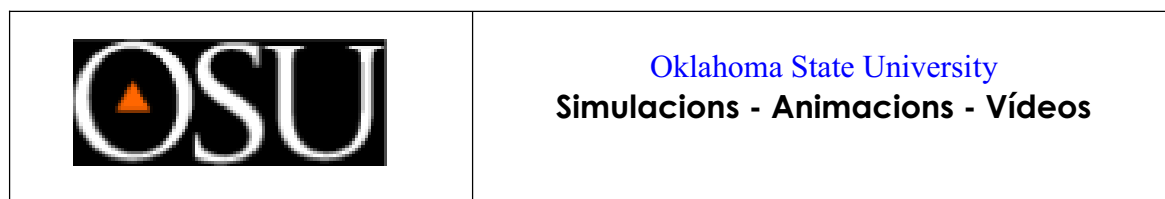
Figura 9.4.1.71. Ohio. Imatges d'algunes de les pantalles on es mostra com tractar dades experimentals amb un full de càlcul.

De l'altra banda, hi ha un recull de classes senceres filmades en vídeo, amb una duració al voltant dels 50 minuts, que han estat digitalitzades en format MPEG i que necessiten el Real Player per visualitzar-se. Aquestes gravacions les fan en la majoria de les assignatures i les ofereixen com a recursos de suport a l'alumnat, en les pàgines web dels cursos, perquè s'utilitzin sempre que calgui, com ara per recuperar un dia en què no van poder assistir a classe o per aclarir algun dubte. En la figura 9.4.1.72 se'n mostren algunes imatges.



Figura 9.4.1.72. Ohio. Imatges d'algunes de les classes filmades en vídeo.

També es poden considera com un element de socialització. La inclusió de materials filmats en directe en pàgines web constitueix un lligam amb el món real. Proporciona un contacte humà necessari en qualsevol procés de comunicació.



Un dels membres del Departament de Química de l'Oklahoma State University (OSU) és [John I. Gelder](#). L'any 2000 va ser nomenat president de la *Board of Publication* del *Journal of Chemical Education*. En un projecte finançat per la NSF va crear una sèrie d'animacions anomenades [Chemistry Animations](#). Estan allotjades al servidor que manté David W. Brooks a la Universitat de Nebraska-Lincoln, que està comercialitzat per l'empresa Synaps. Són d'utilitat per a l'aprenentatge, a nivell introductor, de la química. Requereixen el *plug-in* Shockwave de Macromedia. En la figura 9.4.1.73 se'n mostra la pantalla de presentació.

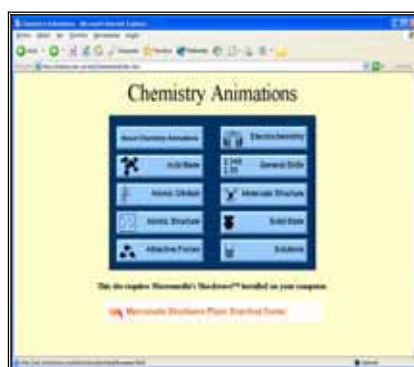


Figura 9.4.1.73. OSU. Pantalla de presentació de Chemistry Animations.

En total hi ha 82 animacions classificades en nou categories temàtiques, tal com es pot veure en el quadre 9.4.1.13.

Quadre 9.4.1.13. OSU. Animacions.

Animacions	Nombre	
Acid-Base	8	http://chemmovies.unl.edu/ChemAnime/acid_base.htm
Atomic Orbitals	13	http://chemmovies.unl.edu/ChemAnime/atomic_orbits.htm
Atomic Structure	13	http://chemmovies.unl.edu/ChemAnime/atomic_structure.htm
Attractive Forces	11	http://chemmovies.unl.edu/ChemAnime/attractive_forces.htm
Electrochemistry	4	http://chemmovies.unl.edu/ChemAnime/Electro.htm
General Skills	13	http://chemmovies.unl.edu/ChemAnime/gen_skills.htm
Molecular Structure	16	http://chemmovies.unl.edu/ChemAnime/mole_structure.htm
Solid State	8	http://chemmovies.unl.edu/ChemAnime/solid_state.htm
Solutions	12	http://chemmovies.unl.edu/ChemAnime/solutions.htm

Ruta d'accés: Oklahoma State University - Academics - Colleges - Arts & Sciences - Academic Departments - Chemistry - Faculty - John I. Gelder - Digital Video for Lecture and Laboratory - Chemistry Animations

La majoria de les animacions estan realitzades de manera que s'ha d'anar clicant amb el ratolí per tal d'observar la seqüència completa. Estan fetes emprant colors vius i models moleculars compactes. Es fan servir text, gràfics i expressions simbòliques sempre que es considera necessari. No porten so associat. Els gràfics de les animacions són molt atractius visualment, la qual cosa fomenta l'interès i la motivació dels estudiants.

Són idònies per ser treballades sota la supervisió del professor com a materials de classe i per permetre la discussió dels conceptes involucrats. En la figura 9.4.1.74 es mostren algunes imatges corresponents a una animació sobre la dissociació de l'àcid acètic en aigua.

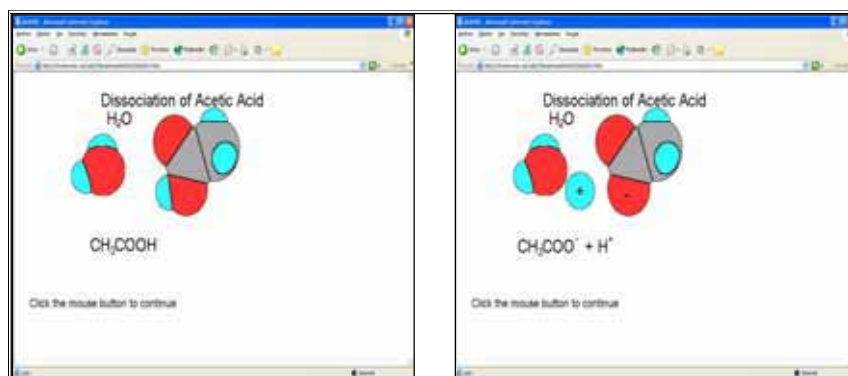


Figura 9.4.1.74. OSU. Imatges de la dissociació de l'àcid acètic en aigua.

Dins dels recursos audiovisuals que es poden trobar a la pàgina web del Dr. Gelder, hi ha les gravacions de les classes realitzades durant el semestre. Cada classe és gravada en vídeo, digitalitzada i comprimida en format *stream* amb QuickTime o Real Streaming Video. L'objectiu és que els estudiants puguin tornar a veure les classes en cas que necessitin revisar el material. En la figura 9.4.1.75 es mostra la pantalla de presentació d'un dels cursos gravats en vídeo i una imatge d'una de les gravacions.

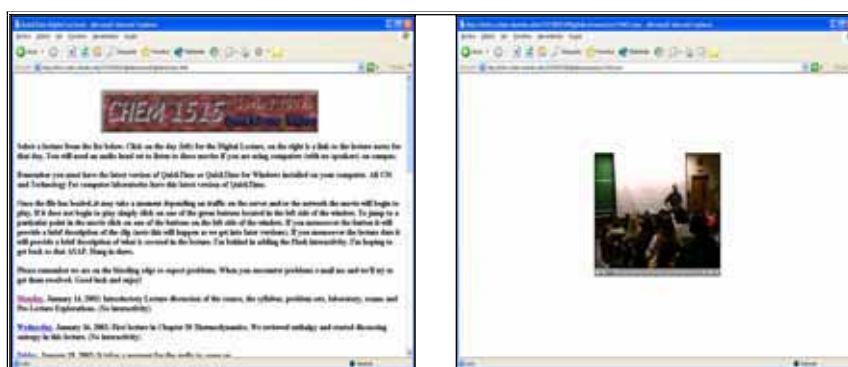


Figura 9.4.1.75. OSU. Pantalles d'un dels cursos dels quals graven les classes en vídeo.

Segons el seu autor, les gravacions han estat preparades amb Macromedia Flash per a un ús més efectiu i per identificar-ne els punts d'interès, que han estat indexats i units al segment de vídeo corresponent. Així es pot accedir a les parts de la gravació que es necessitin sense haver de visionar la classe sencera. Segurament la versió que hi ha disponible a la universitat permetrà fer el que es pretén, però la versió disponible a través del web presenta moltes distorsions de la imatge i la veu, i no s'adequa als propòsits esmentats anteriorment.

Juntament amb el Dr. Michael Abraham estan desenvolupant una sèrie de simulacions d'experiments de laboratori a nivell molecular emprant ordinadors. El projecte s'anomena [Molecular Laboratory Experiments \(MoLE\) in Chemistry](#). Paral·lelament dissenyen els corresponents protocols per realitzar-los al laboratori.

Les simulacions escollides estan relacionades amb els gasos ideals (teoria cineticomolecular), l'equilibri químic, la cinètica química (teoria de col·lisions i mecanismes de reacció), l'equilibri de fases, els processos de dissolució i l'estructura atòmica. Aquests temes van ser seleccionats perquè són adequats per ser modelats emprant gràfics d'ordinador interactius i perquè integren els tres nivells de comprensió química (particular, sensorial i simbòlic). El projecte està finançat per la NSF.

El projecte MoLE està fonamentat en el model teòric del cicle d'aprenentatge, en què l'estratègia educativa consta de tres fases: l'exploració, la conceptualització i l'aplicació. L'apropament que fan servir és molt innovador, ja que els estudiants duen a terme la mateixa experiència a dos nivells: el macroscòpic (desenvolupant l'experiència al laboratori) i el submicroscòpic (a través de la simulació). Es pretén que, en haver de fer assumpcions conceptuals sobre el que té lloc, tant en el nivell experimental com en el molecular, es faciliti la relació dels conceptes teòrics subjacents en tots dos nivells. En la figura 9.4.1.76 es mostra la pantalla d'inici d'una de les simulacions.

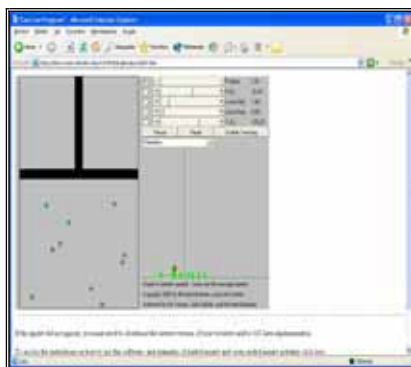


Figura 9.4.1.76. OSU. Pantalla d'inici de la simulació de la llei dels gasos.

Les simulacions i les activitats del projecte MoLE són prou flexibles per ser emprades en molts contextos educatius. Es poden fer servir com a demostracions desenvolupades a la classe sota el control del professor. Són vàlides per ser emprades en treballs assignats als estudiants individualment, els quals hauran de recollir dades i respondre qüestions específiques relacionades amb les simulacions.

Com que el programa utilitza un ordinador, els estudiants poden treballar a casa o bé on tinguin accés a un ordinador connectat a Internet. Això facilita la seva incorporació a cursos que s'imparteixin a distància o en la modalitat de semipresencialitat. També es poden fer servir per desenvolupar activitats d'aprenentatge cooperatiu en grups petits. Faciliten la familiarització dels estudiants amb les noves eines tecnològiques informàtiques.

L'idioma de base de tot el projecte és l'anglès, la qual cosa pot representar una dificultat per als estudiants amb poc domini de l'idioma.



Universitat d'Oxford
Vídeos - Animacions

El [Departament de Química](#) de la Universitat d'Oxford és el més gran del món occidental, tal com comenta la mateixa universitat des de la pàgina web. En la secció Quick Links hi ha [Chemistry Online](#), un recull de recursos per a l'aprenentatge de la química. Chemistry Online està vinculat al [Chemistry Information Technology Centre \(IT\)](#), del qual el Dr. Karl N. Harrison és el coordinador i el director de formació. En la figura 9.4.1.77 se'n mostren les pantalles de presentació.

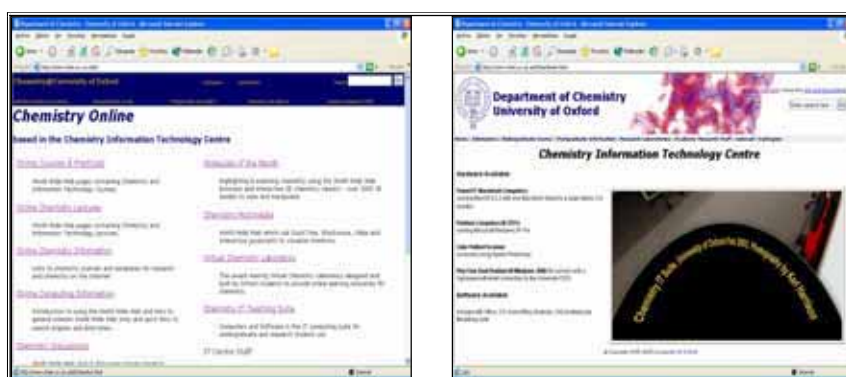


Figura 9.4.1.77. Oxford. Pantalla de presentació de Chemistry Online i del Chemistry Information Technology Centre (IT).

Entre els que contenen recursos audiovisuals hi ha Chemistry Multimedia i Virtual Chemistry Laboratory.

Chemistry Multimedia: està dividit en dues seccions. La primera està dedicada a pàgines web multimèdia: Molecule of the Month, Shockwave multimèdia i QuickTime multimèdia. La segona secció conté una selecció d'articles publicats en els quals hi ha integrats recursos multimèdia que tracten sobre la utilització dels *plug-in* en els materials d'ensenyament-aprenentatge de la química. En la figura 9.4.1.78 es mostren les pantalles de presentació de Shockwave i d'una de les animacions.

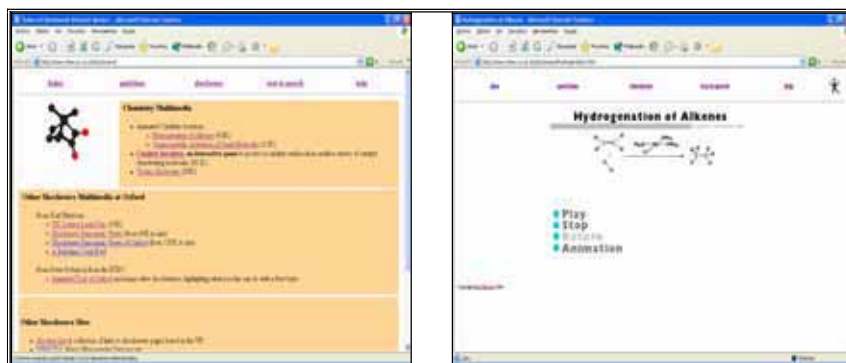


Figura 9.4.1.78. Oxford. Pantalla de presentació de Shockwave Multimedia i de l'animació de la hidrogenació dels alquens.

En la figura 9.4.1.79 es mostren algunes imatges de les animacions QuickTime.

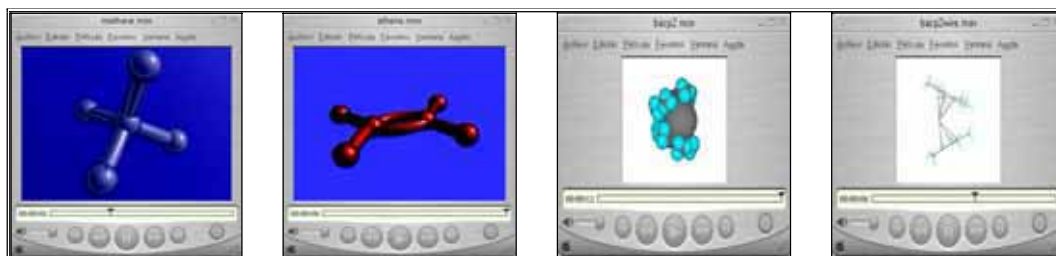


Figura 9.4.1.79. Oxford. Imatges d'algunes animacions QuickTime.

Molecules of the Month inclou l'estructura tridimensional i algunes dades químiques de les molècules d'interès (productes farmacèutics, productes inorgànics, complexos orgànics, etc.) que formen part d'aquest recull. Estan ordenades per data, des del gener del 1996 (minoxidil, prevenció de la calvície) fins al gener del 2004 (nandrolona, augment de la força muscular i disminució de la fatiga). En la figura 9.4.1.80 se'n mostren algunes de les pantalles de presentació.

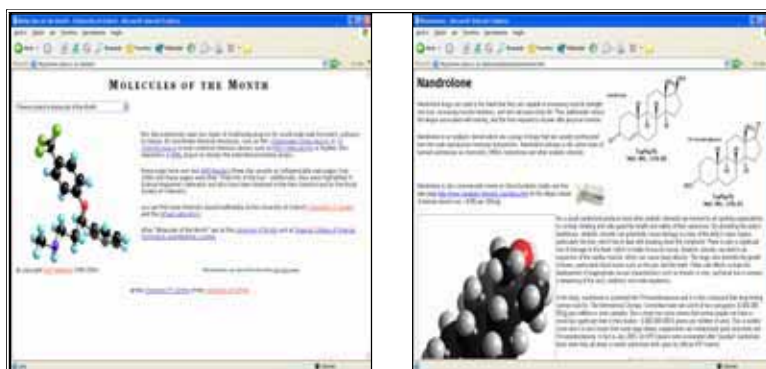


Figura 9.4.1.80. Oxford. Pantalles de presentació de *Molecules of the Month* i de la nandrolona.

Un exemple interessant és el de l'agost del 2000. Selecciónant un dels símbols d'una taula periòdica s'obté una llista dels compostos d'aquell element i clicant-hi s'obre una nova pantalla amb la representació 3D interactiva creada amb el *plug-in* Chime. En la figura 9.4.1.81 se'n mostren diverses pantalles.

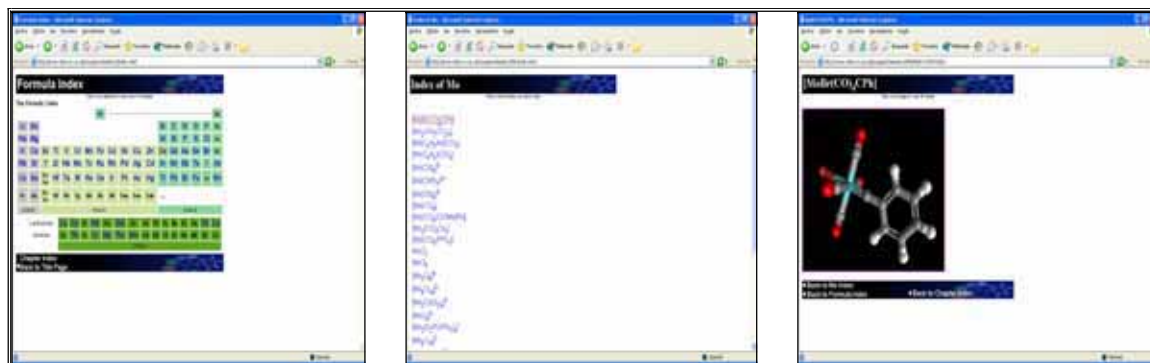


Figura 9.4.1.81. Oxford. Pantalla de presentació del 1300 *Inorganic Molecules* i del compost $[\text{MoBr}(\text{CO})_4\text{CPh}]$.

Virtual Chemistry Laboratory: ha estat dissenyat i construït per estudiants de la mateixa universitat per proporcionar recursos en línia, per a l'aprenentatge de la química, a altres estudiants. Es manté actualitzada. En la figura 9.4.1.82 se'n mostra la pantalla de presentació, en què hi ha els vincles a tots els recursos disponibles.

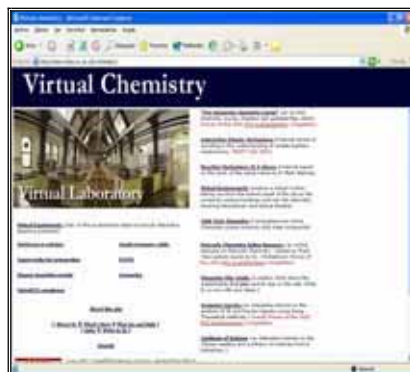


Figura 9.4.1.82. Oxford. Pantalla de presentació del Virtual Chemistry Laboratory.

Dins d'aquesta pàgina s'hi troben, entre d'altres, els recursos següents:

Chemistry Film Studio: és un recull de divuit experiments relacionats amb la química general. Estan dissenyats en forma de diapositives. Comencen amb una introducció teòrica on es descriu la demostració, s'indica el material i l'equipament necessaris, s'acompanya del fonament teòric i de les consideracions relatives a la seguretat, i tot seguit es mostra el vídeo corresponent. S'han seleccionat les que contenen canvis que siguin apreciables visualment (colors, canvis d'estat). No es poden descarregar de la pàgina on estan allotjats. En la figura 9.4.1.83 se'n mostren diverses pantalles.



Figura 9.4.1.83. Oxford. Pantalles de presentació de Chemistry Film Studio i del vídeo «The Blue Bottle».

Virtual Environments: és una pàgina que permet realitzar un recorregut virtual per diversos llocs, tant del campus (colleges & Museums) com de la ciutat d'Oxford. El lloc ha estat creat per Karl Harrison, del Departament de Química. És una pàgina força sorprenent, ja que fa servir panorames fotogràfics de 360 graus, amb els quals es poden explorar de forma interactiva els laboratoris, les aules, les biblioteques i el campus. Aquests tipus de presentacions visuals mostren panoràmiques de 360° que es recorren mitjançant el ratolí de l'ordinador. En la figura 9.4.1.84 se'n mostren algunes imatges.

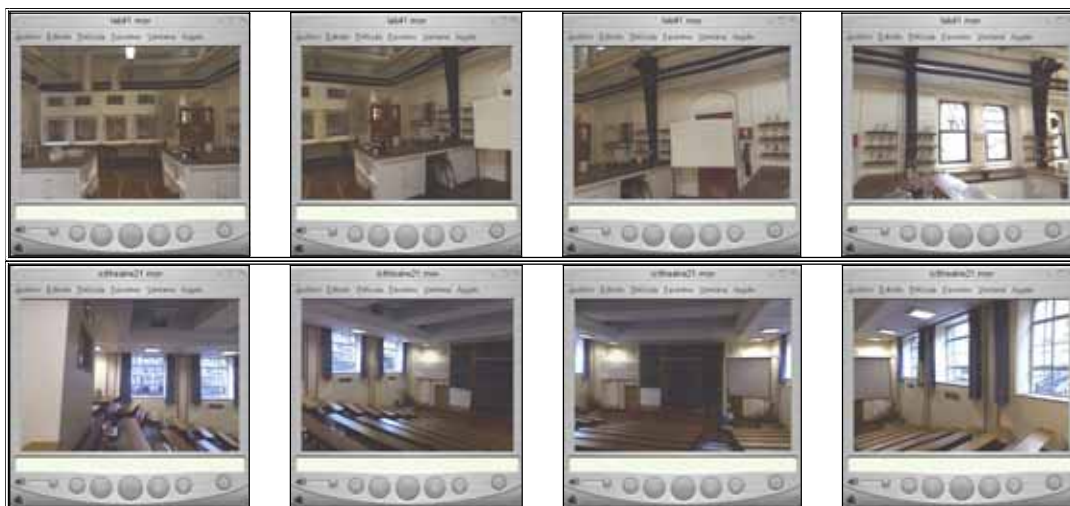


Figura 9.4.1.84. Oxford. Imatges del recorregut virtual d'un dels laboratoris i d'una de les aules.

Pre-University Chemistry Course: conté vint-i-sis temes sobre química elaborats a partir d'extractes del llibre *Chemistry, Matter and the Universe*, de Richard E. Dickerson i Irving Geis. Han obtingut permís dels autors per fer servir el text i les imatges que l'acompanyen en la creació d'aquest recurs d'aprenentatge multimèdia. Està dissenyat de forma seqüencial (pàgines encadenades correlativament), però hi ha l'opció de saltar a determinades parts. Es requereixen els *plug-in* Shockwave i Chime per visualitzar les animacions multimèdia i les molècules 3D que contenen els diversos capítols. En la figura 9.4.1.85 es mostra la pantalla de presentació i la d'una de les pàgines d'un dels temes.

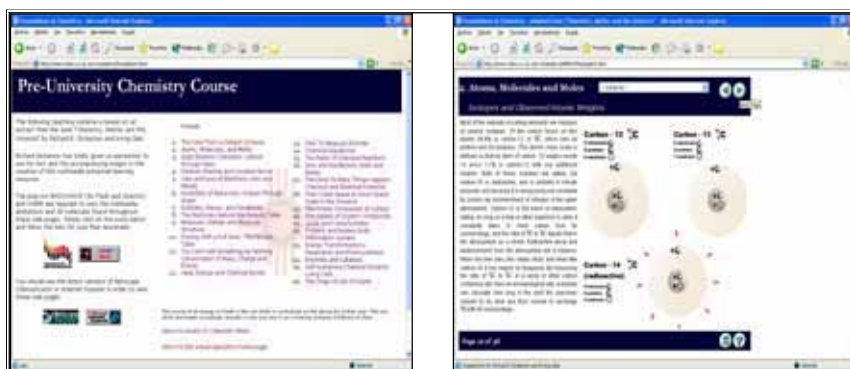


Figura 9.4.1.85. Oxford. Pantalles de presentació del Pre-University Chemistry Course i d'una de les pàgines.

Ofereix als estudiants la possibilitat de revisar alguns dels conceptes i de les informacions químics necessaris per iniciar els estudis universitaris. La forma altament interactiva i dinàmica en què s'ha plantejat aquest recurs constitueix un element molt motivador que pot estimular l'interès dels estudiants. A més, poden adequar l'exploració al ritme de treball o a les necessitats d'informació personals.

Pericyclic Chemistry Online Resource: té com a objectiu proporcionar als estudiants una font d'informació exhaustiva sobre la química pericíclica a través de la web. Està basat majoritàriament en les classes de tercer curs sobre reaccions pericícliques del Dr. J. Robertson.

Fan servir animacions d'estructures moleculars bidimensionals per veure com es posen en contacte, de forma concertada, els orbitals corresponents per formar els enllaços. Aquest recurs va guanyar la competició organitzada per The Royal Society of Chemistry ([RSC Exemplarchem Competition](#)). En la figura 9.4.1.86 se'n mostren les pantalles de presentació.

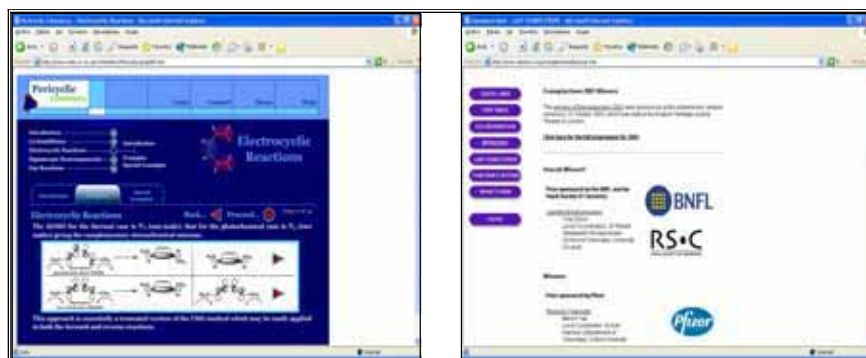


Figura 9.4.1.86. Oxford. Pantalles de Pericyclic Chemistry Online Resource i de la RSC Exemplarchem Competition (2003).

Virtual Experiments: és un recull d'experiències diverses en què hi ha elements multimèdia per ajudar en l'aprenentatge de determinats fets, qüestions o conceptes químics. En la figura 9.4.87 se'n mostra la pantalla de presentació. En el quadre 9.4.1.14 es presenten les que estan disponibles, juntament amb la corresponent adreça web.

Quadre 9.4.1.14. Oxford. Virtual Experiments.

Recurs	Adreça web
Complex ions in aqueous solution	http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/complex/default.html
Interactive Organic Mechanisms	http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/iom/
Superconductor preparation	http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/super/default.html
Organo-transition metal chemistry	http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/organometallic/default.html
Nickel (II) complexes	http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/nickel/default.html
Simple inorganic solids	http://www.chem.ox.ac.uk/course/inorganicsolids/
VSEPR	http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/vsepr/intro/vsepr_splash.html
Symmetry practical	http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/sym/splash.html
Ruta d'accés: University of Oxford - Information about - Divisions & Departments - Mathematical and Physical Sciences Division - Physical Sciences - Chemistry - Categories - Chemistry Online - Virtual Chemistry Laboratory / Virtual Experiments	

Alguns dels recursos de Virtual Experiments són:

Complex Ions: és un estudi de la reactivitat dels ions metàl·lics en solució. Ofereix la possibilitat d'explorar la reactivitat de diversos ions (Cu, Ag, Co, Fe, Cr, V) i veure els tipus de complexos que formen en solució. En la figura 9.4.1.87 se'n mostra la pantalla de presentació.

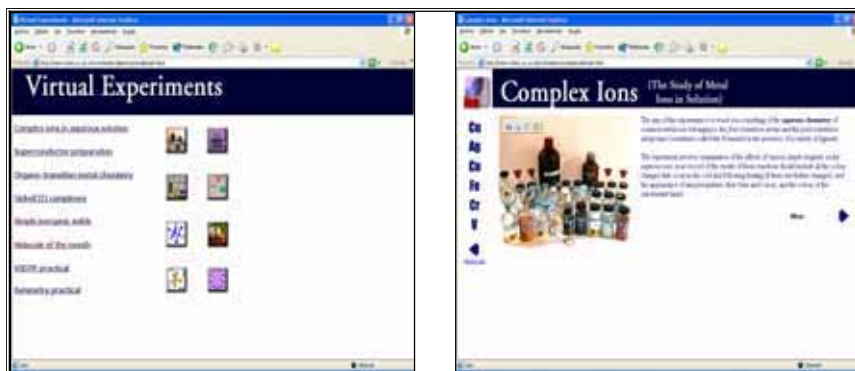


Figura 9.4.1.87. Oxford. Pantalles de presentació de Virtual Experiments i de Complex Ions.

Interactive Organic Mechanisms: té com a objectiu ajudar els estudiants a dibuixar i a utilitzar les fletxes corbades com a forma de representació en els mecanismes de reacció. Permet practicar amb els mecanismes de substitució nucleofílica (SN1, SN2) i d'eliminació (E1, E2). En la figura 9.4.1.88 se'n mostren diverses pantalles.

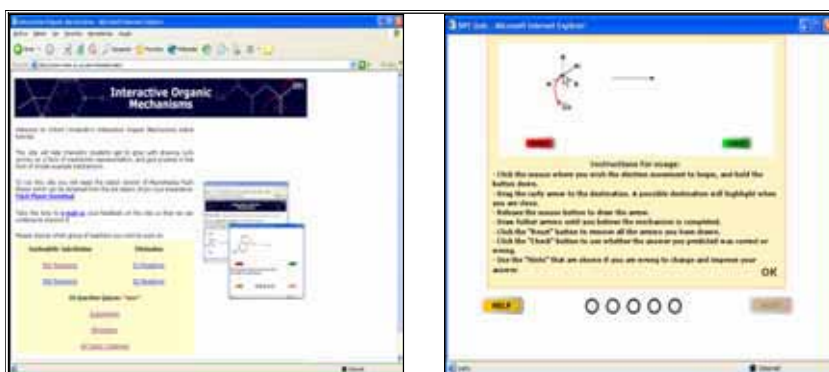


Figura 9.4.1.88. Oxford. Pantalles de presentació de Interactive Organic Mechanisms.

Simple Inorganic Solids: té com a objectiu ajudar els estudiants a entendre la manera en què es construeixen les estructures cristal·lines d'alguns compostos inorgànics sòlids. És una activitat pràctica en la qual els estudiants poden examinar estructures en 2D i en 3D, construir models moleculars, efectuar càlculs geomètrics de paràmetres estructurals i dibuixar fragments estructurals. En la figura 9.4.1.89 se'n mostren diverses pantalles.

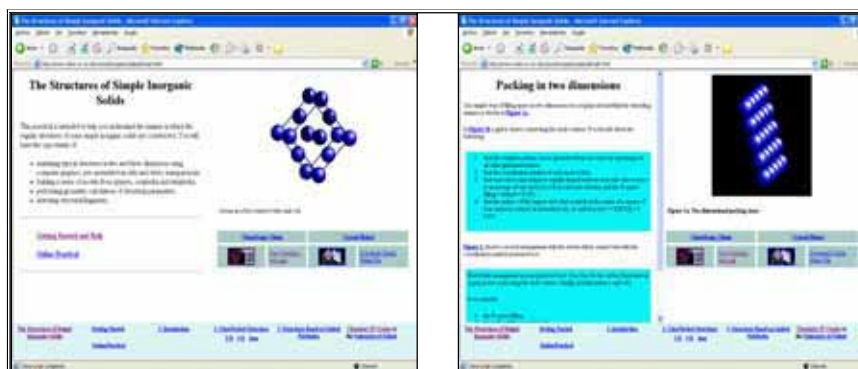


Figura 9.4.1.89. Oxford. Pantalles de presentació de Simple Inorganic Solids.

Altres recursos, dins de Virtual Experiments, són:

[VSEPR](#): geometries de les molècules segons la teoria de VSEPR.

[Symmetry Practical](#): un tutorial aplicat sobre simetria.

[Nickel \(II\) Complexes](#): estudi de la química dels complexos.

[Superconductor Synthesis](#): teoria i síntesi de superconductors

[Organometallic Synthesis](#): síntesi i manipulació correcta de compostos organometàl·lics.

En la figura 9.4.1.90 es mostren diverses pantalles de presentació d'aquests recursos.

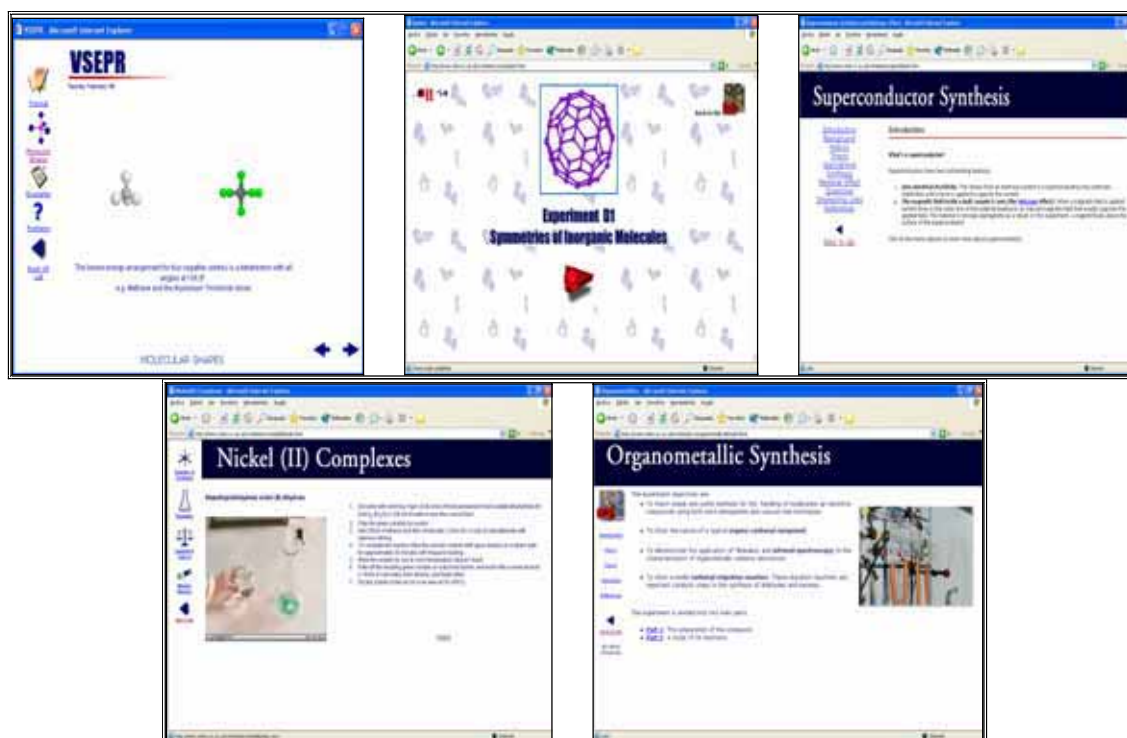


Figura 9.4.1.90. Oxford. Pantalles de presentació de VSEPR, Symmetry Practical, Superconductor Synthesis, Nickel (II) Complexes i Organometallic Synthesis.

Altres recursos, dins del Virtual Chemistry Laboratori, són els següents:

[Chemistry QuickTime TV](#): gravacions de 12 minuts en format *streaming* TV en què s'expliquen conceptes clau de química per ser vistos, en circuit tancat, a la universitat.

[WebCast Lecture Series](#): conferències fetes per personalitats rellevants.

[Solid State Chemistry](#): recurs exhaustiu sobre l'estudi dels compostos en estat sòlid.

[Assigning Spectra](#): tutorial interactiu per analitzar els espectres IR i Raman. Va ser guanyador de la [RSC ExemplarChem Competition](#) (2002).

[Synthesis of Ketones](#): tutorial interactiu sobre la reacció de Claisen i la síntesi de cetones a partir de β -cetoèsters.

[Reaction Mechanisms at a Glance](#): tutorial basat en el llibre del Dr. Mark Maloney.

En la figura 9.4.1.91 es mostren les pantalles de presentació d'aquests recursos.

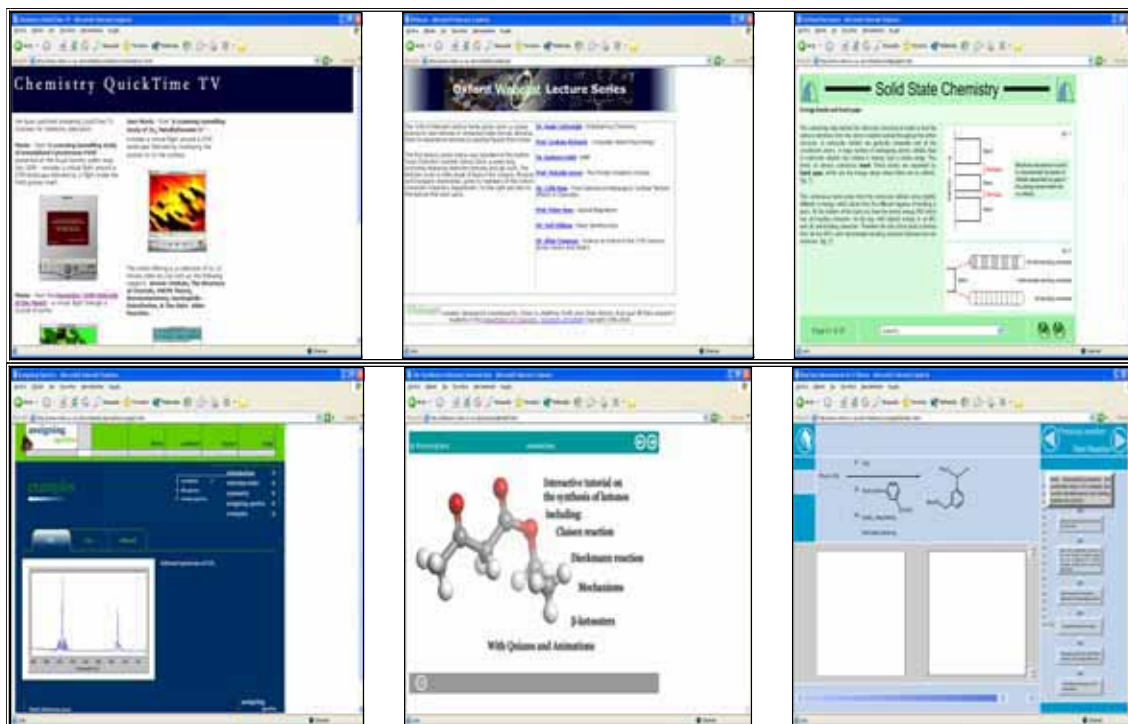


Figura 9.4.1.91. Oxford. Pantalles de presentació de Chemistry QuickTime TV, Webcast Lecture Series, Solid State Chemistry, Assigning Spectra, Synthesis of Ketones i Reaction Mechanisms at a Glance.

D'altra banda, el Dr. S.J. Heyes manté una pàgina web amb les activitats del seu grup de recerca anomenada [Inorganic Chemistry Laboratory \(ICL\)](#). Treballen especialment sobre l'estructura dels sòlids i la química dels lantànids i dels actínids. Desenvolupen investigacions sobre l'estudi de l'ordre, el desordre i les dinàmiques de les reaccions de molècules en l'estat sòlid. Posen especial èmfasi en l'ús de tècniques modernes de RMN en estat sòlid. En la pàgina web s'ofereix un curs en línia d'introducció a l'estructura dels sòlids, on es mostren diversos vídeos en format QuickTime com a suport a les imatges estàtiques que acompanyen les explicacions. En la figura 9.4.1.92 se'n mostren algunes imatges.

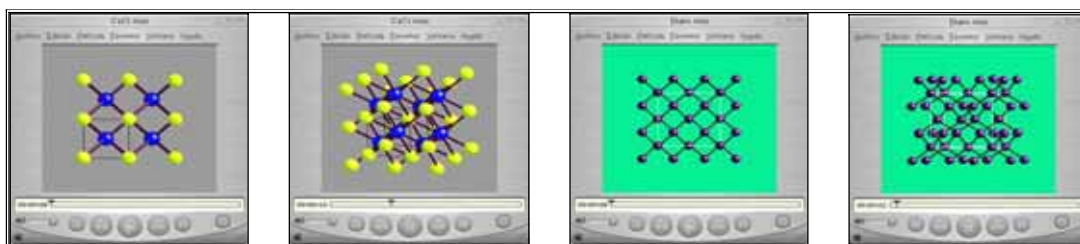


Figura 9.4.1.92. Oxford. Imatges d'estructures dels compostos CsCl i diamant.



L'editorial Pearson/Prentice Hall publica diversos llibres de text relacionats amb la química. En alguns ofereix material complementari al text escrit i accessible a través del web. Generalment és una opció de pagament, per la qual cosa no és possible utilitzar-la si no es té una clau d'accés que subministra l'editorial. En algun cas, com ara el llibre *General Chemistry: Principles and Modern Applications* (R.H. Petrucci, W.S. Harwood, G. Herring, 8a ed., 2002), l'editorial permet l'accés lliure i gratuït als recursos que es troben ubicats a la pàgina web corresponent.

En l'apartat Internet Resources hi ha [Companion Website \(CW\)](#), que és una ajuda complementària al llibre de text destinada tant als estudiants com als instructors. En seleccionar la secció [Instructor's Media Portfolio](#) apareix una pantalla amb l'índex temàtic del llibre. Escollint un dels temes s'accedeix a una nova pantalla on es mostren els materials audiovisuals disponibles: vídeos en format QuickTime i imatges estàtiques que il·lustren determinats fets. En la figura 9.4.1.93 se'n mostren algunes pantalles.

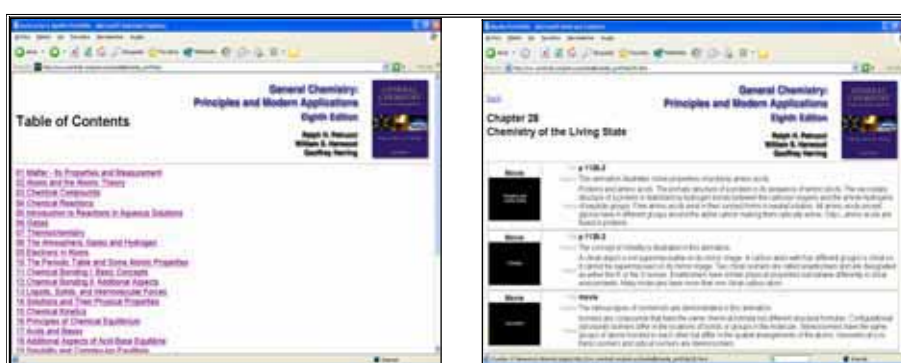


Figura 9.4.1.93. Prentice Hall. Pantalla de presentació de la taula de continguts i del recull de material audiovisual.

En total hi ha vuitanta-quatre vídeos disponibles, en format QuickTime. En la figura 9.4.1.94 se'n mostren algunes imatges.



Figura 9.4.1.94. Prentice Hall. Imatges d'alguns dels vídeos de *General Chemistry: Principles and Modern Applications*.

Alguns vídeos són demostracions d'experiments gravats al laboratori. D'altres contenen animacions que fan servir models moleculars per donar una visió a nivell microscòpic dels fenòmens macroscòpics observats o descrits. En la figura 9.4.1.95 es mostren diverses imatges d'una animació en vídeo sobre la força dels àcids.

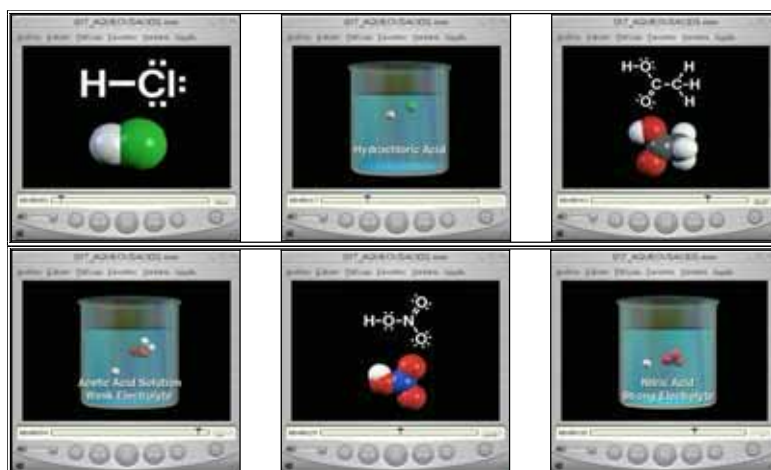


Figura 9.4.1.95. Prentice Hall. Imatges del vídeo sobre la força dels àcids.

El disseny dels vídeos segueix la tendència educativa actual de representar els fenòmens químics en els tres nivells de representació: el macroscòpic o observable (ja sigui mitjançant vídeos de fets reals o d'animacions fetes per ordinador), el microscòpic o molecular (representant els compostos mitjançant models moleculars) i el simbòlic (fent servir representacions diverses com ara símbols o equacions). S'utilitzen models moleculars amb representacions simbòliques sobreposades per tal d'establir un lligam entre el món submicroscòpic i el simbòlic.

Es poden veure en la pàgina web o bé ser descarregats per a un visionat sense connexió a Internet. Segons la nota de copyright de l'editorial, se'n pot descarregar una còpia a l'ordinador per a ús personal i no comercial.



Des de la pàgina web del [Departament de Química](#) es poden consultar les pàgines web dels diferents cursos de química que ofereixen. En alguns es poden trobar recursos que contenen materials audiovisuals que poden ser visualitzats a través del web. Aquests materials poden ser descarregats i guardats a l'ordinador per veure'ls d'una forma més còmoda sense haver d'esperar que es descarreguin de la web, la qual cosa sempre comporta un cert temps. Dins dels cursos de química general, George M. Bodner manté la pàgina [Lecture Demonstrations Movie Sheets](#). És un recull de demostracions, en format de vídeo QuickTime, acompanyades d'un full on es descriu la demostració, amb dibuixos dels materials i equipament emprats, així com d'altres observacions i explicacions addicionals. En la figura 9.4.1.96 se'n mostren algunes de les pantalles de presentació.



Figura 9.4.1.96. Purdue. Pantalla de presentació de *Lecture Demonstrations Movie Sheets* i d'una de les demostracions.

Els vídeos mostren imatges amb primers plans, i en la majoria de casos no es veu la persona que fa la demostració, per tal que siguin al màxim neutres possible. En la figura 9.4.1.97 se'n mostren algunes imatges.



Figura 9.4.1.97. Purdue. Imatges d'algunes de les demostracions.

Com es pot veure en la figura 9.4.1.98, quan es considera adient es mostren les mans de la persona que està fent la demostració.



Figura 9.4.1.98. Purdue. Imatges d'algunes de les demostracions on es veuen les mans de la persona que està realitzant l'experiència.

Les demostracions estan classificades per temes, tal com es pot veure en el quadre 9.4.1.15, en què es mostren les categories emprades en la classificació i el nombre de vídeos que contenen.

Quadre 9.4.1.15. Purdue. Categories temàtiques de Lecture Demonstrations.

Apartats de la classificació	Nombre de vídeos
Fonaments de mesura	6
Elements i compostos	3
Estequiometria	6
Gasos	19
Termoquímica	31
L'estructura de l'àtom	6
La taula periòdica	3
L'enllaç covalent	7
Els principals grups de metalls	12
La química dels no-metalls	10
Àcids i bases	7
Química dels metalls de transició	11
L'estructura dels sòlids	7
Líquids	14
Solucions	5
Reaccions en fase gasosa	5
Equilibri àcid-base	7
Producte de solubilitat i formació de complexos	8
Reaccions d'oxidació-reducció	7
Electroquímica	9
Termodinàmica química	3
Cinètica química	16
Química nuclear	1
La química del carboni	17
Polímers naturals i sintètics	7

Ruta d'accés: Purdue University - Academics - West Lafayette Campus - Academic Programs - Science - Departments - Chemistry - Chemistry Links - Academic Programs - Courses - General Chemistry - The General Chemistry Help Homepage - Lecture Demonstration Movie Sheets

En total hi ha 160 vídeos diferents, de cadascun dels quals s'ofereixen dues versions de diferent mida. La més gran té millor qualitat d'imatge, però requereix un temps de descàrrega superior. La majoria no inclouen so. Tenen una durada entre sis segons i un minut i mig. Les imatges són força nítides. Requereixen, però, la lectura dels fulls amb la descripció de les demostracions per contextualitzar-los i comprendre'ls d'una manera completa. La informació sobre la preparació de les demostracions està extreta de *Lecture Demonstration Manual*, de Bodner, Smith, Keys i Greenbow, publicat per l'editorial Wiley. No es fa cap mena de comentari sobre qüestions de copyright.

El Dr. John J. Nash manté les pàgines web dels cursos [Chemistry 125](#) i [Chemistry 126](#), en què, a més de les informacions habituals corresponents al desenvolupament del curs, es poden trobar diversos recursos accessibles en línia. En la secció *links* hi ha una sèrie de recursos que han estat dissenyats per facilitar la comprensió de l'aspecte submicroscòpic de la matèria. En el quadre 9.4.1.16 es mostra el nom del recurs, així com l'adreça web.

Quadre 9.4.1.16. Purdue. Chemistry 125 i Chemistry 126.

Recursos - Chemistry 125	Adreça web
Atomic Orbitals	http://www.chem.purdue.edu/gchelp/aos/index.html
Aquation of Sodium Ion and Chloride Ion	http://www.chem.purdue.edu/gchelp/aquation/naclaq.html
Solutions	http://www.chem.purdue.edu/gchelp/solutions/
Crystal Structure Library	http://www.chem.purdue.edu/gchelp/crystals/
Molecule Library	http://www.chem.purdue.edu/gchelp/molecules/
Elements, Compounds & Mixtures	http://www.chem.purdue.edu/gchelp/atoms/elements.html
States of Matter	http://www.chem.purdue.edu/gchelp/atoms/states.html
Recursos - Chemistry 126	Adreça web
Coordination Compounds Help Page	http://www.chem.purdue.edu/gchelp/cchem/index.html
Simulation of a Chromatographic Separation	http://www.lib.rpi.edu/dept/chem-eng/Biotech-Environ/CHROMO/chroanim.html
Vibrational Models of Carbon Dioxide	http://www.chem.purdue.edu/chm126/lecture/co2.html
Vibrational Modes of Small Molecules	http://www.chem.purdue.edu/gchelp/vibs/
Ruta d'accés: Purdue University - Academics - West Lafayette Campus - Academic Programs - Science - Departments - Chemistry - Chemistry Links - Academic Programs - Courses - Chem 125 / Chem 126	

La majoria d'aquests recursos són animacions i simulacions que utilitzen el *plug-in* Chime. S'ha procurat donar una sensació de continuïtat, creant una imatge amb un estil propi, de manera que l'estudiant vagi adquirint familiaritat amb els recursos que utilitza, ja que els plantejaments audiovisuals són semblants. El disseny dels diferents recursos és molt homogeni, especialment en l'ús dels colors emprats, on destaquen els vermells i els blaus.

Alguns dels recursos continguts en Chemistry 125 són els següents:

Atomic Orbitals: es descriu el concepte d'orbital atòmic, els tipus existents (orbitals s, p, d), el concepte d'orbital híbrid i els tipus possibles (orbitals sp^2 , sp^3). S'utilitzen representacions fetes amb Chime que permeten efectuar rotacions des de tots els angles possibles, així com canviar el model de representació (models de varetes, boles i varetes). En la figura 9.4.1.99 se'n mostra la pantalla de presentació.

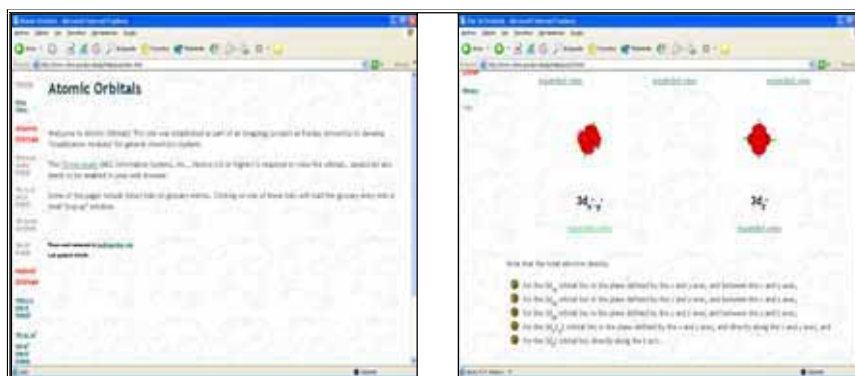


Figura 9.4.1.99. Purdue. Pantalla de presentació dels orbitals atòmics i dels orbitals d.

States of Matter: és una visualització en Chime dels tres estats de la matèria per mostrar que els sòlids, els líquids i els gasos estan formats per partícules submicroscòpiques, però que les seves propietats difereixen en les tres fases. En la figura 9.4.1.100 se'n mostra la pantalla de presentació. El seu disseny és poc convencional. Es fan servir finestres rodones, a través de les quals es veu el moviment dels àtoms en els tres estats de la matèria.

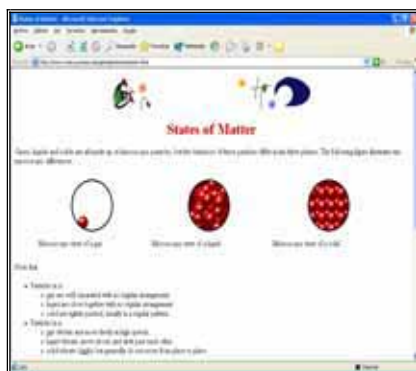


Figura 9.4.1.100. Purdue. Pantalla de presentació de States of Matter.

Aquation of Sodium Ion and Chloride Ion: es mostra l'esfera d'hidratació al voltant dels ions sodi i clor, en format Chime.

Solutions: es mostren en els aspectes submicroscòpics de solucions gas-gas (brom gas en argó), gas-líquid (argó en aigua), líquid-líquid (brom líquid en aigua), sòlid-líquid (clorur de sodi en aigua) i sòlid-sòlid (clorur de potassi en clorur de sodi). També es tracten els conceptes de concentració, les formes d'expressar-la, i les propietats col·ligatives de les solucions. En la figura 9.4.1.101 se'n mostra la pantalla de presentació.

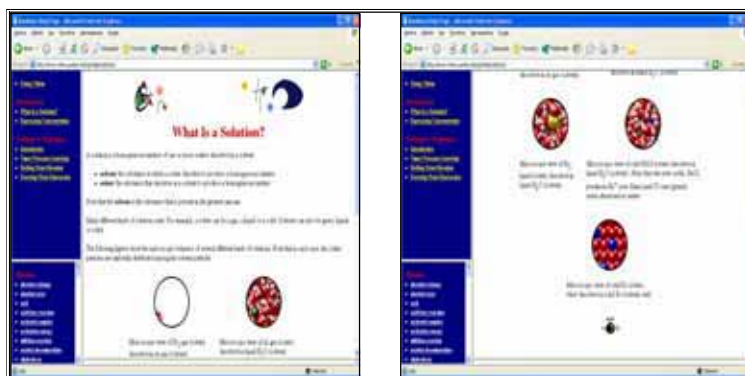


Figura 9.4.1.101. Purdue. Pantalles de presentació de l'esfera d'hidratació dels ions clor i sodi i de diverses solucions.

Crystal Structure Library: es mostren els tres tipus de cel·les cristal·lines bàsiques (cúbica simple, cúbica centrada en el cos, cúbica centrada en les cares), les estructures (en estat sòlid) de vint-i-set compostos diferents (iònics, covalents) en format Chime. Es poden realitzar rotacions de les estructures per observar-les des de diferents punts de vista, i també es pot canviar el model emprat (varetes, boles i varetes, compacte). En la figura 9.4.1.102 se'n mostren algunes pantalles de presentació.

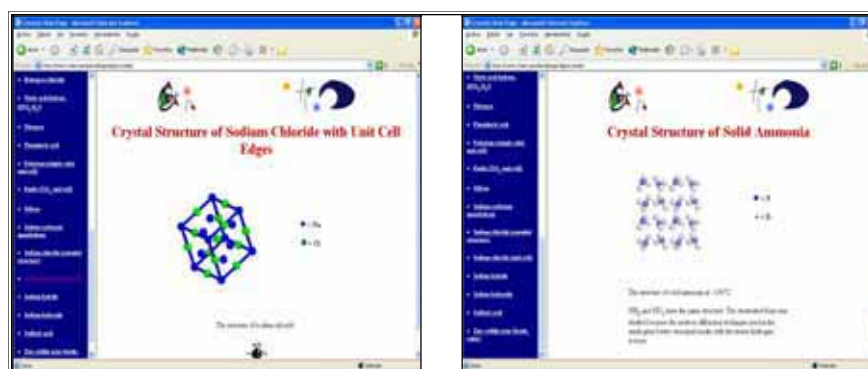


Figura 9.4.1.102. Purdue. Pantalla de la Crystal Structure Library i de l'estructura cristal·lina de l'amoníac en estat sòlid.

Molecule Library: es mostren les estructures tridimensionals de 409 molècules en format Chime. Estan classificades en tres apartats: molècules que contenen carboni, molècules que no contenen carboni i complexos de coordinació. És interessant que, a més del nom dels compostos i les seves fórmules químiques (molecular, estructural i tridimensional), també hi ha un arxiu QuickTime de cada molècula que conté la gravació sonora del nom del compost. La veu està en anglès.

Elements, Compounds & Mixtures: es mostra l'estat físic des del punt de vista particular d'alguns elements en estat gasós (argó, nitrogen), de l'aigua i una mescla de dos elements i un compost (argó, nitrogen i aigua).

Alguns dels recursos continguts en Chemistry 126 són els següents:

Coordination Compounds Help Page: a través d'estructures tridimensionals en format Chime, es tracten els conceptes relacionats amb els compostos de coordinació: què són, quines estructures formen, isomeria, etc.

Vibrational Models of Carbon Dioxide: es mostren les quatre formes de vibració molecular de la molècula de diòxid de carboni. Pot ser emprat per introduir els estudiants en el concepte de les vibracions d'enllaços.

Vibrational Modes of Small Molecules: arxius en format Chime de les vibracions moleculars de vint-i-vuit molècules petites. Pot ser emprat després de veure els modes de vibració de la molècula de CO_2 i de manera conjunta amb la interpretació dels espectres d'infraroig de les molècules que es visualitzen.

Simulation of a Chromatographic Separation: és un programa Java que mostra una animació sobre la forma en què té lloc la separació dels components d'una mescla, a mesura que són eludits en una columna cromatogràfica. És molt simple però pot ser útil per introduir els estudiants en el tema d'una forma gràfica i fàcilment comprensible.

A més, dins l'apartat d'ajuda de Chemistry 125 i 126, hi ha **Visualization and Problem Solving for General Chemistry**, un recull de recursos creats pel catedràtic William R. Robinson i pel Dr. John J. Nash. La majoria es poden trobar en el curs Chemistry 125 del Dr. Nash. Entre els materials diferents dels descrits anteriorment, s'hi poden trobar:

Liquids: descripció de les característiques dels líquids emprant imatges creades amb Chime en les quals es mostra l'aspecte submicroscòpic d'una substància líquida en equilibri amb el seu vapor. Es fa servir el mateix plantejament gràfic emprat en States of Matter: mitjançant finestres rodones per presentar la matèria en l'aspecte submicroscòpic. En la figura 9.4.1.103 se'n mostra la pantalla de presentació.



Figura 9.4.1.103. Purdue. Pantalla de presentació de Liquids.

The S_N2 Reaction Mechanism: mostra una animació del mecanisme de la reacció de substitució nucleofílica bimolecular.

VSPER: per entendre la teoria de la repulsió electrònica del nivell de valència.

The Pi Molecular Orbitals of Benzene: es visualitzen els sis orbitals moleculars de tipus π de la molècula de benzè.

¹H RMN Spectra of Small Molecules: es mostren les estructures, el nombre de pics previstos, el valor del desplaçament i l'espectre resultant de trenta-tres compostos d'ús habitual als laboratoris químics. En la figura 9.4.1.104 es mostren diverses pantalles de presentació de l'espectre ¹H RMN del 1-Propanol.

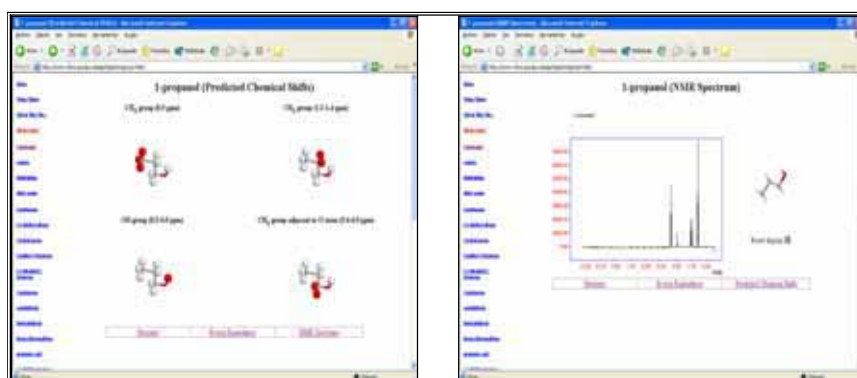
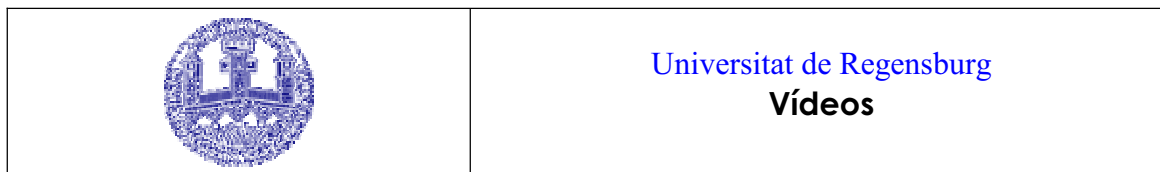


Figura 9.4.1.104. Purdue. Pantalles corresponents a l'estructura i a l'espectre ¹H RMN del 1-Propanol.



Dins de l'[Institute für Organic Chemistry](#), de la Universitat de Regensburg (Alemanya), Peter Keusch —que n'és el director— manté una pàgina web amb diversos recursos per a la docència. Conté un recull de demostracions de reaccions químiques orgàniques gravades en vídeo i d'experiments realitzats a microescala. En la figura 9.4.1.105 se'n mostra la pantalla de presentació.



Figura 9.4.1.105. Regensburg. Pantalla de presentació de l'*Institute für Organic Chemistry*.

Dins de l'apartat anomenat Vídeos s'accedeix als recursos següents:

Organic Chemistry Demonstration on Video - Chemistry Visualized: és un recull de demostracions de reaccions de química orgànica, gravades en vídeo i digitalitzades en format MPEG. Cadascuna de les demostracions va acompanyada d'una descripció completa de l'experiment, amb els materials i l'equipament necessaris, mesures de seguretat, el procediment experimental detallat, els resultats, algunes imatges estàtiques de l'experiment, una discussió de la reacció que té lloc i, fins i tot, alguns enllaços que poden complementar la informació relacionada amb la reacció efectuada. En la figura 9.4.1.106 se'n mostra la pantalla de presentació.

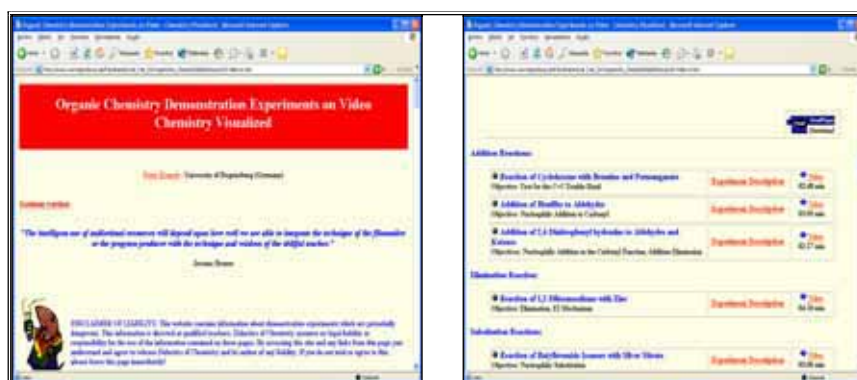


Figura 9.4.1.106. Regensburg. Pantalla de presentació d'*Organic Chemistry Demonstration on Video - Chemistry Visualized*.

Les demostracions es fan en primer pla, i es procura no mostrar el rostre dels experimentadors per tal que siguin al màxim de neutres possible i que sigui l'experiment el que capti l'atenció dels estudiants. Els vídeos estan ben realitzats i les imatges són molt nítides. En la figura 9.4.1.107 se'n mostren algunes imatges.

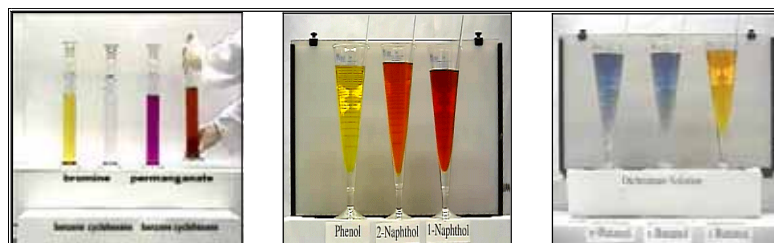


Figura 9.4.1.107. Regensburg. Imatges de les demostracions: reaccions del ciclohexè, formació de compostos azoics i oxidació dels butanols isòmers.

Les demostracions no van acompanyades de so, cosa que constitueix un greu defecte. En canvi, s'adjunten rètols amb els noms dels reactius. El sistema de retolació mostra una certa diversitat: des de sistemes manuals (paper amb el nom del producte situat a sota del recipient que el conté) fins a sistemes d'edició realitzats amb posterioritat a la gravació dels vídeos. Cal destacar l'important paper que tenen els rètols. D'una banda contribueixen a entendre el que s'està veient, i de l'altra ajuden a fixar l'atenció de l'estudiant. De totes maneres, cal anar amb compte perquè n'hi ha algun en què la col·locació de les etiquetes no sembla la més adequada per facilitar la comprensió, ja que no se sap ben bé a quin recipient es refereix, i això pot ser font d'algun error d'interpretació per part dels estudiants.

En total hi ha cinquanta-un vídeos amb una durada entre 1 i 7 minuts. En el quadre 9.4.1.17 es mostren els temes en què estan agrupats els vídeos de l'apartat de química orgànica i el nombre disponible de cadascun.

Quadre 9.4.1.17. Regensburg. Organic Chemistry Demonstration. Vídeos.

Vídeos de química orgànica	Nombre de vídeos
Reaccions d'addició	3 (+ 2 de química orgànica en microescala)
Reaccions d'eliminació	1
Reaccions de substitució	4
Reaccions redox	5
Tautomeria cetoenòlica	1
Àcids carboxílics i derivats	3
Radicals i ions radical	4
Colorants	6
Enzims	2
Síntesi de polímers	3
Tecnologia química	2
Reaccions característiques	5
Mètodes de separació cromatogràfics	2
Cinètica	3
Química de la vida quotidiana	3
Química "màgica"	4
Ruta d'accés: Universität Regensburg - English Pages - Natural Sciences IV - Chemistry - Teaching - Institutes - Institute of Organic Chemistry - Akad. Dir. Peter Keusch - Videos - Lecture Demos	

Com que són vídeos en format *streaming* es van descarregant i reproduint sense haver d'esperar que s'acabi la descàrrega. Aquest fet, que és un avantatge per no saturar l'ample de banda de la connexió a Internet, té un inconvenient seriós: no és fàcil localitzar una imatge determinada. Es poden deixar en pausa en un punt concret mentre s'estan visualitzant per observar alguna imatge amb més detall, però en avançar o retrocedir costa de localitzar una imatge.

Les demostracions preparades il·lustren aspectes importants de la química (tipus de reaccions, colorants, productes de síntesi, química de la vida diària) i utilitzen substàncies o equipament que poden ser perillosos o causar problemes de residus. Els experiments són amigables, en el sentit que no requereixen equipaments gaire sofisticats.

Les descripcions dels experiments contenen prou base teòrica per situar els estudiants en el context teòric de l'experiment. Estan dissenyades perquè s'assemblin a les que es poden desenvolupar de forma real al laboratori. Estan pensades perquè els estudiants les visionin a través de l'ordinador i les revisin les vegades que calgui.

En general, els vídeos que contenen experiments poden ajudar els estudiants en l'aprenentatge de la química. Els permeten veure experiments que no podrien dur a terme al laboratori per raons de seguretat o d'habilitat personal, perquè requereixen aparells cars o perquè disposen de materials o recursos limitats (com ara el nombre de vitrines de gasos).

Encara que els mitjans tecnològics poden proporcionar experiències molt valuoses, no es pot oblidar que l'aprenentatge de determinats aspectes de la química requereix la pràctica física en un laboratori. Sota certes circumstàncies, la presentació d'experiments en vídeo pot ser d'utilitat. Per exemple, en el cas d'experiments que tarden molt de temps a completar-se, els vídeos formats mitjançant la selecció d'algunes seqüències representatives en poden mostrar els aspectes més rellevants. Els vídeos en què apareixen detalls en primer pla (despreniment de gasos, interfícies entre líquids immiscibles, formació de precipitats, canvis de coloracions) ajuden els estudiants a l'hora de captar detalls que potser els passarien desapercebuts al laboratori.

Dins l'apartat Projection s'accedeix als recursos següents:

Organic Chemistry Microscale Projection Experiments. Chemistry in Miniature: es tracta d'un recull de gravacions en vídeo sobre experiments realitzats a microescala, utilitzant un projector modificat. En la figura 9.4.1.108 se'n mostren algunes imatges.



Figura 9.4.1.108. Regensburg. Imatges a microescala del test de detecció de l'enllaç $C=C$ d'alguns i de l'oxidació d'alcohols isòmers.

No és gaire freqüent trobar aquesta mena de recursos a Internet. De fet, aquest és l'únic que s'ha localitzat. Per tal que la projecció a microescala tingui efectes didàctics, cal tenir en compte determinats aspectes relacionats amb la posada en escena experimental, com ara:

La localització del projector: la distància entre la pantalla i el projector ha de ser de 2,5 m; també cal considerar la distància focal de l'objectiu del projector per aconseguir una mida d'imatge adequada (es recomana emprar-ne un de 100 mm per obtenir una imatge de 0,9 m).

La nitidesa de la imatge projectada: les làmpades halògenes utilitzades en la projecció permeten que siguin emprades sense necessitat d'enfosquir l'aula.

L'angle de projecció: cal tenir en compte que la imatge està projectada de forma inclinada. Si els angles són molt extrems, les imatges es podrien veure distorsionades.

La preparació de l'experiment: els estudiants han de poder veure totes les activitats que es realitzen en la preparació de l'experiment.

Alguns avantatges de la projecció a microescala dels experiments són: es requereixen només petites quantitats de productes químics; l'equipament experimental és molt simple; el volum de residus és molt reduït, amb la qual cosa els problemes generats són molt baixos comparats amb els experiments tradicionals al laboratori (segueix els principis de desenvolupar una «química verda»); el procediment experimental és molt simple; els canvis es produeixen en períodes de temps curts; els estudiants concentren l'atenció en menys aspectes (reducció de la sobrecàrrega cognitiva); l'apreciació dels detalls de la reacció és molt elevada.

Aquesta mena de representacions també presenten desavantatges: no tots els experiments són susceptibles de ser presentats d'aquesta manera (formació de precipitats molt foscos, opacs, reaccions molt llargues, reaccions que requereixen ser escalfades, etc.); es perd el contacte estimulador amb els aparells i els productes de laboratori químic; no es veu tot el procés involucrat en la preparació i el disseny de l'experiment, i finalment, la rapidesa amb què tenen lloc pot influir negativament en el procés d'abstracció dels fenòmens observats i, per tant, dificultar-ne l'aprenentatge. No s'haurien de fer servir mai com a únic sistema d'aprenentatge, i cal que es combinin amb altres estratègies que permetin complementar les mancances descrites. Però són interessants i cal considerar-les si es vol fer un ensenyament d'acord amb els principis de la «química verda», és a dir, minimitzar al màxim la producció de residus, reduir el consum de productes químics, entre altres consideracions.



Universitat de Sheffield
Vídeos – Animacions

Dins el [Departament de Química](#) de la Universitat de Sheffield (Anglaterra) s'ofereixen recursos audiovisuals d'utilitat per als estudiants en l'aprenentatge de la química. Els més destacats són: WebElements, Orbitron, Chemputer i Chemdex.

WebElements: és una taula periòdica interactiva que va ser creada l'any 1993 pel [Dr. Mark J. Winter](#). Té com a objectiu ser una font d'informació química d'elevada qualitat sobre la taula periòdica a través del web. N'hi ha dues versions, la professional i l'escolar, anomenada [Webelements Scholar Edition](#), que ha estat dissenyada especialment per a estudiants d'escoles i universitats, i que conté menys dades que la professional. En la figura 9.4.1.109 es mostra la pantalla de presentació de la versió per a professionals.

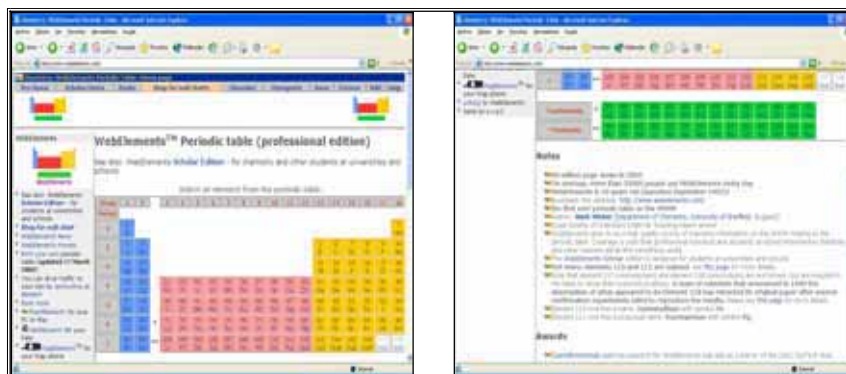


Figura 9.4.1.109. Sheffield. Pantalla de presentació del WebElements (versió professional).

En seleccionar un element clicant a sobre del lloc que ocupa en la taula periòdica es poden veure totes les dades de l'element que han estat incloses en la taula. En la figura 9.4.1.110 es mostra la pantalla de presentació corresponent al liti.



Figura 9.4.1.110. Sheffield. Imatges de la pantalla corresponent al liti.

També es pot accedir a l'índex de l'element i escollir veure només la propietat o dada que ens interessa. La pàgina de l'índex està dividida en tres marcs.

En el marc de l'esquerra es mostra el contingut de l'índex en una classificació per categories (dades bàsiques, usos, localització geològica i biològica, reactivitat, propietats electròniques, propietats físiques, cristal·lografia, propietats nuclears). En el marc central es troben totes les propietats llistades per ordre alfabètic. En el marc de la dreta apareixen enllaços diversos relacionats amb l'element, i també una llista d'alguns dels compostos coneguts de l'element, dels quals també es proporciona una informació molt completa.

Aquesta taula periòdica també pot ser útil a qualsevol estudiant d'altres especialitats que estigui interessat o relacionat amb la química. Segons l'autor, rep entorn de 35.000 visites diàries. L'any 2003 va rebre prop de 60 milions de visites.

A més de la informació associada als elements químics, en la pàgina es manté un fòrum de diàleg, amb notícies, anuncis, rectificacions i novetats relacionades amb el contingut de la pàgina. Ha rebut nombrosos guardons per part d'institucions acadèmiques de reconeguda importància, com ara la Royal Society of Chemistry (RSC), el Scientific American, l'Institute for Scientific Information (ISI) i l'American Library Association, Britannica, entre d'altres.

En la majoria d'elements s'inclouen fotografies que en mostren l'aspecte físic. En alguns, tot i que no són gaires, es mostra també un vídeo que permet veure algun exemple de la seva reactivitat.

La inclusió de material audiovisual dinàmic no és un aspecte que s'hagi tingut gaire present, malgrat que oferiria una visió complementària molt útil sobre la reactivitat química dels elements i altres fenòmens fisicoquímics.

Únicament hi ha sis vídeos (associats als elements Mg, Cr, K, Cu, Ag, I i Ti), que es poden visualitzar o descarregar per visionar-los en un altre moment. N'ofereixen dues versions, una que utilitza el *plug-in* QuickTime i una altra que fa servir Real Player. La qualitat de les imatges és molt millor amb la versió per a Real Player, cosa que pot ser deguda al procés de digitalització i/o compressió posterior. En la figura 9.4.1.111 se'n mostren algunes imatges.



Figura 9.4.1.111. Sheffield. Imatges d'alguns dels vídeos de WebElements.

Tots els vídeos porten so incorporat, que correspon al que originen els mateixos processos químics. A més de cada element hi ha un arxiu amb una gravació sonora de veu en la qual es pronuncia el nom del compost (permet escollir entre una veu femenina o masculina) i una petita descripció de l'element (amb veu femenina). L'idioma emprat és l'anglès.

Mark Winter també és l'autor d'altres recursos per a l'ensenyament de la química, entre els quals hi ha els següents:

The Orbitron: és una col·lecció d'orbitals atòmics, híbrids i moleculars que es poden visualitzar a través del web. Mostra imatges que representen orbitals atòmics i moleculars, dibuixos animats de funcions d'ona i de densitats electròniques, dibuixos de punts de densitats electròniques realitzats amb Chime, dibuixos de funcions de distribució radials i les equacions de les funcions d'ona. Va ser creada per Mark Winter l'any 2002. En la figura 9.4.1.112 se'n mostra la pantalla de presentació i la que conté les representacions dels orbitals 4f.

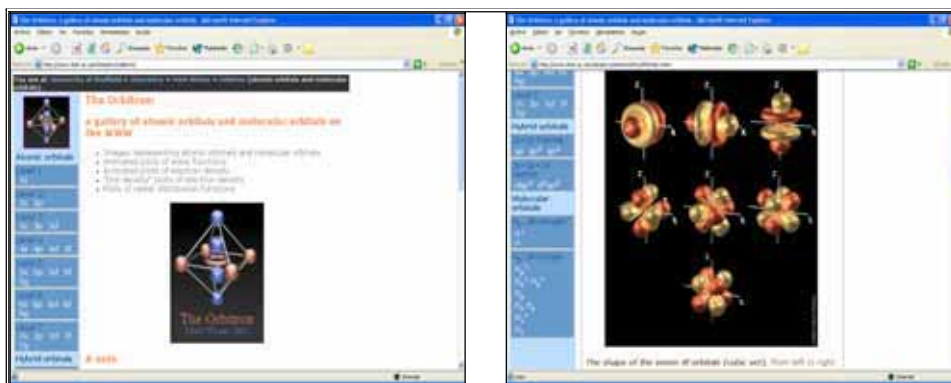


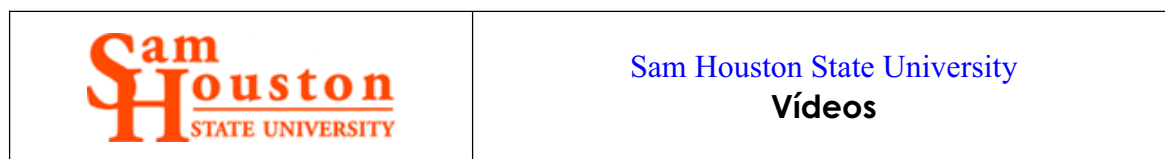
Figura 9.4.1.112. Sheffield. Pantalla de presentació de The Orbitron i de les representacions dels orbitals 4f.

Permet observar d'una forma molt clara i entenedora conceptes relacionats amb el caràcter submicroscòpic de la matèria. Pot ser molt útil per entendre les qüestions relacionades amb l'estructura i la geometria de les molècules.

Chemdex: és un directori d'enllaços a recursos relacionats amb la química presents al web. Funciona des de l'any 1993. No es dona cap mena d'informació sobre la forma en què són seleccionats i ordenats. El novembre de l'any 1994 contenia enllaços a 7.198 recursos, organitzats en tretze categories: química, comunicació química, companyies, compostos, molècules, elements, laboratoris i agències governamentals, societats educatives, miscel·lània, gent, portals, llocs d'enllaços i clubs, la taula periòdica, departaments d'universitats (Estats Units i Gran Bretanya), WWW software i estàndards.

Chemputer: és una pàgina que conté enllaços a calculadors interactius relacionats amb temes de química i accessibles a través del web.

Alguns d'aquests encara estan en fase experimental (exp.): [Isotope Patterns](#), [Element percentages](#), [Reaction yields](#) (exp.), [Oxidation state](#), [Electron accountancy](#), [VSEPR](#) (exp.), [MLXZ](#) (exp.).



Dins el [Departament de Química](#) de la Sam Houston State University (SHSU) hi ha [Experimental Chemistry](#), un recull de materials relacionats amb les activitats acadèmiques i de recerca. Un dels recursos audiovisuals que conté per donar suport a l'ensenyament de la química és [Chemistry-Based](#), que és un recull d'animacions creades per Thomas G. Chasteen l'any 2000. Tenen com a objectiu donar suport a l'ensenyament dels conceptes químics del primer curs de llicenciatura. En la figura 9.4.1.113 se'n mostra la pantalla de presentació.



Figura 9.4.1.113. SHSU. Pantalla de presentació de Chemistry-Based.

Conté animacions fetes amb ordinador de moltes de les tècniques instrumentals més habituals als laboratoris de química. En la figura 9.4.1.114 se'n mostren algunes imatges.



Figura 9.4.1.114. SHSU. Imatges d'algunes de les animacions de Chemistry-Based.

S'ofereixen en diversos formats, i en molts casos és possible escollir entre una versió en format QuickTime, en GIF animat o en Shockwave Flash. La mida dels arxius en versió Flash és molt inferior a la corresponent versió en GIF animat. Alguns dels vídeos QuickTime no tenen so per alleugerir la mida dels arxius. Per això, d'alguns es proporciona l'àudio de la narració de forma independent a la gravació de vídeo.

Estan agrupades segons el nom de la tècnica per a la qual van estar dissenyades. En el quadre 9.4.1.18 es mostren les tècniques sota les quals estan agrupades les diverses animacions.

Quadre 9.4.1.18. SHSU. Chemistry-Based. Animacions.

Tècnica instrumental	Format disponible de l'animació			
	QuickTime	Schockwave	GIF animat	Àudio
Electroforesis	Capillary electrophoresis injection evaluation	X	—	—
	Gel electrophoresis	X	X	—
	Capillary electrophoresis	X	X	—
	Modes of capillary electrophoresis	X	X	—
Spectroscopy	Photomultiplier tube	X	X	X
	The photoelectric effect	X	X	—
	How a grating works	X	X	—
	Tuneable monochromator	—	X	X
	A double beam specrophotometer	—	X	X
	X-ray absorption spectroscopy	X	X	—
	Inductively coupled plasma spectrometer	X	X	—
	Hydride generation atomic absorption	X	X	X
	Atomic absorption spectroscopy	X	X	X
Chromatography	Gas chromatography/Mass specrometry 1	X	X	—
	Selected ions monitoring GC/MS	X	X	—
	Gas chromatography/Mass specrometry 2	—	X	X
	GC with split / splitless injection	X	X	—
	Gas Chromatography	—	X	X
	Flame ionization detector	X	X	X
	6-port HPLC injection	X	X	X
	Solvent focussing in GC	X	X	X
	The electron capture detector	—	X	X
	Pulsed flame photometric detector	—	X	X
	Atomic emission detector	—	X	X
Chemiluminescence	Yellow chemiluminescence	—	—	—
	Orange chemiluminescence	—	—	—
	A modest chemiluminescence movie	—	—	—
Miscellaneous	Titration	—	X	—
	Atmospheric chemistry	X	X	X
	Rutheford's Gold foil experiment	—	X	X
	Ozone's problem with stratospheric clouds	—	X	—
	Copper amine complex formation	X	X	—
	A VR Laboratory image	—	—	—
	Reduction mechanism of oxyanions of Se	—	X	X

Ruta d'accés: Sam Houston State University - Academics - Arts & Sciences - Undergraduate Links (Dept. Sites) - Chemistry - Information - Experimental Chemistry - Chemistry Animations

Dins la secció Experimental Chemistry també hi ha la [Chemiluminescence Home Page](#). Conté vídeos gravats pel Dr. Thomas G. Chasteen l'any 2002, en format QuickTime, de reaccions químiques que donen lloc a productes luminescents. En la figura 9.4.1.115 es mostra la pantalla des de la qual es poden visualitzar aquests vídeos.



Figura 9.4.1.115. SHSU. Pantalla de presentació de la Chemiluminescence Movies.

S'obtenen diverses coloracions, grogues, taronges i blaves, utilitzant productes de partida diferents (Luminol, TCPO). En la figura 9.4.1.116 se'n mostren algunes imatges.



Figura 9.4.1.116. SHSU. Imatges sobre quimioluminiscència.

Com a recursos complementaris s'ofereixen vídeos que permeten realitzar un recorregut mitjançant la realitat virtual (VR) en format QuickTime dels laboratoris i del campus universitari. En la figura 9.4.1.117 es mostren diverses imatges del campus i d'un dels laboratoris.



Figura 9.4.1.117. SHSU. Imatges virtuals del campus i d'un dels laboratoris.

Poden ser d'utilitat per donar una visió als futurs estudiants de les instal·lacions de què disposaran per cursar els seus estudis.



Dins el [Departament de Química Física](#) de la Universitat de Siegen (Alemanya), el [Dr. A.J. Meixner](#) manté una pàgina web que conté un [índex d'experiments](#) de laboratori gravats en vídeo. Té com a objectiu proporcionar als estudiants, o a altres persones interessades, la possibilitat de donar un cop d'ull del que es fa en el curs d'introducció a la química. En la figura 9.4.1.118 se'n mostren les pantalles de presentació.

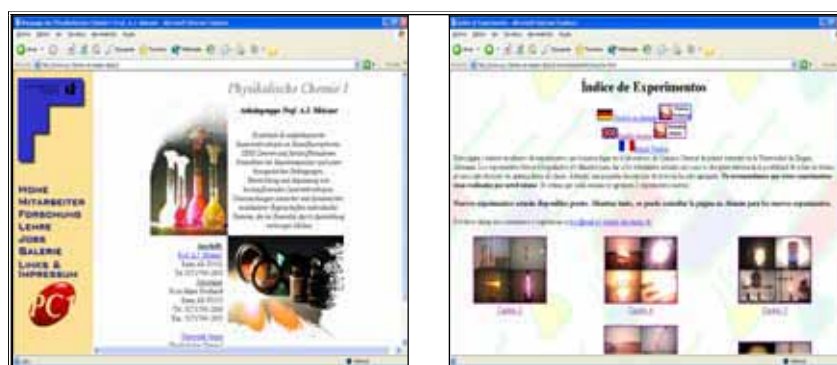


Figura 9.4.1.118. Siegen. Pantalla de presentació del Dr. A.J. Meixner i de l'índex d'experiments.

Els experiments van acompanyats d'una descripció bàsica del que té lloc, i si es tracta d'una reacció química també s'inclouen les equacions químiques corresponents. En tots els casos va precedida d'algunes imatges seleccionades de diversos moments de la realització de l'experiment. No tots els experiments contenen la corresponent gravació en vídeo, i en els casos en què s'ha realitzat, l'enllaç per accedir-hi està localitzat entre les imatges i el text. En la figura 9.4.1.119 es mostra una pantalla d'un experiment.



Figura 9.4.1.119. Siegen. Pantalla amb la descripció d'un dels experiments.

Es tracta de vídeos curts, en format MPEG, que es poden visualitzar amb Real Player. En total hi ha setze vídeos que estan classificats per capítols temàtics: taula periòdica i estructura atòmica, química inorgànica, cinètica i mecanismes de reacció, llei d'acció de masses, gasos, líquids i equilibri de fases, solucions, electroquímica i química orgànica.

En general corresponen a reaccions en les quals tenen lloc fenòmens amb canvis fisicoquímics visualment impactants. Per això s'han seleccionat experiments on tenen lloc reaccions altament exotèrmiques, canvis de coloracions, arcs elèctrics, etc. En la figura 9.4.1.120 apareixen algunes de les mostres d'imatges procedents dels vídeos que s'ofereixen des de la pàgina que conté l'índex dels experiments.

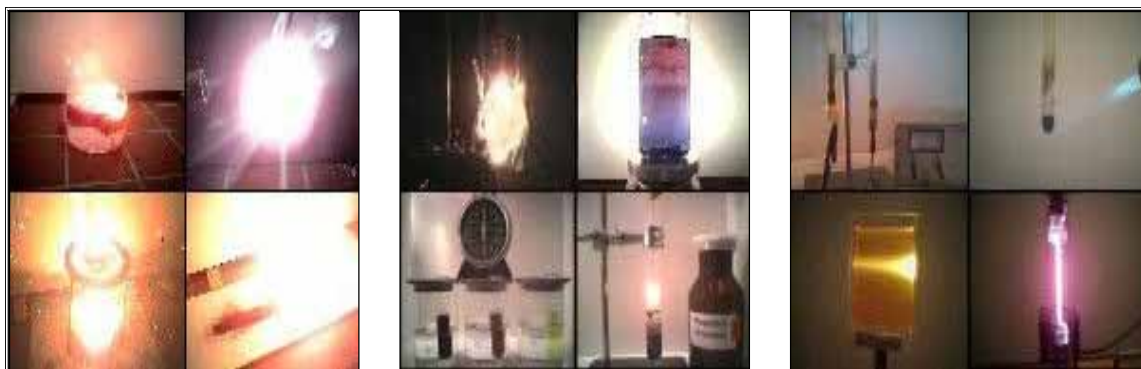


Figura 9.4.1.120. Siegen. Imatges d'experiments de química inorgànica, de cinètica i mecanismes de reacció i d'estructura atòmica.

Els autors manifesten la intenció d'afegir-hi nous materials a mesura que els vagin elaborant.

La visualització d'aquests tipus d'experiments contribueix a augmentar el ventall d'experiències a les quals poden tenir accés els estudiants. A més, com que aquests materials estan acompanyats de la corresponent descripció escrita, els estudiants tenen prou base per comprendre el que estan veient sense l'ajut del professor. Permeten l'adequació al ritme de treball de cada estudiant, que pot explorar aquests materials segons les necessitats acadèmiques, les inquietuds científiques i la disponibilitat de temps. Per tant, constitueixen un recurs on l'estudiant pot participar activament i involucrar-se en l'aprenentatge dels fenòmens o conceptes treballats.

A més de ser útils en l'aprenentatge individual, també poden ser emprats com a complement de les classes presencials i les activitats de laboratori. Qualsevol recurs de tipus audiovisual pot ser integrat en estratègies d'ensenyament multimèdia, aprofitant els desenvolupaments tecnològics actuals. De fet, les pàgines web com les que acabem de descriure constitueixen plantejaments multimèdia. El caràcter innovador i motivador d'aquests recursos pot fer que els estudiants s'hi sentin atrets. Cal considerar que en la gravació dels vídeos dels experiments hi han participat estudiants de la universitat. Aquest és un fet que cal tenir en compte. Fer que els estudiants participin en l'elaboració pot proporcionar-los una gamma molt més àmplia d'experiències de les que s'aconsegueixen habitualment amb les classes tradicionals.



Dins el [Departament de Química i Bioquímica](#) de la Universitat de Texas hi ha la secció [Resources & Movies](#), on es recullen els arxius audiovisuals que s'ofereixen mitjançant Internet. Es troben dins l'apartat Movies, a les pàgines web del Dr. Iverson i el Dr. Wyatt. En la figura 9.4.1.121 se'n mostra la pantalla de presentació.



Figura 9.4.1.121. Texas. Pantalla de la secció Resources & Movies.

El [Dr. Brent Iverson](#) manté les pàgines web dels cursos de química orgànica [Chem 610A](#) i [Chem 610B](#). En l'apartat d'Organic Movies inclou els enllaços a les animacions en format vídeo QuickTime de diverses reaccions orgàniques, d'estructures moleculars i de formació d'enllaços (covalents, pont d'hidrogen) en molècules orgàniques. En la figura 9.4.1.122 es mostren les pantalles de presentació dels cursos.

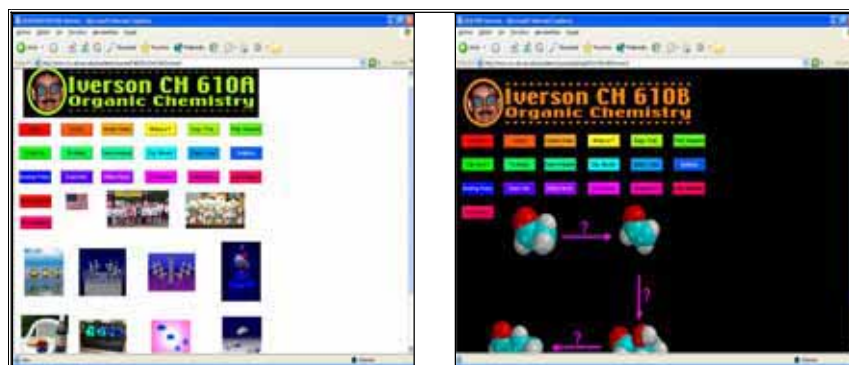


Figura 9.4.1.122. Texas. Pantalles de presentació dels cursos Chem 610A i Chem 610B.

Els vídeos de Chem 610B són dins d'[Iverson's Movie Directory](#). Són animacions fetes amb Chime de reaccions de química orgànica: substitució, eliminació, addició, substitució electròfila aromàtica, condensació, aldòlica, Claisen i Diels-Alder. Chem 610A conté les vuit animacions de Chem 610B i quatre sobre conformacions d'alcanes. En la figura 9.4.1.123 se'n mostra la pantalla de presentació.

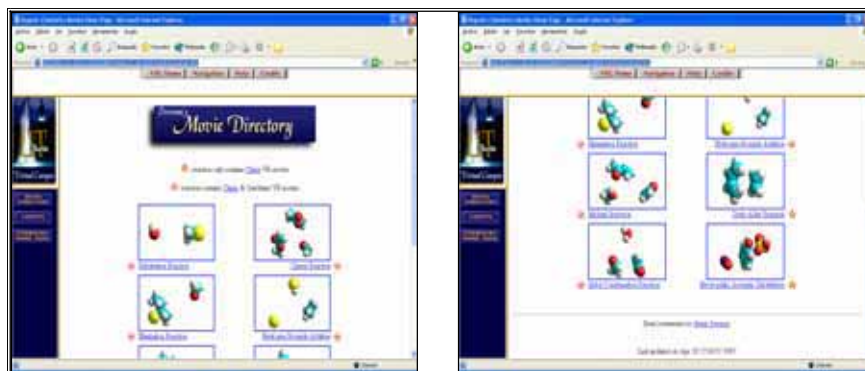


Figura 9.4.1.123. Texas. Pantalla de presentació d'Iverson's Movie Directory.

Aquestes animacions de reaccions orgàniques permeten veure la manera en què s'aproximen les molècules per reaccionar. En la figura 9.4.1.124 se'n mostren algunes imatges.



Figura 9.4.1.124. Texas. Imatges de les reaccions aldòlica, Diels-Alder, SE_{Ar} , i SN_2 .

Un aspecte molt interessant és que durant tota l'animació es veu com tots els àtoms vibren. Aquest fet és poc habitual en les animacions relacionades amb compostos orgànics representats mitjançant models moleculars. Generalment, malgrat conferir una dimensió dinàmica dels fenòmens que representen, presenten els àtoms de manera estàtica. En aquestes representacions es posa de manifest el fet que els àtoms que formen els compostos orgànics estan vibrant respecte de les seves posicions d'equilibri. Això constitueix un plantejament molt més realista del que realment succeeix.

En les representacions de les conformacions d'alguns alcans, mitjançant models moleculars, també s'ha fet el mateix plantejament que en el cas de les reaccions orgàniques descrites anteriorment. Es ressalta el caràcter dinàmic dels àtoms que formen part dels compostos orgànics, mostrant-ne les vibracions. En la figura 9.4.1.125 apareixen algunes imatges, en les quals no es posa de manifest aquest fet. Per poder-ho observar s'han de visualitzar els vídeos de les animacions.

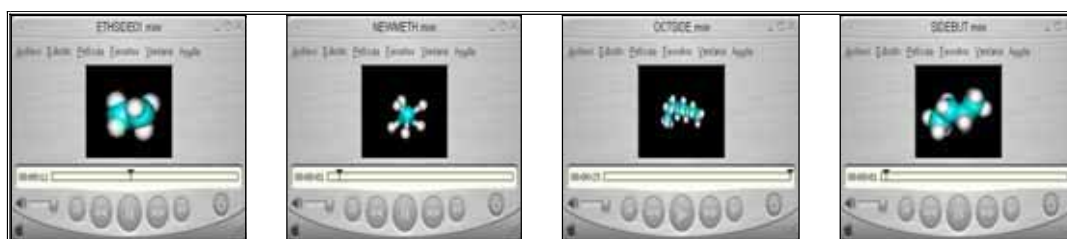


Figura 9.4.1.125. Texas. Imatges dels vídeos sobre les conformacions dels alcans.

El Dr. Iverson també ha participat en l'elaboració d'animacions sobre la formació d'enllaços covalents i sobre les forces per pont d'hidrogen intermoleculars. Es pot accedir a aquestes animacions des de la pàgina inicial del Departament de Química, en la secció Resources & Movies. El recull d'animacions s'anomena [Organic Chemical Reactions](#) i estan realitzades seguint els mateixos criteris amb què s'han elaborat les animacions de les reaccions orgàniques descrites anteriorment. En la figura 9.4.1.126 se'n presenten algunes imatges.

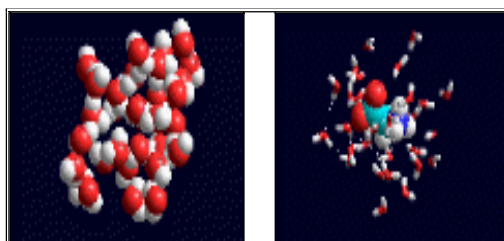


Figura 9.4.1.126. Texas. Imatges d'animacions de forces intermoleculars.

En la seva pàgina web, el [Dr. Wyatt](#) mostra animacions realitzades emprant càlculs efectuats amb programes de química computacional. Representen fluxos d'energia en les molècules, trajectòries i dinàmiques moleculars. Han estat dutes a terme per Todd J. Minehart, Robert E. Wyatt i J. David Adcock. Il·lustren d'una forma molt diferent a l'habitual les vibracions moleculars i les reaccions químiques. En la figura 9.4.1.127 se'n mostren algunes imatges.

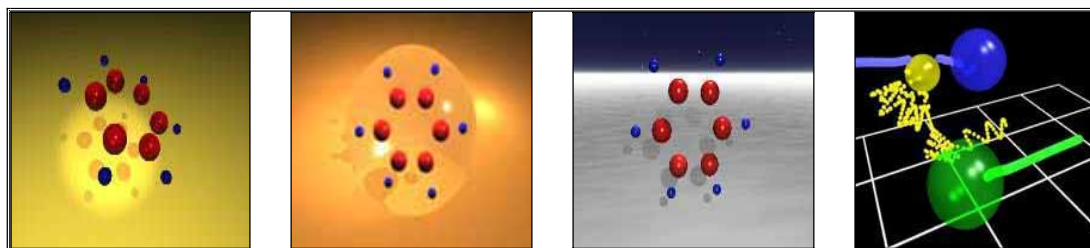
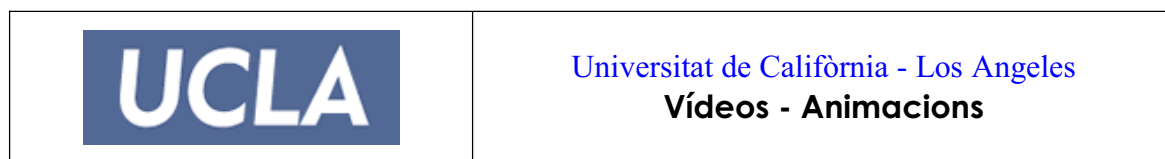


Figura 9.4.1.127. Texas. Animacions que mostren la dinàmica vibracional de la molècula de benzè i dels càlculs de la trajectòria d'una reacció química.

Aquests tipus de recursos poden ser molt interessants perquè els estudiants tinguin una visió del que s'està desenvolupant en el camp de les investigacions avançades, com és el cas de la química computacional. A més, permeten veure altres formes de representació dels compostos orgànics més complexes. Evidentment, no és recomanable per a estudiants novells, però sí per als que ja hagin superat l'etapa introductòria i estiguin cursant química orgànica o química física.



UCLA és un dels deu campus que té la Universitat de Califòrnia distribuïts per tot l'estat de Califòrnia. Dins la secció Serveis del Campus, en Instructional Development, hi ha l'Office of Instructional Development (OID), que dona suport i promou l'ús efectiu de les actuals metodologies i tecnologies educatives emergents. La secció de fets i projectes especials inclou l'apartat WebCast, que és el centre de producció i arxiu de documents audiovisuals relacionats amb activitats del campus que puguin ser importants o interessants. En la figura 9.4.1.128 se'n mostren les pantalles de presentació.

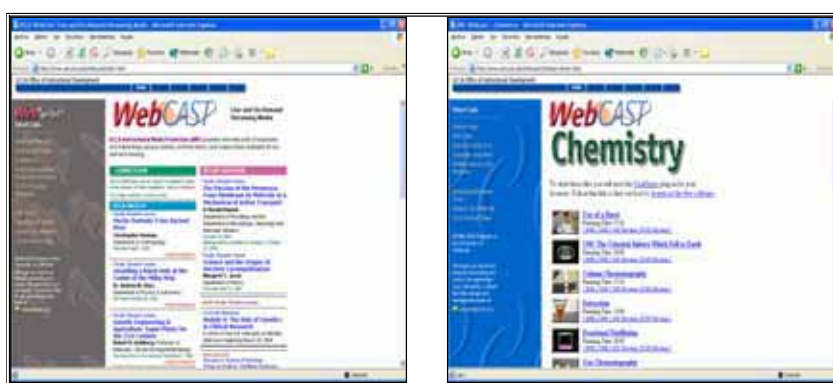


Figura 9.4.1.128. UCLA. Pantalles de presentació de WebCast i de WebCast Chemistry.

Dins l'apartat Coming Soon hi ha els arxius de fets i activitats dutes a terme. Com a material relacionat amb els cursos que s'imparteixen trobem un recull de catorze vídeos que il·lustren tècniques, principis i procediments que es fan servir en la química general i orgànica. En la figura 9.4.1.129 es mostren algunes imatges que corresponen a l'inici d'algun dels vídeos.



Figura 9.4.1.129. UCLA. Imatges dels vídeos sobre tècniques i procediments de laboratori.

Tots els vídeos tenen so i una introducció musical que acompanya el títol de cadascun i que pot arribar a cansar perquè dura massa. Els efectes musicals no tenen el mateix efecte si són viscuts en directe que si es tracta de vídeos visualitzats a través d'una pàgina web. Una introducció musical llarga té el mateix efecte que l'espera quan s'està descarregant un arxiu o una pàgina web. Hi ha estudis que mostren que els usuaris d'Internet no estan disposats a esperar més de deu segons per a una descàrrega. El fet que hi hagi aquesta introducció pot inhibir els estudiants a l'hora de visionar els vídeos.

L'idioma en què es donen les explicacions és l'anglès. Són vídeos llargs: entre 13 i 50 minuts. Per això s'ofereix la possibilitat de descarregar-ne una versió comprimida més curta, que encara que no té la mateixa qualitat d'imatge estalvia temps de descàrrega i ocupa menys espai a l'ordinador en cas que vulguem guardar-la. S'ofereixen fins a quatre opcions de descàrrega (220 K, 150 K, 56 K, 28,8 K). En el quadre 9.4.1.19 es mostren els diversos vídeos i el temps de durada.

Quadre 9.4.1.19. UCLA. WebCast Chemistry. Vídeos sobre tècniques de laboratori.

Vídeos	Durada minuts:segons
Use of a Buret	17:23
Column Chromatography	15:14
Extraction	13:00
Fractional Distillation	20:00
Gas Chromatography	17:00
Infrared Spectroscopy	15:32
Melting Point Determination	17:15
Use of a Pipet	14:00
Recrystallization	21:00
Safety	19:00
Simple Distillation	12:00
Solution Preparation	19:13
Spectrophotometric Analysis	14:39
Thin Layer Chromatography	12:43
Ruta d'accés: University of California - Campuses - Los Angeles - Services - Campus Services - Office of Instructional Development (OID) - Events and Special Programs - WebCast - Coming Soon - Archives - Course related - Chemistry Series	

Els vídeos han estat digitalitzats en format *streaming video* i requereixen el *plug-in* Real Player per ser visualitzats. No ocupen pràcticament memòria a l'ordinador, ja que es van descarregant del servidor on estan allotjats a mesura que es veuen. Malgrat els avantatges, té l'inconvenient que dificulta la localització d'alguna imatge en concret. Permet fer una pausa i poder observar amb detall una determinada imatge. Els botons per anar al començament o al final també estan inactius.

Dins de WebCast també hi ha altres recursos audiovisuals, com ara conferències. Es poden trobar en les seccions Faculty Research Lectures i Faculty Conferences on Teaching, i també poden ser visualitzades o descarregades a través de la web. Per exemple, conté una conferència pronunciada pel catedràtic Harold Kroto, de la Universitat de Sussex (Gran Bretanya), sobre fullerenes, de l'abril de 1993. En algunes ofereixen diverses versions per descarregar; es pot optar per descarregar el vídeo sencer o una versió que únicament conté l'àudio.

Al [Departament de Química i Bioquímica](#), el grup de recerca del [Dr. Yves F. Rubin](#) es dedica a estudiar la química dels fullerenes, en especial del C₆₀. En la secció d'ensenyament trobem les pàgines web dels diversos cursos que imparteix. Dins del curs de química orgànica [Chem 30C](#) es pot consultar la pàgina web dedicada a la visualització de les estructures tridimensionals d'alguns [n]-anulens. Conté la gravació en vídeo QuickTime d'algunes animacions. En la figura 9.4.1.130 n'apareixen algunes imatges.

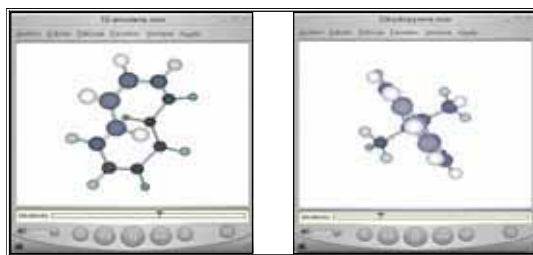


Figura 9.4.1.130. UCLA. Imatges d'animacions d'alguns $[n]$ -anulens representatius.

També hi ha les estructures en Chime de quatre anulens que poden ser explorades de forma interactiva (es poden fer girar emprant el cursor del ratolí, se'n pot parar el moviment per observar-les en detall, es pot canviar el model molecular emprat). Proporcionen un sistema molt adequat per al treball individual de l'estudiant. De cadascuna de les estructures hi ha un arxiu amb l'animació de l'estructura tridimensional que li correspon. Les imatges estan fetes en blanc i negre, i són molt nítides. Són molt útils per veure la geometria d'aquestes molècules.

En la pàgina web del curs Chem 30C també hi ha un vídeo d'una animació on es mostren els modes de vibració d'un enllaç C-C de la molècula de benzè i l'estructura tridimensional d'un compost aromàtic policíclic. En la figura 9.4.1.131 se'n mostren algunes imatges.



Figura 9.4.1.131. UCLA. Imatges dels vídeos de vibracions moleculars i de l'estructura molecular del Binap.



Universitat d'Illinois a Chicago
Vídeos - Animacions

Dins el [Departament de Química](#) de la Universitat d'Illinois a Chicago (UIC) està allotjada la pàgina web de [Lee Marek](#). L'any 2003, l'[American Chemical Society](#) va atorgar-li el [Helen M. Free Award](#) per ajudar la gent a entendre la relació de la química amb la vida quotidiana. Durant tota la seva carrera ha ajudat els professors, els estudiants i el públic en general a entendre i a gaudir de la química. També va portar a terme altres activitats, entre les quals destaquen les aparicions televisives en *The Late Show with David Letterman*, en què va participar més de vint vegades (fent demostracions en directe) entre 1990 i l'any 2002. Aquest programa televisiu va arribar a ser finalista del National Emmy Awards de l'any 1991. També va participar en molts programes radiofònics i va fer demostracions en directe en cadenes televisives com la CBS, l'ABC, la FOX i l'NBC. En la figura 9.4.1.132 se'n mostren dues de les pantalles de presentació.

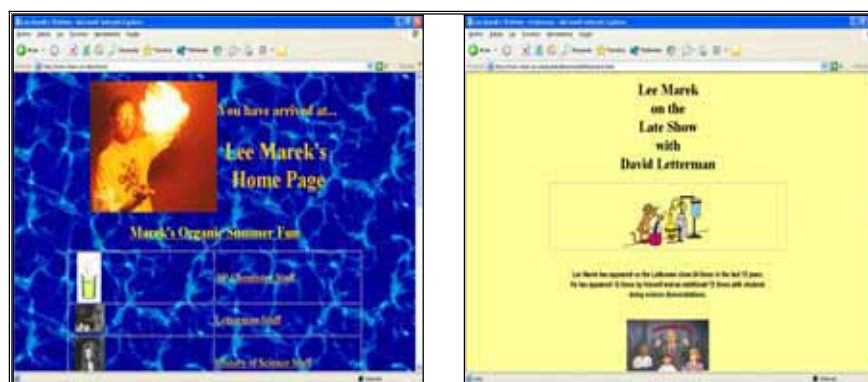


Figura 9.4.1.132. UIC. Pantalla de la pàgina web de presentació de Lee Marek i de les aparicions a *The Late Show with David Letterman*.

Actualment, el professor Marek està jubilat, després d'impartir classes durant vint-i-vuit anys a la [Naperville North High School](#) i de participar en programes especials, en els quals feia demostracions químiques a la Universitat d'Illinois. La seva pàgina web, però, continua penjada al servidor de la Universitat d'Illinois a Chicago. En una de les seccions hi ha [Chemical Demonstrations](#), que va ser creada l'any 2002. Està allotjada en l'anell per a l'educació a través d'Internet (e-Learning Hub) anomenat [WebCT](#). Conté les gravacions, efectuades l'estiu del 2000, de deu demostracions fisicoquímiques que són massa perilloses per ser realitzades en una classe normal, però que poden ser interessants per ser visionades, ja que es poden relacionar fàcilment amb diversos continguts teòrics. Totes tenen so, que correspon a la veu de Lee Marek, el qual explica els fonaments de les experiències a mesura que les realitza.

En el quadre 9.4.1.20 es pot veure el títol de les demostracions juntament amb la durada. Tots els vídeos estan filmats en directe, en una aula o a l'exterior de l'edifici si es considera necessari per qüestions de seguretat. En totes apareix Lee Marek i algun ajudant fent les demostracions.

Quadre 9.4.1.20. UIC. Demostracions realitzades per Lee Marek.

Vídeos	Durada (minuts:segons)
Burning gummi bears	02:45
Fire in ice	03:35
55-gallon drum collapse	02:40
Chemistry of disappearing ink	02:27
Soda pop shower	02:07
Thermite reaction	03:20
The four foot tall bunsen burner	01:55
Breaking a concrete block	03:54
Burning bubbles of methane gas	01:12
Exploding ostrich egg	02:15
Ruta d'accés: University of Illinois at Chicago - Academic Departments - College of Liberal Arts and Sciences - Chemistry	
Ruta d'accés: Naperville North High School - Academic Departments - Science - Chem Teacher Emeritus - Lee Marek's Page	

Al Departament de Química també es pot consultar la pàgina web [Organic Chemistry Online](#), creada pel Dr. Paul R. Young l'any 1997. Conté informació sobre estructura, estereoquímica, reactivitat dels grups funcionals i espectroscòpia. Inclou una col·lecció de cinquanta estructures moleculars 3D dinàmiques fetes amb Chime, de les quals també proporciona l'espectre d'IR i de RMN. En la figura 9.4.1.133 se'n mostren algunes imatges.

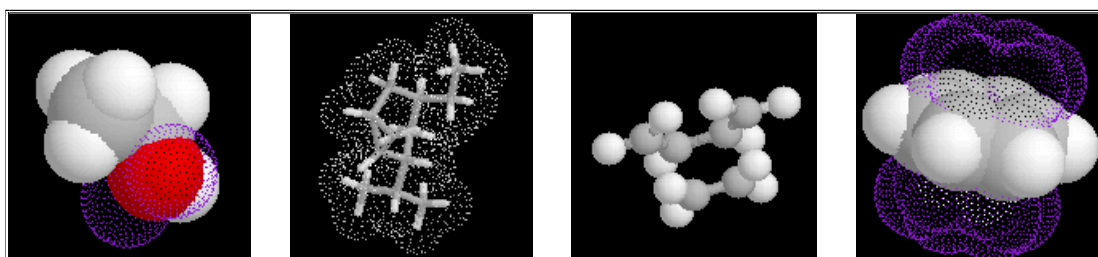


Figura 9.4.1.133. UIC. Imatges d'animacions d'Organic Chemistry Online.

En l'apartat sobre conformacions d'alcans es mostren vídeos d'animacions de models 3D d'algunes molècules. Són d'elevada qualitat, amb uns tons blaus molt suaus i atractius. Il·lustren de forma molt adequada les conformacions moleculars i són molts útils per entendre tant la forma en què es representen les molècules com les qüestions relacionades amb la isomeria. En la figura 9.4.1.134 se'n mostren algunes imatges.

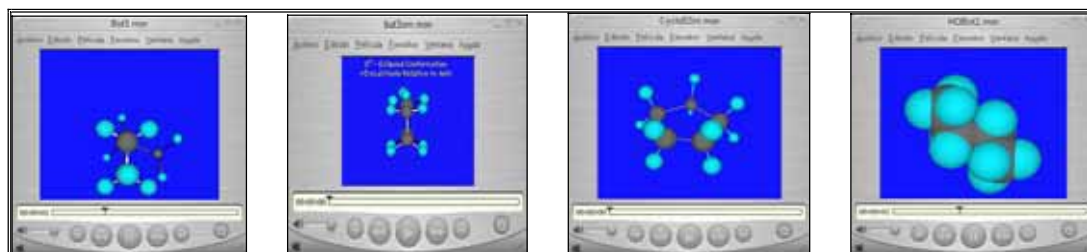


Figura 9.4.1.134. UIC. Imatges d'animacions d'estructures moleculars de compostos orgànics.

Per ajudar a entendre l'origen dels senyals dels espectres d'infraroig, masses i RMN, es van dissenyar l'[IR Spectroscopy Tutorial](#), el [Basic Mass Spectroscopy Tutorial](#) i l'[NMR Spectroscopy Tutorial](#). Com a complement audiovisual del tutorial sobre espectroscòpia d'IR, es mostren els modes de vibració de l'enllaç O-H en la molècula d'aigua a través d'animacions en format QuickTime. En la figura 9.4.1.135 n'apareixen algunes imatges.

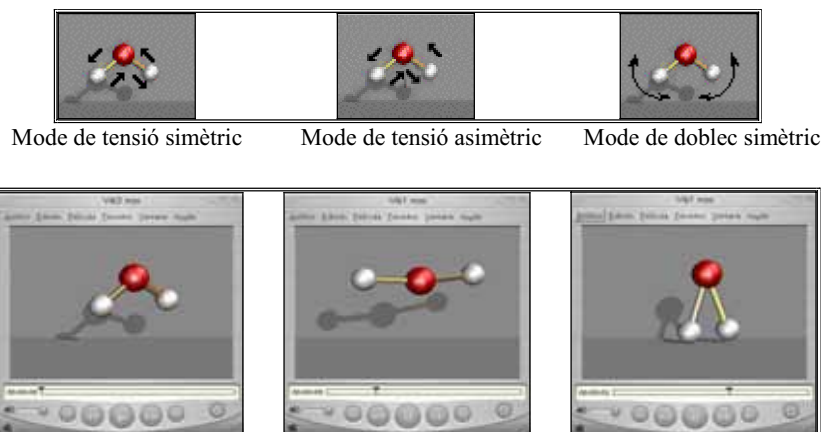


Figura 9.4.1.135. UIC. Imatges dels modes de vibració de doblec simètric de l'enllaç O-H en la molècula d' H_2O .

Les animacions mostren les vibracions de forma exagerada, perquè resultin més entenedores. Cal tenir en compte, però, que no es corresponen realment al que té lloc, però sí en les direccions indicades. Els vídeos de les animacions, en formar part d'un tutorial, estan complementats pel text on s'expliquen els conceptes químics relacionats amb les imatges. Per això resulten adequats per al treball individual dels estudiants, en cursos d'introducció a les tècniques instrumentals en química orgànica.

Un vídeo molt interessant és el que mostra una reacció S_N2 on es veu com té lloc la reacció i, al mateix temps, com van variant les zones de densitat electrònica al voltant dels àtoms en el transcurs de la reacció. A més, tal com es pot apreciar en la figura 9.4.1.136, a la part inferior es mostra en un gràfic com va variant l'estat energètic dels reactius, passant per l'estat de transició fins a convertir-se en productes.

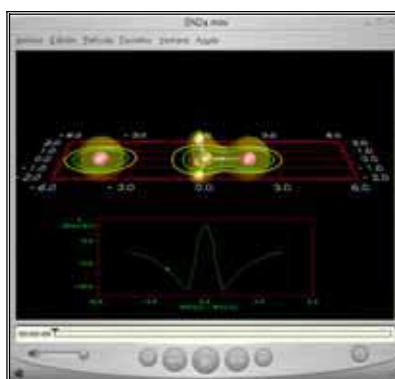


Figura 9.4.1.136. UIC. Mecanisme de la reacció S_N2 .

Amb aquest tipus d'animacions es poden veure alhora dos sistemes de representació i s'afavoreix que els estudiants puguin crear interrelacions entre el sistema visual i el simbòlic.



A la [School of Chemical Sciences](#), de la Universitat d'Illinois a Urbana - Champaign, hi ha el [Chemistry Learning Center](#), del qual el [Dr. Stanley G. Smith](#) és el fundador. A més, és un pioner en l'ús de la tecnologia per a l'ensenyament de la química. Ha participat activament en la creació de classes interactives de química basades en ordinadors, quan l'ús dels ordinadors per objectius educatius estava només iniciant-se. És el coautor, juntament amb Loretta Jones d'*Exploring Chemistry*, un software interactiu que fa servir multimèdia per ensenyar els conceptes bàsics de la química general i orgànica, el qual va rebre diversos premis durant la dècada dels vuitanta. En la pàgina web també hi ha una descripció de l'evolució històrica del sistema PLATO,⁵⁷ des de l'any 1972 fins ara. Es poden veure fotografies de l'aspecte que tenia tot des que es va crear fins a l'actualitat.

Des del Chemistry Learning Center es pot accedir a [Lecture Demonstrations](#), que són demostracions gravades en vídeo de diversos experiments de química. No es comenta enlloc quins han estat els criteris emprats a l'hora de seleccionar les demostracions ni si constitueixen materials de suport d'algun curs, o bé si simplement s'han penjat a Internet per activar l'interès dels alumnes i dels exploradors d'Internet. En la pàgina de benvinguda comenten que les seves Lecture Demos són una sensació internacional, i recomanen que ningú no se les perdi. En la figura 9.4.1.137 es mostren les pantalles de presentació del Chemistry Learning Center i de Lecture Demonstrations.

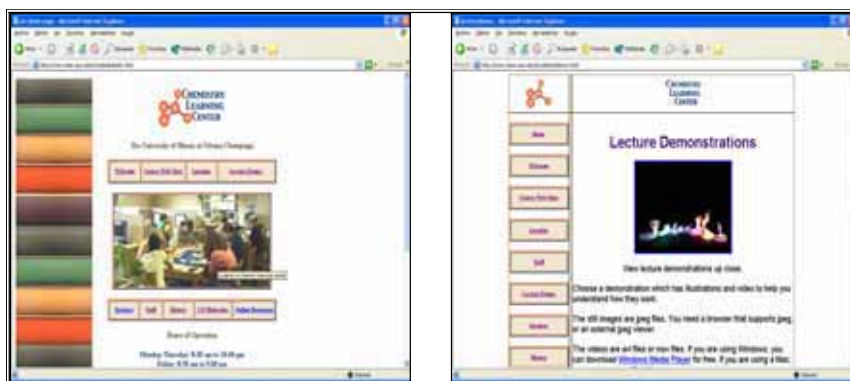


Figura 9.4.1.137. UIUC. Pantalles de presentació del Chemistry Learning Center i de Lecture Demonstrations.

En el quadre 9.4.1.21 es mostra el nombre de vídeos continguts en les diverses demostracions, així com l'adreça web des de la qual es poden consultar. La demostració està descrita breuement amb un text on es comenta el que es veurà a les imatges, i al costat del text es troben inserits els enllaços als vídeos, juntament amb una imatge estàtica de cadascun per situar el lector sobre el contingut visual de la demostració. Es pot seleccionar entre dues versions, en format *.avi* o *.mov*, i en alguns casos també se n'ofereix una versió GIF animada. Poden ser descarregades i guardades a l'ordinador per visionar-les posteriorment. Les versions en format *avi* s'obren amb Real Player, les que estan en format *.mov* s'obren amb QuickTime i els GIF animats amb el visor d'imatges de Windows.

⁵⁷ PLATO (Programmed Logic for Automatic Teaching Operations).

Quadre 9.4.1.21. UIUC. Lecture Demonstrations. Chemistry Learning Center.

Vídeos	Nombre de vídeos	Adreça web
Combustion of methanol	3	http://www.chem.uiuc.edu/clcwebsite/meth.html
Electrolysis of water	Fotografies	http://www.chem.uiuc.edu/clcwebsite/elec.html
Igniting a hydrogen filled balloon	1	http://www.chem.uiuc.edu/clcwebsite/balloon.html
Cathode ray tube	1	http://www.chem.uiuc.edu/clcwebsite/cathode.html
Immersing a rose in liquid nitrogen	3	http://www.chem.uiuc.edu/clcwebsite/rose.html
Ammonium dichromate volcano	2	http://www.chem.uiuc.edu/clcwebsite/ammvol.html
Collapsing can	1	http://www.chem.uiuc.edu/clcwebsite/can.html
Addition of bromine	1	http://www.chem.uiuc.edu/clcwebsite/cyclo.html
Magnetic liquid oxygen	2	http://www.chem.uiuc.edu/clcwebsite/liquido2.html
Ammonia fountain	1	http://www.chem.uiuc.edu/clcwebsite/nh3fountain.html
Silver nitrate and sodium chloride	1	http://www.chem.uiuc.edu/clcwebsite/demos/AgCl/AgCl.htm
Aluminum and bromine	1	http://www.chem.uiuc.edu/clcwebsite/demos/AlBr3/AlBr3.htm
Balloon and liquid nitrogen	1	http://www.chem.uiuc.edu/clcwebsite/demos/gases/gases.htm

Ruta d'accés: U. Illinois - Colleges & Schools - College of Liberal Arts and Sciences - Academic Units - Chemistry - Chemistry Learning Center - Lecture Demos

Els vídeos duren entre 3 i 37 segons. La imatge és d'una qualitat elevada. Es fan servir plans propers i s'evita que es vegi la persona que està fent la demostració. En algun cas només se'n veuen les mans afegint reactius, remenant o fent alguna altra operació. No porten so, per la qual cosa cal utilitzar-les juntament amb el text per comprendre el que s'està veient. En els casos en què té lloc una reacció química, en el text de la demostració també hi ha l'equació química corresponent. En la figura 9.4.1.138 se'n mostren algunes imatges.



Figura 9.4.1.138. UIUC. Imatges d'alguns vídeos de Lecture Demonstrations.

Si es fa servir la versió QuickTime, les imatges es poden fer avançar, retrocedir i deixar en pausa per contemplar més detingudament algun aspecte en concret. En la pàgina web no hi ha cap referència relacionada amb els drets d'autor. Tampoc no figura enlloc la data d'actualització.

Al final de la pàgina web de Lecture Demos es troba un altre recull de demostracions anomenat **Kelter's Demos**. Són vídeos de demostracions sobre experiències de laboratori realitzades pel **Dr. Paul Kelter** (director del Departament de Química General de la UIUC). Conté una llista on es mostra una imatge de la demostració, juntament amb el seu nom en forma d'hipervincle. Si es clica tant damunt de la imatge com del nom, s'obre el reproductor de Windows Media, des del qual es visualitza la demostració. En la figura 9.4.1.139 se'n mostra la pantalla de presentació.

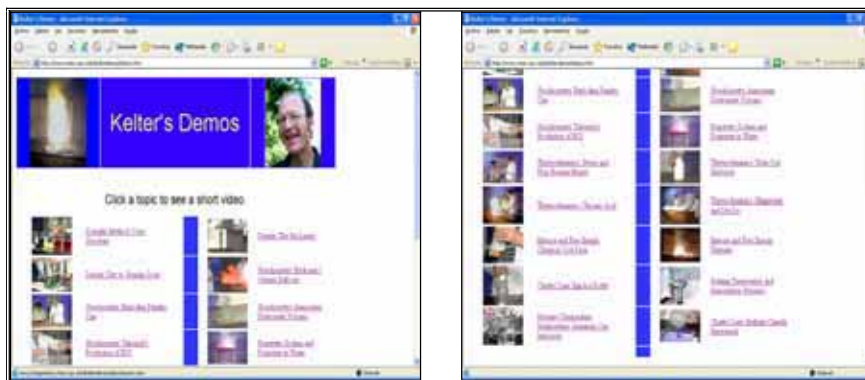


Figura 9.4.1.139. UIUC. Pantalles de presentació de Kelter's Demos.

En total hi ha divuit demostracions, tal com es mostra en el quadre 9.4.1.22. No es poden descarregar de la pàgina per guardar-les a l'ordinador. Per tant, s'han de visionar en pantalla. Es pot guardar la pàgina web per accedir a les demostracions.

Quadre 9.4.1.22. UIUC. Kelter's Demos.

UIUC - Kelter's Demos	Durada (min:s)
Scientific Method: Color Spectrum	3:59
Density: Diet vs. Regular Soda	1:59
Stoichiometry: Exploding Pringles Can	2:03
Stoichiometry: Talesnick's Production of HCl	3:17
Thermodynamics: Sterno and Non-Burning Money	7:14
Thermodynamics: Chromic Acid	3:28
Entropy and Free Energy: Chemical Cold Pack	3:17
Charles' Law: Egg In A Bottle	3:51
Pressure-Temperature Relationships: Aluminum Can Implosion	2:11
Density: The Six Layers	3:22
Stoichiometry: Hydrogen / Oxygen Balloons	2:57
Stoichiometry: Ammonium Dichromate Volcano	3:18
Reactivity: Sodium And Potassium In Water	4:34
Thermodynamics: Tesla Coil Explosion	3:14
Thermodynamics: Magnesium and Dry Ice	3:29
Entropy and Free Energy: Thermite	3:52
Relating Temperature and Atmospheric Pressure	2:51
Charles' Law: Birthday Candle Experiment	3:20
Ruta d'accés: U. Illinois - Colleges & Schools - College of Liberal Arts and Sciences - Academic Units - Chemistry - Chemistry Learning Center - Lecture Demos - Kelter Demos	

Tenen una durada entre els 2 i els 7 minuts. Les demostracions van acompanyades de so. Es veuen les persones que estan realitzant les demostracions, l'instructor i un ajudant, que parlen i expliquen el que van fent. L'idioma emprat és l'anglès. Les imatges es poden parar i deixar en pausa, però no és fàcil localitzar una imatge determinada fent avançar o retrocedir les imatges, ja que estan gravats en format *streaming*. No tenen una imatge gaire bona, les imatges es veuen distorsionades i no estan del tot sincronitzades amb el so, com si hi haguessin problemes amb el senyal digitalitzat.

Dins del Chemistry Learning Center també hi ha la secció [3-D-molecules](#). Conté un recull de molècules orgàniques de baix pes molecular i algunes estructures cristal·lines de sòlids iònics, que es poden visualitzar amb el *plug-in* Chime.

Dins la secció [Services](#) s'ofereixen enllaços a diversos programes de software relacionats amb la química i accessibles en línia. Un és [Interactive Video Labs \(IVLs\)](#), també conegut com ChemNet, creat pel Dr. Stanley Smith. Es tracta de tutorials on es combinen les explicacions basades en text sobre conceptes químics amb imatges de vídeo corresponents a demostracions de laboratori. En la figura 9.4.1.140 se'n mostra la pantalla de presentació. Amb IVLs els estudiants poden observar i dur a terme experiments a l'ordinador que poden ser massa perillosos per ser realitzats en un curs d'introducció a la química.



Figura 9.4.1.140. UIUC. Pantalla de presentació d'IVLs.

Un altre programa és [Organic Chemistry Reaction Mechanisms \(OCRM\)](#), que incorpora explicacions basades en text i animacions que permeten veure les diverses etapes del mecanisme de reacció. Fins i tot es mostra el diagrama energètic, i la situació en aquest diagrama en el transcurs de la reacció. Els estudiants poden parar les animacions en qualsevol moment i revisar-ne les parts que els convinguin. El programa cobreix seixanta reaccions orgàniques, que han estat classificades en disset categories temàtiques per facilitar-ne la cerca. En la figura 9.4.1.141 es mostra la pantalla de presentació d'OCRM i de la reacció d'eliminació (E2).

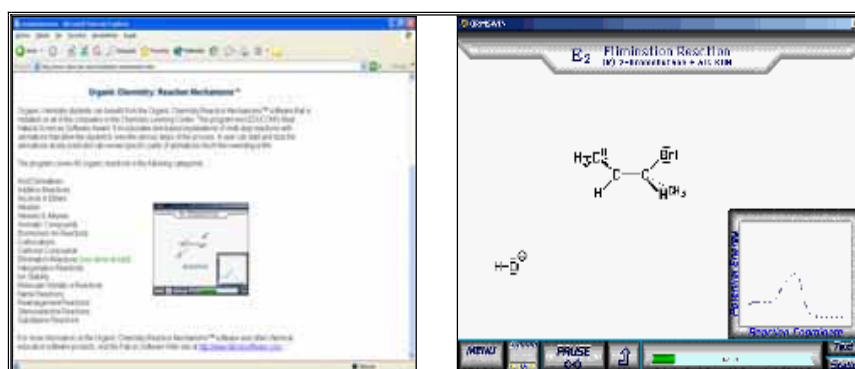
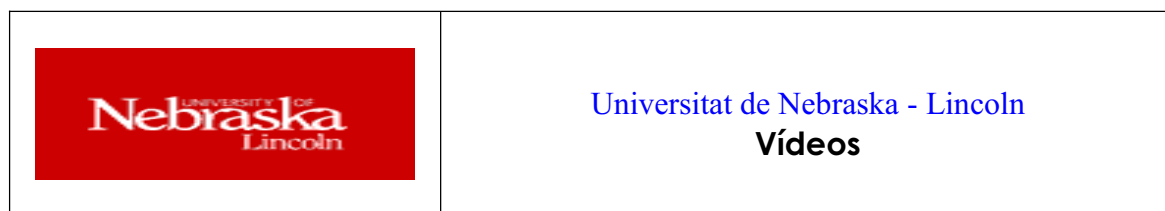


Figura 9.4.1.141. UIUC. Pantalles de presentació d'OCRM i de l'animació corresponent a la reacció d'eliminació (E2).

Estan pensats perquè els estudiants puguin explorar-les individualment, adaptant el ritme de treball a les necessitats, a les capacitats i als interessos personals. També són susceptibles de ser emprades per a treballs en grup, de manera que els estudiants es plantegin el que estan veient a les diverses animacions.



Dins del Departament de Tecnologia Educativa de la Universitat de Nebraska – Lincoln (UNL), el [Dr. David W. Brooks](#) manté un servidor anomenat [ChemMovies Server](#), que conté un recull de bases de dades per a l'ensenyament de la química. En la figura 9.4.1.142 se'n mostra la pantalla de presentació.



Figura 9.4.1.142. UNL. Pantalla de presentació del ChemMovies Server.

En el quadre 9.4.1.23 es mostren els recursos que conté el servidor, juntament amb el nombre d'experiments que inclouen i l'adreça de la pàgina web per consultar-los. La majoria de recursos es van digitalitzar a partir del format original en laserdisc o CD-ROM.

Quadre 9.4.1.23. UNL. Recursos del ChemMovies Server.

Recurs	Nombre d'experiments	Adreça web
Doing Chemistry	119	http://chemmovies.unl.edu/chemistry/dochem/DoChem00.html
Becker Demo Series	60	http://chemmovies.unl.edu/chemistry/beckerdemos/bd000.html
Redox Project	57	http://chemmovies.unl.edu/chemistry/redoxlp/Redox000.html
Microscale Experiments	43	http://chemmovies.unl.edu/chemistry/microscale/MScale00.html
Smallscale Experiments	80	http://chemmovies.unl.edu/chemistry/smallscale/ss000.html
LABS Project	18	http://chemmovies.unl.edu/chemistry/labs/LABS00.html
Biotechnology	44	http://chemmovies.unl.edu/chemistry/biotech/BT000.html
ChemSource	40	http://chemmovies.unl.edu/chem_source_pdf/ChemSource.html
ChemAnimations	98	http://chemmovies.unl.edu/ChemAnime/index.htm

Ruta d'accés: U. Nebraska-Lincoln - Quick Links - Academic Resources - Colleges & Departments - Department of Teaching, learning, and teacher education - Faculty & Staff - Faculty directory - David W. Brooks - DWB Biosketch - DWB Home Page - High School Chemistry Teacher - Resources - Materials for Chemistry Teachers

Ruta alternativa: <http://chemmovies.unl.edu/>

David W. Brooks ha participat en el desenvolupament de materials per formar professors ajudants en química (Project TEACH, 1975). Ha estat l'autor o coautor d'uns deu CD-ROM per ser emprats en l'ensenyament de la química. Va ser un dels primers que va utilitzar el videodisc làser, i el coautor del primer recurs de química que unia un videodisc amb un ordinador. La seva dona —la Dra. Helen Brooks, que també és professora de química— és la directora de [Synaps Chem Tools](#), una empresa de desenvolupament de software que intenta adequar-se a les necessitats del professorat de química i que comercialitza part dels recursos continguts a ChemMovies Server.

Alguns dels recursos del ChemMovies Server són els següents:

Doing Chemistry: és un recull de 134 experiments, dels quals 119 van acompanyats d'un vídeo. De cadascun es proporciona una descripció molt detallada amb el procediment, els fonaments teòrics, el tractament de residus i algunes propostes d'activitats per dur a terme després del visionat, entre d'altres. El text, les fotografies i els vídeos de tots els experiments van ser comercialitzats en forma de CD-ROM (comercialitzat per Synaps). © American Chemical Society. Va ser finançat per l'NSF. La versió que es pot descarregar és la Movie (OS X). S'hi accedeix a través d'un enllaç situat a la part superior del marc esquerre de la pàgina web. En la figura 9.4.1.143 se'n mostren les pantalles de presentació.

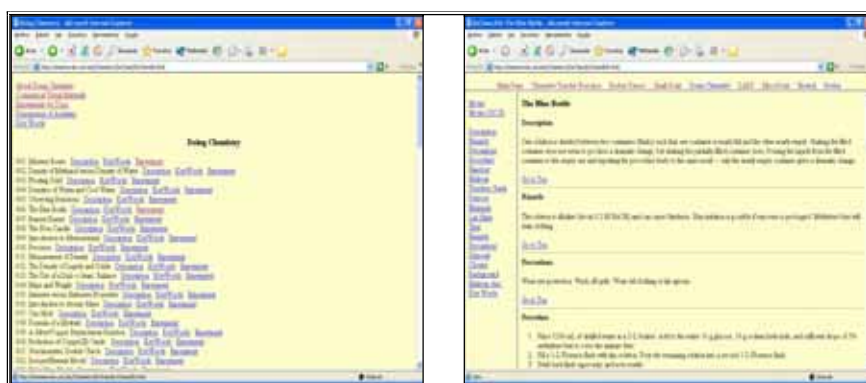


Figura 9.4.1.143. UNL. Pantalles de presentació de Doing Chemistry.

Els vídeos que acompanyen el text tenen l'objectiu d'ajudar els professors a entendre millor els experiments descrits. En la figura 9.4.1.144 es mostren algunes imatges d'un dels vídeos per poder-ne observar l'estructura. Tots estan fets seguint el mateix disseny. Al començament del vídeo s'adjunta un text que descriu les mesures de seguretat que cal tenir en compte abans de l'experiment, els reactius que es faran servir i, al final del vídeo, mostren què cal fer per tractar els residus generats.



Figura 9.4.1.144. UNL. Imatges del vídeo «The Blue Bottle».

No porten so associat, la qual cosa pot ser deguda a motius diversos (tècnics, de disseny, etc.), però constitueix una mancança que distorsiona el caràcter audiovisual d'aquests recursos.

Becker Demo Series: consisteix en un recull de seixanta demostracions d'experiments de laboratori. Van ser preparades per Robert Becker, de la Kirkwood High School, el 1995. Requereixen un temps mínim de preparació per part del professor. Els títols són suggerents i engrescadors. Estan ideats amb la voluntat de motivar els estudiants: «Sugar Kaleidoscope», «Flame Tornado», «Hero's Engine», «Underwater Fireworks», «Ammonia Ghost», «Methane Mamba», «Ionic Crescendo», «Paramagnetic Oxygen Bubbles», «Egg-splasive Demonstration», «pH Rainbow». Els vídeos estan fragmentats i incorporats al guió, de manera que a mesura que es va descrivint l'experiència hi ha un enllaç que fa que s'obri una petita finestra on es mostra el vídeo. No es poden descarregar, però sí engegar i parar. No és gaire pràctic, ja que com que contenen tants fragments cal tenir molta paciència per anar-los visualitzant. Per tenir-ne una idea, en l'experiència número 2 es mostren sis fotografies i sis fragments de vídeo. En la figura 9.4.1.145 en presentem algunes imatges.



Figura 9.4.1.145. UNL. Imatges del vídeo corresponent a la demostració «pH Rainbow».

Smallscale Experiments: és un recull de vuitanta experiments realitzats a petita escala. Els vídeos estan fragmentats i incorporats al guió de manera idèntica a la que s'ha descrit en el cas de BeckerDemos. A mesura que es descriu l'experiència hi ha un enllaç que fa que s'obri una petita finestra on es mostra el vídeo. El disseny dels vídeos també és semblant al de BeckerDemos. En la figura 9.4.1.146 se'n mostren algunes imatges.



Figura 9.4.1.146. UNL. Imatges del vídeo corresponent a l'experiment «Paper Chromatography».

Hi ha una sèrie de característiques comunes de BeckerDemos, DoingChemistry i SmallScale. Les tres sèries són reculls per fer experiències de laboratori o demostracions. El disseny sota el qual estan concebudes és idèntic, tant pel format de presentació com per l'estructura que segueix el contingut:

- Les reaccions s'han fet en plans curts, sobretot primers plans.
- Els vídeos són en color i quan s'ha considerat una característica important, s'hi ha incorporat so.
- S'ha evitat la presència de persones realitzant l'experiment (es veuen només algunes mans afegint reactius o manipulant el material).
- Les imatges de les reaccions químiques molt lentes han estat escurçades mostrant-ne els moments més rellevants. En les reaccions molt ràpides s'han aturat algunes seqüències per poder veure més fàcilment els canvis que s'hi produeixen.
- En molts casos s'ha editat, incorporant-hi text (per fer un incís sobre algun aspecte important) i els comandaments necessaris per iniciar el vídeo quan queda en pausa després d'una seqüència, o bé desplaçar-lo enrere per tornar a visualitzar-ne una part.
- Permeten visualitzar vídeos de procediments que no són els clàssics.
- Inclouen els redactats dels procediments per ser impresos i poder utilitzar-los a l'hora de dur a terme els experiments.
- En la descripció de l'experiment s'inclouen suggeriments per a la seva presentació, consideracions de seguretat, preguntes (i les respostes), així com informació bàsica complementària.

Redox Project: és un recull de cinquanta-set experiments que van ser finançats per l'AT&T Foundation Redox; la majoria són d'electroquímica. Inclouen demostracions perilloses, difícils o cares de realitzar. De cada experiment es dona una petita descripció, l'equació de la reacció que hi té lloc i la referència bibliogràfica d'on s'ha extret l'experiment. Està comercialitzat per Synaps en format videodisc. © American Chemical Society. En la figura 9.4.1.147 es mostren algunes imatges d'una de les demostracions.



Figura 9.4.1.147. UNL. Imatges de la demostració «Fire in Ice».

ChemAnimations: és un recull de noranta-vuit animacions agrupades per tòpic (àcid/base, orbitals atòmics, estructura atòmica, forces d'atracció, electroquímica, estructura molecular, estat sòlid, solucions, habilitats general). Les animacions estan vinculades a uns llibres de text, el de Brown i Le May (4a ed.), però es poden fer servir per a qualsevol curs de química avançada (AP Chemistry). © Oklahoma State University. Se'n pot veure la descripció a la pàgina de l'Oklahoma State University.

Dins del College of Education & Human Sciences, el [Dr. Ronald J. Bonnsetter](#) (director de Secondary Science Education) manté un projecte anomenat [The Scientist](#) o 60 Second Scientist. És un programa pilot de vídeos per ser emesos a través de la televisió. Cadascun tracta un aspecte determinat relacionat amb la ciència. Van ser dissenyats i realitzats pel Dr. Bonnsetter i produïts per l'oficina de relacions públiques de la universitat. En la figura 9.4.148 se'n mostra la pantalla de presentació.



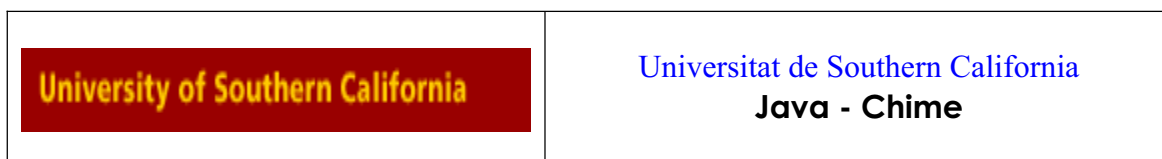
Figura 9.4.1.148. UNL. Pantalla de presentació de *The Scientist*.

Aquest projecte es va desenvolupar amb l'objectiu bàsic d'afavorir les relacions entre la ciència i la societat. Hi ha trenta-nou gravacions disponibles que es poden visualitzar o ser descarregades a l'ordinador sense connexió a Internet. En la figura 9.4.1.149 se'n mostren algunes imatges.



Figura 9.4.1.149. UNL. Imatges d'alguns dels vídeos de *The Scientist*.

Com que tenen un component divulgatiu molt important, les imatges mostren la persona que fa la demostració mentre dona explicacions sobre el que té lloc. També solen aparèixer persones fent de públic. Les imatges de les experiències mostren primers plans per facilitar la captació dels detalls de l'experiència. S'han inclòs en aquesta descripció, tot i que no s'adeqüen al nivell en què s'ha plantejat aquesta investigació, només com a exemple dels esforços fets des de la universitat per acostar la ciència a la societat.



El [Departament de Química](#) de la Universitat de Califòrnia del Sud (USC) manté una pàgina web anomenada [Chemweb](#). En l'apartat de recursos trobem [Links for Chemists](#), que conté un recull de materials desenvolupats pel personal docent del departament que es fan servir habitualment per a les activitats docents. En la figura 9.4.1.150 se'n mostra la pantalla de presentació.



Figura 9.4.1.150. USC. Pantalla de presentació de Chemweb.

Els recursos estan ordenats seguint una classificació temàtica. En el quadre 9.4.1.24 es mostren els temes tractats juntament amb el nombre i el tipus de recursos. En molts casos combinen diversos programes (Chime i Java) per representar un determinat concepte de formes diferents, i així es poden relacionar degudament diferents aspectes implicats en el seu estudi.

Quadre 9.4.1.24. USC. Llista de recursos de Chem Movies Server.

Tema	Nombre de recursos	Tipus de recursos
Estructura atòmica	3	Chime (2) - VRML (1)
Enllaç químic	12	Chime (10) - VRML (2)
Propietats de les solucions	3	Java (2) - Javascript (1)
Terموquímica	1	Chime
Equilibri en medi aquós	4	php/gd (1) - php (1)
Naturalesa atòmica de la matèria	4	Chime (3) - Javascript (1)
Llei dels gasos	5	Java (4) - Javascript (1)
Estequiometria	4	Chime (2) - Java (1) - Javascript (1)
Matemàtiques bàsiques	2	Javascript
Àcid-Base	6	Chime (1) - Java (3) - Javascript (1)
Electroquímica	3	Hipertext
Propietats periòdiques	1	Java
Complexos orgànics metàl·lics	3	Chime
Química orgànica	9	Chime (7) - Java (2) - Javascript (1)
Miscel·lània	3	Java - Perl - Chime
Bioquímica	7	Chime (7)
Cinètica química	10	Chime (3) - Java (7)
Ruta d'accés: U. Southern California - Academics - Schools - USC College of Letters, Arts & Sciences - Academics - Academic Fields of Study - Chemistry - Dept Web Site - Resources - Links for Chemists		

Són d'especial interès les simulacions fetes amb Chime que mostren alguns aspectes bàsics per a la comprensió de la naturalesa particular de la matèria. Hi ha simulacions que tracten sobre els estats de la matèria (sòlid, líquid, gasós), el concepte d'elements, compostos, mescles i la manera com s'uneixen els àtoms per formar compostos diferents (proporcions múltiples).

Densitats electròniques d'orbitals atòmics: són simulacions de les densitats electròniques dels orbitals atòmics 1s i 2p en Chime.

Orbitals atòmics: es mostren els diagrames de densitat electrònica per als orbitals de l'1s al 4f per a àtoms de tipus hidrogenoides en Chime. En la figura 9.4.151 en presentem algunes de les pantalles.

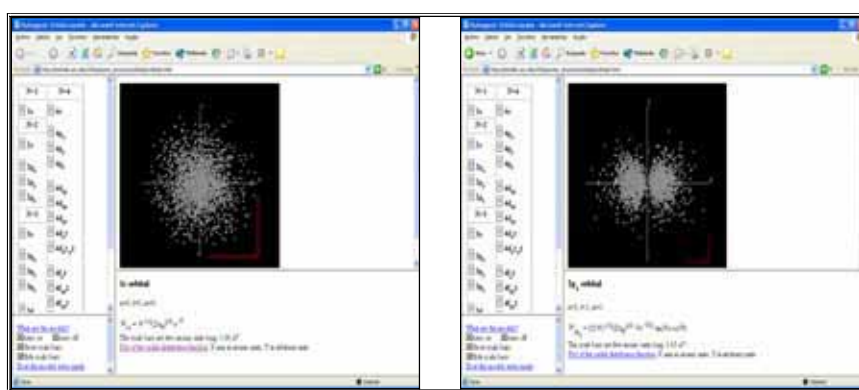


Figura 9.4.1.151. USC. Pantalles de presentació de les densitats electròniques dels orbitals 1s i 2p.

Les tres fases de la matèria: és una simulació de l'ordenació dels àtoms en els diferents estats bàsics de la matèria —el sòlid, el líquid i el gasós— en Chime. En la figura 9.4.1.152 se'n mostren algunes imatges.

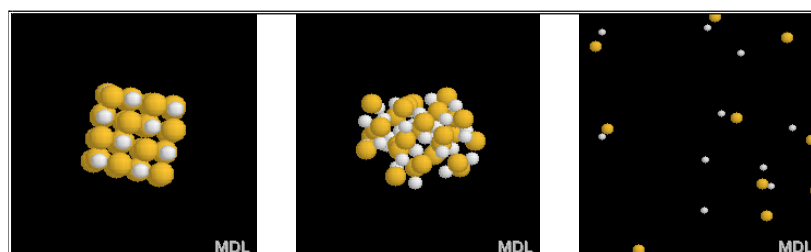


Figura 9.4.1.152. USC. Pantalla dels estats sòlid, líquid i gasós per al NaCl.

És molt interessant perquè és l'únic recurs que hem trobat en aquesta investigació en què es mostra un sòlid iònic en els tres estats: el sòlid, el líquid i el gasós. A més, en els tres casos es veu com els àtoms estan vibrant, la qual cosa pot ser molt útil perquè els estudiants entenguin adequadament el comportament dinàmic de la matèria.

Elements, compostos i mescles: es mostra, emprant models moleculars compactes, l'estructura tridimensional d'alguns elements, compostos i mescles. Està realitzat amb Chime. En la figura 9.4.1.153 se'n mostren algunes imatges.

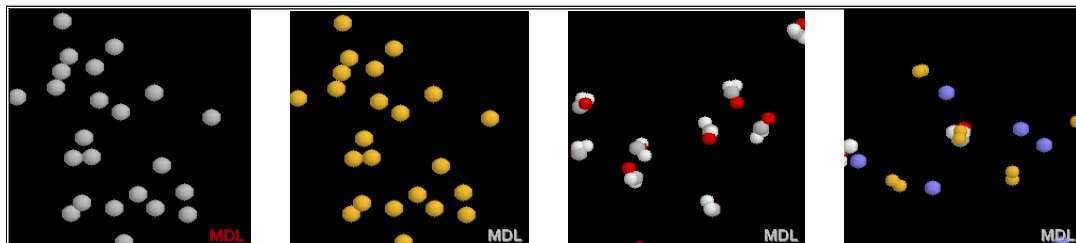


Figura 9.4.1.153. USC. Imatges de les animacions dels elements, compostos i mescles.

Llei de les proporcions múltiples: es mostra, utilitzant models moleculars compactes, com s'uneixen dos tipus d'àtoms diferents per donar lloc a molècules diferents. Està realitzat amb Chime. En la figura 9.4.1.154 se'n mostren algunes imatges.

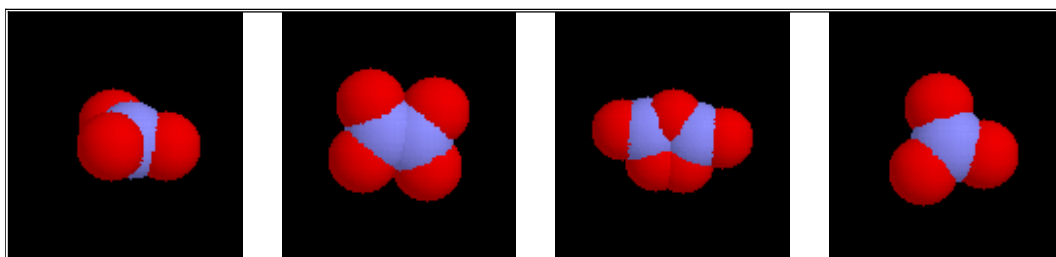


Figura 9.4.1.154. USC. Imatges de diversos compostos de nitrogen: NO_2 , N_2O_4 , N_2O_5 i NO_3^- .

Simulador de gasos: es mostren les col·lisions entre els àtoms de dos gasos diferents, juntament amb un gràfic en què s'observen les distribucions de velocitats. També té l'opció de seguir la trajectòria d'un dels àtoms d'un dels gasos. En la figura 9.4.1.155 en presentem la pantalla d'inici i la que mostra el moviment d'un dels àtoms.

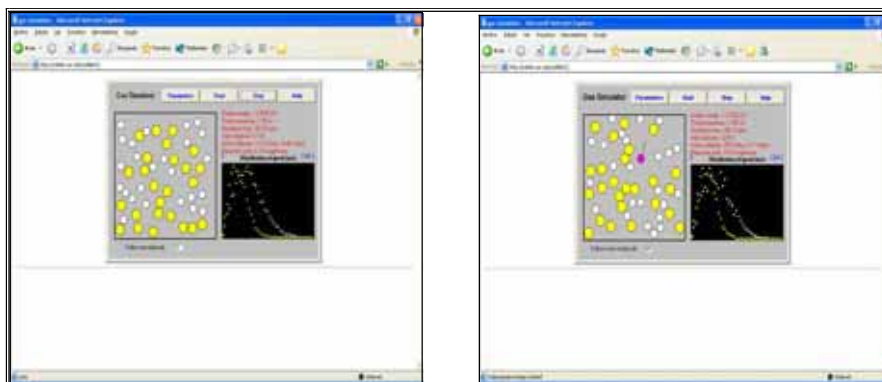
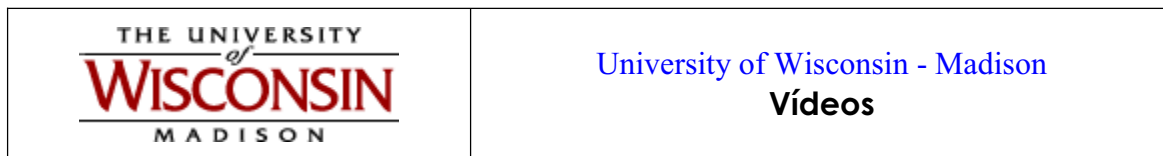


Figura 9.4.1.155. USC. Pantalles del simulador de gasos.

Entre els paràmetres inicials permet seleccionar la massa i el diàmetre dels àtoms de la simulació mostrant el comportament de gasos monoatòmics. Cal anar en compte amb el fet en alguna de les pantalles anomenen "molècules" de manera genèrica a les partícules dels gasos, el qual pot induir a error.



Al [Departament de Química](#) de la Universitat de Wisconsin - Madison (UWM) es porten a terme diversos projectes educatius relacionats amb l'ensenyament de la química. En la secció [Facilities](#) es proporcionen diversos recursos i serveis educatius als estudiants. En el quadre 9.4.1.25 es mostren diversos projectes i recursos educatius relacionats amb l'ensenyament i l'aprenentatge de la química, que es poden consultar a través d'Internet.

Quadre 9.4.1.25. Iniciatives educatives en química a la UWM.

Iniciatives educatives en química		
Journal of Chemical Education	JCE Online	http://jchemed.chem.wisc.edu/
	JCE Software	http://jchemed.chem.wisc.edu/JCESoft/index.html
Demonstration Lab	Demostracions QuickTime	http://genchem.chem.wisc.edu/demonstrations/
Science is Fun in the Lab of Shakhashiri	Vídeos / DVD	http://scifun.chem.wisc.edu/
The New Traditions Curriculum Reform Project	Vídeos	http://newtraditions.chem.wisc.edu/
ConcepTests	Vídeos / Text	http://www.jce.divched.org/JCEDLib/QBank/collection/ConcepTests/
Ruta d'accés: <i>The University of Wisconsin-Madison - Academics & Research - Schools, Colleges, Departments - College of Letters and Science - Chemistry - UW-Madison Chemistry Education Initiatives</i>		

El *Journal of Chemical Education* és la publicació més rellevant de la didàctica de la química. El seu editor és el [Dr. John W. Moore](#), que també és el director de l'[Institute for Chemical Education](#) de la UWM, així com del projecte SERAPHIM.⁵⁸ Algunes de les iniciatives que contenen recursos audiovisuals són les següents:

Demonstration Lab: és un recull de pàgines web on es descriuen demostracions d'experiments químics, en les quals s'insereixen vídeos relacionats amb el tema tractat. En la figura 9.4.1.156 se'n mostra la pantalla de presentació.

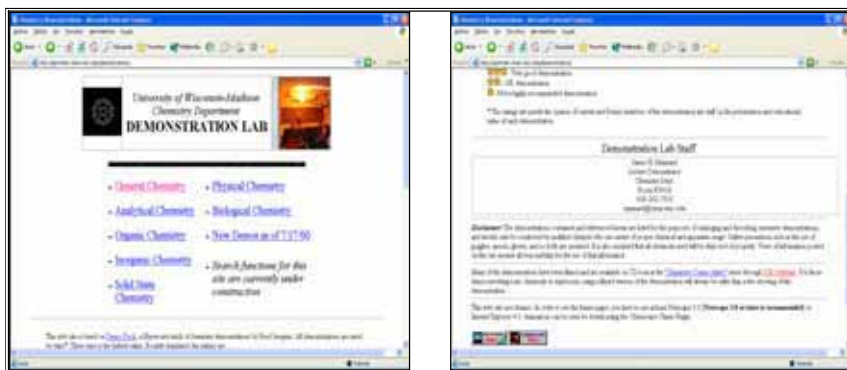


Figura 9.4.1.156. UWM. Pantalla de presentació del Demonstration Lab.

⁵⁸ SERAPHIM (Systems Engineering, Respecting, Acquisition, and Propagation for Heuristic Instructional Materials). L'acrònim va ser creat per D.A. Davenport.

Estan classificades dins de set categories temàtiques: química general, química orgànica, química analítica, química inorgànica, química de l'estat sòlid, química física i bioquímica. Dins de cada categoria estan subdividides en temes. En el quadre 9.4.1.26 es pot veure el nombre de demostracions disponible dins de cada àrea temàtica.

Quadre 9.4.1.26. UWM. Demonstration Lab.

Categories	Nombre de temes (nombre de demostracions)	Adreça web
General Chemistry	22 (402)	http://genchem.chem.wisc.edu/demonstrations/General_Chemistry_Demos.html
Analytical Chemistry	5 (57)	http://genchem.chem.wisc.edu/demonstrations/Analytical/analytical_demos.html
Organic Chemistry	(37)	http://genchem.chem.wisc.edu/demonstrations/Gen_Chem_Pages/22organicpage/organicmain.htm
Inorganic Chemistry	7 (63)	http://genchem.chem.wisc.edu/demonstrations/Inorganic/inorganic_demos.html
Solid State Chemistry	(31)	http://genchem.chem.wisc.edu/demonstrations/solid_state/pages/solidstatemain.htm
Physical Chemistry	5 (80)	http://genchem.chem.wisc.edu/demonstrations/physical/pchem_demos.html
Biological Chemistry	(20)	http://genchem.chem.wisc.edu/demonstrations/Biochem/biochemdemos.htm

Cada demostració va acompanyada d'una breu descripció, d'una avaluació feta pels que han realitzat les demostracions⁵⁹ i de les referències bibliogràfiques.⁶⁰ James H. Maynard és el professor encarregat de fer les demostracions (Lecturer Demonstrator). En la figura 9.4.1.157 es mostren les pantalles de presentació de General Chemistry Demos i d'una de les demostracions.

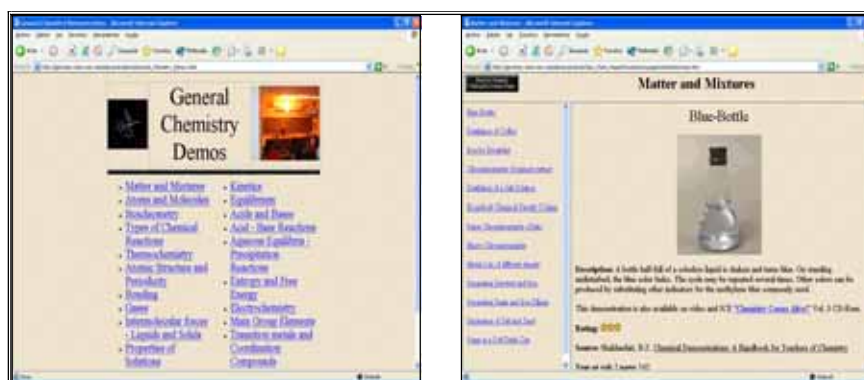


Figura 9.4.1.157. UWM. Pantalla de presentació de General Chemistry Demos i de la demostració «Blue-Bottle».

No totes porten associat un vídeo, algunes inclouen únicament imatges estàtiques on es mostra algun aspecte de l'experiment. Moltes de les que han estat gravades en vídeo formen part dels CD-ROM de la col·lecció *Chemistry Comes Alive!*

⁵⁹ ★ Very good demonstration - ★★ OK demonstration - ★ Not a highly recommended demonstration.

⁶⁰ Generalment procedeixen del llibre *Chemical Demonstrations: A Handbook for Teachers of Chemistry* (B.Z. Shakhasiri), del *Journal of Chemical Education* o del personal encarregat del projecte.

Science is Fun: és una pàgina web on es poden veure totes les iniciatives en què participa el Dr. Bassam Z. Shakhshiri, que és l'expert en demostracions químiques a la Universitat de Wisconsin - Madison. Ha produït material audiovisual divers, com ara el DVD *Oxygen*, els vídeos de les demostracions de **Science is Fun** i altres materials corresponents a les presentacions que ha efectuat en diversos llocs. En la figura 9.4.1.158 se'n mostren diverses pantalles de presentació.



Figura 9.4.1.158. UWM. Pantalla de presentació de *Science is Fun* i dels llibres sobre demostracions publicats per B.Z. Shakhshiri.

Les demostracions químiques que ha dut a terme han estat publicades en els quatre volums de *Chemical Demonstrations. A Handbook for Teachers of Chemistry*. Aquesta col·lecció constitueix una referència constant en les descripcions de demostracions efectuades en altres institucions acadèmiques, ja que serveix de base per a moltes de les demostracions que es troben en el web, com ara les de *Chemistry Comes Alive! (JCE)* i *Demonstration Lab (UW-Madison)*, *Redox Project (Universitat de Nebraska - Lincoln)*, *Indiana Demos (Universitat d'Indiana)* i *Delights of Chemistry (Universitat de Leeds, Gran Bretanya)*.

The New Traditions (NT): és un projecte dissenyat per facilitar el canvi de paradigma del model centrat en l'ensenyament per part del professor cap al model d'aprenentatge basat en l'alumne. Per això fan servir materials molt diversos: tests conceptuals, problemes interessants, activitats de laboratori obertes, cursos sense classes tradicionals (basades en les exposicions magistrals i activitats de laboratori dirigides) i una varietat d'altres estratègies d'aprenentatge actiu. Estan pensats per ser emprats en les classes de química general, orgànica, analítica i física. El projecte està conduït per John Moore, Clark Landis i Earl Peace. Forma part del **Multi-Initiative Dissemination Project (MID)**⁶¹ (Universitat de Berkeley).

Mitjançant el web poden veure algunes gravacions en vídeo on els autors manifesten les seves opinions. En totes l'idioma emprat és l'anglès. Amb l'objectiu que la comprensió, per part de les persones que no utilitzen aquest idioma habitualment, sigui més fàcil, les imatges estan situades en una pàgina web que conté la transcripció de l'àudio (en anglès). En la figura 9.4.1.159 n'apareixen algunes pantalles de presentació.

⁶¹ El MID és un projecte finançat per l'NSF per introduir innovacions en el sistema d'ensenyament i aprenentatge de la química.

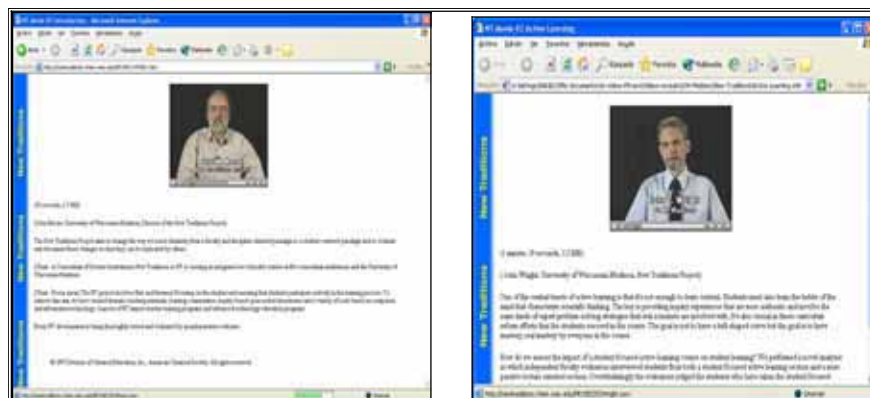


Figura 9.4.1.159. UWM. Pantalles de presentació de New Traditions.

ConcepTests: és un sistema d'ensenyament⁶² en què el professor planteja una sèrie de qüestions conceptuals juntament amb unes respostes possibles. Llavors es demana als estudiants que votin entre les respostes proposades, tractin de convèncer els companys que la seva opció és la correcta, i finalment tornin a votar. És una forma d'instrucció per companys (peer instruction), que sovint és un mètode pedagògic efectiu i a més proporciona al professor una informació instantània sobre la manera en què la classe està seguint el desenvolupament del tema treballat.

Dins del New Traditions Project es van fer gravacions de classes en directe que empraven els ConcepTests per promoure l'aprenentatge actiu en classes nombroses. L'objectiu sempre és encoratjar els estudiants a processar la informació per ells mateixos i no només rebre passivament la informació del professor que fa una classe magistral. En la figura 9.4.1.160 es mostren algunes pantalles amb aquestes gravacions de classes.

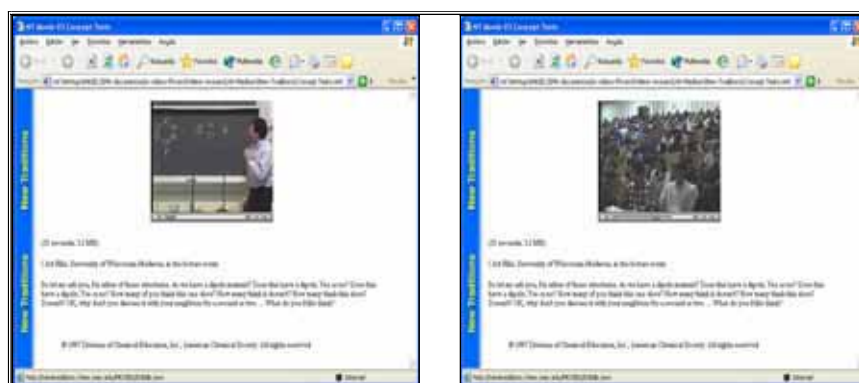


Figura 9.4.1.160. UWM. Pantalles on Arthur Ellis imparteix una classe emprant el sistema ConcepTests.

⁶² Desenvolupat inicialment per Eric Mazur (Universitat de Harvard, 1990) per millorar la comprensió de conceptes de física.



Dins l'apartat dels serveis acadèmics del Wellesley College hi ha la secció **Instructional Technology (IT)**. Ofereix informació sobre els diversos cursos accessibles a través d'Internet en els quals es poden trobar recursos audiovisuals. També es pot accedir a les pàgines web dels cursos a través del **Departament de Química**.

En el quadre 9.4.1.27 es mostren alguns dels cursos que es poden consultar juntament amb el nom de qui els imparteix i el tipus de recursos que contenen.

Quadre 9.4.1.27. Wellesley. Pàgines web de cursos que contenen recursos audiovisuals.

	<i>Curs</i>	<i>Professor</i>	<i>Tipus de recurs</i>
<i>Department of Chemistry</i>			
The Last Hurrah	Chem 111	Dr. Flick Coleman	Chime
Organic Chemistry	Chem 211	M.S. Nick Doe	Vídeos QuickTime
Biochemistry I and II: Structure and Function of Macromolecules	Chem 221 Chem 222	Dr. Adele Wolfson	Chime
Physical Chemistry I	Chem 231	Dr. Flick Coleman	Chime
Inorganic Chemistry	Chem 341	Dr. Flick Coleman	Chime
<i>Instructional Technology</i>			
Molecular Velocity		Dr. Flick Coleman Meredith Bookman	Schockwave
Periodic Table Quiz		Dr. Flick Coleman Meredith Bookman	Vídeo QuickTime
Interactive Spreadsheet Demonstrations for Introductory, Inorganic, Analytical and Physical Chemistry		Dr. Flick Coleman	Excel Dades / Gràfics
Contemporary Problems in Chemistry: Understanding Drugs	Chem 101 Chem 102	Dr. Paul Reisberg	Vídeos QuickTime
Intensive Introductory Chemistry	Chem 120	Dr. Flick Coleman	Vídeos Real Player Vídeos QuickTime
Intro Biochemistry	Chem 227	Dr. Paul Reisberg	Vídeo QuickTime Chime
Ruta d'accés: <i>Wellesley College - Academics - Departments & Programs - Chemistry Department - Course Web Page</i>			
Ruta d'accés: <i>Wellesley College - Academics - Services - Instructional Technology - Sciences - Chemistry</i>			

Els cursos tenen uns trets comuns: l'organització del material en forma d'agenda i l'objectiu de proporcionar tot el material necessari per al desenvolupament del curs a través d'Internet. També cal destacar l'ús generalitzat en tots els cursos d'animacions interactives en Chime per mostrar l'estructura molecular dels compostos orgànics, inorgànics, bioquímics, així com de vídeos per il·lustrar els fenòmens que s'hi treballen. Així es poden trobar diversos reculls d'estructures moleculars com els de la molècula del dia, del mes o un recull general de molècules. Alguns dels més interessants quant a la informació que contenen són els següents:

Molecule Collection: és una recopilació de més de 300 estructures de compostos orgànics, inorgànics i de complexos metàl·lics, que es poden visualitzar tridimensionalment mitjançant el *plug-in* Chime. Estan ordenades alfabèticament segons l'àtom central, la fórmula o el nom. La majoria corresponen a compostos orgànics o a complexos metàl·lics.

En la figura 9.4.1.161 se'n mostra la pantalla de presentació i la d'un dels compostos que conté.

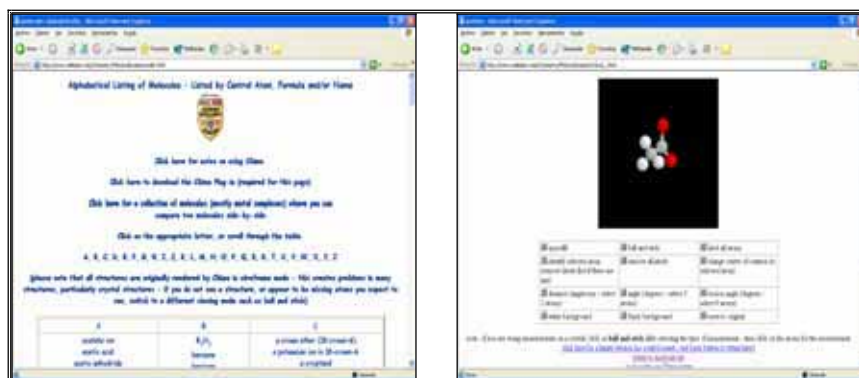


Figura 9.4.1.161. Wellesley. Pantalla de presentació de Molecule Collection i la corresponent a l'ió acetat.

Va ser creada pel Dr. Flick Coleman, el 1998, i es pot arribar a aquesta pàgina des de gairebé qualsevol dels cursos que s'ofereixen al Wellesley College. El Dr. Flick Coleman és l'editor de la columna del *Journal of Chemical Education* dedicada a Internet. El seu objectiu és animar la gent a desenvolupar i a compartir eines instructives innovadores en línia. Segons l'autor, es pretén que, més que llegir sobre aquestes innovacions, els interessats puguin descarregar-les i fer-les servir a les seves classes. Treballa en el disseny de software educatiu usant Mathcad, fulls de càlcul interactius per ser emprats en química i aplicacions per fer representacions tridimensionals.

The Molecule of the Month: és un recull de descripcions de molècules orgàniques creat pel Dr. Paul May, de la Universitat de Bristol, l'any 1996. De cada compost proporciona informació molt completa amb dades sobre l'estructura, la síntesi, els usos, la toxicologia, etc. A la pàgina web es mostra una taula que conté la llista de molècules actualment disponible, ordenades segons la data d'aparició, el nom de l'autor de la informació, la localització, així com el tipus de programa necessari per visualitzar la molècula. Actualment hi ha 106 molècules, el tipus majoritari són els compostos farmacèutics. En la figura 9.4.1.162 se'n mostra la pantalla de presentació.



Figura 9.4.1.162. Pantalla de presentació de The Molecule of the Month.

Entre els cursos realitzats pel Dr. Flick Coleman que ofereixen recursos a través del web hi ha els següents:

Chem 111: és un curs de química general, que el seu autor anomena *The Last Hurrah*. S'hi poden consultar les seccions Molecule Collection i Molecule of the Day.

Chem 120: és un curs intensiu d'introducció a la química. Seguint la filosofia dels altres cursos, es pretén que sigui un curs sense papers. Tot el material del curs —programa, activitats previstes per a les classes, pràctiques d'exàmens, software i tutorials— es troba a la pàgina web, així com els enllaços a tots els materials necessaris relacionats amb el curs. També conté l'apartat Molecule of the Day.

Chem 341: és un curs de química inorgànica. Conté enllaços a pàgines web en què es troba material hipertextual i hipermedial, ja que integra de manera conjunta mitjans escrits i audiovisuals, com ara vídeos QuickTime, GIF animats, fulls de càlcul interactius, estructures 3D animades i interactives en Chime, entre d'altres. En la figura 9.4.1.163 se'n mostra la pantalla de presentació i la de l'agenda del curs.

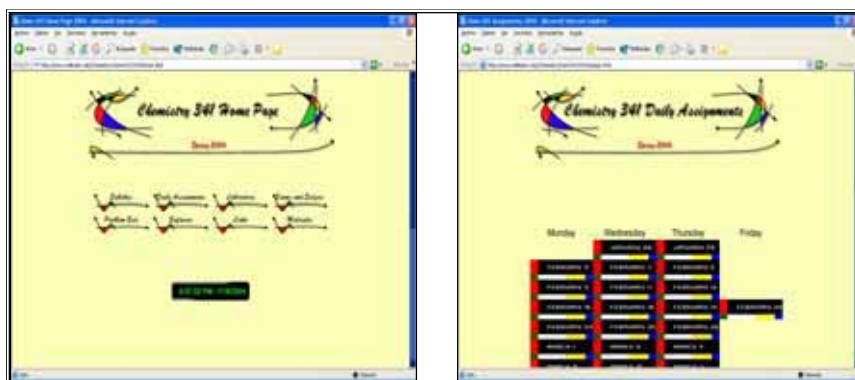


Figura 9.4.1.163. Wellesley. Pantalles de presentació de Chem 341.

Altres recursos interessants elaborats pel Dr. Flick Coleman són:

Molecular Velocity: és una animació Shockwave realitzada pel Dr. Flick Coleman i Meredith Bookman que permet calcular la velocitat d'una molècula a partir de les dades, entrades pels estudiants, de massa i de temperatura. Es mostra com la molècula es mou per la finestra de la pantalla, i també calcula els valors mitjans de la velocitat després d'haver-lo executat diverses vegades.

Periodic Table Quiz: és un vídeo dissenyat com un joc per ajudar els estudiants a aprendre's els elements. A partir d'una imatge de la taula periòdica es pot seleccionar un element a l'atzar, i l'estudiant l'ha de situar al lloc adequat. Conté quatre nivells de dificultat, així com informacions complementàries i una opció per avaluar els resultats obtinguts.

Entre els cursos organitzats pel [Dr. Paul Reisberg](#) hi ha els següents:

Chem 101/102: anomenat Understanding Drugs, és un curs on es fa una introducció a la química des d'un tema d'interès contemporani com és el de les drogues. El curs, de marcat caràcter interdisciplinari, proporciona enllaços a pàgines web. A més d'informacions textuais, en els enllaços es poden trobar vídeos QuickTime de temes relacionats, com ara el funcionament del cervell, les neurones, els neurotransmissors, els antivirals, els medicaments, el sistema immunitari, les bacteries, els antibiòtics, entre d'altres.

Pretén ser un curs sense llibres, de manera que tot el material necessari s'obté a través d'Internet. L'índex dels arxius del curs està basat en una taula on es mostren tots els dies del curs i en cadascun hi ha el material sobre el tema corresponent. Proporciona un accés molt més visual i ràpid al material que no pas la revisió típica de pàgines web de forma hipertextual o seqüencial. En la figura 9.4.1.164 se'n mostra la pantalla de presentació i la dels recursos organitzats per dia.

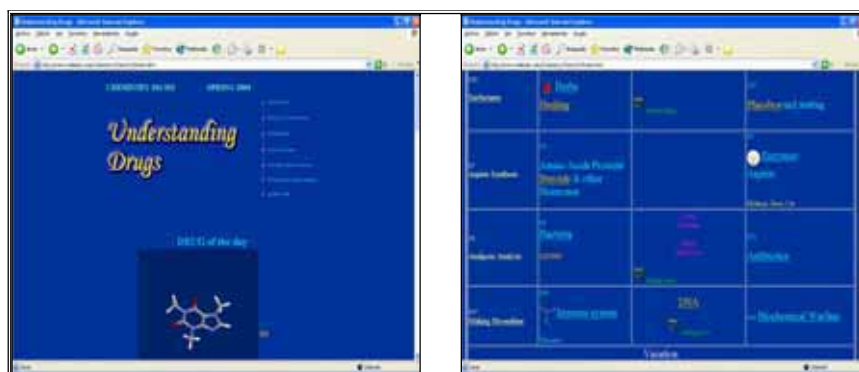


Figura 9.4.1.164. Wellesley. Pantalles de presentació d'Understanding Drugs.

Dins les diferents seccions hi ha un recull de setanta-vuit vídeos, dels quals un tant per cent molt elevat està relacionat amb temes biològics, bioquímics i mèdics. En la figura 9.4.1.165 se'n mostren algunes imatges.

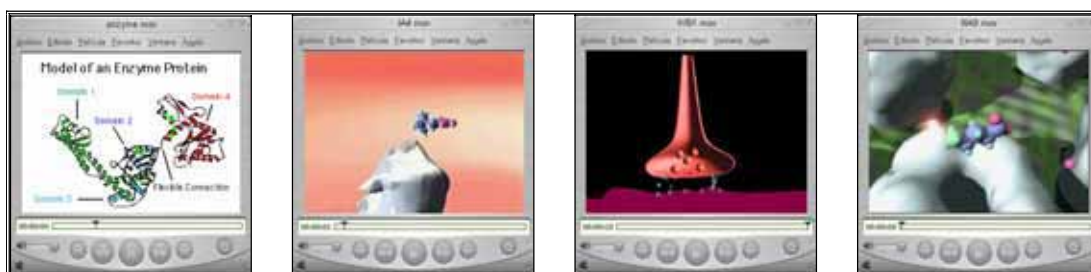


Figura 9.4.1.165. Wellesley. Imatges d'alguns vídeos de Chem 101/102.

En les imatges es fan servir animacions de molècules orgàniques i bioquímiques representades mitjançant models moleculars. Això representa una ajuda visual molt important per als estudiants, ja que els permet crear un model mental adequat per entendre com tenen lloc els fenòmens químics i biològics a nivell submicroscòpic.

Chem 227: és un curs d'introducció a la bioquímica. Conté vídeos en format QuickTime i Real Player sobre els enzims, els àcids nucleics, l'aigua, els lípids, els sucres, la glicòlisi i les funcions nuclears de transcripció, entre altres qüestions. En la figura 9.4.1.166 es mostra la pantalla amb l'horari de classe, que també conté els recursos del curs.

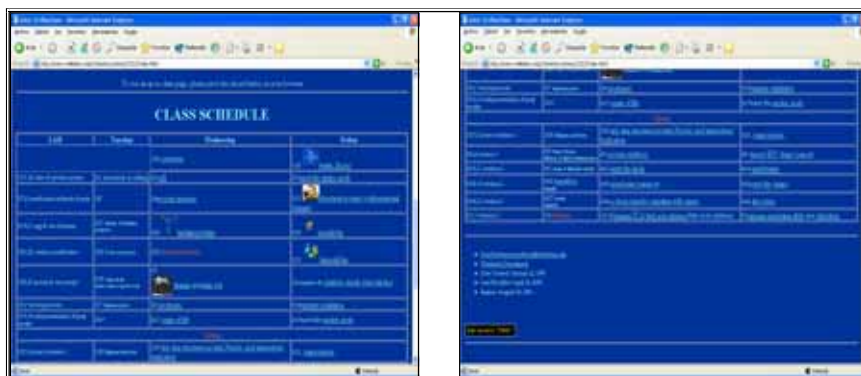


Figura 9.4.1.166. Wellesley. Pantalla amb l'agenda del Chem 227.

Per veure el llistat on estan els vídeos i poder-los descarregar a l'ordinador cal anar a l'adreça del curs Chem 227 a través de Computing /IT/Sciences-Chemistry, des d'on es pot accedir a un [índex](#) dels arxius del curs. En total hi ha cinquanta-sis vídeos, alguns dels quals també es comparteixen amb altres cursos —com ara Chem 101— d'introducció a la química. Cada tema va acompanyat d'una pàgina que conté representacions tridimensionals dinàmiques de diverses biomolècules rellevants en Chime. Els estudiants poden canviar i remarcar diverses parts per explorar diferents aspectes.

Un recurs interessant que s'ofereix a través d'Internet és **Chem 211 Lab Manual**. És una reconversió del tradicional manual de laboratori imprès, que ha estat dissenyat per ser emprat en línia amb l'ajuda del servei d'audiovisuals del Wellesley College. Conté una secció sobre seguretat al laboratori. També hi ha una introducció a la utilització de diversos aparells (punt de fusió, refractrometria, polarimetria, CG/MS, IR) i a la realització de tècniques de laboratori habituals en química (destil·lació simple, destil·lació fraccionada, cromatografia en capa prima, cromatografia en columna, extracció i reflux). En diversos casos s'adjunten vídeos en format QuickTime per il·lustrar el procés. En la figura 9.4.1.167 se'n mostren algunes pantalles de presentació.

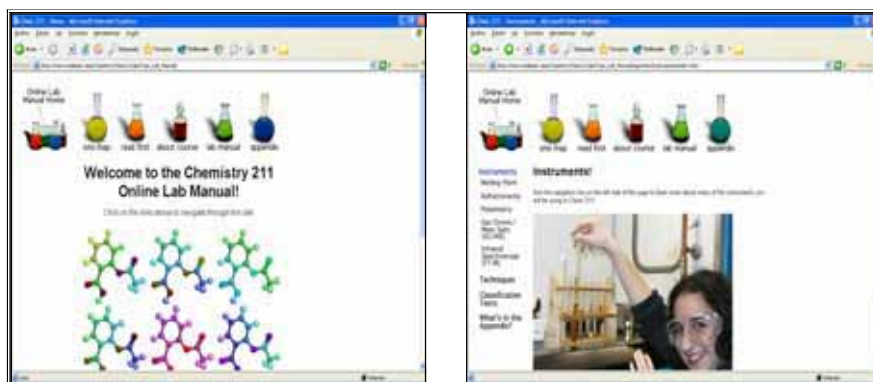


Figura 9.4.1.167. Wellesley. Pantalles de presentació d'Online Lab Manual.


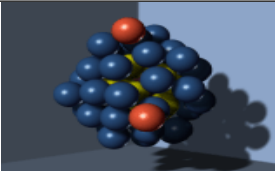
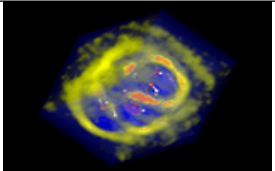
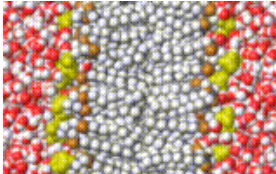
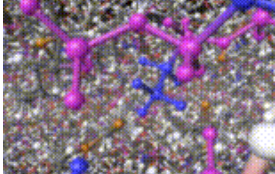
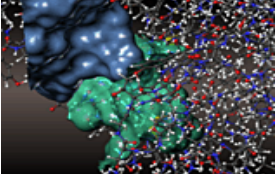
Miscel·lània	Recursos audiovisuals diversos
---------------------	---------------------------------------

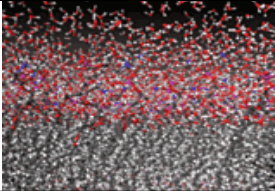
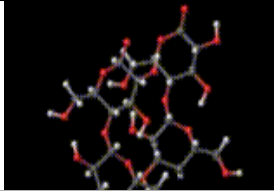
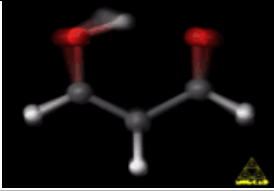



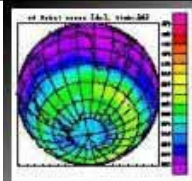














Generalment, l'objectiu d'incloure documents audiovisuals en una pàgina web respon al desig individual del personal acadèmic de promocionar les seves activitats acadèmiques o de recerca i fer-les públiques perquè les coneguin les persones relacionades amb el seu àmbit. Per tant, hi ha molts llocs web que contenen recursos audiovisuals inserits en una pàgina web. És força difícil, per no dir impossible, localitzar tots els recursos existents, a causa de la magnitud del World Wide Web i del nombre d'institucions acadèmiques i de recerca existents. Tampoc és possible descriure tots els que s'han localitzat de manera detallada dins l'elaboració d'una tesi doctoral. Això, evidentment, pot formar part d'un projecte més ampli.

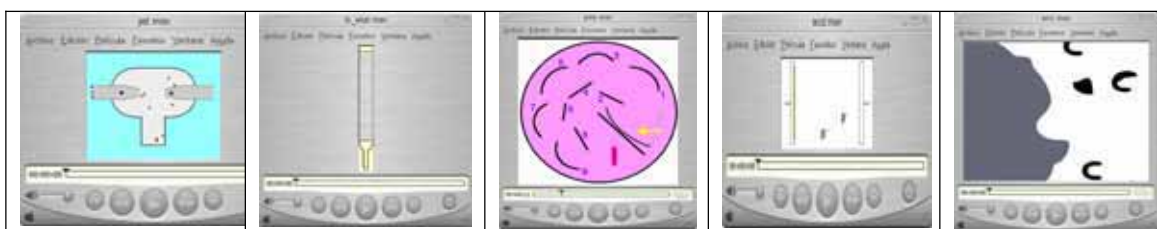
En aquesta investigació s'han volgut caracteritzar els recursos audiovisuals que es poden localitzar en el web. No s'ha pretès en cap moment fer-ne un seguiment exhaustiu però sí que fos representatiu. Per això s'han descrit d'una manera molt detallada els recursos localitzats d'una selecció d'adreces. Cal tenir en compte que, a més dels que s'han descrit fins ara, s'han revisat moltes altres adreces i s'han obtingut molts altres recursos que no poden ser detallats de la mateixa manera.

Amb la intenció de mostrar una part addicional d'aquest treball de revisió realitzat, en el quadre 9.4.1.28 es mostra un recull d'algunes de les adreces revisades, de les quals no es farà una descripció detallada. També s'adjunten algunes de les imatges corresponents als recursos audiovisuals que contenen, per donar una idea general del seu contingut.

Quadre 9.4.1.28. Recull d'algunes adreces revisades i dels recursos audiovisuals que contenen.

Nom	Imatges
<p>California State Polytechnic University, Pomona</p> <p>Vídeos – Imatges</p>	
<p>Dins dels cursos que elabora el professor Richard W. Caulkins, del Departament d'Enginyeria Civil de la California State Polytechnic University at Pomona (Cal Poly Pomona), s'hi troba el Water Supply Engineering Laboratory, en el qual es descriuen cinc activitats de laboratori a través de fotografies JPEG i un vídeo en format QuickTime.</p> <p>Ruta d'accés: <i>Cal Poly Pomona - Academics - College, School & Academic Department Index - College of Engineering - Civil Engineering Department - Wet Lab</i></p>	
<p>Technische Universität Darmstadt</p> <p>Vídeos - Animacions</p>	 
	 

				
<p>Dins dels cursos de química física del professor J. Brickmann, a l'àrea de recerca, hi ha el MOLCAD, on es poden visualitzar unes animacions en format MPEG o GIF. Ruta d'accés: <i>Technische Universität Darmstadt - Fachgebiete - Physikalische Chemie - Prof. J. Brickmann - Research - Visualization - MOLCAD</i></p>				
<p>Queen's University at Kingston Realitat virtual</p>				
<p>Virtual Tour: imatges generades per ordinador que permeten fer una visita virtual. De les set disponibles a la pàgina web se'n mostren tres. Estan en format AVI. Ocupen molta memòria (al voltant de 100 MB cadascuna).</p>				
<p>Cambridge University Vídeos - Animacions</p>				
<p>Tour Virtual: animació sobre el forat de l'ozó, on es pot veure com ha evolucionat amb el temps. Ha estat elaborada a partir de les dades recollides al Centre of Atmospheric Science de la University of Cambridge.</p>				
<p>Rensselaer Polytechnic Institute (RPI) Vídeos</p>				
<p>Virtual Polymer Laboratory: és la pàgina del grup de recerca del professor Chang Y. Ryu de l'RPI. Els vídeos són per ajudar a visualitzar tècniques de laboratori que són difícils d'efectuar. Tenen una mida considerable, entre 8 i 44 MB.</p>				
<p>Bowling Green State University (BGSU) Vídeos</p>				
				
<p>Dins Química 100 hi ha set vídeos en format QuickTime que mostren les reaccions dels metalls alcalins amb aigua, i del clor i el brom amb una base. La pàgina ja no està vigent. Ruta d'accés: <i>BGSU - Academics - Academic Departments - Chemistry - Faculty - J Todd - Chemistry 100</i></p>				
<p>Winona State University Vídeos - Simulacions</p>				



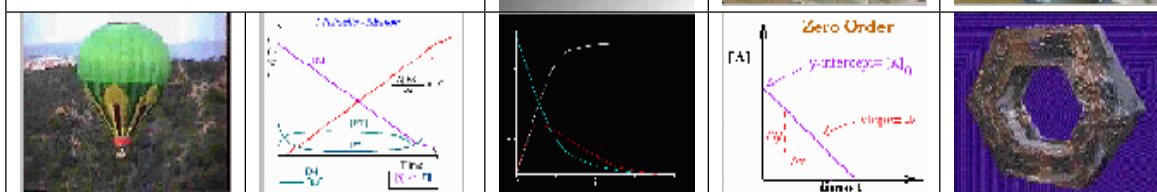
Dins del curs de química analítica CHEM 426, el professor Jeanne L. Franz manté una secció anomenada Instrument Simulations, que és un recull d'enllaços a simulacions en vídeo QuickTime d'altres institucions acadèmiques.

Davidson College Vídeos



El [15 Second Biography Home Page](#) conté una curta biografia d'investigadors en el camp de la genètica.

University of Pennsylvania Vídeos - Animacions



Hi ha diverses seqüències d'una conferència de premsa del Dr. Alan MacDiarmid, a qui va ser atorgat el Premi Nobel de Química l'any 2000 (Synthetic Methals).

També hi ha una col·lecció d'animacions que mostren diverses representacions gràfiques de cinètiques de reacció.

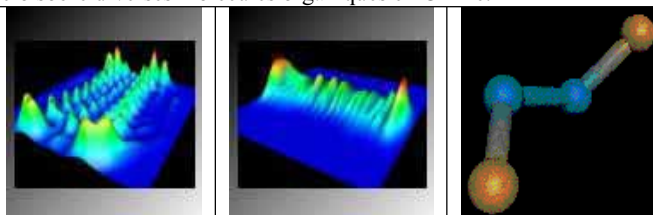
Imperial College Vídeos



Sir Geoffrey Wilkinson MOTM

Recull d'entrevistes a diversos premis Nobel, gravades per l'Imperial College Television Studio. Henry Rzepa —de l'Imperial College— i Paul May —de la Bristol University— mantenen una pàgina web anomenada [Molecules of the Month](#) (MOTM), que conté l'estructura i informació sobre diverses molècules orgàniques en Chime.

Australian National University Vídeos - Animacions



Realitzades pel professor Harold W. Schranz dins la seva activitat de recerca en transferència d'energia i dinàmica de reaccions.



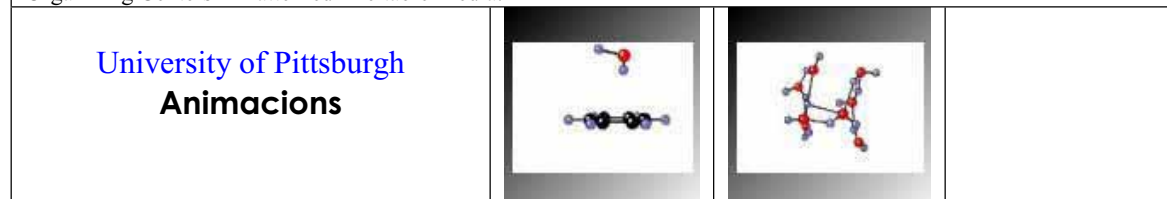
Vídeos del National Small-Scale Chemistry Center (SSC).



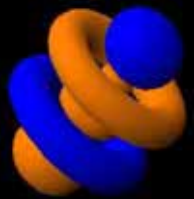






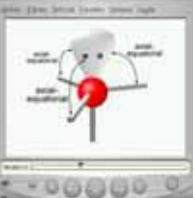


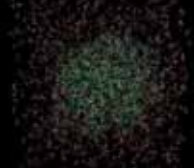
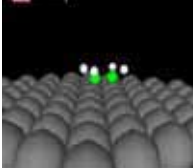
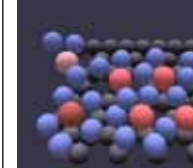
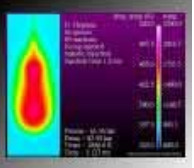




Batisphere Underwater Biological Laboratory (BUBL). Conté vídeos amb gravacions de les comunicacions entre els equips.







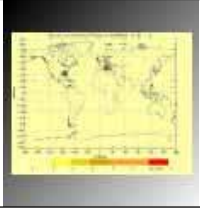
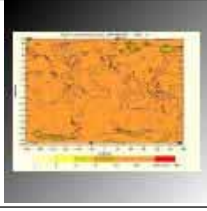
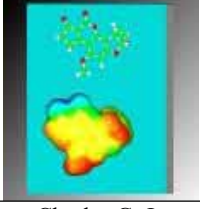

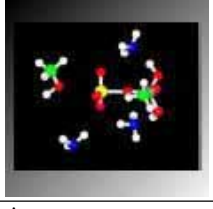








Vídeos sobre propagació d'ones químiques seguint el model de Belousov-Zhabotinsky. Anisotropy and Spiral Organizing Centers in Patterned Excitable Media.



Grup de recerca de Ken Jordan sobre química teòrica i computacional. Animacions i pàgines web interactives, realitzades amb Java, de models moleculars.

<p>Chicago Public Schools (CPS) Vídeos</p>				
<p>Pàgina web dissenyada pel Dr. Michael Lane com a suport al seu curs. Vídeo amb una animació d'un orbital atòmic 5f.</p>				
<p>Phoenix College Animacions</p>				
				
<p>Dins dels recursos educatius que es poden trobar en el Departament de Química hi ha dos vídeos que mostren l'estructura trigonal bipyramidal i la tetragonal seguint la teoria VSEPR.</p>				
<p>Visualization Group (LBNL-NERSC) Vídeos - Animacions</p>				
<p>L'Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory és un grup que es dedica al processament de dades per formar imatges.</p>				
<p>Chalmers University of Technology (Sweden) Vídeos</p>				
<p>Niklas Nordin de la Universitat de Chalmers a Suècia manté una pàgina web sobre modelat de formació d'esprais, ignició i combustió en motors de combustió interna.</p>				
<p>MBARI Vídeos</p>				
<p>Vídeos d'experiments realitzats al fons marí amb gasos amb efecte hivernacle, com ara el CO₂.</p>				
<p>WWCO Vídeos</p>				
<p>Wizard Workshop and Company (WWCO) és un grup de gent que es dedica a col·laborar i a desenvolupar software audiovisual. Conté vídeos d'humor, relacionats amb la química, dins la pàgina de Walt.</p>				

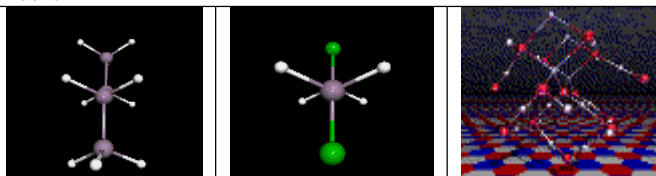
<p>Darmouth College</p> <p>Applets - Vídeos</p>			
			
<p>Recull d'<i>applets</i> de química. A més, conté la descripció d'algunes tècniques bàsiques de laboratori químic amb unes imatges molt nítides.</p>			
<p>Va Tech</p> <p>Vídeos - Animacions</p>			
<p>El Va Tech és el laboratori d'anàlisi científica visual del Virginia Tech. Dins les activitats de recerca es troben vídeos realitzats per Leonard K. Peters per mostrar de forma detallada la química troposfèrica.</p>			
<p>University of North Carolina at Asheville (UNCA)</p> <p>Animacions</p>			
<p>Animacions en vídeo de models moleculars fetes per Charles G. James, del Departament de Química.</p>			
<p>Emery/Weiner School</p> <p>Vídeos</p>			
<p>Vídeo on es mostra una explosió emprant CO₂ sòlid.</p>			
<p>California State University Northridge (CSUN)</p> <p>Vídeos</p>			
<p>Conté una secció anomenada The Chemistry Desk, que inclou un vídeo sobre l'electròlisi.</p>			
<p>Dakota State University (DSU)</p> <p>Java Applets</p>			
<p>Pàgina web del Dr. Bleil.</p>			

<p>San Jose State University (SJSU) Vídeos</p>			
<p>Vídeo de Daniel A. Strauss sobre com assecar solucions i com realitzar el punt de fusió d'un sòlid.</p>			
<p>School Sains Vídeos</p>			
<p>Vídeos que proporcionen una panoràmica de les instal·lacions.</p>			
<p>Western Washington University (WU) Animacions - Chime</p>			
<p>Virtual Molecular Model Kit és una pàgina web amb un recull de molècules orgàniques en Chime. Estan classificades per grup funcional.</p>			
<p>Okanagan University College (OUC) Animacions - Chime</p>			
<p>El Dr. Dave Woodcock manté una pàgina web on es troben models moleculars en Chime. Es poden fer servir amb una finalitat educativa o personal, però no copiar o distribuir sense autorització de l'autor.</p>			
<p>Universitat de California Irvine (UCI) Java applets</p>			
<p>Recull de sis <i>applets</i> realitzats amb Java sobre principis químics relacionats amb cinètica, termodinàmica i altres temes.</p>			
<p>Universitat de Massachussets (Amherst) Animacions - Chime</p>			
<p>El Molecular Visualization Resources, d'Eric Matz, conté diverses animacions realitzades amb Chime, així com descripcions de software divers relacionat amb la visualització molecular. L'autor manifesta que tots els recursos de la pàgina poden ser descarregats per ser emprats, sense estar connectats a Internet, a les classes o als laboratoris. La pàgina web és una recopilació de recursos relacionats amb la visualització molecular, de la qual fins i tot ofereix un enllaç a una descripció de la seva evolució històrica. Entre altres recursos es pot destacar l'Atles de Macromolècules i el World Index of Molecular Visualization Resources.</p>			
<p>The Wooden Periodic Table Vídeos</p>			



Theodore Gray ha dissenyat una taula periòdica en forma de taula de fusta que conté mostres dels diversos elements. Alguns porten associat un vídeo QuickTime que en mostra l'aspecte fisicoquímic. El Scientific American li ha atorgat el premi Science & Technology Web Awards del 2004.

Brunel University (West London) Animacions



El Dr. Jeffrey J. Gosper ha desenvolupat un programa per a Windows anomenat **Re_View** que permet mostrar estructures 3D, dotar-les d'animació (el que es coneix com 4D) i efectuar anàlisis geomètriques.

UNAM Vídeos



Al **Departament de Programes Audiovisuals** de la Facultat de Química es poden trobar algunes animacions Flash sobre diverses qüestions, com ara orbitals moleculars, acidesa i basicitat, i formació de complexos, entre d'altres. Són una mica lentes d'execució i no són interactives. També conté animacions Chime per a l'estudi de les estructures i les forces intermoleculars.

Tècniques de laboratori Vídeos



Dan Straus 2002

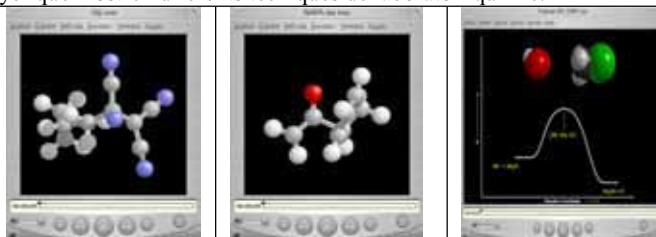


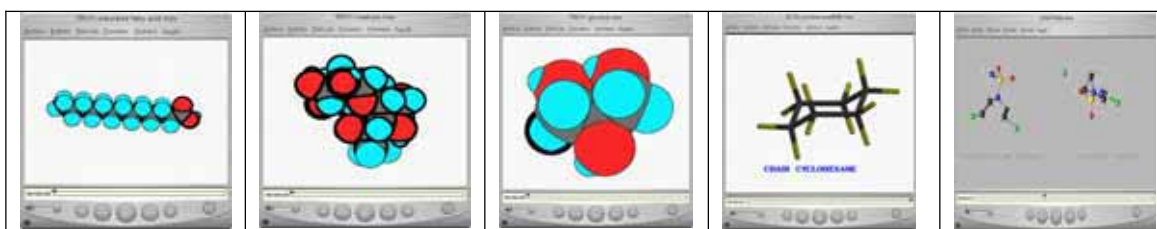
WIU

Indiana

Diversos vídeos en format QuickTime o Real Player que mostren diferents tècniques de laboratori químic.

Models moleculars Vídeos



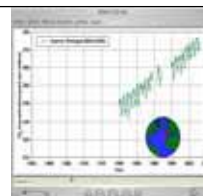


Animacions Chime que mostren diferents estructures químiques per il·lustrar qüestions diverses (estructura, isomeria, reactivitat).

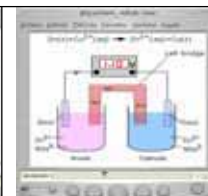
Animacions Animacions



Augustana



Beloit



USM

TMS

Dean Waldow, 1996

Demostracions Vídeos



CSB



Experiments de laboratori gravats en vídeo per ser emprats a les classes o com a introducció o suport al treball de laboratori.

Recorreguts virtuals Vídeos



Bedford



Caslab



UCL



ATI



TRCC



Waterloo

Hi ha molts llocs acadèmics que mostren les seves instal·lacions de laboratoris i equips a través de la realitat virtual en format QuickTime.

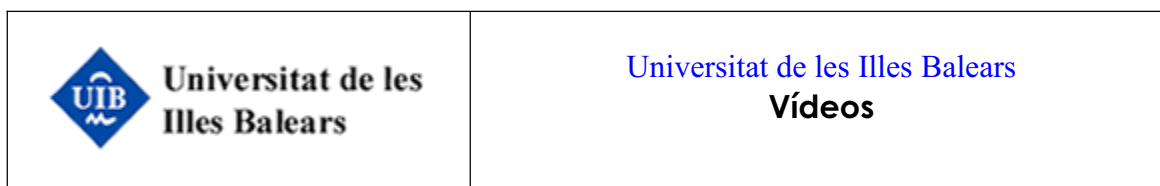
<p>Presentacions Vídeos</p>			
Presentacions d'alumnes i professors en relació amb algun curs que s'imparteix.			
<p>Classes-Congresos Vídeos</p>			
Classes i conferències gravades.			
<p>Humor Vídeos</p>			
Taylor 16		The magic pitcher	
No és molt corrent, però hi ha algun vídeo gravat per explicar alguna qüestió química d'una forma més informal.			
<p>Música Vídeos</p>			
Vídeos que tenen a veure amb la paraula clau «química» entrada en fer la cerca a Internet.			

9.4.2. Recursos audiovisuals en pàgines web d'àmbit espanyol

Els recursos audiovisuals descrits en l'apartat anterior van ser localitzats emprant el cercador Alltheweb. En el període de temps en que es va efectuar la cerca, no se'n van poder localitzar en pàgines web d'institucions acadèmiques d'àmbit espanyol. Evidentment pot haver-hi molts docents a l'Estat espanyol que facin servir recursos audiovisuals com a element habitual en la seva docència, però no els han ubicat en el web. Fins i tot pot ser que existeixin materials amb recursos audiovisuals accessibles en línia però o no són d'accés lliure i es requereix una contrasenya per accedir-hi o els cercadors habituals no són capaços de detectar-los.

Durant el procés de cerca emprant cercadors diferents a l'Alltheweb es va localitzar una pàgina web d'una universitat espanyola que havia incorporat recursos audiovisuals en el material d'un curs accessible en línia a través del web. Concretament es va trobar que, en el curs d'accés a la universitat per a majors de vint-i-cinc anys que s'imparteix a la Universitat de les Illes Balears, s'hi havien incorporat arxius de vídeo. Per això se n'ha inclòs la descripció en aquest apartat. A més, hi ha els materials recopilats pel Grupo Lentiscal, format per professorat de secundària de les Illes Canàries. També s'ha inclòs una descripció de la Xarxa Telemàtica Educativa de Catalunya (XTEC), pel fet que han digitalitzat diversos vídeos didàctics que poden ser visionats en línia a través del web.

A continuació es fa una descripció d'aquests recursos



Dins del Departament de Química de la Universitat de les Illes Balears, el [Dr. Juan Frau Munar](#) manté una pàgina web amb les seves activitats acadèmiques i de recerca. Entre les activitats docents hi ha el curs de preparació per a les proves d'accés a la universitat per a majors de vint-i-cinc anys, del qual imparteix el temari de química. Com a material de suport al curs hi ha una selecció de pàgines web i uns vídeos en format QuickTime. Estan extrets del [Companion Website \(CW\)](#), on l'editorial Pearson ofereix recursos complementaris al llibre *General Chemistry: Principles and Modern Applications*.

En conjunt hi ha uns trenta vídeos en format QuickTime, classificats en vuit apartats temàtics generals: naturalesa i organització de la matèria, estructura de la matèria, canvis en els processos químics, sistema periòdic i propietats periòdiques, enllaç químic, equilibri químic, reaccions de transferència de protons, reaccions de transferència d'electrons i química orgànica. En la figura 9.4.2.1 se'n mostren algunes imatges.



Figura 9.4.2.1. UIB. Imatges d'alguns vídeos del curs de preparació per a les proves d'accés a la universitat per a majors de vint-i-cinc anys.

Els vídeos són d'una elevada qualitat gràfica i han estat gravats seguint els principis generals d'evitar filmar la persona que està realitzant les experiències i d'emprar plans molt propers. Tots van acompanyats d'una veu en off que comenta el que es veu en pantalla. Com que l'idioma original és l'anglès, se n'ha adjuntat una transcripció en castellà.

Poden ser visualitzats en pantalla o bé descarregar-se per visionar-los posteriorment sense connexió a Internet. Hi ha uns divuit vídeos que estan inserits en pàgines web i que no poden ser descarregats. Tenint en compte a qui va dirigit el curs, cal suposar que els estudiants disposaran d'altres materials (que no apareixen a la pàgina web del curs) i/o de classes presencials, ja que malgrat que els vídeos són d'una qualitat elevada, tant tècnicament com didàcticament, no estan dissenyats per a aquest nivell educatiu, en què pot haver-hi una gran diversitat pel que fa als coneixements previs dels estudiants. Poden ser molt útils per introduir els estudiants en els temes que es vulguin tractar i perquè els estudiants puguin visionar-los un cop ja s'ha tractat el tema a classe, per revisar els conceptes treballats.



La Xarxa Telemàtica Educativa de Catalunya (XTEC) és un dels centres de recursos virtuals més antics d'Espanya. Va ser creada per la Generalitat de Catalunya, que va inaugurar-ne la connexió a Internet l'any 1995, amb l'objectiu de proporcionar recursos virtuals als professors i als alumnes dels nivells educatius no universitaris (primària, secundària i batxillerat). A la secció Escola Oberta hi ha diversos recursos destinats a afavorir la formació en l'àmbit audiovisual, un dels quals és la [Videoteca Digital](#), que conté una selecció de la col·lecció de vídeos didàctics del Departament d'Ensenyament i d'altres materials audiovisuals d'interès educatiu. Els vídeos han estat digitalitzats per poder ser distribuïts via Internet.

Encara que el nivell educatiu al qual van dirigits va des de l'educació infantil fins a la secundària postobligatòria (batxillerat), s'ha cregut convenient incloure'n la descripció en aquesta investigació per dos motius. Primer, perquè entre els vídeos de química n'hi ha que corresponen al batxillerat però que també poden ser útils per a cursos d'introducció a la química de nivell universitari. El segon motiu és perquè representa un dels pocs esforços duts a terme des de la comunitat educativa —ja sigui en l'àmbit acadèmic o institucional— pel que fa a proporcionar recursos que siguin accessibles a través d'Internet de forma lliure i gratuïta. En la figura 9.4.2.2 se'n mostren diverses pantalles de presentació.

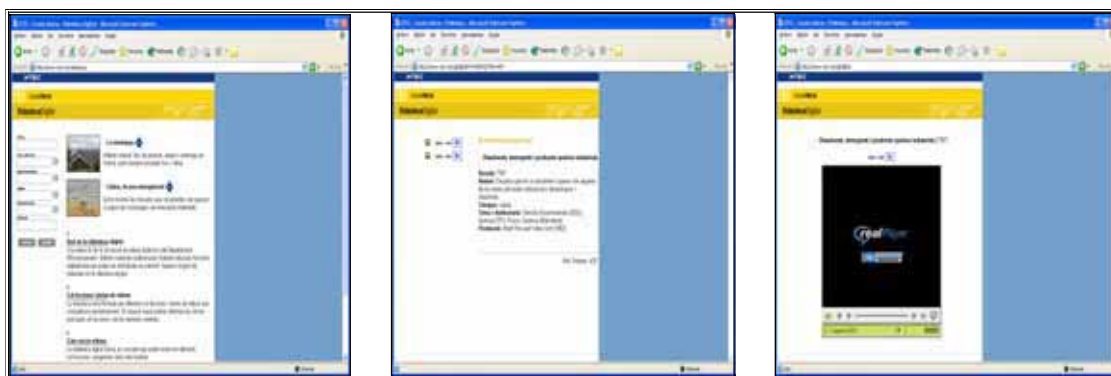


Figura 9.4.2.2. XTEC. Videoteca Digital. Pantalles de presentació.

Cada vídeo va acompanyat d'una sèrie de dades com ara el títol, la durada, un petit resum, l'idioma, el nivell educatiu al qual van dirigits, la productora i l'any de producció. Quant a l'idioma, en alguns casos han estat doblats al català a partir de les produccions originals, però no s'especifica si correspon al de l'original o al del doblatge. La Videoteca Digital inclou un cercador que permet efectuar una cerca dins dels camps següents: títol, col·lecció, destinataris, producció, tema i resum. Fent una cerca amb la paraula clau «Química» dins del camp Tema, s'obtenen 93 resultats. No s'ofereix cap altra forma de classificació més específica. Els títols apareixen ordenats alfabèticament. Per visualitzar els vídeos es requereix el Real Player. De cada vídeo s'ofereixen dues versions: una més petita que es pot descarregar amb més facilitat (ADSL200) i una de més gran (ADSL500).



El Grupo Lentiscal és un grup d'investigació i innovació educativa en l'ensenyament i l'aprenentatge de la física i la química. Estan interessats en acostar, difondre i millorar el coneixement de la Ciència, i la seva estreta relació amb la Tecnologia, la Societat i el Medi Ambient. Volen contribuir a integrar les tecnologies de la informació i de la comunicació amb la física i la química en l'educació secundària. Està format per Francisco Martínez Navarro, Eduardo de Santa Ana Fernández, Juan Antonio Domínguez Silva, Ana Cárdenes Santana i Vicente Mingarro González.

Encara que el seu àmbit d'actuació no és l'universitari, s'ha cregut convenient incloure'n la seva descripció ja que es tracta d'un dels pocs que ofereixen recursos audiovisuals en línia localitzats en l'àmbit espanyol. Els seus membres tenen un enorme interès en difondre la seva activitat docent, emprant aquests tipus de materials, tal com ho van posar de manifest en les diverses comunicacions que van presentar en l'últim congrés de Didàctica de les Ciències Experimentals, celebrat el setembre de 2004 a Donostia. Dins de la seva pàgina web, que actualment està en construcció, es troben recursos molt diversos. En la figura 9.4.2.3 es mostren algunes imatges dels recursos que s'hi poden trobar.



Figura 9.4.2.3. Grupo Lentiscal. Imatges d'alguns recursos audiovisuals.

També ofereixen un recull d'estructures de compostos orgànics i inorgànics, anomenada «Moléculas activas en 3D». Permet veure l'estructura tridimensional en diversos formats i realitzar càlculs de longituds i angles d'enllaç, emprant el *plug-in* Chime. A la figura 9.4.2.4 es mostra la pantalla de presentació del grup i del «Moléculas activas en 3D».

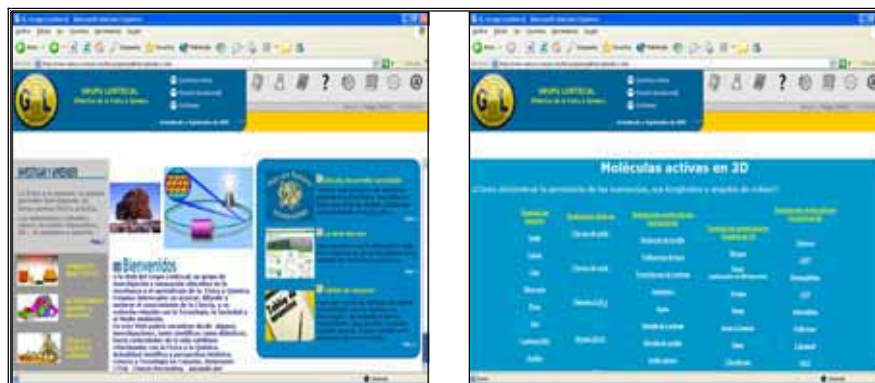
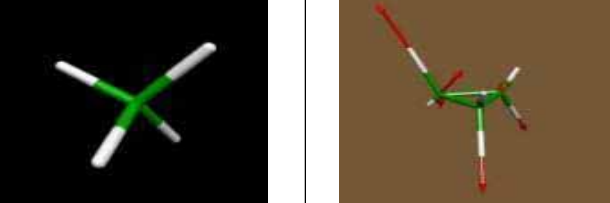





Figura 9.4.2.4. Grupo Lentiscal. Pantalles de presentació del grup i del «Moléculas activas en 3D».

Per acabar aquest apartat cal comentar que en el moment de presentar aquest treball d'investigació ja es comencen a trobar alguns documents audiovisuals d'àmbit espanyol, emprant el cercadors descrits en l'apartat 8.7.5. El cercador Alltheweb és el que continua donant el major nombre de resultats, entre els que hi ha documents audiovisuals procedents de pàgines web espanyoles (.es), portugueses (.pt), i hispanoamericans (brazil, mèxic, venezuela, etc.). En el quadre 9.4.2 es mostra una descripció simplificada dels que s'han considerat més significatius. S'han localitzat uns 77 documents audiovisuals en institucions acadèmiques del nostre país entre els quals hi ha 14 arxius corresponents al Grupo Lentiscal i 25 arxius de la Universitat de les Illes Balears, ja descrits anteriorment.

Quadre 9.4.2. Recursos audiovisuals d'àmbit espanyol.

Nom	Imatges	
<p>Universidad de Oviedo</p> <p>Vídeos</p>		
<p>Dins del material de l'assignatura Experimentación en Química Física hi ha 5 vídeos en format MPEG: Conductivitat, Espectroscopia, Viscosimetria, Temperatura i Osmometria</p>		
<p>Animacions</p> <p>Grupo de Química Cuántica</p>		
<p>Dins del material docent del curs de Química Física II (curs 2003-2004) s'ofereixen animacions de vibracions moleculars de les molècules d'aigua, metà i ciclopropà. Hi ha 33 arxius que estan en format MPEG.</p>		
<p>Universidad de Granada</p> <p>QUIORED</p> <p>Vídeos</p>		
<p>És una <i>web</i> que conté recursos educatius de lliure accés en castellà, en l'àrea de la Química Orgànica. Ha estat confeccionada des de la Universitat de Granada per professors i alumnes del Departament de Química Orgànica.</p>		
<p>Universidad de Cádiz</p> <p>Laboratorio Alelopatía</p> <p>Vídeos</p>		
<p>Vídeo de presentació per gentilesa de Canal Sur Televisión</p>		
<p>Universitat de Barcelona</p> <p>SEQA</p>		
<p>Vídeo sobre la gestió dels laboratoris de pràctiques. Està dirigit als estudiants nous per a explicar-los-hi de manera senzilla en què consisteix el Sistema de Gestió de la Qualitat implantat en els laboratoris de pràctiques de la Facultat de Química. És suficientment general com per a ser emprat per altres universitats, titulacions i centres de docència.</p>		

9.4.3. Pàgines web amb recopilacions d'enllaços relacionats amb la química

Quan es fa una cerca de recursos audiovisuals a Internet s'obté un nombre molt elevat d'adreces, moltes de les quals no contenen recursos audiovisuals, sinó que són recopilacions d'enllaços cap a altres llocs. Això fa que el nombre d'adreces que cal revisar sigui encara més elevat, i augmenta la dificultat de trobar algun dels enllaços que s'adeqüi a les necessitats acadèmiques per a les quals s'ha realitzat la cerca. S'ha cregut convenient comentar aquest fet com a punt final d'aquest apartat de descripció i valoració didàctica dels recursos audiovisuals localitzats en el web.

Molt sovint, aquestes llistes d'enllaços contingudes en una pàgina web no són recopilacions exhaustives de recursos, i corresponen simplement a un intent de proporcionar algun recurs relacionat amb el tema o curs que s'està desenvolupant perquè els estudiants el consultin com a material complementari. Per això normalment es troben integrades dins d'alguna pàgina web d'algun curs acadèmic o d'alguna institució educativa.

En moltes pàgines web de departaments de química nacionals i internacionals hi ha una secció destinada a recollir enllaços a Internet. En molts casos són enllaços a fonts de dades teòriques contingudes en altres llocs web (bases de dades diverses, revistes accessibles en línia, etc.). La veritat és que, malgrat la possible utilitat, constitueixen un obstacle a l'hora de cercar recursos audiovisuals. Una adreça et dirigeix a una altra i en molts casos no n'hi ha cap contingut cap mena de recursos.

En el procés de revisió portat a terme al llarg d'aquesta tesi s'ha arribat a un punt en el qual es reconeixen moltes d'aquestes recopilacions d'enllaços, encara que sempre se'n troben de noves. D'altra banda, cal tenir en compte que, generalment, l'activitat de qualsevol professional dedicat a la docència és prou intensa perquè a més hagi de dedicar el nombre d'hores necessari per efectuar aquest tipus de revisions.

En general es requereix molt temps per revisar qualsevol d'aquestes recopilacions de recursos. El nombre d'enllaços que contenen és molt variable: pot anar de 30 (Paul's Chemistry Lab; Useful Links, Berkeley) a més de 8.000 (Links for Chemists).

La consulta a qualsevol d'aquests llocs, independentment de la quantitat d'enllaços que contingui, requereix la revisió del contingut de cadascun dels enllaços que contenen per veure quin tipus de recursos inclouen. En molts casos cal passar diverses hores revisant el contingut d'un sol lloc web per tal d'esbrinar quins recursos conté i per a quin nivell educatiu són, i per establir com poden ser útils.

En el quadre 9.4.3 es mostra, d'una forma gràfica i facilitant l'enllaç a cadascun dels llocs web mostrats, una selecció d'algunes pàgines web de recopilacions d'enllaços generals i específics en audiovisuals. També s'hi inclou una petita selecció de recopilacions d'àmbit espanyol.

Quadre 9.4.3. Selecció de pàgines web amb recopilacions d'enllaços.

Selecció de pàgines web amb recopilacions d'enllaços generals

 <p>Links for Chemists University of Liverpool</p>	 <p>Chemdex University of Sheffield</p>	 <p>Chemistry-About Anne Marie Helmenstine</p>
 <p>Internet Resources MCTP-Maryland</p>	 <p>ChemInfo Indiana University</p>	 <p>Science Gems Frank Potter</p>
 <p>Chemistry Central Rowan Beckworth</p>	 <p>Chemistry Index Freie Universität - Berlin</p>	 <p>Web-Sters U. Columbia / U. Berkeley</p>
 <p>Chemistry Teaching Resources Umeå University</p>	 <p>Chemistry Links AcademicInfo</p>	 <p>Chemistry Links Paul's Chemistry Lab</p>
 <p>Useful Links UC Berkeley</p>	 <p>Quantitative Analysis Springboard Mercyhurst College</p>	 <p>Chemistry Demonstrations Mark Rosen</p>

Selecció de pàgines web amb recopilacions d'enllaços específics audiovisuals



Chemistry Resources
Steve Marsden



Demonstration Experiments
Peter Keusch



CHEMISTRY ANIMATION
Gábor Lente (U. Debrecen, HU)



Chemistry Web Resources
Ron Rinehart



The Martindale's Chemistry Center
Jim Martindale

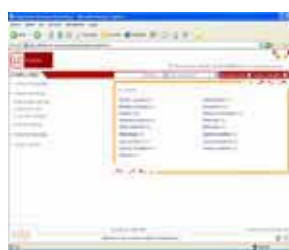


The HIVE
Texas A & M

Selecció de pàgines web amb recopilacions d'enllaços d'àmbit espanyol



Biblioteca UB
Universitat de Barcelona



Biblioteca UCM
Universitat Complutense de Madrid



Quiminet
Pedro Fernández Cortés



Química d'Europa



Elementos de Química
Pedro Fernández Cortés



IES Joaquín Costa
Zaragoza

a) Recopilacions d'enllaços generals

Els primers reculls de recursos en el web relacionats amb la química van aparèixer a les universitats de Leeds i Sheffield al començament dels anys noranta. El [Sheffield Chemdex](#) és un directori de recursos de química en el web que està en funcionament des de 1993 i que està mantingut per Mark Winter (el dissenyador de Web Elements, una de les taules periòdiques interactives en línia més completes).

Els recursos estan organitzats en forma d'arbre, amb una primera classificació formada per tretze àrees temàtiques generals (*chemistry, chemistry communication, companies, compounds and molecules, elements, government agencies and laboratories, learned societies, miscellaneous sites, people, portals and links sites, the periodic table, university departments, WWW software and standards*).

Cadascuna de les categories anteriors està subdividida en subtemes, que a la vegada se subdivideixen en altres apartats si s'ha considerat necessari. El primer apartat dedicat a la química està subdividit en vint-i-una subcategories. Conté un cercador intern per facilitar i agilitar la cerca d'un recurs dins del directori. De totes maneres, cal tenir en compte que no existeix un apartat concret que reculli els recursos audiovisuals existents.

Des d'aleshores va haver-hi una explosió de química en el web, i molts departaments de química es van trobar en línia. Va esdevenir popular fer servir Internet en cursos d'informació química, i el resultat va ser que les pàgines de química van proliferar al web.

Moltes d'aquestes recopilacions d'enllaços són proporcionades per les biblioteques universitàries. De fet, gairebé totes les pàgines web de les biblioteques universitàries nacionals o internacionals contenen recopilacions de recursos relacionats amb els ensenyaments que ofereix la universitat, entre els quals es troben els del camp de la química. El que varia d'un lloc a l'altre és la quantitat d'enllaços que contenen i la forma en què estan organitzats, que canvia lleugerament segons el criteri de qui ha dissenyat la pàgina, que normalment és un bibliotecari. L'objectiu principal d'aquestes recopilacions és proporcionar una guia o primer punt de contacte amb recursos ubicats al web per facilitar-ne l'accés a l'alumnat.

Hi ha diverses persones relacionades amb el món acadèmic que s'han proposat elaborar recopilacions de manera més exhaustiva dels recursos existents a Internet relacionats amb la química. Entre les més destacades hi ha [WWW Virtual Library](#), que va ser iniciada per Tim Berners-Lee —un dels creadors de l'html i del web— el 1995, i que és una de les més antigues que es troben.

La secció relacionada amb la química s'anomena [Links for Chemists](#) i està mantinguda per la Universitat de Liverpool. Encara que potser no és la que conté més enllaços, les més de 8.000 connexions a pàgines web que han estat incloses per experts en cadascuna de les àrees tenen una elevada qualitat. Sol ser molt citada per altres col·leccions, i per tant gaudeix d'una àmplia difusió. Ofereix una classificació temàtica però no conté cap apartat específic destinat als recursos audiovisuals, per la qual cosa cal explorar les diverses adreces per veure si contenen algun material d'aquest tipus.

[Internet Resources for Science and Mathematics Education](#): és un directori d'enllaços que està dins del projecte de Maryland Collaborative for Teacher Preparation (MCTP). És un directori amb un recull d'enllaços classificats en divuit categories. Totes han estat revisades abans de ser entrades a la llista. El lloc va ser creat pel professor emèrit de la Universitat de Maryland T.C. O'Haver el 1995, i s'actualitza un cop l'any. La data de l'última actualització és del juliol del 2002, cosa que podria indicar que ja no està sent actualitzat. Dins l'apartat de química hi ha 269 enllaços a adreces, algunes de les quals contenen recursos audiovisuals, tot i que la majoria estan més aviat basades en textos.

Chemistry-About: és una recopilació de recursos de química que forma part del directori temàtic del cercador About. Està revisat i mantingut per la Dra. Anne Marie Helmenstine. Conté molts enllaços a diversos recursos de química, sense especificar si són textuais o audiovisuals, per la qual cosa cal visualitzar cada adreça per veure'n el contingut i la possible idoneïtat.

Fent Química per Internet. Recursos Generals: la recopilació d'adreces de la Biblioteca de la Universitat de Barcelona és l'única adreça espanyola recollida dins de la secció de llocs d'enllaços de química general del directori Link for Chemists (Universitat de Liverpool). No és un fet gaire freqüent que apareguin recursos de països no anglosaxons en aquests tipus de recursos. Generalment solen recollir de forma gairebé exclusiva fonts del mateix país que ha originat la recopilació.

b) Recopilacions d'enllaços a recursos audiovisuals

Les recopilacions de llocs web que contenen exclusivament enllaços a recursos audiovisuals, com és freqüent a Internet, són llistats bàsicament textuais. En algun cas s'acompanyen d'alguna imatge estàtica (Chemistry Demonstrations, de Peter Keusch, de la Universitat de Regensburg) o d'una còpia de la pantalla de la pàgina web on estan allotjades (Chemistry Web Resources de Ron Rinehart del Monterey Peninsula College). Per conèixer exactament el tipus, la quantitat i la qualitat dels materials que conté cadascun dels enllaços cal visitar la pàgina corresponent i revisar-ne el contingut.

Entre les recopilacions d'enllaços a recursos audiovisuals en destaquem les següents:

Steve Marsden's Chemistry Resources: és potser la llista de material audiovisual més organitzada de totes les existents. Va ser creada per Steve Marsden, de la Harvard-Westlake School, l'agost del 1996, i la manté actualitzada. És un recull d'enllaços que condueixen directament a un arxiu audiovisual. Estan organitzats en setze categories temàtiques. Dins de cadascuna es troben els materials en forma de llista, sense cap organització concreta. De cadascun dels recursos s'indica el tipus de *plug-in* necessari per visualitzar-los, la mida de l'arxiu, així com la font de procedència. Proporciona en cadascun l'enllaç per arribar-hi, però no conté els materials.

El que resulta més interessant és que un recull d'aquesta mena pot facilitar la localització dels experiments del mateix tipus però realitzats per diferents persones. D'aquesta manera es poden utilitzar per comparar la forma en què s'han plantejat, la qualitat de les imatges, les informacions subministrades en cada cas, i fer servir la que sembli més adequada segons els objectius educatius que s'hagin plantejat.

Cal tenir en compte, però, que en subministrar únicament l'enllaç al recurs cal visitar la font de procedència i descarregar-lo, cosa que comporta esperar un cert temps, que en determinats casos resulta considerable.

Segons Steve Marsden, això va ser un intent d'organitzar els recursos que havia trobat i col·locar-los en un sol lloc web. En preparar-ho va considerar que el material audiovisual que va etiquetar com «Media» era tot allò que fos més complex que un simple text i imatges estàtiques, i per tant hi va incloure vídeos, animacions Shockwave, simulacions interactives Java i, fins i tot, GIF animats.

[Links Demonstration Experiments-Chemistry](#): mantinguda per Peter Keusch, del Departament de Didàctica de la Química de la Universitat de Regensburg (Alemanya). Conté les adreces i una petita descripció, algunes de les quals s'acompanyen d'imatges o d'algun GIF animat, de cinquanta-dos llocs web diferents que contenen materials audiovisuals. En la majoria de casos proporciona el llistat dels títols de les demostracions que es poden trobar en cadascun dels enllaços.

[Chemistry Animations and Movies on the World Wide Web](#): és un recull elaborat pel Dr. Gabor Lente, de la Universitat de Debrecen (HU). Està ordenat alfabèticament segons el nom del títol i proporciona el nom de la font original, un enllaç i el tipus de *plug-in* necessari per a la visualització.

[Chemistry Web Resources](#): realitzat per Ron Rinehart, del Monterey Peninsula College. Els recursos estan classificats en més de vint apartats temàtics, entre els quals n'hi ha un específicament dedicat a les demostracions i als experiments de classes en línia. Proporciona dins de cada apartat un llistat sense cap ordre manifest, on apareix una imatge amb la pàgina en què estan ubicats els recursos, així com el títol del projecte en què s'inclouen, l'adreça, l'enllaç i un breu comentari.

[The Hive](#): conté enllaços relacionats amb visualització molecular, i està hostatjat a la Texas A&M University per a l'ús dels alumnes de primer cicle d'universitat i per a tothom que desitgi fer servir aquest lloc web per a l'ensenyament i l'aprenentatge de la química. Conté un recull d'animacions de diversos llocs web classificades en quinze categories temàtiques.

En alguns casos sembla que aquestes recopilacions es deuen a l'esforç d'un individu que ha recopilat alguns recursos i els posa a la disposició dels navegants que puguin arribar a la seva pàgina web. En pocs casos aquest esforç correspon a un intent intencionat de recopilar la màxima quantitat de recursos disponibles en el WWW. Encara menys freqüent és trobar aquesta informació organitzada amb algun criteri, de manera que pugui ser consultada fàcilment i que permeti trobar el recurs desitjat sobre un tema o un concepte determinat.

En principi aquests llocs web que ofereixen recopilacions d'adreces estan pensats per fer més fàcil la navegació a través de les pàgines web de química existents en el web, però és fàcil constatar la quantitat de pàgines que contenen recursos sense actualitzar i que no fan res més que embussar el web. Hi ha milers de pàgines que fa més d'un any que no s'actualitzen, la qual cosa indica que ja no hi ha ningú al darrere que les estigui revisant i actualitzant.

9.5. Resultats i discussió

9.5.1. Consideracions inicials

Les investigacions dutes a terme durant les últimes dècades sobre els esquemes alternatius o errors conceptuals dels alumnes han posat de manifest que tenen una comprensió incompleta o errònia d'alguns conceptes químics relacionats amb l'electroquímica, els estats de la matèria, les reaccions químiques i l'equilibri químic, entre d'altres. Això ha despertat un gran interès per buscar nous models d'ensenyament que ajudin a entendre i a relacionar els tres nivells de representació de la matèria: el macroscòpic, el submicroscòpic i el simbòlic.

Així, per comprendre millor els fenòmens que tenen lloc a nivell submicroscòpic o particular de la matèria, es fan servir simulacions, animacions, vídeos, realitat virtual i programes de visualització tridimensional de molècules. Generalment, les molècules eren representades de forma bidimensional a causa de les restriccions que imposava el marc emprat per fer-ho, és a dir, el full de paper, i es feien servir tota una sèrie de simbolismes gràfics per dotar-les de perspectiva i obtenir representacions 3D en el pla del paper o de la pantalla de l'ordinador. Mitjançant programes com el Chime o el Rasmol es pot tenir una representació 3D dinàmica dels models 2D. Es construeixen representacions moleculars que es poden fer rotar al voltant de qualsevol dels eixos de coordenades per veure'n l'estructura des de tots els angles possibles. Això pot ser útil per entendre qüestions relacionades amb la reactivitat química, les interaccions que es poden produir entre molècules del mateix tipus, per explicar-ne les propietats fisicoquímiques, les perspectives que s'han utilitzat clàssicament per fer les representacions 2D com les projeccions de Newman o de Fischer, la regió de l'espai on hi ha un determinat grup funcional, per entendre per on tindrà lloc la reacció i a què es deuen els impediments estèrics, entre altres qüestions.

Malgrat tot el que es pot fer, aquesta mena de programes no afegixen mobilitat a les representacions moleculars, sinó que només permeten observar-les des de múltiples punts de vista i en formes diferents: emprant models moleculars de filferros, boles i varetes, esferes; mostrant o amagant un tipus d'àtoms; afegint-hi colors per identificar els àtoms. Els programes de visualització molecular no proporcionen moviment a les molècules, en el sentit que no és possible observar rotacions al voltant dels enllaços. Això s'aconsegueix amb les animacions, on a partir d'un model molecular bidimensional és possible fer rotacions al voltant d'algun enllaç predeterminat, i així estudiar-ne la geometria molecular, entendre qüestions relacionades amb la isomeria conformacional o configuracional, observar on es poden produir impediments estèrics i fer prediccions respecte a la reactivitat.

En alguns casos encara es va més enllà i es combinen dos tipus de programes, de manera que a una simulació o animació feta amb QuickTime s'associa un programa Java que permet executar alguna acció específica. Per exemple, en els directoris de CMBI (Mol4D) i Models Moleculars (UWplatt) hi ha documents audiovisuals on es va mostrant el nivell d'energia de les conformacions d'una molècula en relació amb la posició dels àtoms en fer la rotació al voltant d'un enllaç carboni-carboni.

En la figura 9.5.1.1 es mostra una pantalla de Mol4D i una d'UWPlatt, en què es pot veure com es tracta el mateix aspecte en dos formats diferents. El nom *Mol4D* (CMBI) remet al fet que s'ha dotat les representacions 3D d'una quarta dimensió: el moviment.

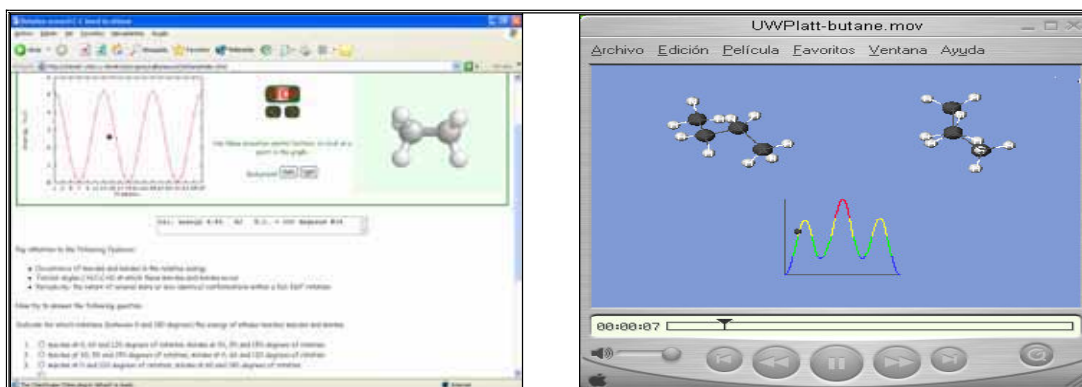


Figura 9.5.1.1. Pantalles de conformacions moleculars i diagrames d'energia potencial en funció de l'angle dièdric de Mol4D i d'UWPlatt.

Dins del directori de la Michigan State University (MSU) hi ha un tutorial sobre estereoisomeria on es poden veure vídeos QuickTime que contenen una animació feta amb models moleculars de la rotació al voltant d'un enllaç carboni-carboni i un programa Java que mostra si l'energia en cada moment és alta o baixa.

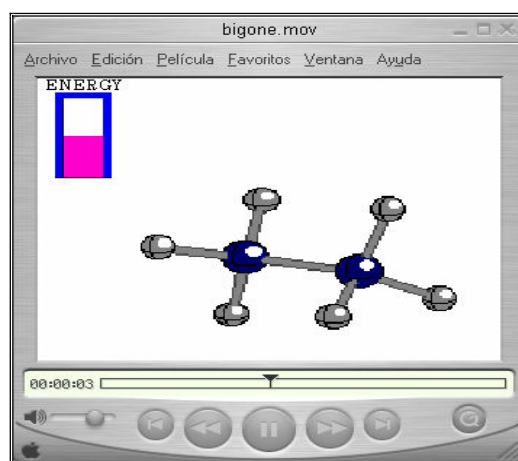


Figura 9.5.2.2. Pantalla d'un vídeo del tutorial sobre estereoquímica de la MSU.

Aquesta combinació de programes de visualització facilita la relació de l'estructura que tenen les molècules deguda als moviments de rotació al voltant d'enllaços senzills o conformacions, amb l'energia associada a cada posició del gràfic d'energia potencial. Generalment, les animacions no són interactives, en el sentit que el que mostren ha estat dissenyat prèviament i només és possible engegar, parar per veure'n un punt determinat amb més detall i continuar fins a acabar de visualitzar completament l'animació.

La combinació de Chime i Java també permet dissenyar ambients més interactius. Per exemple, a Chemistry Links (USC) es combinen Chime i Java per fer una descripció dels diferents grups funcionals orgànics, o bé per mostrar la reacció de la formació de cadenes d'aminoàcids. En la figura 9.5.1.3. se'n mostren algunes de les pantalles. Permeten escollir el que es vol visualitzar i interaccionar-hi.

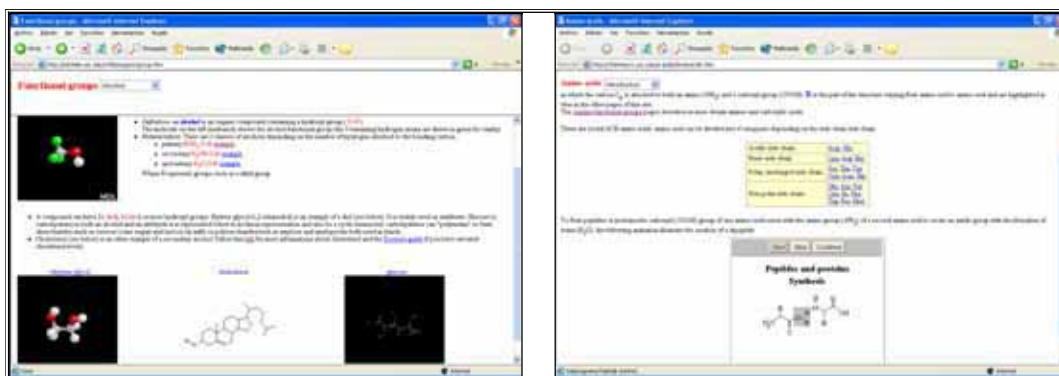


Figura 9.5.1.3. USC. Pantalles de Chemistry Links.

Dins Chemistry Links (USC) hi ha una animació del moviment molecular d'un gas que es combina amb un controlador que permet variar-ne la temperatura, el volum i el nombre de partícules, i un gràfic que en mostra l'evolució al llarg del temps. En la figura 9.5.1.4 se'n presenten algunes de les pantalles.

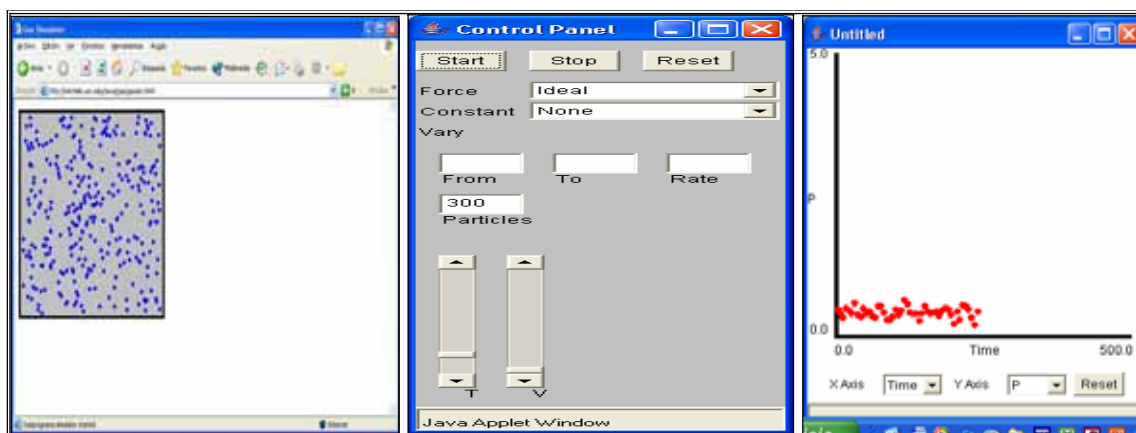


Figura 9.5.1.4. USC. Simulador del comportament d'un gas.

Per relacionar els diversos nivells de representació de la matèria, a més d'animacions fetes a nivell submicroscòpic, també es disposa de vídeos gravats de fenòmens químics que tenen lloc a nivell macroscòpic, com ara els relacionats amb les demostracions de reaccions químiques efectuades al laboratori o en espais preparats. Així, sempre que es consideri pertinent es poden enllaçar les representacions submicroscòpiques, macroscòpiques i simbòliques dels fenòmens químics. Aïlladament, els diferents tipus de visualitzacions proporcionen representacions parcials de la realitat. Per oferir una visió holística, el millor sistema segurament consisteix a emplaçar-los tots en un mateix ambient. Això és possible actualment gràcies a la tecnologia relacionada amb el món de la informàtica i les telecomunicacions. Un exemple paradigmàtic són les pàgines web, on gràcies als llenguatges d'autor és possible dissenyar i construir pàgines on s'hi puguin incrustar les diferents classes de representacions o almenys un enllaç per accedir-hi.

Poder visualitzar totes les representacions en un mateix espai pot contribuir a adquirir una visió global del coneixement relacionat amb un tema determinat, i d'aquesta manera fer les adequades connexions mentals que serveixin de suport a la comprensió dels conceptes subjacents. Un exemple és Periodic Table Live (*Journal of Chemical Education*), en què en una mateixa pàgina web es poden visionar simultàniament informacions textuais, simbòliques i audiovisuals relacionades amb el caràcter fisicoquímic dels elements químics i els seus compostos.

9.5.2. Classificació temàtica dels documents audiovisuals

Classificar el contingut dels recursos audiovisuals del web en categories temàtiques no és una tasca gaire simple. En primer lloc, els recursos estan situats en les pàgines web segons els interessos dels autors, que solen ser ben diversos. Per exemple, poden formar part del material de base d'un curs presencial i estar col·locats a Internet perquè els alumnes els consultin. Això se sol fer de dues maneres: integrant-los en un text, seguint el model tradicional del llibre de text, amb una organització i una estructuració del contingut progressives i seqüenciades, o bé situant-los com a llista amb poques orientacions o cap respecte al que són, a quin tema pertanyen ni a quin aspecte específic es refereixen, és a dir, sense estar en un context determinat. Desgraciadament, aquest últim format, que podem anomenar «no contextualitzat», és el més habitual.

Per empitjorar la situació, els documents no se solen veure en pantalla i el que s'hi troba són els corresponents enllaços als arxius. Si s'opta per descarregar un document i guardarlo a l'ordinador, ens trobem que el nom que l'autor ha posat a l'arxiu molt sovint no és gaire representatiu del contingut. En el millor dels casos, si el nom no és gaire críptic, per exemple, el nom d'una molècula com ara butà, de l'única cosa de què es pot estar segur és que es veurà alguna cosa relacionada amb el compost, però el nom de l'arxiu no expressa si el que apareixerà és el compost en estat natural; la seva estructura emprant orbitals atòmics, moleculars o híbrids; la seva geometria; el moviment que té al voltant de determinats enllaços; les formes de vibració d'alguns dels seus enllaços, o bé si formarà part d'una reacció feta al laboratori o serà una animació d'una reacció feta al laboratori. Aquest exemple és força representatiu del que es pot trobar sota el nom d'un arxiu.

Per tant, l'etiquetatge dels documents recuperats sota una categoria temàtica és una qüestió amb un caràcter fortament subjectiu, malgrat tots els esforços per fer-ho d'una manera objectiva. D'altra banda, els objectius que es tinguin a l'hora de fer servir un d'aquests documents també poden influir en la classificació. A més dels documents audiovisuals vinculats a cursos acadèmics, també hi ha molts materials que estan ubicats en projectes d'investigació, dels quals se'n mostra una petita part a través del web. Com que en molts casos es tracta de projectes innovadors vinculats a l'estudi de l'estructura de la matèria, al modelatge de sistemes, a la nanotecnologia o a l'estudi de materials, encara resulta més complicat atribuir-los una etiqueta temàtica.

Malgrat els inconvenients que es constaten, s'ha procedit a classificar els materials en categories temàtiques de la manera més objectiva possible, per fer-ne una avaluació des d'una perspectiva didàctica. Per tant, primer s'han establert uns criteris o punts de vista per poder efectuar la selecció. En el quadre 9.5.2.1 es mostren les categories temàtiques seleccionades juntament amb una descripció dels aspectes que s'han considerat a l'hora de classificar els documents audiovisuals en una categoria concreta.

El punt de vista sota el qual s'han escollit els noms és una combinació entre una expressió del contingut químic i una expressió de l'aspecte funcional, és a dir, de la manera en què es mostren. Per tant, no es corresponen estrictament al que indicarien els noms des d'una classificació química temàtica, com les que apareixen en els llibres de text. La classificació dels documents en les categories comentades s'ha fet després de visionar cadascun dels documents audiovisuals localitzats en el web i guardats a l'ordinador.

Quadre 9.5.2.1. Categories temàtiques emprades per classificar els documents audiovisuals.

<i>Categoria temàtica</i>	<i>Contingut</i>
Estructura molecular	S'hi inclouen tots els documents en què la informació s'expressa en forma de models moleculars (boles i varetes) per mostrar l'estructura i la geometria moleculars, els moviments de les molècules, la isomeria (conformacional, configuracional). Representacions dels orbitals atòmics. Representacions de geometries moleculars emprant orbitals (atòmics, híbrids). Xarxes cristal·lines de compostos iònics emprant models moleculars compactes. En general, representacions a escala submicroscòpica.
Enllaç químic	Formació d'enllaços iònics, covalents, metàl·lics. Forces intermoleculars (per exemple, Van der Waals). Polaritat dels enllaços. Atraccions electrostàtiques.
Estats de la matèria	S'hi inclouen tots els sistemes per mostrar estats de la matèria i canvis físics, com ara el procés de dissolució d'un sòlid iònic en aigua, els estats de la matèria (gasós, líquid, sòlid), el canvi de fases, les substàncies pures i mescles, els processos de difusió i efusió a través de membranes.
Àcid-base	Àcids i bases. Amortidors. Càlculs de la concentració d'una solució d'àcid o de base.
Electroquímica	Oxidants i reductors. Cel·les galvàniques. Corrosió.
Química orgànica	Animacions de reaccions químiques orgàniques representades a nivell molecular emprant models moleculars. Modes de vibracions d'enllaços de molècules orgàniques. Demostracions realitzades al laboratori de reaccions químiques orgàniques.
Química inorgànica	Reaccions químiques de compostos inorgànics.
Química analítica	Processos realitzats al laboratori. Animacions que mostren instruments o parts de diversos instruments (IR, GC, RMN, HPLC, AA, etc.).
Química general	Processos nuclears (radioactivitat, fissió, fusió). Osmosi. Difusió. Catàlisi. Cinètica. Equilibri químic. Calorimetria. Llei dels gasos. Propietats col·ligatives. Reaccions químiques. Reactius limitants.
Química ambiental	Contenen qüestions relacionades amb contaminants atmosfèrics, del sòl, capa d'ozó, etc. Emissions de contaminants.
Tècniques de laboratori	Animacions de tècniques de laboratori. Ús correcte del material de laboratori. Tècniques de separació.
Bioquímica	Estructura i geometria de biomolècules. Reaccions i processos bioquímics.
Presentacions	Persones (alumnes, professors, investigadors, premis Nobel, etc.) que presenten, comenten o donen explicacions sobre algun aspecte relacionat amb cursos, projectes d'investigació, activitats professionals. Recorreguts virtuals per laboratoris, aules i altres instal·lacions de campus acadèmics. Apunts en format de diapositives.
Innovació docent	S'hi inclouen aquí els projectes dissenyats per millorar la qualitat de l'educació, materials molt elaborats que són difícils de situar en un camp específic (PTL/JCE, MIDP/Berkeley).
Humor	Vídeos i animacions humorístiques relacionades amb qüestions químiques.
Diversos	Imatges difícils de ser assignades a una categoria per motius diversos (falta de context, camp d'investigació molt innovador i específic).

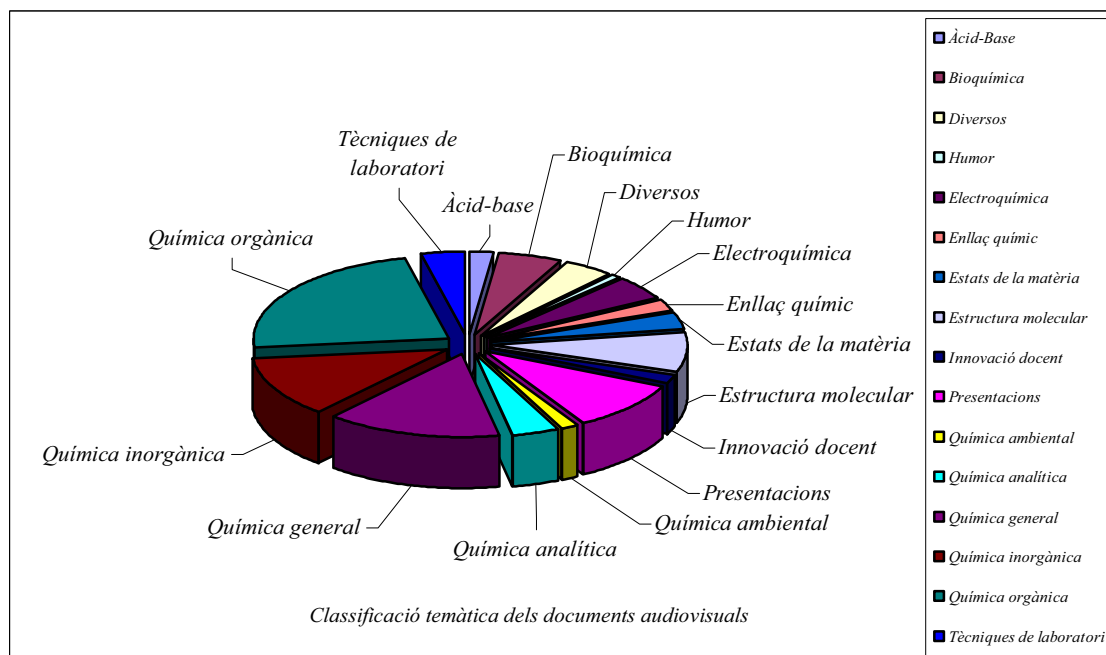
No s'ha fet una llista gaire llarga de categories, ja que això, que pot ser molt útil per caracteritzar els documents, produeix una fragmentació que no ajuda a tenir una visió general de quins són els temes més tractats en els documents audiovisuals presents en el web. Per fer una classificació sistemàtica caldria una revisió més exhaustiva i tenir present que un mateix document podria ser emprat en diversos àmbits temàtics en funció del contingut o de la utilitat didàctica. Això pot formar part d'un projecte més ampli de recerca, però sobrepasa els objectius que es pretenen amb la recopilació dels recursos audiovisuals de química existents al web per a la seva caracterització i valoració des d'un punt de vista didàctic.

En el quadre 9.5.2.2 es mostra el nombre de documents audiovisuals recopilats en el web segons la classificació temàtica definida en el quadre 9.5.2.1.

Quadre 9.5.2.2. Classificació temàtica dels documents audiovisuals.

Categories temàtiques	Nombre de documents
Àcid-Base	40
Bioquímica	118
Diversos	88
Electroquímica	101
Enllaç químic	45
Estats de la matèria	72
Estructura molecular	169
Humor	22
Innovació docent	37
Presentacions	212
Química ambiental	33
Química analítica	83
Química general	314
Química inorgànica	259
Química orgànica	500
Tècniques de laboratori	80

Tal com es pot observar en el gràfic 9.5.2, la categoria temàtica en què estan ubicats més documents correspon a l'àmbit de la química orgànica. Conté documents distribuïts en dues tipologies ben diferenciades. D'una banda, hi ha animacions de representacions realitzades amb models moleculars per mostrar les reaccions químiques dels compostos orgànics o els modes de vibració dels enllaços. De l'altra, trobem un gran nombre de vídeos de demostracions de reaccions químiques realitzades al laboratori, a l'aula o en espais preparats específicament per efectuar-les. Les animacions en què es mostren l'estructura, la geometria i la isomeria dels compostos orgànics s'han inclòs en l'apartat d'estructura molecular, ja que es va tenir en compte que era un tema interdisciplinar en què es tractava de manera similar els aspectes submicroscòpics relacionats amb els compostos orgànics, els inorgànics i els de coordinació.



Gràfic 9.5.2. Classificació temàtica dels documents audiovisuals.

Amb un ordre de magnitud similar tenim els documents de l'àmbit de la química general i la química inorgànica. Dins la categoria de la química general hi ha tots els documents audiovisuals on es mostren les qüestions relacionades en la taula 9.5.2.1, ja sigui en forma d'animacions del que té lloc a nivell submicroscòpic o de gravacions reals fetes en vídeo. Pel que fa a la química inorgànica, es mostren animacions de reaccions fetes emprant models moleculars o gravacions en vídeo de reaccions efectuades al laboratori.

Un apartat que conté un nombre considerable de documents és el de les presentacions, en què s'observa un gran interès en l'aspecte social o comunicacional. Així doncs, apareixen nombrosos documents audiovisuals relacionats amb persones: alumnes, professors, investigadors, premis Nobel, etc., que presenten, comenten o donen explicacions sobre algun aspecte relacionat amb cursos, projectes d'investigació i activitats professionals. També hi ha documents a través dels quals es poden fer recorreguts virtuals per laboratoris, aules i altres instal·lacions dels campus acadèmics. També s'hi troben gravacions en directe de classes, així com d'apunts en format de diapositives gravats en vídeo.

L'apartat d'estructura molecular conté un nombre molt elevat de documents. Aquest fet és degut a l'interès que hi ha per mostrar els aspectes relacionats amb la representació i la visualització dels àtoms i les molècules en forma de models moleculars per presentar conceptes relacionats amb l'estructura particular de la matèria.

Els cinc apartats comentats fins ara constitueixen el 67% dels documents audiovisuals localitzats en el web. El 33% restant correspon a onze categories temàtiques que mostren els diversos i variats àmbits d'interès en l'ensenyament de la química: enllaç químic, estats de la matèria, àcid-base, electroquímica, bioquímica, química analítica, tècniques de laboratori, química ambiental, humor, innovació docent i altres de diversos.

Cal considerar que aquesta classificació temàtica s'ha fet tenint presents uns criteris determinats, especificats i pensats raonadament, per tal que sigui vàlida i representativa per als temes tractats en els documents audiovisuals de química presents en el web.

9.5.3. Tipus de format dels documents audiovisuals

Una part dels documents audiovisuals presents en el web estan digitalitzats per mitjà de diverses eines tecnològiques que fan servir sistemes de compressió dels arxius d'àudio i de vídeo per disminuir la mida dels arxius i facilitar-ne la ubicació en el web, així com la descàrrega per part dels usuaris. Una altra part correspon a documents elaborats amb l'ajut de programes informàtics diversos.

En la cerca que s'ha efectuat en aquest treball d'investigació s'han recollit documents que corresponen a quinze tipus de formats diferents. Dins l'apartat 9.3 es pot consultar la descripció sobre quins són els tipus d'extensions corresponents als arxius dels documents localitzats, en ser guardats a l'ordinador, juntament amb una descripció del tipus de format a què corresponen.

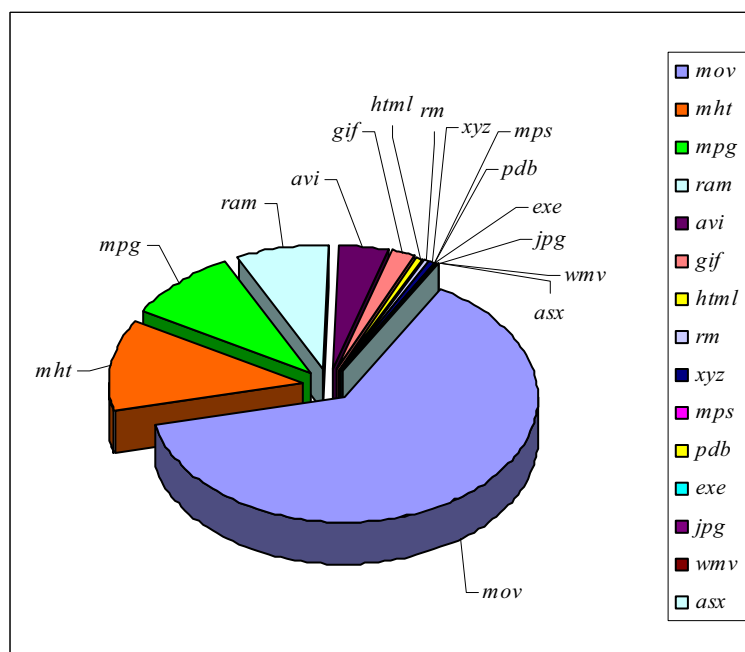
En el quadre 9.5.3 es mostra la distribució del nombre de documents respecte als tipus d'extensions dels arxius tal com són emmagatzemats a l'ordinador.

Quadre 9.5.3. Nombre de documents en relació amb les extensions de format dels arxius.

Extensió dels arxius	Nombre de documents	Percentatge	Extensió dels arxius	Nombre de documents	Percentatge
.mov	1371	63,09	.xyz	9	0,41
.mht	256	11,78	.mps	3	0,14
.mpg	209	9,62	.pdb	2	0,09
.ram	171	7,87	.exe	1	0,05
.avi	85	3,91	.jpg	1	0,05
.gif	43	1,98	.wmv	1	0,05
.html	11	0,51	.asx	1	0,05
.rm	9	0,41			

Nombre total de documents = 2.173

Tal com es pot observar en el gràfic 9.5.3, el format *.mov* és el majoritari (63%), seguit del *.mht* (12%), *.mpg* (9%), *.ram* (8%) i *.avi* (4%). El percentatge de la resta de formats és inferior a l'1%. El format *.mov* és l'extensió amb què es guarden a l'ordinador els documents en QuickTime.



Gràfic 9.5.3. Relació entre els diferents formats dels documents audiovisuals.

Un nombre considerable dels documents en format *.mov* són animacions de representacions tridimensionals d'estructures de compostos químics (orgànics, bioquímics) fetes amb models moleculars. També hi ha moltes demostracions d'experiments de laboratori, bàsicament reaccions químiques orgàniques i inorgàniques, i tècniques de laboratori com ara l'ús correcte d'instruments i aparells o tècniques de separació. Els documents digitalitzats en aquest format permeten que l'usuari interaccioni amb les imatges, que es poden parar, fer anar endavant o endarrere i deixar en pausa.

Això és similar al que es podia fer amb un magnetoscopi sobre les imatges gravades en un vídeo. Aquesta interacció és un clar avantatge didàctic, ja que permet tornar a veure les imatges o seqüències que calgui fins a aconseguir la comprensió dels fenòmens que es mostren en el document audiovisual.

Generalment, la qualitat de les imatges és bona, encara que en alguns casos es nota alguna deficiència, que pot ser deguda al fet que han estat digitalitzats a partir del format original gravat en vídeo, i posteriorment han estat sotmesos a un procés de compressió per disminuir la mida dels arxius. Molts dels documents que estan actualment en el web sembla que provenen de cintes de vídeo gravades ja fa un parell de dècades. Probablement, això pot correspondre al fet de disposar d'unes produccions que en el seu moment van requerir tot tipus d'esforços per a la seva producció en temps, material, equips, personal i pressupost econòmic.

És evident que la recuperació de documents ja existents és un fet recomanable des del punt de vista del que anomenem «química verda». Desenvolupar produccions noves és un procés que porta associada molta feina de planificació, de gravació i d'edició, i que requereix temps, material i personal considerables (Llitjós et al., 1994).

En alguns casos, aquestes gravacions tenen l'inconvenient que s'hi pot observar el pas del temps per detalls sobre el material, la posada en escena o les persones que fan les demostracions. Els vídeos de Delights of Chemistry (Universitat de Leeds, Anglaterra) i algunes de les demostracions del TORVS Research Team (Universitat d'Erlangen, Alemanya) en són exemples.

De totes maneres, la majoria de documents en format *.mov* corresponen a materials que van ser filmats de manera que el pas del temps pràcticament no s'hi notés, i això es va aconseguir emprant plans molt propers que mostren detalls dels productes i/o les reaccions que hi tenen lloc o de les tècniques que s'estan ensenyant, i sense que hi apareguin les persones que fan les experiències, excepte en algunes ocasions, en què es veuen les mans de qui està fent l'experiment o tècnica. Per exemple, tots els vídeos del *Chemistry Comes Alive!* (*Journal of Chemical Education*), les Organic Chemistry Demonstrations (Universitat de Regensburg, Alemanya), les demostracions del grup del Dr. Meixner (Universitat de Siegen, Alemanya), les Lecture Demonstrations (Universitat de Purdue, Estats Units), les Lecture Demonstrations (Universitat d'Illinois a Urbana - Champaign, Estats Units), entre d'altres, segueixen aquestes orientacions.

Els documents que estan en format *.mht* són llocs web que contenen arxius audiovisuals, generalment vídeos gravats en un laboratori o en una aula, i que estan situats en alguna pàgina de la qual no poden ser descarregats i guardats a l'ordinador per visionar-los posteriorment. En alguns casos els vídeos que contenen s'obren amb el *plug-in* QuickTime, i es poden manipular, dins de la pàgina web, de la mateixa forma com es faria amb un vídeo normal: engegar, parar, avançar i retrocedir les imatges. En altres casos es tracta de vídeos gravats en format *streaming* vídeo que s'obren amb el *plug-in* Real Player. Aquestes pàgines web s'han inclòs com a documents audiovisuals en aquest treball d'investigació ja que contenen recursos audiovisuals i, per tant, la pròpia pàgina web esdevé un recurs audiovisual hipermèdia que conté text, imatge i so de forma interactiva.

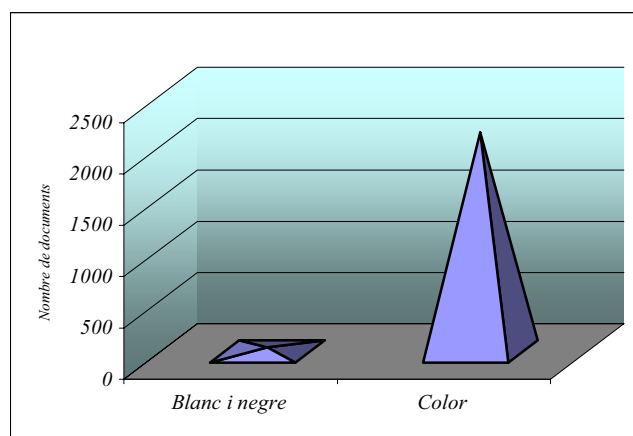
Els formats *.mpg*, *.ram* i *.avi* corresponen a documents que s'obren amb el *plug-in* Real Player. En molts casos estan en format *streaming* vídeo, un sistema en el qual l'arxiu del document es va descarregant progressivament a mesura que es va veient, de manera que no cal esperar la descàrrega completa per visualitzar-lo.

Aquest format, que s'ha fet amb la intenció d'evitar el temps d'espera mentre s'està descarregant el vídeo, té dos inconvenients. El primer és que, de vegades, encara que es descarregui l'arxiu i es guardi a l'ordinador no és té realment l'arxiu, únicament un enllaç, i sempre s'haurà d'espera un temps per poder visionar-lo, que en gran manera dependrà del tipus de connexió a Internet de què es disposi. El segon inconvenient és que, malgrat disposar dels controls per engegar, aturar, avançar i retrocedir, que permeten la localització d'un punt determinat del document, no es pot avançar o retrocedir imatge a imatge d'una manera tan senzilla com amb el sistema que fa servir el *plug-in* QuickTime.

A partir de les dades de què es disposa es pot constatar que el format QuickTime és el més emprat i el que permet una interacció més simple amb els documents. Cal tenir en compte que el possible ús que els estudiants facin d'aquests recursos dependrà en gran manera del fet que siguin fàcils d'utilitzar. Aquests documents se suposa que, en general, s'han col·locat en el web per facilitar l'aprenentatge dels estudiants. Com més simple sigui la manipulació, menys esforç cognitiu hauran de fer per interaccionar-hi i es podran concentrar molt més en el contingut dels documents.

9.5.4. El color en les imatges dels documents audiovisuals

En els documents audiovisuals localitzats en el web hi ha un predomini gairebé absolut del color. En el gràfic 9.5.4 es mostra la relació entre el nombre de documents que tenen les imatges en color respecte als que les tenen en blanc i negre.



Gràfic 9.5.4. L'ús del color en els documents audiovisuals del web.

El nombre de documents en color és superior al 98%, mentre que el nombre dels que estan en blanc i negre no arriba al 2%. Aquest fet pot atribuir-se als avenços tecnològics, que han permès l'ús habitual del color en les imatges. D'una banda, les càmeres estan preparades per gravar en color, i de l'altra, els ordinadors estan dotats de targetes gràfiques de vídeo, almenys els ordinadors multimèdia, que permeten visualitzar documents audiovisuals en color. A més, en el cas de les simulacions i animacions, també es fan servir els recursos gràfics dels ordinadors, que permeten obtenir imatges en colors.

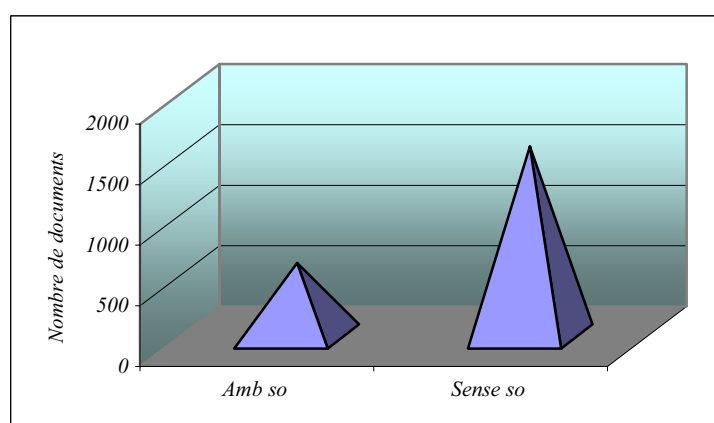
El blanc i negre també es pot utilitzar en les imatges ubicades en documents audiovisuals en el web, i de fet és el que proporciona el contrast més marcat sobre un fons blanc i és, per tant, més fàcil de visualitzar, però no és tan atractiu visualment com ho són les imatges en color.

Això no vol dir que no es pugui fer servir el blanc i negre, però quan s'utilitza sol ser per a un objectiu determinat, per exemple com a element de canvi o de contrast, o per alguna consideració de tipus tecnològica, com en gravacions de preparacions microscòpiques, o bé per mancances tècniques. Per exemple, alguns dels vídeos que estan en blanc i negre són del *Chemistry Comes Alive!*, on es mostren algunes tècniques de laboratori, com ara la forma correcta de llegir el volum dels materials volumètrics, en les quals les imatges tenen una nitidesa considerable, cosa que en facilita l'observació i aconseguix centrar l'atenció d'una forma que potser no s'aconseguiria si les imatges fossin en color.

A partir de les dades de què es disposa, es pot considerar que la situació més general és la presència de documents que contenen imatges en colors, i que el blanc i negre s'utilitza esporàdicament amb objectius didàctics o bé és una conseqüència de problemes o mancances tecnològiques.

9.5.5. La presència de so en els documents audiovisuals

Hi ha un predomini dels documents que no porten cap tipus de so associat, és a dir, que no contenen ni veu ni sons ni música. Segons aquest aspecte, es podria considerar que no són documents audiovisuals, encara que ja s'ha comentat en l'apartat 9.1.2 que no és una qüestió tan simple, i considerar-los com a documents no audiovisuals tampoc seria del tot adequat, ja que aquesta mancança es deu a diversos motius que es comentaran més endavant. En el gràfic 9.5.5 es mostra la relació entre el nombre de documents que contenen so respecte als que no en tenen. El nombre de documents sense so és del 72%, mentre que el nombre dels que en tenen és del 28%.



Gràfic 9.5.5. L'ús del so en els documents audiovisuals del web.

Els documents que porten so associat estan relacionats amb demostracions d'experiències de laboratori químic, amb algunes animacions fetes amb ordinador i, especialment, amb el que es pot anomenar genèricament presentacions.

Dins de les presentacions hi ha classes filmades en directe, classes preparades especialment per ser ofertes a través d'Internet (TAMU), gravacions de conferències i actes de lliurament de premis (Premi Nobel de Química), entrevistes a científics famosos, i presentacions d'alumnes, professors i investigadors que exposen determinades qüestions.

La majoria de documents sense so són animacions d'estructures moleculars 3D fetes amb models moleculars. També hi ha molts vídeos de demostracions d'experiments químics, orgànics i inorgànics, fets al laboratori o a l'aula, on es veu els demostradors fent l'experiment en directe davant de la classe, i fins i tot en espais especialment preparats per fer les filmacions. A més, hi ha moltes animacions i simulacions de fenòmens químics i d'experiències de laboratori fetes amb l'ajut de programes informàtics.

Molt sovint el so no s'inclou per disminuir el volum de l'arxiu i facilitar-ne la descàrrega des del web. Per exemple, en Chemistry-Based —un recull d'animacions fetes pel Dr. Chasteen, de l'SHSU—, s'ofereix l'opció de descarregar arxius amb so o sense, i també de descarregar l'arxiu corresponent a l'àudio per separat.

També es dona el cas, especialment en les gravacions de demostracions d'experiments químics, que es prefereix no gravar el so perquè molt sovint la gravació directa de la veu no dona una bona qualitat de so, i per tant és preferible fer una edició posterior amb l'àudio gravat a part. Aquest procés requereix molt més esforç en preparació, en temps, en equipament adequat i en personal tècnic qualificat que la gravació directa del so, i per tant sembla que en el WWW s'ha col·locat una versió amb el so sense editar. També hi ha casos en què no duen una gravació de veu però sí del so associat al procés químic que hi té lloc, pel fet que es considera una informació molt important que ajuda a conferir una sensació de realitat vicària en el visionat dels documents.

El so, a més de ser un dels elements constitutius d'un document audiovisual, és un aspecte molt valuós per situar les imatges en un context. La seva presència facilita la comprensió dels elements visuals i ajuda a centrar l'atenció sobre els aspectes més importants del que s'està veient. El fet que hi manqui repercuteix d'una manera negativa en la capacitat que tenen els documents audiovisuals de ser útils en els processos d'ensenyament-aprenentatge. Això és encara més remarcable tenint en compte que molts d'aquests documents han estat situats en el web perquè els alumnes els puguin consultar lliurement, i molt sovint com a materials de suport a l'autoaprenentatge. La manca de so converteix els documents audiovisuals en una successió d'imatges en moviment, desvirtuant-ne, en part, la naturalesa.

Hi ha alguns casos de vídeos que procedeixen d'investigacions en què no s'hi ha incorporat el so perquè corresponen a simulacions o animacions de càlculs matemàtics, i l'element que es considera més important és el visual. Aquests documents se solen situar en el web com a mostra del que s'està realitzant en una àrea concreta, i no tenen l'objectiu didàctic d'afavorir un determinat coneixement, sinó més aviat de difondre les activitats que es desenvolupen en una àrea de coneixement. Es podria considerar que tenen un caràcter eminentment divulgatiu. També cal tenir en compte que hi ha recomanacions respecte al disseny de pàgines web, en el sentit d'anar molt en compte amb els components sonors, ja que poden resultar molestos i provocar cansament en els usuaris. En els programes que permeten visionar els documents audiovisuals en el web, sol haver-hi l'opció de desactivar-lo o de baixar-ne el volum.

Així es permet que el visionat de documents audiovisuals de química que porten so associat es pugui fer primer amb l'àudio i, posteriorment, centrar-se en aspectes concrets de les imatges i tenir el so posat o desactivat segons els interessos o les necessitats dels estudiants. De tota manera, aquest fet també acaba desvirtuant la naturalesa audiovisual dels documents, i pot limitar-ne l'eficàcia. Cal considerar-ho, però, com una realitat i preguntar-se en què es converteixen els documents audiovisuals presents en el web quan se'ls priva del so.

La manca de so en els documents que contenen estructures 3D de compostos químics en format QuickTime o Chime, i dels que sembla que no requereixin un component auditiu, es pot considerar un error des del punt de vista didàctic, ja que es perd un dels elements que pot contribuir a orientar les observacions que faci l'alumne.

Es pot argumentar, però, que un comentari guiat pot neutralitzar d'alguna manera la capacitat de l'alumne per explorar de forma autònoma les imatges que té a la seva disposició. També pot ser que la manca de so en aquests documents provingui de la necessitat d'un procés tècnic d'edició del qual no sempre es disposa.

Per tant, a partir de les dades que tenim es pot constatar que la situació general és l'absència de so en els documents audiovisuals. Cal considerar-ho com una mancança originada en uns casos per qüestions tècniques com la mida dels arxius o la manca d'equips d'edició, i en altres casos per qüestions de disseny didàctic en la desconsideració respecte a la utilitat de l'àudio. També pot ser atribuït a qüestions bàsicament econòmiques, que en la majoria de les ocasions propicien que es prenguin unes decisions que no sempre són les més apropiades.

9.5.6. Nombre de documents audiovisuals per directori

Els documents audiovisuals localitzats en el web han estat organitzats segons el lloc web d'origen en el que s'ha anomenat directoris. En conjunt, els documents s'han agrupat en noranta directoris. N'hi ha alguns que no corresponen a un sol lloc web, sinó que són reculls de materials trobats en diverses adreces web i que s'han ajuntat sota una denominació genèrica: animacions, classes/congressos, demostracions, històrics, models moleculars i tècniques de laboratori.

Es pot consultar l'annex D, que conté totes les dades que s'han extret dels documents audiovisuals localitzats en el web i que s'han introduït en la base de dades «AV-Química-WWW», on hi consta el nom de cadascun dels documents agrupats segons els diversos directoris.

En el quadre 9.5.6 es mostra la distribució dels documents en relació amb el lloc de procedència o directori. No apareixen tots els directoris que contenen els documents audiovisuals, sinó únicament els que contenen gairebé el 80% dels recursos. El 20% restant s'ha agrupat sota la denominació diversos.

Quadre 9.5.6. Nombre de documents per directori.

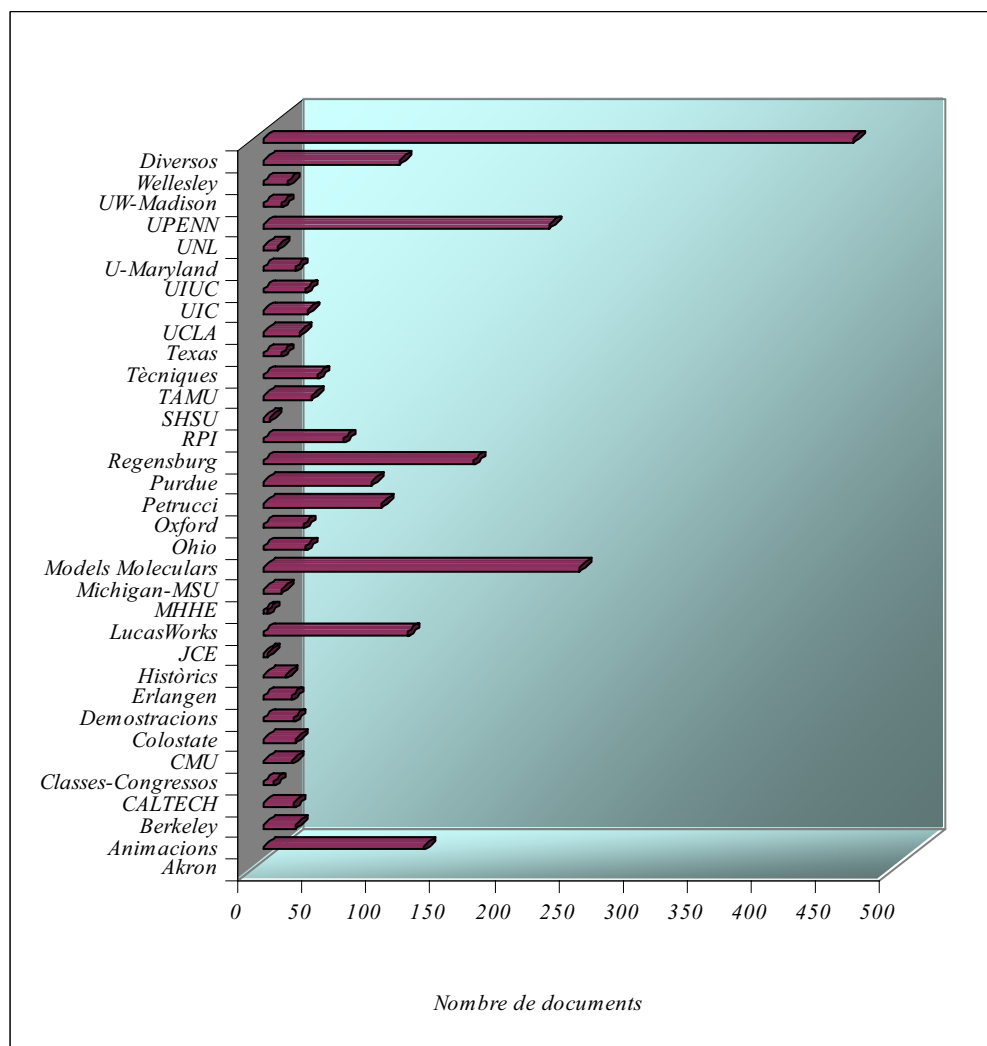
Directorí	Nombre de documents	Percentatge	Directorí	Nombre de documents	Percentatge
Akron	124	5,71	Petrucci	83	3,82
Animacions	24	1,10	Purdue	163	7,50
Berkeley	23	1,06	Regensburg	62	2,85
CALTECH	8	0,37	RPI	5	0,23
Classes/congressos	22	1,01	SHSU	37	1,70
CMU	25	1,15	TAMU	42	1,93
Colostate	23	1,06	Tècniques laboratorí	13	0,60
Demostracions	22	1,01	Texas	28	1,29
Erlangen	17	0,78	UCLA	34	1,56
Històrics	3	0,14	UIC	32	1,47
JCE	112	5,15	UIUC	24	1,10
LucasWorks	2	0,09	U-Maryland	11	0,51
MHHE	13	0,60	UNL	222	10,22
Michigan-MSU	246	11,32	UPENN	14	0,64
Models moleculars	33	1,52	UW-Madison	19	0,87
Ohio	31	1,43	Wellesley	106	4,88
Oxford	91	4,19	Diversos	459	21,12
<i>Nombre total de documents = 2.173</i>					

Un 79% dels documents (1.714 documents) estan continguts en trenta-tres directoris i el 21% restant (459 documents) correspon als documents continguts en cinquanta-set directoris. D'aquestes dades es desprèn que els documents estan concentrats en uns quants llocs web, i que en la resta té lloc el fenomen invers, amb una gran dispersió dels documents en molts directoris.

De fet, en tan sols sis directoris hi ha continguts el 45% dels documents (973) localitzats en el web, i si tenim en compte els vuit directoris amb més documents, veiem que hi ha concentrat el 53% dels documents (1.147).

Si considerem la relació document/directori, en els trenta-tres directoris que contenen un 79% dels documents la relació és de cinquanta-dos documents per directori, i si tenim en compte només els sis directoris amb més documents, s'incrementa a 162 documents. En els cinquanta-set directoris que contenen el 21% dels documents, la relació és de vuit documents per directori.

Per tant, es pot considerar que el fet que hi hagi un gran nombre de documents continguts en un sol lloc web no és la situació més habitual, tal com es pot observar en el gràfic 9.5.6, en què apareix la distribució dels documents audiovisuals localitzats en el web segons els directoris d'origen.



Gràfic 9.5.6. Distribució del nombre de documents audiovisuals segons els directoris.

Els directoris que contenen més documents audiovisuals procedeixen d'institucions acadèmiques dels Estats Units, com ara la Michigan State University (246), UNL (222), Purdue (163), Akron (124), Wellesley (106), Berkeley (23). La concentració dels recursos en uns pocs llocs vol dir que tenen el temps, el finançament i la implicació acadèmica i institucional necessaris per al desenvolupament de recursos d'aquesta mena. A més, alguns han estat finançats per la National Science Foundation.

Es necessita una infraestructura tecnològica i informàtica per a la preparació i l'aplicació posterior dels documents audiovisuals en l'ensenyament, la qual cosa requereix un alt nivell d'implicació de les institucions acadèmiques per aconseguir un desenvolupament òptim. De vegades cal fins i tot una reconversió total de les instal·lacions físiques o espais, com ara les classes i els laboratoris, per adequar-les a la nova filosofia d'ensenyament. A més, es necessita el software adequat per desenvolupar els materials docents, que no sempre es pot obtenir gratuïtament.

Hi ha casos com el Virtual Chemistry Laboratory, de la Universitat d'Oxford (Anglaterra), en què els documents presents en la pàgina web corresponen a una iniciativa portada a terme per alumnes de la mateixa universitat.

En altres casos, com ara en el dels documents audiovisuals que formen part del material complementari al llibre de text *General Chemistry: Principles and Modern Applications* (R.H. Petrucci, W.S. Harwood, G. Herring, 2002), correspon a una iniciativa empresarial de l'editorial Prentice Hall.

En el cas dels directoris amb menys recursos, hi ha iniciatives que es podrien classificar com a personals, ja que en la pàgina web no hi ha informació que indiqui el contrari, dels professors que imparteixen una assignatura, que ofereixen als seus estudiants recursos audiovisuals accessibles a través del web. En altres casos es tracta de grups de recerca del personal acadèmic o de grups d'investigació en universitats o empreses.

9.5.7. Temps de duració dels documents audiovisuals per directori

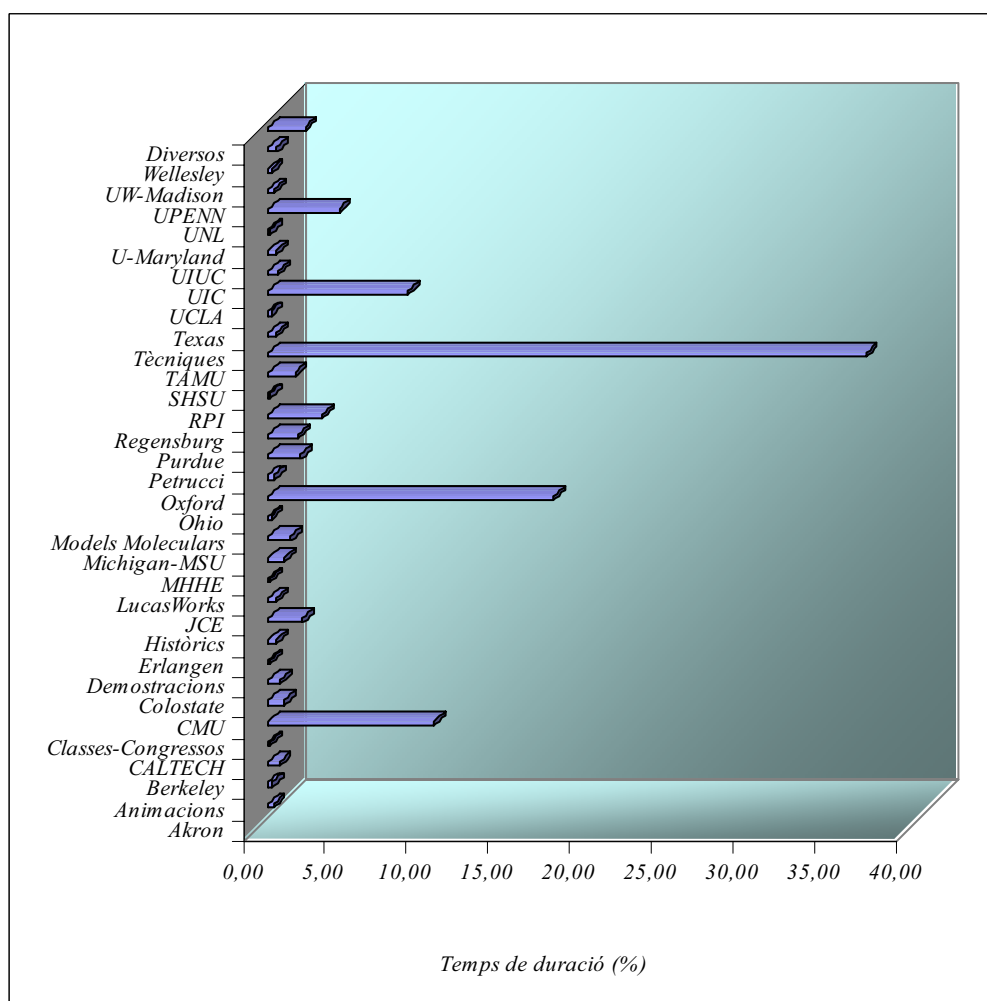
S'ha emprat la mateixa classificació de directoris comentada en l'apartat 9.5.6. Els documents audiovisuals localitzats en el web han estat organitzats en directoris. En el quadre 9.5.7 es mostra la durada global dels documents en relació amb el lloc de procedència o directori. No s'inclouen tots els directoris que contenen els documents audiovisuals, sinó únicament els que comprenen gairebé el 98% dels recursos. El 2% restant s'ha agrupat sota la denominació diversos.

Quadre 9.5.7. Duració dels documents per directori.

Directorio	Temps de duració (minuts)	Percentatge	Directorio	Temps de duració (minuts)	Percentatge
Akron	15,48	0,30	Petrucci	99,87	1,93
Animacions	13,90	0,27	Purdue	95,37	1,84
Berkeley	34,53	0,67	Regensburg	171,33	3,31
CALTECH	5,60	0,11	RPI	7,85	0,15
Classes/congressos	522,53	10,09	SHSU	85,1	1,64
CMU	48,97	0,95	TAMU	1892,23	36,53
Colostate	36,87	0,71	Tècniques laboratori	27,52	0,53
Demostracions	8,25	0,16	Texas	9,13	0,18
Erlangen	24,63	0,48	UCLA	441,57	8,53
Històrics	108,68	2,10	UIC	29,32	0,57
JCE	23,53	0,45	UIUC	24,05	0,46
LucasWorks	6,43	0,12	U-Maryland	6,95	0,13
MHHE	51,92	1,00	UNL	223,63	4,32
Michigan-MSU	67,82	1,31	UPENN	17,20	0,33
Models moleculars	8,63	0,17	UW-Madison	9,97	0,19
Ohio	901,00	17,40	Wellesley	24,53	0,47
Oxford	18,37	0,35	Diversos	116,69	2,24
<i>Temps total = 5.179,4 minuts = 86,32 hores</i>					

El temps de durada de cada document s'ha determinat de forma individual, visionant-los i introduint la dada corresponent a la duració (hores:minuts:segons) en la base de dades «AV-Química-WWW», comentada en l'apartat 9.2 i que es pot consultar en l'annex H. Els temps de duració representats en la taula 9.5.7 corresponen a la suma dels temps de duració de tots els documents recollits en un mateix directori.

La distribució del temps de duració dels documents en relació amb els directoris que els contenen es mostra en el gràfic 9.5.7. El 91,9% del temps de duració total dels arxius localitzats en el web està contingut en només tretze directoris, que inclouen recursos amb una durada superior a l'1% del total. Aquests directoris contenen generalment gravacions en vídeo de classes o conferències, la qual cosa determina la grandària dels arxius, ja que constitueixen filmacions fetes en temps real.



Gràfic 9.5.7. Distribució dels temps de duració dels documents audiovisuals (en %) segons els directoris.

Dins d'aquests càlculs de temps no s'han inclòs els documents inserits en pàgines web, dels quals no es poden fer càlculs de temps perquè formen part de projectes complexos per ser mesurats. No s'ha considerat la possibilitat d'efectuar-ne un càlcul de temps perquè no es corresponen amb els formats dels altres documents, i els càlculs no serien comparatius. Constitueixen aproximadament el 10% del contingut en nombre de documents.

9.5.8. Relació entre la duració i el nombre de documents per directori

En l'apartat 9.5.7 s'ha comentat la relació entre la distribució dels temps de duració globals dels documents audiovisuals i els diferents directoris. EL fet que s'hagin emprat temps de duració corresponent a la suma de tots els temps dels documents dins d'un mateix directori pot no donar una idea adequada dels tipus de durades més freqüents.

Per determinar millor aquest aspecte s'ha relacionat el nombre de documents d'un directori amb la seva duració global. En el quadre 9.5.8 es mostren les dades corresponents al contingut i a la durada dels documents, en relació amb els directoris en què estan ubicats, en forma de percentatge.

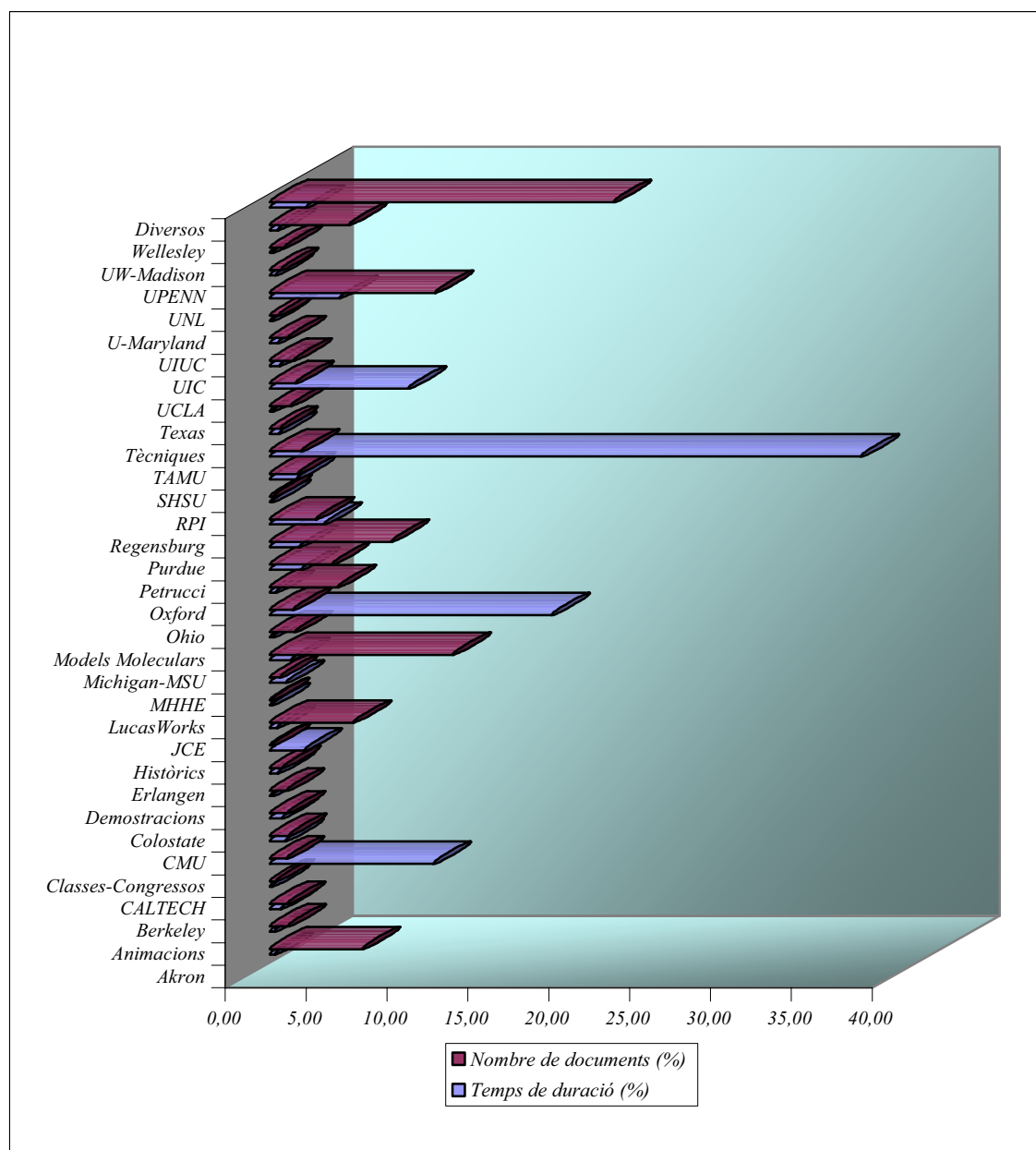
Quadre 9.5.8. Relació entre la duració i el nombre de documents per directori

Directorio	Nombre de documents (%)	Temps de duració (%)	Directorio	Nombre de documents (%)	Temps de duració (%)
Akron	5,71	0,30	Petrucci	3,82	1,93
Animacions	1,10	0,27	Purdue	7,50	1,84
Berkeley	1,06	0,67	Regensburg	2,85	3,31
CALTECH	0,37	0,11	RPI	0,23	0,15
Classes/congressos	1,01	10,09	SHSU	1,70	1,64
CMU	1,15	0,95	TAMU	1,93	36,53
Colostate	1,06	0,71	Tècniques laboratori	0,60	0,53
Demostracions	1,01	0,16	Texas	1,29	0,18
Erlangen	0,78	0,48	UCLA	1,56	8,53
Històrics	0,14	2,10	UIC	1,47	0,57
JCE	5,15	0,45	UIUC	1,10	0,46
LucasWorks	0,09	0,12	U-Maryland	0,51	0,13
MHHE	0,60	1,00	UNL	10,22	4,32
Michigan-MSU	11,32	1,31	UPENN	0,64	0,33
Models moleculars	1,52	0,17	UW-Madison	0,87	0,19
Ohio	1,43	17,40	Wellesley	4,88	0,47
Oxford	4,19	0,35	Diversos	21,12	2,24

A partir de les dades de la taula 9.5.8 es pot observar que els directoris que contenen els documents amb una duració més llarga (classes/congressos, Ohio i TAMU) no són els que contenen el major nombre de recursos. Els documents continguts en aquests directoris corresponen a classes gravades en directe (Ohio), a classes preparades en vídeo per ser visionades a través de la web (TAMU) i a conferències o entrevistes a personalitats del món científic (classes/congressos), amb una duració de cada document del directori superior als 45 minuts en la majoria de casos.

En els directoris que contenen més quantitat de documents (MSU, UNL, Purdue, Akron, Wellesley, JCE, Oxford i Petrucci), la duració global oscil·la entre el 0,3% i el 4,3%. Per tant, contenen molts documents però de poca durada. En el gràfic 9.5.8 es pot observar la distribució del nombre de documents i de la seva duració global segons el directori en què estan ubicats. Es pot veure que els directoris més llargs contenen pocs documents i a l'inrevés: en els directoris que contenen molts documents la duració global relativa és molt baixa. S'observa una tendència a emprar seqüències curtes que poden ser inserides més fàcilment en les pàgines web o en altres programes de confecció de cursos per ser oferts en línia. Com més curts són els arxius de vídeo més fàcil és descarregar-los. Hi ha estudis sobre les percepcions de temps d'espera desenvolupats fa més de trenta anys⁶³ que continuen vigents i que es poden aplicar als temps d'espera en la descàrrega d'un arxiu del web. Segons aquests estudis, el límit màxim de manteniment de l'espera per a un document és de 10 segons. Amb temps superiors s'abandona la descàrrega i es fa alguna altra activitat o es busca una altra font documental (Dellaert i Kahn, 1999).

⁶³ Miller (1968). Citat per Eduardo Manchón (2002) <http://www.ainda.info.html>



Gràfic 9.5.8. Relació entre el nombre de documents i el temps de duració dels documents.

La duració dels documents dels directoris amb més recursos oscil·la entre els 4 s i 41 s (MSU), 4 s i 3 min 46 s (UNL), 3 s i 1 min 48 s (Purdue), 3 s i 20 s (Akron), 2 s i 1 min 47 s (Wellesley), 1 s i 1 min 35 s (JCE), 6 s i 1 min 39 s (Oxford), 38 s i 3 min 19 s (Petrucci). Com es pot constatar, les duracions dels documents són en general molt curtes.

Cal tenir en compte que hi ha aproximadament un 15% dels documents localitzats que estan en un format que fa impossible adjudicar-los un temps concret. Corresponen als documents amb una extensió d'arxiu *.mht*, *.html*, *.gif*, *.pdb* i *.xyz*. Són tots els que estan introduïts en pàgines web, de les quals no es poden descarregar, i que s'han guardat en format *.mht* (256), *.html* (11), *.xyz* (9), GIF animats (43) i *.pdb* (2).

9.5.9. Tipus de documents audiovisuals de química en el web

Els documents audiovisuals localitzats en el web s'han agrupat en les categories temàtiques següents: vídeo, animacions, simulacions, pàgina web i realitat virtual. En el quadre 9.5.9 es mostra la classificació per tipus de documents.

Quadre 9.5.9. Tipus de documents audiovisuals de química en el web.

Tipus de document	Nombre de documents
Animació	946
Pàgina web	126
Realitat virtual	43
Simulació	46
Vídeo	1.005
<i>Nombre total de documents = 2.173</i>	

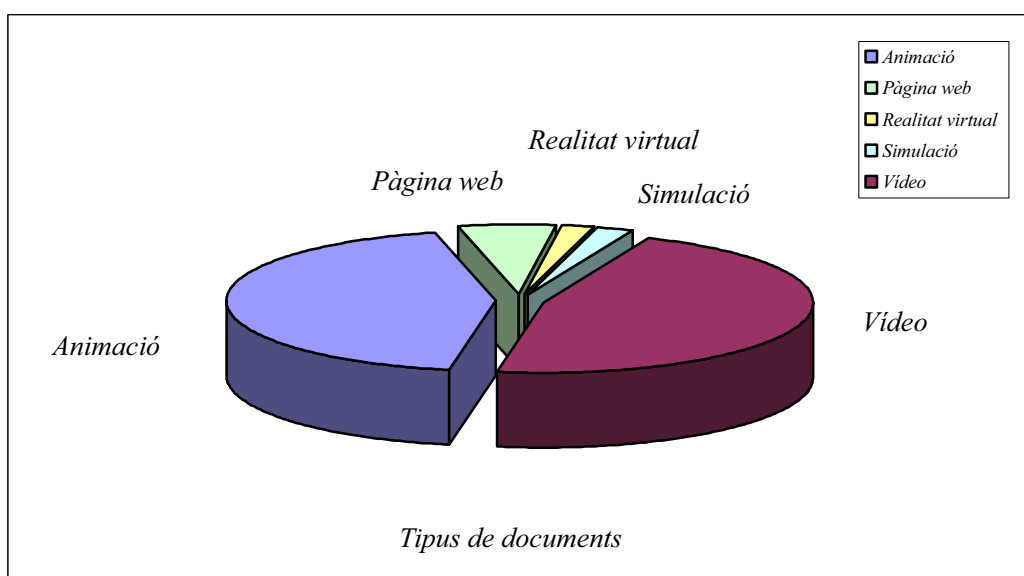
Com es pot observar, els tipus de documents majoritaris són els vídeos i les animacions, gairebé amb el mateix nombre de documents. Aquests dos tipus constitueixen gairebé el 90% dels documents. Això reflecteix el fet que les dues activitats principals que es poden localitzar en el web són gravacions de vídeos corresponents a activitats en directe, com demostracions d'experiments de laboratori, de classes, de conferències i de presentacions, i animacions fetes per ordinador d'estructures tridimensionals d'àtoms i de molècules. Les animacions es fan servir per mostrar a nivell submicroscòpic o particular aspectes relacionats amb conceptes químics diversos: estructura molecular, geometria, isomeria — especialment conformacional—, reaccions químiques i processos relacionats amb activitats dutes a terme al laboratori, com ara el funcionament de parts d'aparells, tècniques instrumentals i analítiques.

Dins del 10% restant hi ha els agrupats dins la categoria de pàgines web. S'ha anomenat així les pàgines web que corresponen a un format complex on hi ha diversos tipus de documents audiovisuals, o constitueixen pàgines hipermèdia que inclouen recursos textuais i audiovisuals i que, per tant, han de ser considerades com un tot. Pàgines web en les quals hi ha presentacions de projectes que contenen recursos audiovisuals però que no poden ser descarregats de la pàgina i ser guardats a l'ordinador. Les que estan en format *.html* corresponen a demostracions en vídeo, com ara les realitzades per Lee Marek a la UIC, i s'han classificat com a vídeo. Gairebé la meitat de les que estan en format *.mht* s'han etiquetat com a vídeo o animacions quan contenen un sol vídeo o animació, que es podia visionar dins de la pàgina web.

Per tant, s'han classificat com a pàgines web únicament les que eren més complexes, amb projectes o reculls d'enllaços a diversos documents audiovisuals, com ara les de Berkeley (MIDP), d'Oxford (Chemistry Film Studio), d'Ohio (Betha Tutorial, Organic Chemistry Flashcards), d'MSU (EMOC), d'Iowa (Animations, Simulations), de Sheffield (The Orbitron) i del JCE (General Chemistry Multimedia Problems), entre d'altres.

Hi ha alguns documents especialment notables, en format de vídeo QuickTime, on s'han barrejat imatges procedents de gravacions de vídeo real i animacions fetes per ordinador, amb la intenció de proporcionar de forma conjunta una visió d'un fenomen a nivell submicroscòpic, macroscòpic i simbòlic, ja que també s'hi troben inserides edicions de text, equacions i símbols.

S'han classificat com a vídeo per la seva vinculació amb imatges reals. El nombre de documents d'aquest tipus és molt petit —tres documents—, i per això no hem creat una nova categoria per classificar-los. Però cal esmentar-los perquè constitueixen una mostra de la complexitat de documents que es poden trobar en el web i que segurament augmentarà a mesura que millorin els programes que permetin la integració dels documents audiovisuals en els entorns telemàtics.



Gràfic 9.5.9. Tipus de documents audiovisuals de química en el web.

Per tant, tal com es pot observar en el gràfic 9.5.9, els tipus de documents predominants són els vídeos i les animacions, que es troben en gairebé la mateixa proporció. Dins d'aquestes dos tipus es troben classificats gairebé el 90% dels documents. La resta de tipologies constitueixen una fracció molt petita del total de documents.

Les simulacions constitueixen, tal com indica el nom, aproximacions simulades realistes de fenòmens o processos químics. Com a realitat virtual s'han considerat els documents en format QuickTime que permeten explorar entorns de manera interactiva, com ara recórrer virtualment instal·lacions acadèmiques: campus, laboratoris i aules.

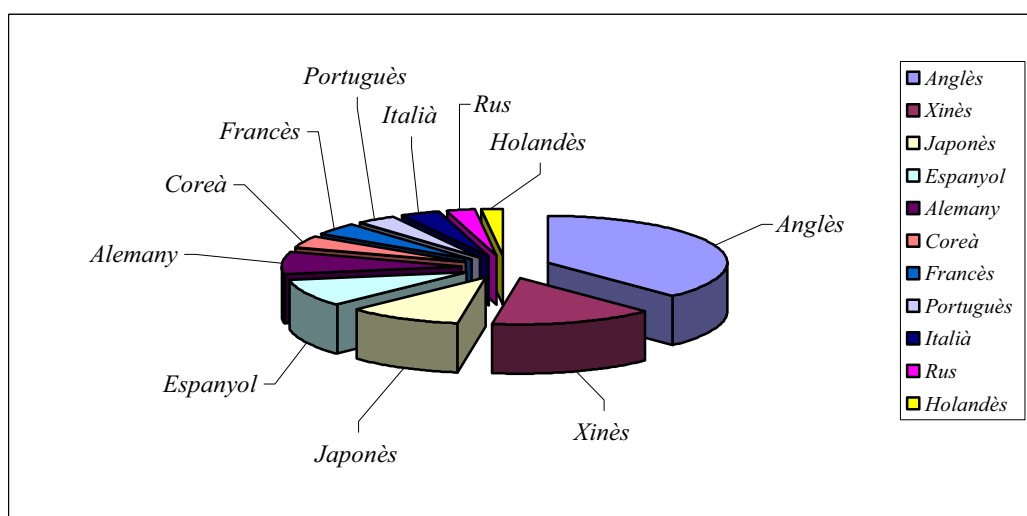
9.5.10. Idioma dels documents audiovisuals en el web

El material que es troba allotjat actualment en el WWW està ubicat de forma majoritària en universitats de parla anglesa (Estats Units, Anglaterra). En tots els documents que porten veu associada, l'idioma que es fa servir per fer a les explicacions o comentaris que acompanyen les imatges és l'anglès.

Entre els documents revisats hi ha dues excepcions a aquest fet general. Una és la col·lecció de vídeos que es poden veure a través de la Videoteca Digital de la Xarxa Telemàtica Educativa de Catalunya (XTEC). L'idioma dels vídeos és el català, bé perquè són produccions realitzades originalment en aquest idioma o perquè provenen de traduccions d'altres produccions que originalment estaven en anglès, i en algun cas esporàdic en francès.

Un altre cas són els vídeos de la Universitat d'Erlangen - Nuremberg (Alemanya), en què l'idioma emprat és l'alemany. En aquests vídeos l'edició de text que es mostra sobreposada a les imatges també està feta en alemany.

Aquest ús predominant de l'anglès és un fet en tot l'àmbit d'Internet. Les dades disponibles en els estudis que s'elaboren periòdicament sobre l'ús del llenguatge en línia a Internet indiquen que l'anglès és, amb diferència, la llengua més emprada, seguida del xinès i del japonès; el castellà ocupa el quart lloc, tal com es pot veure en el gràfic 9.5.10 (Global Reach, 2004).



Gràfic 9.5.10. Idiomes emprats en la comunicació en línia a Internet.
Font: Adaptació de Global Reach, 2004.

El català té enormes dificultats per expansionar-se més enllà dels límits autonòmics. En un informe elaborat per al Consell de l'Audiovisual Català, Rosa Franquet referint-se a les produccions multimèdia, afirma: «Cal assegurar la producció de qualitat en català que permeti la transferència més adequada dels continguts i els coneixements necessaris per a les futures generacions» (Franquet, 2003, p. 19).

Es pot considerar que hi ha una certa oposició entre llengües vernacles i llengües vehiculars. Aquestes últimes prometen una universalitat de substitució, reservada a certs usos i a certes comunitats, com va passar amb el llatí emprat en les lletres durant l'edat mitjana i com ho és ara l'anglès en la comunitat científica contemporània. Segons Hans Hauge, tenim una llengua nacional no per ser entesos pels altres, sinó per no ser entesos. («It includes and excludes», Hauge, 2000, p. 151). L'essència del llenguatge no pot ser la comunicació, si fos així no hi hauria tantes llengües. Però, òbviament, per a certs propòsits necessitem una llengua que transcendeixi la barrera.

Tal com afirma Pere Alberch (2000), no hi ha plural en la ciència actual, bàsica, d'alt nivell: l'anglès és la llengua de comunicació. Aquesta situació és força habitual en simposis o fòrums orals d'intercanvi, on les decisions de fer servir l'anglès com a llengua vehicular són simplement operacionals. L'anglès és acceptat com a *lingua franca*, com abans ho va ser el llatí durant diversos segles, o el francès o l'alemany, segons la disciplina científica, durant els segles XVIII i XIX.

L'abast de la ciència contemporània és internacional i, per tant, el científic ha d'escollir el sistema de comunicació que maximitzi el nombre de receptors potencials del seu missatge. L'anglès sol ser l'idioma d'elecció en les conferències, i és la llengua de totes les revistes científiques que tenen els nivells més alts en el rànquing tant en termes de prestigi com de lectors.

Malgrat això, la llengua vernacle és fonamental per fer arribar la ciència als ciutadans, tant en l'educació a nivell acadèmic com en divulgacions científiques o altres formes de difusió de la informació científica.

La situació amb què ens trobem amb els documents audiovisuals en el web és que hi ha el predomini gairebé absolut de les produccions en llengua anglesa, que en la majoria de casos tenen una qualitat molt bona i un tractament audiovisual adequat dels fenòmens fisicoquímics mostrats. Per tant, poden ser molt útils en l'ensenyament-aprenentatge de la química, però tenen l'inconvenient de l'idioma. Es poden plantejar alternatives com ara fer edicions de l'àudio o transcripcions en text de l'àudio, però primer s'haurien de solucionar les qüestions relatives a drets d'autor, que és un dels aspectes més complicats relacionats amb l'ús dels documents del web, tant els audiovisuals com els de caràcter general. Una alternativa recomanable seria digitalitzar i allotjar en el web les produccions pròpies existents, de manera que augmentés el nombre de produccions en llengües vernacles.

9.5.11. Consideracions didàctiques sobre els documents audiovisuals en el web

Les característiques didàctiques dels diversos documents audiovisuals localitzats en el web s'han anat comentant en les descripcions fetes en cadascun dels directoris i poden ser consultades en l'apartat 9.4. De totes maneres, es farà una valoració global dels trets més característics, d'acord amb els plantejaments desenvolupats en l'apartat 9.1.4. Els aspectes considerats en fer la valoració didàctica dels documents audiovisuals localitzats en el web són: el nivell educatiu a qual van dirigits, el context d'ús, la seva funció, la forma de comunicació, l'alfabetització telemàtica, el coneixement d'altres llengües i cultures, i la comprensió que proporcionen dels fenòmens fisicoquímics.

Els documents audiovisuals en el web estan dirigits predominantment a nivells acadèmics universitaris. Alguns dels documents, especialment els que contenen demostracions d'experiments químics realitzats al laboratori, també podrien ser adequats en el nivell de batxillerat, sempre que estiguessin degudament situats en el context curricular.

Els recursos audiovisuals són molt adaptables a contextos educatius diversos. Es poden emprar de forma individual com a materials de base per desenvolupar un tema, com a materials complementaris (per augmentar el coneixement sobre un aspecte concret d'un tema) per investigar sobre un determinat tema, i per conèixer quins són els camps innovadors en recerca, entre altres possibilitats.

Permeten el treball en grup tant per dur a terme petites investigacions si es tracta de grups reduïts com per a ampliacions de coneixements sobre un tema, o fins i tot per treballar els temes bàsics del curs. A més, els professors els poden introduir en qualsevol tipus de presentació informatitzada i fer-los servir a l'aula en gran grup o classe en ensenyaments presencials de forma tradicional o en ambients cooperatius.

Això requereix, però, poder disposar de l'equipament adequat a les aules: ordinadors, pantalla de projecció, etc. També es poden integrar en cursos mixtos, presencials i en línia.

La presència dels recursos en el web en facilita l'accés als estudiants, que els poden fer servir per mitjà de les pàgines web on estan allotjats o d'entorns de treball cooperatiu basats en el web (BSCW, WebCT). També poden ser integrats en sistemes d'autoaprenentatge basats en tutorials i altres modalitats d'ensenyament a través d'ambients informàtics (EAO, EVA).

Hi ha materials per cursar estudis interdisciplinaris. Per exemple, el projecte del ChemConnections desenvolupat a la Universitat de Berkeley, que està dirigit a estudiants dels dos primers anys de carrera i que està basat en l'estudi de projectes específics: calentament global, origen de la vida, pol·lució de l'aire i els sòls, reciclatge de productes i química electrònica.

La presència de documents audiovisuals en el web té diversos avantatges didàctics, segons si es tracta de simulacions, animacions, filmacions en vídeo d'ambients reals o realitat virtual. El contacte amb els temes tractats i els requeriments cognitius, així com les habilitats per manejar la informació, seran diferents en un cas o altre.

Molt sovint es planteja la necessitat de fer servir més d'un tipus de plantejament audiovisual per dues raons. D'una banda, perquè permeten adquirir punts de vista diversos sobre un determinat aspecte fisicoquímic, la qual cosa contribueix positivament a la formació d'un esquema mental adequat dels fenòmens tractats. De l'altra, perquè exerceixen un efecte de redundància que alleugereix la càrrega cognitiva necessària per a la comprensió dels aspectes estudiats. Poder visualitzar el mateix aspecte des de diversos punts de vista disminueix el nombre de termes vinculats a la memòria de treball o a curt termini, amb la qual cosa es pot emprar per desenvolupar operacions cognitives de nivell superior, com les relacionades amb la interrelació de conceptes en la formació dels models mentals.

També es posa molt èmfasi en la necessitat de disposar de recursos que mostrin aspectes relacionats amb els tres nivells de comprensió de la matèria: el submicroscòpic (també anomenat microscòpic, atòmic o particular), el macroscòpic o observable i el simbòlic, per poder desenvolupar models mentals acurats que permetin una bona interrelació dels conceptes associats amb cadascun dels nivells.

Un aspecte molt interessant és el fet que la manipulació de documents audiovisuals en el web té un alt grau d'interactivitat, relacionada per una banda amb els mateixos documents i per l'altra amb l'ús d'Internet i el WWW. Per exemple, en el cas de les simulacions de l'Iowa State University els estudiants poden triar entre determinades condicions inicials, escollir les concentracions dels reactius, determinar les condicions de pressió i temperatura, etc., i observar els resultats de les seves accions. Això afavoreix el pensament divergent necessari per a la presa de decisions i fomenta la capacitat de valorar els resultats obtinguts tant en el seu significat com en la seva adequació als objectius inicials. Per tant, fomenta la capacitat de raonar i de prendre decisions, el desenvolupament de la qual és tan important per a la inserció social i laboral dels estudiants.

Un altre exemple que es troba en aquesta línia és el de la Carnegie Mellon University, amb el projecte ChemCollective, en què també es poden realitzar simulacions molt sofisticades quant al grau de realisme i de correcció de les operacions relacionades amb el camp de la química analítica. És una col·lecció de laboratoris virtuals, amb activitats basades en escenaris que s'assemblen a les activitats que es realitzen al laboratori i tests que poden ser incorporats en una àmplia varietat de sistemes d'ensenyaments com a activitats prèvies al laboratori, alternatives als deures basats en llibres de text, així com activitats de classe individuals o en equips.

Les àrees químiques d'interès són molt variades, tal com s'ha discutit en l'apartat 9.5.2, i així és possible trobar recursos relacionats amb molts dels camps tractats dins dels cursos de química general. N'hi ha alguns que estan més específicament dirigits a l'estudi de la química orgànica (EMOC, MSU, Arizona), analítica (Akron) o bioquímica (Wellesley). Evidentment hi ha algun aspecte que no ha estat tractat amb la mateixa magnitud que altres, i pot ser que hi hagi determinades qüestions en les quals no s'hagi optat per un plantejament audiovisual. Es veu clarament que hi ha temes que desperten un major interès, com ara el de les estructures moleculars, sobre les quals hi ha molts recursos disponibles.

Sempre que es fan servir mitjans audiovisuals es requereix una participació activa per part de l'estudiant. Actualment es valora l'autoaprenentatge com un bon sistema capaç de desenvolupar processos cognitius d'alt nivell: seleccionar, valorar, criticar, fer hipòtesis, emetre judicis, etc. També es dona un gran valor a les interaccions socials entre els estudiants, i entre els estudiants i els professors, com a part del procés de formació integral dels estudiants com a éssers humans i per fomentar la seva capacitat de relació per a la seva futura inserció laboral.

Els recursos audiovisuals es poden integrar en una gran varietat d'estratègies d'ensenyament i en ambients diversos: presencials i en línia, de forma sincrònica, asincrònica, cooperativa. Permeten una elevada adequació a l'alumne tant pel que fa a les seves capacitats cognitives, ja que se'n pot graduar la dificultat per mitjà de guies i materials d'ajut complementaris i així els estudiants poden treballar al seu ritme, com pel que fa als seus estils cognitius i socials a través d'aprenentatge individual o en grup.

Dins del que es pot considerar com a inconvenients o aspectes negatius relacionats amb els documents audiovisuals localitzats en el web, es poden destacar els relacionats amb l'idioma, amb el procés de digitalització i amb els programes necessaris per visualitzar-los a través de l'ordinador.

Un aspecte negatiu o inconvenient pot ser el fet que la majoria de recursos audiovisuals de lliure accés en línia són en anglès. Ja s'ha comentat que això va en detriment de la presència de materials realitzats en altres llengües (castellà, català, euskera, gallec) i de la seva comprensió científica per part dels alumnes, ja que representa un obstacle afegit al fet d'haver de comprendre el missatge audiovisual. D'altra banda, cal un bon domini de l'anglès per aprofitar-ne tot el potencial. Especialment en el cas dels vídeos procedents de filmacions reals, es pot destacar com a inconvenient la pèrdua de qualitat de les imatges com a conseqüència del procés de digitalització i del procés de compressió de les imatges necessari per disminuir la mida dels arxius que han de ser descarregats a través del web.

Un altre inconvenient, relacionat estretament amb aquest, és el fet que generalment les finestres o pantalles on es mostren els vídeos són molt petites, i per tant no resulten molt còmodes per ser visionades a través de la pantalla de l'ordinador. Si s'opta per fer-les més grans i que ocupin tota la pantalla de l'ordinador, les imatges es veuen distorsionades i perden la nitidesa. Quan la banda ampla sigui l'adequada aquests fets ja no es produiran, ja que no caldrà efectuar el procés de compressió.

Molt sovint els vídeos corresponen a fragments curts, sense so i sense estar acompanyats de guies didàctiques, per la qual cosa els estudiants poden tenir dificultats en l'autoaprenentatge. No es poden fer servir sense estar degudament situats en un context.

Com ja s'ha comentat en l'apartat 9.5.3, els documents audiovisuals estan presents en el web en molts tipus de formats diferents. Cadascun d'aquests formats requereix un programa específic que permet que el navegador d'Internet pugui entendre i presentar en pantalla un document audiovisual determinat. Per tant, s'han d'anar instal·lant tots els programes necessaris, que podríem anomenar visualitzadors (*plug-in* en anglès), per poder visionar els documents que ens interessin. Es té constància que tots aquests connectors són compatibles entre ells, ja que han estat instal·lats en un sistema operatiu Windows que fa servir Internet Explorer com a sistema de navegació per Internet. Al llarg d'aquest treball d'investigació s'hi ha estat treballant sense que s'hagi detectat cap problema. Cal considerar, però, que pot haver-hi una reticència per part dels usuaris, tant estudiants com professors, a utilitzar documents audiovisuals pel fet d'haver d'instal·lar aquests programes.

Finalment, voldríem comentar que la possibilitat d'implementar documents audiovisuals en l'ensenyament-aprenentatge d'un tema de química es basa en l'assumpció prèvia que es cregui adequada una solució basada en l'ús de recursos audiovisuals. Per tant, s'ha de considerar quins són els objectius que es volen assolir utilitzant-los i en quina estratègia d'ensenyament seran més eficaços; és a dir, cal un plantejament didàctic i pedagògic previ.

Els documents audiovisuals no són cap panacea educativa: no proporcionen coneixement per ells mateixos, però sí que ofereixen l'oportunitat de fer plantejaments educatius que treguin partit de les potencialitats dels nous mitjans informàtics i telemàtics de què es disposa avui dia. Poden contribuir a adquirir un coneixement més global, emprant tots els nostres sentits. D'aquí no gaire temps és molt probable que es disposi de sistemes olfactivs i tàctils a través de sistemes informàtics, que faran que augmenti considerablement l'àmbit d'experiències en què participen tant l'alumnat com el professorat.