



UNIVERSITAT_{DE}
BARCELONA

L'educació ambiental com a eina per aprendre química a l'ensenyament secundari

Joan Gener Vives i Requena



Aquesta tesi doctoral està subjecta a la llicència **Reconeixement 3.0. Espanya de Creative Commons.**

Esta tesis doctoral está sujeta a la licencia **Reconocimiento 3.0. España de Creative Commons.**

This doctoral thesis is licensed under the **Creative Commons Attribution 3.0. Spain License.**

L'educació ambiental com a eina per aprendre química a l'ensenyament secundari



Joan Gener Vives i Requena



Programa de Doctorat: Química Analítica del Medi Ambient i la Pol·lució

L'educació ambiental com a eina per aprendre química a l'ensenyament secundari

Memòria presentada per tal d'optar al títol de doctor en química per
la Universitat de Barcelona per,

Joan Gener Vives i Requena

Directora/Tutora
Dra. M^a Teresa Galceran i
Huguet
Departament de Química
Analítica
Universitat de Barcelona

Directora
Dra. Neus Sanmartí Puig
Departament de
Didàctica de la
Matemàtica i de les
Ciències Experimentals
Universitat Autònoma de
Barcelona

A Antònia , Sílvia i Ferran

AGRAÏMENTS

A M^a Teresa Galceran Huguet i Neus Sanmartí Puig, pel seu mestratge, consells, dedicació i paciència.

A la Comunitat Educativa de l'Institut Marianao de Sant Boi de Llobregat, i en especial a l'alumnat que ha fet possible aquesta recerca.

A Enric Casassas, en memòria, que als cursos de doctorat em va fer pensar en introduir la química ambiental a l'aula.

RESUM

El treball de recerca dut a terme en aquesta tesi doctoral, pretén integrar l'educació ambiental en el currículum de química d'ensenyament secundari per tal d'augmentar la motivació de l'alumnat per l'aprenentatge d'aquesta disciplina, fer patent la relació entre la química i l'entorn, i aprendre a actuar tenint en compte els coneixements científics generats al llarg de segles d'història de la ciència.

L'objectiu general d'aquesta tesi és doble. Hom pretén per una banda,

- Analitzar i identificar les principals característiques de les activitats d'ensenyament aprenentatge, de cada una de les unitats didàctiques en que es divideix el crèdit variable Educació Química i Ambiental (Annex-3), agafant com a referència les activitats dissenyades al llarg del període 1991-2008, orientades a la comprensió de la química i a la seva contextualització amb temàtiques relacionades amb l'entorn, a fi d'aconseguir que l'alumnat pugui aplicar els continguts apresos a problemes ambientals. Al mateix temps es pretén estudiar i analitzar l'evolució de les activitats d'ensenyament aprenentatge dissenyades en aplicar els marcs teòrics al voltant de l'educació en química i l'educació ambiental per integrar-los al crèdit variable.

i per l'altra.

- Avaluar si l'ensenyament de la química, a partir de l'anàlisi de problemes ambientals, afavoreix l'adquisició d'actituds responsables envers el medi ambient així com un aprenentatge significatiu de conceptes i procediments propis d'aquesta àrea de coneixement i identificar alguns factors que hi poden influir.

Per assolir els objectius abans esmentats, s'ha dissenyat un crèdit variable per l'aprenentatge de la química a l'ensenyament secundari i s'han identificat les principals característiques de les activitats d'ensenyament aprenentatge adequades per avaluar si mitjançant la contextualització amb temàtiques ambientals, es pot aconseguir un bon aprenentatge de la química i a al mateix temps afavorir l'adquisició d'actituds responsables envers el medi ambient.

En el primer capítol de la tesi s'introdueixen algunes reflexions entorn de l'ensenyament de la química a l'ensenyament secundari (ESO, Batxillerat i Cicles Formatius) així com la seva evolució des dels anys 60 fins al currículum actual, i es relaciona l'ensenyament de la química i l'educació ambiental.

En el segon capítol s'analitza l'educació ambiental i la seva evolució al món i en concret a Catalunya, començant pels antecedents històrics d'educació ambiental, visions entorn al concepte, evolució en el marc escolar, els continguts i els models de l'educació ambiental. També es comenten els objectius i procediments emprats per a l'ambientalització de la gestió i del currículum en un centre educatiu i finalment s'estudia l'educació ambiental a l'ensenyament secundari.

El tercer capítol està dedicat a introduir la metodologia utilitzada per dur a terme l'estudi. Es comenten els bucles d'innovació/recerca-acció que s'han anat implementant durant la recerca, la mostra d'alumnat estudiada, els instruments per a la recollida de dades sobre les actituds ambientals de l'alumnat i en relació a l'assoliment de continguts de química per part de l'alumnat, les categories de l'alumnat per a l'anàlisi, la identificació dels canvis actitudinals i finalment els instruments per avaluar el seu rendiment acadèmic.

En el quart capítol s'analitza l'evolució de les diferents unitats didàctiques del crèdit variable dissenyades des de l'entrada en vigor de la LOGSE, any 1990, data en la que va introduir l'Educació Ambiental i els seus problemes en el currículum del alumnat, fins a l'entrada en vigor de la LOE al 2005. L'objectiu de les unitats didàctiques dissenyades ha estat estudiar química a partir de temes i problemes que siguin propers a l'alumnat i han evolucionat fins a la redacció definitiva del crèdit variable que s'inclou a l'Annex-3 d'aquesta tesi. Es descriuen les circumstàncies i experiències que han condicionat els canvis dels successius dissenys que s'estudien i revisen en funció del marc teòric sobre l'ensenyament de la Química i sobre l'Educació Ambiental recollits als capítols 1 i 2.

Els resultats obtinguts per cada alumne es comenten en el cinquè capítol on a més s'analitza la seva relació amb els objectius de la tesi. És a dir s'avaluen els canvis observats en l'aprenentatge de la química i les actituds ambientals de l'alumnat en aplicar a l'ensenyament de la química un currículum que incorpora l'estudi de l'entorn. En concret, s'analitza l'evolució de l'alumnat en relació a diverses variables com el rendiment i actitud acadèmica en l'estudi de la química i l'educació ambiental, l'estil motivacional d'aprenentatge i l'actitud ambiental.

L'últim capítol (el sisè) inclou les conclusions de la recerca realitzada relacionades amb els seus dos objectius, que es justifiquen i argumenten en funció del marc teòric, les limitacions de l'estudi realitzat, així com els temes i qüestions que encara queden obertes i les possibles línies de d'investigació a seguir.

Les conclusions es poden resumir en:

En relació al primer objectiu l'estudi dut a terme en aquesta tesi ha posat de manifest que els factors que condicionen i expliquen els canvis i l'evolució en les visions i en la pràctica de l'ensenyament (capítol 4) són de diferents tipus. Entre ells se'n poden destacar els quatre següents:

- Un primer factor seria estar implicat en un procés de recerca-acció o de reflexió constant sobre la pràctica docent.
- Un segon factor que en aquesta tesi es constata com a necessari per promoure canvis, és l'aprenentatge constant de nous referents teòrics.
- Un tercer factor és el disseny d'activitats que comporten pensar, no repetitives ni mecàniques.
- Finalment el quart factor és la participació en col·lectius que cerquen la innovació, tant en el propi centre com fora d'ell.

En relació al segon objectiu l'estudi realitzat (capítol 5) no ha permès controlar les moltes variables que intervenen en tot procés educatiu. Tot i així, és d'interès posar en relleu les conclusions que es poden extreure dels resultats assolits.

- La contextualització mitjançant la problemàtica ambiental afavoreix l'aprenentatge de continguts químics.
- La promoció de la capacitat d'argumentar idees i actuacions de manera fonamentada en coneixements pot explicar la millora dels resultats.
- El convenciment per part de qui ensenya que és possible que tot l'alumnat aprengui.

ACRONIMS

BUP: Batxillerat Unificat Polivalent

CSIRE-CDEC: Centre de Recursos Pedagògics Específics de Suport a la Innovació i la Recerca Educativa

CTS: Ciència Tecnologia i Societat

EA: Educació Ambiental

EATP: Ensenyaments i Actituds Tècnic-Professionals

ESO: Educació Secundària Obligatòria

GFEA (ICE): Grup de formadors en Educació Ambiental de l'ICE (UB)

GREDA: Grup d'investigació en educació ambiental (UAB)

ICE; Institut de Ciències de l'Educació

IES: Institut d'Educació Secundària

KPSI: Knowledge and Prior Study Inventory

LGE: Ley General de Educación

LOGSE: Ley de Ordenación General del Sistema Educativo

LOE: Ley Orgánica de Educación

LODE: Ley Orgánica Reguladora del Derecho a la Educación

NOFC: Normes d'Organització i Funcionament de Centre

OCDE: Organització Per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic

PAC: Programació Anual de Centre

PAT : Pla d'Acció Tutorial

PAU: Probes d'accés a la Universitat

PCC: Projecte Curricular de Centre

PEC: Projecte Educatiu de Centre

PISA: Programme for International Student Assessment

RRI: Reglament de Regim Interior

TAC: Tecnologies de l'Aprenentatge i el Coneixement

TIC: Tecnologies de la Informació i la Comunicació

UAC: Unitat d'Adaptació Curricular

UD: Unitat Didàctica

INDEX

<i>OBJECTIU I ESTRUCTURA</i>	3
1. LA QUÍMICA A L'EDUCACIÓ SECUNDÀRIA	9
1.1. Característiques dels conceptes químics i reptes que planteja el seu ensenyament i aprenentatge	15
1.2. L'alfabetització en química (o literacitat en química)	17
1.3. Evolució de l'ensenyament de la química	23
1.3.1 L'ensenyament de la Química abans dels anys 60.....	24
1.3.2 Els canvis curriculars als anys 60 i 70.....	25
1.3.3 Els canvis curriculars als anys 80.....	27
1.3.4 Els canvis curriculars als anys 90.....	30
1.3.5 El currículum actual.....	38
1.4 L'ensenyament de la Química i l'Educació Ambiental.....	42
1.4.1 Els orígens de la Química Verda.....	42
1.4.2 La Química Verda a l'ensenyament	49
1.5 L'ensenyament de la Química vist com un procés de modelització	55
1.5.1 Fonamentació de l'aprenentatge de la Química com a procés de modelització.....	56
1.5.2 El disseny de processos d'ensenyament orientats a promoure la modelització.....	59
2. L'EDUCACIÓ AMBIENTAL I LA SEVA RELACIÓ AMB EL CURRÍCULUM	65
2.1 Antecedents històrics de l'educació ambiental.....	65
2.2 Visions entorn al concepte d'educació ambiental.....	70
2.3 Evolució de l'educació ambiental en el marc escolar	77
2.4 Els continguts de l'educació ambiental	83
2.5 Models de l'educació ambiental.....	87
2.6 Ambientaltització de la gestió i del currículum en un centre educatiu	90
2.7 L'Estratègia Catalana d'Educació Ambiental i el "Libro Blanco de la Educación Ambiental".....	98
2.8 Les idees de l'alumnat en relació al medi ambient.....	101
2.9 L'educació ambiental a l'educació secundària	103
3. METODOLOGIA DE LA RECERCA	111
3.1 Objectius	111
3.2 La mostra i dades recollides	111

3.3 Metodologia aplicada per avaluar la introducció d'innovacions didàctiques	117
3.4 Metodologia aplicada per avaluar l'adquisició d'actituds responsables envers el medi ambient.....	120
3.4.1 Instruments per a la recollida de dades sobre les actituds de l'alumnat	120
3.5 Categories d'anàlisi per a la identificació dels canvis actitudinals	130
3.5.1 Estils motivacionals d'aprenentatge de l'alumnat	130
3.5.2 Actitud de l'alumnat en relació a l'aprenentatge de la Química	131
3.5.3 Actitud ambiental de l'alumnat	131
3.6 Rendiment acadèmic de l'alumnat.....	133
4. ANÀLISI DE L'EVOLUCIÓ EN EL DISSENY DE LES UNITATS DIDÀCTIQUES APLICADES AL CRÈDIT VARIABLE	139
4.1 Etapa prèvia (1991-1992): "La vida real entra a les classes de química" ..	143
4.2 Primera etapa (1993-1995): "Els problemes ambientals entren a les classes de química"	145
4.3 Segona etapa (1996-2001): "Ens proposem educar ambientalment"	155
4.4 Tercera etapa (2003-2006): "S'incorpora la visió constructivista al disseny del crèdit variable"	166
4.5 Quarta etapa (2007-2008): "S'incorpora el treball de les competències bàsiques".....	185
4.6 Resum i discussió del resultats.....	204
5. ANÀLISI DE L'EVOLUCIÓ DE L'ALUMNAT.....	217
5.1 Resum dels resultats obtinguts per l'alumnat de la mostra	217
5.2 Anàlisi dels resultats sobre l'actitud ambiental.....	225
5.2.1 Resultats obtinguts del QÜESTIONARI-1	227
5.2.2 Comparació dels resultats globals del qüestionari-1 a l'inici i al final del crèdit.....	231
5.3 Anàlisi de la relació entre els resultats del QÜESTIONARI-1 i l'estil motivacional d'aprenentatge.....	240
5.4 Anàlisi de la relació entre la variació en els resultats acadèmics i l'estil motivacional d'aprenentatge.....	243
5.5 Anàlisi de les respostes a l'entrevista	247
5.6 Resum de l'evolució de l'alumnat.	259
6. CONCLUSIONS.....	266
6.1 Conclusions en relació al primer objectiu.....	266
6.2 Conclusions en relació al segon objectiu	272

6.3 Limitacions de la recerca	275
6.4 Continuació de la recerca	276
7.ANEXOS (CD adjunt)	282
7.1 Annex-1	282
Legislació educativa sobre educació ambiental.	282
7.2 Annex-2.....	282
Respostes de l'alumnat a l'entrevista personal.	282
7.3 Annex-3.....	282
Material del crèdit variable per l'alumnat, programació del crèdit variable i dossier del professorat.	282
7.4 Annex-4 4.....	282
La puntuació, per ítems, de les respostes de l'alumnat al qüestionari-1, les dades per calcular α de Cronbach i l'avaluació de les entrevistes personals. .	282

OBJECTIU I ESTRUCTURA

OBJECTIU I ESTRUCTURA

La investigació realitzada en aquesta tesi respon a un interès i pràctica de molts anys. La realització d'aquesta recerca en el marc d'un programa de doctorat, relacionat amb el medi ambient i la pol·lució, ens ha portat a intentar emprar en les activitats a l'aula les problemàtiques ambientals, la seva complexitat i la dificultat de trobar solucions. En un principi de forma purament intuïtiva començarem a utilitzar els problemes ambientals per contextualitzar l'aprenentatge de la química, la qual cosa ens va permetre detectar una resposta positiva per part dels alumnes, als quals els hi agradava trobar que la química era alguna cosa més que una sèrie de formules avorrides i que podia ajudar a explicar molts dels problemes que sobre el medi els hi arribaven a través dels mitjans de comunicació com la televisió o els diaris.

L'ensenyament de la Química sovint acostuma a plantejar-se de forma descontextualitzada. En general els estudiants aprenen conceptes i procediments que són difícils de relacionar amb la vida quotidiana i això comporta que aquesta assignatura s'estudii més per "aprovar" que per entendre els fenòmens que tenen lloc a l'entorn i encara menys per adquirir coneixements que puguin tenir relació amb una possible actuació davant de problemes reals.

L'educació ambiental (EA) o educació per un desenvolupament sostenible (EDS) és una temàtica transversal reconeguda i prioritzada en el sistema educatiu. Ara bé, a la pràctica, fins a l'any 2000, aquesta temàtica ha estat molt poc incorporada al currículum. En general, les activitats que es programen en els centres d'educació secundària que han inclòs l'educació ambiental en el seu projecte educatiu, estan poc relacionades amb l'aprenentatge dels continguts de les diferents disciplines i, per tant, estan poc fonamentades des d'un punt de vista científic.

És en aquest context on es situa aquesta memòria que pretén integrar l'educació ambiental en el currículum de química per tal d'augmentar la motivació de l'alumnat per aprenentatge d'aquesta disciplina, fer patent la relació entre la química i l'entorn, aprendre a actuar tenint en compte els coneixements científics generats al llarg de segles d'història de la ciència.

L'objectiu general d'aquesta tesi és doble. Hom pretén per una banda,

- Analitzar i identificar les principals característiques de les activitats d'ensenyament aprenentatge, de cada una de les unitats didàctiques en que es

divideix el crèdit variable Educació Química i Ambiental (Annex-3), agafant com a referència les activitats dissenyades al llarg del període 1991-2008, que estaven orientades a la comprensió de la química i a la seva contextualització amb temàtiques relacionades amb l'entorn; a fi d'aconseguir que l'alumnat pugui aplicar els continguts apresos a problemes ambientals. Al mateix temps es pretén estudiar i analitzar l'evolució de les activitats d'ensenyament aprenentatge dissenyades en aplicar els marcs teòrics al voltant de l'educació química i l'educació ambiental per integrar-los al crèdit variable.

i per l'altra.

- Avaluar si l'ensenyament de la química, a partir de l'anàlisi de problemes ambientals, afavoreix l'adquisició d'actituds responsables envers el medi ambient així com un aprenentatge significatiu de conceptes i procediments propis d'aquesta àrea de coneixement i identificar alguns factors que hi poden influir.

Al mateix temps, es pretén valorar si les temàtiques ambientals són un bon context per alfabetitzar en química en l'etapa d'educació secundària obligatòria i si possibiliten tant l'aprenentatge de continguts rellevants tant en química com en educació ambiental.

La memòria que es presenta està estructurada en sis capítols. En el primer capítol s'analitzen els principals conceptes i fonaments químics inclosos a la unitat didàctica dissenyada i es comenta l'evolució de l'ensenyament de la química a l'educació secundària des de l'any 1960. En el segon capítol es comenten els principals antecedents i concepcions entorn a l'educació ambiental i s'analitzen les característiques i problemàtiques de la seva integració en el currículum escolar. El tercer capítol està dedicat tractar la metodologia de recerca aplicada en aquesta memòria, en el capítol 4 es comenta l'evolució de les quatre unitats didàctiques dissenyades en l'elaboració del crèdit variable i es donen orientacions sobre com aplicar-la a l'aula i com es poden avaluar les activitats d'ensenyament aprenentatge. Finalment en el capítol cinquè s'analitzen els resultats obtinguts per l'alumnat en química i responsabilitat ambiental i finalment, en el sisè s'inclouen les conclusions.

1. LA QUÍMICA A L'EDUCACIÓ SECUNDÀRIA

1. LA QUÍMICA A L'EDUCACIÓ SECUNDÀRIA

És un fet reconegut que en els darrers anys, a tot el món desenvolupat (Galagovsky, 2005) i també a Catalunya, l'ensenyament de la Química a l'educació secundària passa per una crisi encara que també és un fet conegut que la indústria química té una alta incidència en el desenvolupament econòmic d'un país. Aquesta crisi es posa per exemple de manifest en el fet que a l'ensenyament post obligatori el nombre d'estudiants que trien l'assignatura de Química i, en general, les ciències no augmenta en proporció a l'augment de la població. . En aquesta línia, alguns estudis (Centellas i Guitart, 2006) indiquen que el nombre d'estudiants de Batxillerat que s'examina de Química a les proves d'entrada a la universitat (PAU) disminueix amb els anys, afirmació compartida pel professorat de Química de Batxillerat. Tanmateix aquesta afirmació s'ha de posar en context, ja que la disminució ha tingut lloc de manera paral·lela a la del nombre total d'alumnat que ha fet la prova d'accés a la universitat. De fet, el percentatge d'alumnat que fa la prova de Química sobre el total de l'alumnat no ha variat gaire els darrers anys (veure quadre 1.1) però, en canvi, la indústria química ha incrementat molt la seva presència. Per exemple, només l'any 2007 es van crear a Catalunya 252 noves societats mercantils dedicades a activitats relacionades amb la indústria química, mentre que a Madrid, la següent comunitat en nombre, només se'n van crear 41.

(<http://www.noticiascadadia.com/noticia/11799-cataluna-lidera-la-creacion-de-empresas-quimicas-en-2007>).

Des d'aleshores ençà i degut, segurament, a la crisi el nombre de empreses dedicades a la indústria química ha anat a la baixa, per exemple del 2007 al 2011 ha baixat en un 15,02 % malgrat tot Catalunya continua liderant el sector.

(http://www.cambrabcn.org/c/document_library/get_file?uuid=be6c3ffc-3bc6-41dd-9f4-dc0ff033fef1&groupId=1533402).

Això indica que, en contra del que seria desitjable, l'augment d'empreses químiques a Catalunya no es tradueix en un increment en el nombre d'estudiants de la matèria al batxillerat.

Quadre 1.1: Nombre alumnes i resultats de les PAU a Catalunya en els darrers vuit anys.

(<http://universitatsirecerca.gencat.cat/ca/detalls/Article/Estadistiques-de-les-PAU>)

ANY	TOTAL ALUMNES	ALUMNES QUÍMICA	% SOBRE EL TOTAL	NOTA MITJANA
2000	25469	7774	30,5	5,94
2001	26228	7792	29,7	4,96
2002	26239	7609	29,0	4,96
2003	26725	7844	29,4	4,43
2004	24002	7165	29,9	4,60
2005	23685	6851	28,9	5,92
2006	24731	6991	28,3	4,88
2007	24616	7169	29,1	4,86
2008	24691	7291	29,3	4,57
2009	25874	7661	29,6	4,48
2010	25084	7411	29,5	5,92
2011	25125	8170	32,51	5,42
2012	25305	7779	30,74	6,24
2013	25416	8000	31,47	5,43
2014	26148			5,76

Pel que fa referència a les notes la mitjana de d'aquests darrers quinze anys està entre el 4,43 i el 6,24 del curs 2013 la més elevada de totes. La poca variació en les mitjanes indica una raonable coherència en els criteris amb els quals s'elaboren les proves i, fins i tot, a l'hora de corregir els exàmens dels estudiants. Tanmateix, és de destacar que aquests exàmens continuen sent molt tradicionals i poc orientats a l'avaluació de capacitats de tipus competencial. De fet, l'any 2008 es va incloure una pregunta d'aquest tipus a l'examen i els resultats van ser bastant negatius, això indica l'alumnat està preparat per resoldre problemes més aviat repetitius i no gaire per argumentar, justificar i prendre decisions. A partir de l'any 2010 les preguntes cada vegada han estat mes competencials i contextualitzades i les mitjanes com es pot

veure a al quadre 1.1 han millorat. Malgrat tot, de vegades, les preguntes continuen sent repetitives però amb una introducció que vol ser competencial, i s'han introduït continguts com els espectres infraroig o de RMN, que l'alumnat entén difícilment.

A les dades del 2014 la mitjana és de les PAU de juny i setembre, les parcials de juny no s'han publicat, si comparem les mitjanes de juny i setembre dels cinc darrers anys, podem veure que baixen unes dècimes en relació a les de juny. 5,87 al 2010, 5,27 al 2011, 6,02 al 2012 i 5,29 al 2014.

Pel que fa al nombre d'alumnes que obté titulació en cicles formatius tampoc hi ha gaire variació (quadre 1.2) i és considerablement reduït si es compara amb el d'altres comunitats autònomes que tenen un nivell industrial similar. Per exemple, al País Basc, amb un població l'any 2004 de 2.155.546 persones (INE, 2008) es van titular 377 alumnes mentre que a Catalunya, amb una població de 7.364.078 persones només se'n van titular 731. Cal esmentar però que el curs 2008-09 hi va haver un augment considerable d'alumnes de Cicles Formatius de Grau Superior de Química que va passar a 1616 front al 593 alumnes del curs 2007-08. L'augment es va mantenir durant dos cursos, però no tan gran com l'anterior i la disminució del darrer curs pot ser deguda a la saturació del mercat laboral i a la situació econòmica actual. Als cicles de grau mitja pràcticament no experimenten cap canvi del 2009 al 2012, després de la pujada del 2009-20010. La curs 2012-13 hi ha una baixada i es torna a la tendència anterior.

Quadre 1.2: Alumnat de Cicles Formatius de Química a Catalunya.

http://ensenyament.gencat.cat/web/.content/home/departament/estadistiques/dades_curs_actual/ciclesformacioprofessional/alumnes/cicles_16.pdf

http://ensenyament.gencat.cat/web/.content/home/departament/estadistiques/dades_curs_actual/ciclesformacioprofessional/alumnes/cicles_17.pdf

	Alumnat que ha obtingut titulació en el cicles de grau mitja relacionats amb la química	Alumnat que ha obtingut titulació en el cicles de grau superior relacionats amb la química
1999-2000	160	472
2000-2001	168	516

2001-2002	193	504
2002-2003	270	534
2003-2004	201	530
2004-2005	146	456
2005-2006	185	477
2006-2007	238	547
2007-2008	242	593
2008-2009	257	1616
2009-2010	514	1344
2010-2011	512	1248
2011-2012	516	684
2012-2013	220	633
2013-2014	El Departament no ha publicat les dades	El Departament no ha publicat les dades

En relació amb aquestes dades, hom es pot fer algunes preguntes:

Per què no s'incrementa el nombre d'alumnes que estudien Química al batxillerat quan, en canvi, la indústria química a Catalunya és important?

Per què no estudien química tots els estudiants de batxillerat que necessitaran tenir coneixements d'aquesta ciència quan ingressin a la universitat?

Quins canvis s'haurien d'introduir en el currículum de Química per afavorir que augmenti el nombre d'alumnes que s'interessessin pel estudis d'aquesta disciplina?

Aquestes qüestions mereixen ser objecte d'una reflexió seriosa per part de la comunitat educativa. És sabut que l'interès per aprendre quelcom es genera principalment a l'escola. Els anys d'ensenyament bàsic són determinats, ja que condicionen l'orientació escollida a l'etapa post obligatòria, que té un caràcter més optatiu.

Entre les possibles causes d'aquesta crisi hom pot citar dues raons relacionables amb el què i amb el com s'ensenya. D'una banda, es pot constatar que, en la majoria dels casos, la Química que es continua ensenyant a les nostres escoles respon a un currículum dissenyat a finals del segle XIX. Els avenços de la química en els darrers anys (síntesi de noves substàncies, noves estructures, catalitzadors, química de la vida, etc.) no s'han incorporat al currículum de química de l'educació secundària. Allò que s'ensenya no està connectat amb "La nova Química" (Hall, 2000) i l'alumnat no pot percebre que el que aprèn li pot servir per comprendre com és, d'on ve i com canvien els materials que utilitza quotidianament.

D'altra banda, l'aprenentatge de la Química comporta imaginar i abstroure, a partir de l'observació de fenòmens concrets (Izquierdo et al., 2006) i utilitzant un llenguatge específic. El pas a l'abstracció no és fàcil i les metodologies d'ensenyament que s'apliquen, en molts casos molt centrades en la resolució de problemes-tipus, que tenen poc a veure amb els fenòmens que coneixen, o en l'aprenentatge de conceptes abstractes poc relacionats amb el seu món i també en l'ús d'un llenguatge nou al qual no troben cap utilitat, no faciliten que els alumnes trobin sentit al que aprenen. Això fa difícil que entenguin la funció de la química a la naturalesa, els objectius d'aquesta disciplina, les seves finalitats, el seu potencial, els problemes que pot generar i les seves limitacions (Izquierdo y Adúriz, 2005).

Tampoc l'entorn dels adolescents actuals afavoreix que trobin sentit en dur a terme un esforç que no veuen perquè els servirà. Com hem dit abans, moltes vegades es continua ensenyant la química com fa 40 anys, quan només es dirigia a una minoria seleccionada, motivada i amb altes capacitats. Aquesta minoria, com hem vist, la continua estudiant. Tanmateix, actualment la Química forma part dels coneixements bàsics que hauria de tenir tota la població –la part que està motivada per al seu aprenentatge (poca) i la que no–.

Finalment, cal remarcar que les hores dedicades a l'ensenyament de la Química han anat disminuint progressivament, fins i tot per l'alumnat que opta pel batxillerat científic (López Martínez, 1999). L'organització dels horaris escolars ha de trobar la manera de satisfer les noves demandes curriculars (increment d'hores per a l'ensenyament de tecnologia, de llengües - català, castellà, anglès i d'altres -, de les Tecnologies de la Informació i la Comunicació (TIC), de l'educació per a la ciutadania, els eixos transversals, etc.), i ha deixat de banda l'aprenentatge en profunditat de les disciplines científiques tradicionals. Poques hores dedicades a l'ensenyament d'uns determinats

conceptes equival a un aprenentatge superficial i dificulta que d'aquest coneixement se'n pugui arribar a gaudir.

Des del curs 2008-09 la física i química a quart d'ESO és una assignatura optativa, això ha fet que el nombre d'alumnes per aula sigui baix, de 20 com a màxim, la qual cosa ha permès augmentar la dedicació a l'alumnat per part del professorat encara que l'alumnat que no cursa aquesta matèria té com a conseqüència una menor alfabetització científica. Cal remarcar que el nombre d'alumnes que ha triat la química a primer de batxillerat el curs 2011-12 i al 2012-13 ha augmentat i millorat el seu nivell, possiblement per que a 4t d'ESO al ser la física i química una matèria optativa el nombre d'alumnes per classe ha disminuït (de aproximadament 30 per classe a 15) i el nombre de pràctiques ha augmentat, malgrat tot no es pot dir encara de que açò sigui una tendència. A batxillerat l'augment d'una hora setmanal per a les matèries de modalitat, la química entre elles, facilita que la matèria es pugui impartir de forma més completa i que les pràctiques de laboratori augmentin. Caldrà esperar un temps per veure els resultats, ja que als darrers cursos i per augmentar la nota de la selectivitat hi ha alumnat que deixa a segon de batxillerat la Química i també la Física i cursa Ciències de la Terra i del Medi Ambient, que a selectivitat té unes notes mitjanes mes elevades.

La implementació de la LOGSE va permetre introduir canvis en el plantejament del currículum de Ciències en general i de la Química en particular, però en canvi ni les classes ni els llibres de text han canviat massa, ja que el professorat tendeix a ensenyar com ha ensenyat sempre i costa molt incorporar nous punts de vista. Per tant, no és estrany que la prova de Química de les PAU s'hagi ajustat fins ara més als continguts que s'aprenen a les aules que a l'esperit del currículum. Però també és cert que una part del professorat no se sent del tot satisfet amb la manera com s'aplica el currículum i les PAU, i el debat encetat ha portat a la implantació d'un nou currículum amb la LOE el curs 2008-09. Dintre d'uns anys podrem comprovar si el professorat s'ha estat capaç d'interpretar el nou currículum de química en clau actual i de donar resposta a les necessitats del nostre alumnat per aprendre-la millor, tant si vol seguir estudis universitaris de Química o d'altres disciplines on el coneixement de la química és necessari i important, com si vol cursar Cicles Formatius de Grau Superior. De moment no hi ha cap estudi que aprofundeixi sobre el tema.

En els apartats següents s'aprofundeix en diversos aspectes importants en aquesta matèria com són les característiques dels conceptes químics i reptes que planteja el seu ensenyament i aprenentatge, i què s'entén per alfabetització en química. A més,

es comenta l'evolució de l'ensenyament de la Química al llarg dels anys, i es dedica un apartat a comentar l'ensenyament de la Química com un procés de modelització.

1.1. Característiques dels conceptes químics i reptes que planteja el seu ensenyament i aprenentatge

La Química és una ciència aparentment molt concreta però que al mateix temps presenta un elevat grau d'abstracció. A més, el llenguatge químic és específic i simbòlic, molt diferent del que es coneix i utilitza en el context quotidià (encara que és cert que aquest problema és comú a d'altres matèries).

Ja fa anys que Johnstone (1982) va destacar la importància en l'aprenentatge de la Química dels tres Móns que la caracteritzen:

El dels fets, la manipulació i l'experimentació, és a dir, un món 'macroscòpic' format per milers de fenòmens que es poden observar i en els quals cal extreure, reconèixer i trobar el que tenen en comú.

El dels models imaginats, és a dir, el món teòric, sovint 'microscòpic' i a diferents escales que possibilita explicar els fenòmens observats.

El de la simbologia que s'utilitza per a la comunicació i que abraça no només les fórmules i equacions, sinó també altres tipus de representacions.

Aprendre Química comporta aprendre a interrelacionar aquests tres móns per tal d'estudiar i explicar els fenòmens observats. Però entrar en aquests tres móns de forma coherent i interrelacionada no és fàcil. Requereix superar un estadi inicial en el que cal aprendre simbologia i models. El professorat a més d'ajudar a l'aprenentatge d'uns continguts, ha d'aconseguir que els alumnes no es desanimin en els primers passos del procés, que sempre són difícils i descoratjadors. Si s'accepten aquests punts de vista i es té en compte que la majoria dels alumnes matriculats no estan motivats d'inici per a l'aprenentatge de la disciplina, es fa pales que cal replantejar la metodologia d'aprenentatge. Cal començar per contextualitzar la matèria i relacionar-la amb fenòmens i problemes que interessin als alumnes (o potencialment els puguin interessar) saber explicar com i perquè passen, i que entenguin que pot fer la química per ajudar a comprendre'ls.

Cal remarcar que a més, l'aprenentatge de la química es veu dificultat pel gran nombre de concepcions alternatives que els alumnes utilitzen i fins i tot generen

espontàniament. La recerca didàctica ha analitzat àmpliament moltes d'aquestes concepcions (Baker, 1999; Caamaño, 2003, Chamizo et al., 2001), que sovint no són fàcils de fer evolucionar cap a concepcions acceptades per la ciència actual. Sovint, els alumnes confonen la realitat amb el model (Van Driel i Verloop, 1999) i tendeixen a substancialitzar (considerar que les propietats son matèria) les propietats de la matèria, per exemple consideren que els gasos no pesen i, en canvi, la calor sí que té massa (Driver et al., 1989). També conceben el canvi químic com una transmutació (Andersson i Renstrom, 1982) o com un canvi d'estat, no admeten el buit, etc.

Les causes de les dificultats en l'ensenyament de la química són de diversos tipus. D'una banda cal tenir en compte, les que es relacionen amb el funcionament del sistema cognitiu humà, que tendeix a establir analogies entre allò que es veu i allò que s'imagina (Caamaño, 2003), i així per exemple els estudiants pensen, que les partícules (àtoms i molècules) d'un material es 'dilaten', quan el que es dilata és el material en allunyar-se les partícules que el formen. D'altra banda els verbs que comunament s'utilitzen per caracteritzar els canvis que es produeixen en els materials, tendeixen sempre a indicar modificacions de tipus "físic" i poques vegades estan relacionats amb un "canvi químic". Per exemple, en comentar els processos que tenen lloc al digerir els aliments normalment es diu que es trituren i es separen però es poc comú indicar que es transformen o reaccionen químicament. També cal esmentar altres tipus de problemes com per exemple que a vegades no es disposa de termes apropiats per anomenar determinades espècies i això dificulta l'aprenentatge. Un cas paradigmàtic té a veure amb com nomenar de manera sintètica l'entitat microscòpica representada per la fórmula NaCl (Caamaño, 1993). Normalment s'utilitzen termes propers com per exemple 'molècula' per al NaCl però amb l'inconvenient que científicament tenen un significat diferent. En aquest cas concret el resultat és que per als alumnes només hi ha àtoms i molècules o unions d'àtoms, cosa que dificulta l'estudi dels diferents tipus d'enllaç.

Ara bé, també hi ha causes imputables a la metodologia d'ensenyament. Per exemple, sovint es tendeix a passar molt ràpidament, o a obviar, el món dels fets i de l'experimentació, per anar al de la simbologia (les fórmules) i al dels models a nivell atòmic-molecular (Hesse i Anderson, 1992; Izquierdo et al., 2006). Els alumnes poden arribar a escriure fórmules i a parlar d'àtoms sense necessitat de relacionar aquests coneixements amb el món dels fenòmens que estudia la Química. La Química que aprenen els serveix potser per passar exàmens, però no per ajudar a entendre, fenòmens més quotidians que passen al seu entorn.

Tampoc es pot menysprear el fet que en alguns casos el professorat té les mateixes concepcions alternatives que l'alumnat o que inconscientment utilitza un llenguatge poc precís. A més, cal recordar que també s'aprèn Química en d'altres assignatures, com en Biologia, Física, Geologia o Tecnologia i, a vegades, els professors som molt exigents pel que fa a l'expressió dels conceptes de la pròpia àrea, però no tant en les de les afins.

Ens trobem, per tant, davant dos tipus de reptes diferents: D'una banda els reptes relacionats amb la selecció dels conceptes bàsics de Química que necessiten les noves generacions per poder explicar-se les propietats i els canvis en els materials del seu entorn, per poder fer prediccions i per llegir críticament les notícies que surten publicades del diari i la informació a Internet. D'altra banda, els reptes relacionats amb la metodologia d'ensenyament, per tal que en el poc temps de classe de que hom disposa es pugui ajudar a l'alumnat a modificar les seves concepcions alternatives i idees prèvies i a aprendre a mirar i parlar dels fenòmens amb les idees i el llenguatge de la Química. Tot això tenint en compte que el context social no afavoreix l'interès per aprendre ni per valorar el món de la Química.

1.2. L'alfabetització en química (o literacitat en química)

Els sistemes educatius de tots els països occidentals han anat evolucionant i han passat de plantejar l'ensenyament de la ciència només per a una minoria d'estudiants, els que després continuaran estudis científics, a un ensenyament apte per a una àmplia capa de la població. En aquest nou context ha aparegut el concepte d'alfabetització científica, o com s'anomena actualment, literacitat científica. De fet ja fa molts anys que es parla d'alfabetització en ciència. Projectes com el Science Curriculum Improvement Study (SCIS, 1971) ja tenien com a objectiu explícit l'alfabetització científica i algun autors com per exemple DeBoer (2000) consideren que és una idea que es remunta als anys 50 del segle passat. Però ha estat en els darrers 15 anys que aquesta expressió s'ha utilitzat àmpliament per orientar el currículum de ciències (Marco, 2000).

Es considera que una persona està alfabetitzada científicament :

Si és capaç d'utilitzar idees bàsiques de la ciència per explicar fenòmens del seu entorn, per millorar les condicions de vida i el coneixement d'un mateix, per llegir críticament i entendre missatges que apareixen als mitjans de comunicació i que tenen un contingut científic.

Si coneix i sap aplicar els procediments i mètodes de la ciència, Si coneix la seva naturalesa, com es generen els coneixements científics, i els factors tant racionals com socials que la fan evolucionar a més de reconèixer la seva diversitat i al mateix temps unitat.

Si és capaç de fer-se preguntes, de pensar i actuar creativament i amb autonomia, ser sensible als problemes de l'entorn i buscar i/o trobar respostes racionals als problemes relacionats amb la ciència i ser crític envers les respostes simples.

Si és capaç d'intervenir en el seu entorn social i de prendre decisions, per exemple en relació a problemàtiques ambientals, de conservació de la salut i la pau o, en general, de ciutadania, aplicant criteris fonamentats científicament.

En resum, es pot afirmar que l'alfabetització en ciència busca que, en el marc dels sistemes democràtics, els ciutadans tinguin una actitud positiva i alhora crítica cap a la ciència i la tecnologia, disposin dels coneixements bàsics que possibilitin entendre els problemes de l'entorn i la manera de fer de la pròpia ciència, puguin opinar en els debats públics i prendre decisions en base a criteris científics.

Ara bé, com recomana Bybee, (1997) convé utilitzar el terme alfabetització científica com a metàfora i no literalment ja que es podria entendre com un simple coneixement del vocabulari científic. Per aquesta raó, diversos autors prefereixen utilitzar el terme "literacitat científica", adaptació de la paraula anglesa (*scientific literacy*) (Cassany, 2005) i posar l'accent en el seu caràcter d'educació "crítica". Aquests autors consideren que l'aprenentatge no només s'ha de centrar en el desenvolupament de la capacitat de comprendre sinó molt especialment en la capacitat d'analitzar críticament la informació. La irrupció d'Internet possibilita que moltes informacions i sabers estiguin a l'abast de tothom, però s'hi poden trobar tot tipus d'opinions i missatges, no sempre validats. En aquest nou context, es considera que la literacitat científica passa necessàriament pel desenvolupament del pensament crític i molt especialment pel desenvolupament de la capacitat de llegir (i escriure) críticament textos de contingut científic (Klein, 2006).

Un altre terme que darrerament també s'està utilitzant amb objectiu de definir el sentit dels sabers a aprendre és el de "competència". Hi ha moltes definicions de competència, però en el context dels currículums actuals totes incideixen en la visió de complexitat i d'actuació en situacions diverses.

De fet el terme “competència” comporta no només apropiat-se d’uns coneixements, sinó molt especialment, saber utilitzar-los per orientar l’actuació en el context quotidià o professional de manera coherent amb els valors i les habilitats. Així el concepte de “competència” s’ha definit com:

“Capacitat de respondre a demandes complexes i realitzar tasques diverses de forma adequada. Suposa una combinació d’habilitats pràctiques, coneixements, motivació, valors ètics, actituds, emocions i altres components socials i de comportament que es mobilitzen conjuntament per aconseguir una acció eficaç” (OCDE, projecte DeSeCo, 2002)

Es considera que el saber comporta la interrelació entre “saber-conèixer”, “saber-fer”, “saber-ser” i “saber-estar o viure junts” (Delors, 1996), ja que no serveix de res “saber” una cosa si no se sap utilitzar per actuar. I això comporta que el coneixement a aprendre ha de ser complex ja que la realitat no és simple. També comporta que el coneixement permeti actuar en situacions diverses i imprevisibles. Per tant, l’ensenyament ha d’orientar-se no tant sols a l’aprenentatge continguts i fets concrets sinó també als generals, amb una gran potencialitat per ser transferits a situacions i problemes ben diferents, per facilitar la seva interpretació.

Aquesta visió del que és important ensenyar es visualitza en el projecte PISA mitjançant les qüestions d’avaluació que proposa, i no mitjançant un llistat de continguts a ensenyar o programa curricular. Un exemple de pregunta tipus plantejada en el programa PISA (15 anys) per avaluar la competència científica és:

“L’autobús que condueix en Joan funciona amb un motor diesel. Aquests autobusos contaminen. Un amic d’en Joan condueix un tramvia elèctric. El voltatge necessari per al seu funcionament prové d’una central elèctrica que funciona cremant carbó.

Hi ha persones que defensen la instal·lació de tramvies argumentant que no contaminen l’aire. Estàs d’acord amb aquesta afirmació? Argumenta la teva resposta” PISA (OECD, 2000).

En el mateix projecte PISA es defineix la “competència científica” com:

“La capacitat d’utilitzar el coneixement científic per identificar preguntes i obtenir conclusions a partir d’evidències, amb la finalitat de prendre decisions sobre el món natural i els canvis que l’activitat humana hi produeix” PISA (OECD, 2000).

Sent el projecte PISA un projecte de l'OCDE, aquesta definició també es compartida per les persones que fan prospectiva sobre les necessitats de formació de la població per poder donar resposta a les necessitats de l'economia.

Actualment, la major part de les reformes curriculars de tots els països s'orienten cap al desenvolupament de competències. També a Espanya i a Catalunya, des de la publicació del LOE (Ley Orgánica de Educación 2/2006, de 3 de mayo) els currículums recullen aquest propòsit.

El nou currículum de la LOE que a Catalunya es desenvolupa en el decret 143/2007, de 26 de juny, pel qual s'estableix l'ordenació dels ensenyaments de l'educació secundària i es defineixen les competències bàsiques (aquestes competències s'inclouen a l'Annex-1). Entre elles, les definides en el decret com les *competències específiques centrades en conviure i habitar el món*, serien les dues competències més específicament relacionades amb l'ensenyament de les ciències i a la vegada amb l'educació ambiental. Aquestes competències són:

Competència en el coneixement i la interacció amb el món físic

Competència social i ciutadana

El decret també especifica que per assolir aquestes competències, les activitats d'ensenyament aprenentatge s'hauran d'emmarcar en quatre eixos:

Aprendre a ser i actuar de manera autònoma.

Aprendre a pensar i comunicar.

Aprendre a descobrir i tenir iniciativa.

Aprendre a conviure i habitar el món.

La competència en el coneixement i la interacció amb el món físic:

(...) mobilitza els sabers escolars que han de permetre a l'alumnat comprendre la societat i el món en què es desenvolupa, fa que superi la simple acumulació d'informacions per interpretar i apropiar-se dels coneixements sobre els fets i els processos, per predir conseqüències i dirigir reflexivament les accions per a la millora i preservació de les condicions de vida pròpia, les de les altres persones i les de la resta dels éssers vius. En definitiva, actualitza el conjunt de

competències per fer un ús responsable dels recursos naturals, tenir cura del medi ambient, realitzar un consum racional i responsable i protegir la salut individual i col·lectiva com elements clau de la qualitat de vida de les persones.

Per fer-ho, cal interpretar la realitat i aplicar conceptes i principis propis dels diferents camps del saber que donin sentit als fenòmens quotidians, l'adequada percepció de l'espai físic en el qual es desenvolupen les activitats humanes i la vida en general, tant a escala global com a escala local. (...).

El coneixement i la interacció amb el món físic és una competència interdisciplinària en tant que implica habilitats per desenvolupar-se adequadament, amb autonomia i iniciativa personal en àmbits de la vida i del coneixement molt diversos (salut, activitat productiva, consum, ciència, processos tecnològics, etc.) i per interpretar el món, la qual cosa exigeix l'aplicació, dels conceptes i principis bàsics que permeten l'anàlisi dels fenòmens des dels diferents camps de saber involucrats. També duu implícit ser conscient de la influència que té la presència de les persones en l'espai, el seu assentament, les modificacions que introdueixen i els paisatges resultants, així com la importància que tots els éssers humans es beneficien del desenvolupament i que aquests procurin la conservació dels recursos i la diversitat natural, i es mantingui la solidaritat global i intergeneracional.(...)

Paral·lelament, la competència social i ciutadana:

(...) integra coneixements, habilitats i actituds que permeten participar, prendre decisions, triar com comportar-se en determinades situacions i responsabilitzar-se de les eleccions i decisions adoptades.

(...) aquesta competència suposa comprendre la realitat social en què es viu, afrontar la convivència i els conflictes emprant el judici ètic basat en els valors i pràctiques democràtiques, i exercir la ciutadania, actuant amb criteri propi, contribuint a la construcció de la pau i la democràcia, i mantenint una actitud constructiva, solidària i responsable davant el compliment dels drets i obligacions cívics.

Els aprenentatges en el camp de les ciències de la naturalesa aporten al desenvolupament d'aquesta competència, d'una banda, coneixements que possibiliten analitzar tant els problemes del nostre entorn i com els més globals del planeta tenint

en compte la seva complexitat, i de l'altre fonamentar les opinions i l'actuació responsable.

Per tant, tot nou plantejament del currículum de Química a l'ensenyament secundari passa necessàriament per adequar-se a la finalitat de 'competència en l'ús crític del coneixement químic'. La Química està directament relacionada amb molts aspectes de la vida quotidiana com per exemple amb la millora de les condicions de vida de les persones, el disseny de nous fàrmacs, l'obtenció de nous materials o la solució als problemes ambientals encara que sovint es considerada com una de les causes. Tot això comporta estar present als mitjans de comunicació encara que lamentablement, té un impacte negatiu en el subconscient de les persones que la consideren una ciència amb més efectes negatius en la salut i en l'entorn que positius. Cal veure si amb les activitats dutes a terme amb l'any internacional de la química aquesta visió s'ha aconseguit de millorar.

Ara bé, aquesta visió curricular encara té poca incidència en l'ensenyament de la química, ja que tot i que el concepte d'alfabetització científica ja apareixia reflectida en els anteriors currículums oficials, aquest no es van veure reflectit en els llibres de text i encara menys, en la pràctica docent de la major part del professorat. A més, el concepte de competència és encara una idea en construcció, i falten molts exemples de pràctiques i de recerques didàctiques reeixides per poder avançar en la seva concreció.

És evident que es necessiten coneixements bàsics de Química per fonamentar i comprendre fets i actuacions en la vida quotidiana –només cal pensar en la cuina o en molts problemes ambientals-, i en l'exercici d'un bon nombre de professions no necessàriament derivades d'estudis universitaris. Empreses de polímers, farmacèutiques o de ceràmiques (per posar exemples ben diversos), necessiten personal capaç de prendre decisions en moments de conflicte que sovint passen per 'saber' Química. Una decisió errònia pot significar pèrdues milionàries i els intents de formació en aquest camp s'han demostrat impossibles quan els treballadors no tenen uns coneixements bàsics. En un altre àmbit, el de la ciutadania, els coneixements de Química són importants per poder participar democràticament en la presa de decisions, individuals i/o col·lectives, en relació a bona part de les problemàtiques ambientals, d'alimentació o del camp de la salut. Tampoc no s'ha d'oblidar que la Química forma part del patrimoni cultural de la humanitat i és desitjable que, si més no en els seus aspectes bàsics, la coneguin el màxim nombre de persones (Sanmartí, 2002).

En aquest línia Caamaño (2005) proposa que l'educació en Ciències en general i en Química en particular s'han de prendre en consideració tres components:

Educació **en** química, on s'estudia la dimensió conceptual i procedimental de la química.

Educació **sobre** la química, on s'estudien els processos i objectes utilitzats diàriament i es discuteixen els problemes sociocientífics.

Educació **a través** de la química, on s'inclou la dimensió formativa i cultural de l'individu.

El problema didàctic consisteix en com concretar tots aquest pressupòsits, sobre els que hi ha ampli consens, en la pràctica a l'aula, amb poques hores d'ensenyament i amb un alumnat divers i difícil d'engrescar. També en com aconseguir que aquesta alfabetització en Química en cursos bàsics sigui al mateix temps útil per als alumnes que vulguem continuar estudis en el camp científic, ja que molts professors creuen que els dos objectius són pràcticament incompatibles.

1.3. Evolució de l'ensenyament de la química

Els programes dels estudis de Química, i la seva separació dels de les disciplines de Física i Biologia, es van concebre a Alemanya a la segona part del segle XIX, i es van mantenir sense canvis rellevants fins a finals dels anys 60. És en aquests darrers 40 anys que s'han començat a plantejar currículums nous, els quals a la pràctica, encara estan molt poc generalitzats. De fet, es pot afirmar que la recerca en didàctica de la Química (i les propostes que se'n generen) avança més ràpidament que el sistema educatiu general i que allò que el professorat pot assimilar i aplicar.

Els canvis curriculars, en els continguts i en la metodologia d'ensenyament, no provenen només de la necessitat d'adequar el currículum a les noves necessitats socials d'alfabetització o literacitat científica, de nous coneixements químics, o d'aparició de nous materials, sinó també dels canvis en l'alumnat com són per exemple, els seus interessos que a vegades estan lluny dels relacionats amb l'estudi, la democratització de l'escola i el consegüent increment de la diversitat, l'augment de la mobilitat dels estudiants i la integració d'immigrants amb llengües i formació prèvia diversa. Els canvis en la tecnologia, fa 20 anys Internet només començava a existir, i els canvis en l'economia atès que el nivell dels sous no es relaciona necessàriament amb els anys d'estudi, exigència d'estar preparat per canviar de feina més que no pas

per saber molt d'un tema o d'una professió són també factors que incideixen en l'adequació dels curricula.

Per tant, els nous curricula han de respondre a diferents problemàtiques, que a més canvien ràpidament. Cal afrontar-les tenint en compte tots els factors, és a dir, des de la complexitat. Però és conegut que les persones tendim a simplificar els problemes i a buscar solucions fàcils que evidentment, no existeixen, i també a un cert conservadorisme que comporta intentar evitar en el possible els canvis.

En els apartats següents es resumeixen els principals canvis curriculars pel que fa a l'ensenyament de la Química en aquests darrers anys (Sanmartí, 2002, Caamaño, 2006).

1.3.1 L'ensenyament de la Química abans dels anys 60

Fins poc després de la primera guerra mundial, l'ensenyament de la química al batxillerat es basava, després d'uns breus capítols de Química general que introduïen les lleis estequiomètriques i la formulació, en l'estudi des d'un punt de vista descriptiu dels principals elements i compostos químics inorgànics. S'estudiaven les seves propietats, els mètodes d'obtenció al laboratori i a la indústria, i les seves aplicacions. Per exemple, als llibres de text de química incloïen un capítol sobre l'àcid sulfúric (propietats físiques i químiques, mètodes d'obtenció i aplicacions) i tot seguit un sobre l'àcid nítric on es repetia el mateix esquema, sense introduir cap concepte abstracte. Així, no es parlava del concepte d'àcid i de base, ni de les reaccions red-ox quan s'estudiaven les piles. El coneixement de l'àtom era simbòlic i els capítols de Química orgànica, es centraven en la classificació-caracterització dels principals tipus de compostos i en la seva formulació. La metodologia d'ensenyament era fonamentalment de tipus transmissor i memorístic.

Tanmateix, es van produir innovacions didàctiques, com és per exemple el llibre de Química de Josep Estalella, publicat al 1921, i que va influir molt en els plantejaments didàctics del "Instituto-Escuela" de Madrid i després en el de Barcelona, del qual va ser director. En paraules de López Martínez (1999) aquesta obra:

“Está dividida en seis partes: reacciones químicas, el aire, el agua, los metaloides, los metales y las combinaciones del carbono. Es un manual que, como los publicados durante estos años, estaba preferentemente dedicado a la descripción de elementos y compuestos químicos, tanto inorgánicos como orgánicos, pero que se diferencia de los demás porque plantea numerosas

experiencias prácticas fáciles de realizar, tratando de acercar la química a la vida diaria con aplicaciones útiles, para lo cual no utilizaba aparatos sofisticados ni materiales raros. Por ejemplo, en la última parte de la obra - dedicada a la Química del carbono- incluye una serie de productos que se utilizan ampliamente en la vida cotidiana como pueden ser los carbones minerales, el bencol, el aguarrás, etc. con aplicaciones prácticas siempre que el tema lo propicia (en el estudio de los alcoholes, la fermentación de la cerveza, del pan, etc.). En cambio no propone ejercicios o problemas, aunque sí ejemplifica algunos casos de cálculos estequiométricos”.

L'any 1957 es va produir un fet que tots els especialistes consideren que va marcar un canvi important en els dissenys dels currículums: el llançament del primer satèl·lit artificial per part de la Unió Soviètica. Els Estats Units van constatar el seu retard científic i en avaluar-ne les causes van concloure que la més important era la falta de científics. El seu sistema educatiu no els generava i necessitava importar-los d'altres països. Els alumnes americans de secundària no escollien les assignatures de contingut científic (i en concret de Química), ja que consideraven que eren avorrides i, a més difícils (suspensien molt). La conseqüència va ser invertir molts diners en recerca en el camp de l'ensenyament de les ciències i en la gènesi de projectes curriculars nous i preparació de materials didàctics.

1.3.2 Els canvis curriculars als anys 60 i 70

Els nous plantejaments curriculars dels anys 60 i 70 del segle passat es van concretar en “projectes”. En el camp de l'ensenyament de la Química, els projectes americans més importants van ser el “*Chemical Bond Approach Project (CBA)*” (1966 en la seva versió en espanyol però iniciat el 1959), i el “*Chemistry- An experimental Science (CHEMS)*” (1960 en la primera publicació en anglès i 1972 en la seva versió en espanyol). En la realització d'aquests projectes van participar científics de reconegut prestigi, premis Nobel, i professors molt ben considerats.

Aquests projectes, pensats per a estudiants dels darrers cursos de secundària - 16-18 anys -, van plantejar un currículum que es pot considerar revolucionari respecte el que s'havia ensenyat fins aleshores. Donaven molt pes al treball experimental i, sobretot, estava estructurat en funció de l'ensenyament de grans conceptes clau: sistemes químics, dissolucions, canvi químic, equilibri químic, àcids i bases, reaccions d'oxidació-reducció, energia en els canvis químics, l'enllaç químic, etc. Es deien “projectes” i no simplement “llibres de text” o “programes” perquè incloïen molts

materials didàctics: llibre d'experiments, pel·lícules, llibre de l'alumne, llibres de consulta al voltant de temes concrets i, sobretot, una "Guia del professor" àmplia i molt ben pensada perquè realment fos útil.

A Europa els projectes més importants en aquesta línia van ser els promoguts per la fundació anglesa *Nuffield*, "*Nuffield. Curso Modelo de Química*" (1972 en la seva versió en espanyol però iniciat el 1962), per a la educació secundària obligatòria, i "*Química Avanzada Nuffield*" (1974), per al batxillerat. Tots aquests projectes van arribar a Catalunya els anys 70, al ser traduïts al castellà per l'editorial Reverté, i van ser coneguts pel professorat més innovador que estava vinculat a Rosa Sensat, al Col·legi de Llicenciats i als ICEs. A Espanya, els nous programes fruit de la "Ley de Educación" de 1970, es van redactar en funció de les noves tendències però no es va abandonar el plantejament en format clàssic de llibre de text. Una excepció a Catalunya va ser el projecte "*Química Faraday*" (Grup Recerca-Faraday, 1988) per al batxillerat, que va recollir moltes de les idees dels projectes internacionals però des d'una visió històrica.

Ràpidament es va comprovar que no es podia començar una bona educació científica als 16 anys, ja que els alumnes a aquella edat ja estaven desmotivats per al seu aprenentatge. Per això, es van dissenyar nous projectes per als alumnes de 12-16 anys i sobretot, per als de 6-12 anys. Cal remarcar que també són d'aquella època els primers museus de la Ciència interactius, que també van tenir la funció d'apropar la ciència al gran públic i a les famílies -tot i que la Química pràcticament no ha format part del contingut d'aquests museus -.

Bona part d'aquests projectes sobre Química ja van néixer interrelacionats amb les altres ciències. Per a l'ensenyament secundari bàsic (12-16 anys) un dels que va tenir més ressò a Catalunya va ser "*Ciència combinada*" de Nuffield (1973) que, com el seu nom indica, combinava l'ensenyament de les 4 disciplines científiques clàssiques. També el projecte de física i química "*PSNS Introducción a las ciencias físicas*" (1971), que va tenir el suport de la "National Science Foundation". Cal destacar molt especialment el projecte *Patterns* (Hall, & Mowl, 1973) desenvolupat a Gran Bretanya, caracteritzat per definir grans conceptes comuns a totes les ciències. Els títols dels diferents llibres del projecte eren *Building blocks*, *Interactions and building blocks*, *Energy* y *Interactions and change*. Per exemple, aquest darrer afronta l'estudi de temes aparentment tan diversos com els canvis en el comportament, en l'acidesa, en el moviment, en els organismes, en els àtoms, en les molècules, en el medi ambient i en la societat.

Els projectes més importants per a primària van ser el “*Science Curriculum Improvement Study*” (SCIS, 1971) i el “*Science, A Process Approach*” (SAPA, 1970). En la definició d'aquests projectes va ser important el paper de la psicologia. Per exemple, R. Karplus, físic de la Universitat de Berkeley que va dirigir el projecte SCIS, va anar a estudiar amb J. Piaget a Ginebra, i el psicòleg R. Gagné va dirigir el projecte SAPA. Karplus va ser el primer que va considerar necessari organitzar el currículum a partir de grans “metaconceptes-clau” i així, per exemple, els 6 cursos de primària (6 a 12 anys) del projecte SCIS estan organitzats al voltant de l'aprenentatge dels conceptes de “Objectes i materials” (6 anys), “Interaccions i sistemes” (7 anys), “Subsistemes i variables” (8 anys), “Moviment i posició relativa” (9 anys), “Energia” (10 anys) i “Models” (11 anys). Karplus va ser qui va desenvolupar l'anomenat “Cicle d'aprenentatge”, d'inspiració piagetiana, que és el marc que fonamenta la selecció i seqüenciació de les activitats d'ensenyament-aprenentatge. A Catalunya aquest projecte es va adaptar en els anys 80 amb el nom de “*Ciències 6-12*”. En canvi el projecte SAPA va organitzar el currículum al voltant de l'ensenyament d'aspectes del “mètode científic” (observar, classificar, formular hipòtesis, identificar i controlar variables, mesurar, interpretar dades, comunicar, inferir, predir, etc.). La seva metodologia es va fonamentar en el conductisme.

Tot i que des d'un punt de vista metodològic van haver-hi diferents aproximacions, la concepció que més va quallar va ser la relacionada amb la visió d'aprenentatge per “descobriment” (o per “redescobriment”). La reforma de la “Ley de Educación” de 1970 va impulsar una metodologia de treball a l'aula fonamentada en l'aplicació del “mètode científic”, fruit de la hipòtesi que si l'alumnat aplicava aquest mètode, seria capaç de redescobrir els coneixements científics. Ara bé, la pràctica real a la majoria de les aules va comportar una aplicació del “mètode científic” estereotipada, sovint a partir d'una primera lliçó on s'explicava el mètode, per continuar ensenyant com sempre. En d'altres, va comportar un enfoc experimentalista, donant molt valor a l'experimentació, amb la idea de que si l'alumnat observava el fenomen el podria comprendre.

1.3.3 Els canvis curriculars als anys 80

A finals dels anys 70 es van començar a avaluar els resultats de tots aquests canvis curriculars. Aquests resultats mostraven que els alumnes que havien estudiat amb els nous currículum s'ho passaven bé estudiant ciències, especialment els que feien molts experiments, però tot i així continuaven sense escollir les ciències i en concret la química en el seu currículum optatiu de secundària. Continuaven dient que eren difícils (suspenien) i que no eren massa necessàries per al seu futur (Yager i Penick, 1987).

En aquesta dècada es van començar a analitzar els “errors” conceptuals que eren freqüents entre els alumnes i, per influència del psicòleg D. Ausubel i la seva famosa frase: *“Digue’m què sap l’alumne i et diré què pot aprendre”*, es va començar a avaluar què sabien els alumnes abans de començar a estudiar un tema determinat. La sorpresa va ser constatar que nois i noies, de diferents llocs del món, tot i no haver estudiat mai res del tema sobre el qual se’ls preguntava, donaven respostes argumentades que contenien els mateixos “errors” que els que s’observaven en les respostes obtingudes després d’haver passat per un procés d’ensenyament. Aquests descobriments va donar lloc a molts estudis enfocats a analitzar les “idees prèvies” dels alumnes i comprendre les seves causes. Tot i que aquests treballs de recerca es van desenvolupar inicialment en el camp de la física, poc a poc també es va investigar sobre les idees prèvies en química. Resums i classificacions d’aquests treballs es poden trobar a Duit (2007) i Flores (2007).

Com a resultat d’aquests estudis es va posar de manifest la necessitat de desenvolupar nous punts de vista sobre l’aprenentatge i, consegüentment, noves propostes curriculars centrades més especialment en innovacions metodològiques. Es va concloure que el treball a l’aula, s’ha de centrar en promoure un “canvi conceptual”, des d’unes idees inicials cap a unes idees finals coincidents amb les de la ciència més que en la transmissió de coneixements a uns estudiants que suposadament tenen la ment “en blanc” (sense coneixements previs) o en promoure que omplin la ment a partir de redescobrir experimentalment els coneixements,. Al voltant d’aquests plantejaments va néixer el que s’ha anomenat “paradigma constructivista” de l’ensenyament de les ciències, i una època molt fecunda de recerca en didàctica de les ciències. Dues idees bàsiques caracteritzen aquest paradigma en les seves primeres formulacions (Strike, 1987):

El pensament és actiu en la construcció del coneixement. És a dir, l’aprenentatge és més una conseqüència de l’activitat mental del que aprèn que no pas d’una acumulació d’informacions i procediments.

Els conceptes són inventats, més que descoberts. És a dir, el subjecte que aprèn construeix formes pròpies de veure i d’explicar el món, la qual cosa és diferent que pensar que a través de la seva activitat redescobreix els conceptes i teories pròpies de la ciència actual.

Més endavant, a partir d’incorporar idees vigostkianes, es va formular una tercera idea dins de la visió anomenada “constructivisme social”, segons la qual els conceptes es

generen en situacions d'interacció social, per la mediació del llenguatge. És a dir, s'aprèn en el marc d'una comunitat i d'una cultura, a partir d'un procés que comporta passar de la construcció interpersonal a la interiorització per part de cada persona.

Watts (1994) resumeix les característiques del constructivisme en:

Construcció cognitiva, és a dir, la cognició és el resultat d'un procés mental actiu a través del qual es reestructura el coneixement prèviament acumulat.

Procés constructiu, és a dir, la cognició implica una organització del coneixement a través d'un procés, que mai no acaba, de construcció, desconstrucció i reconstrucció de les seves estructures.

Contrast, és a dir, el constructivisme necessita pluralisme i relació entre idees més que un simple desenvolupament de noves concepcions.

Realisme crític, és a dir, el coneixement és quelcom transitori i provisional que està influït per la naturalesa del fenomen, el context personal, el llenguatge i la predisposició entre d'altres.

Autodeterminació, és a dir, el constructivisme és necessàriament un procés metacognitiu que comporta aprendre-a-aprendre alguna cosa, amb un objectiu determinat.

Col·legialitat, és a dir, el constructivisme implica un context social on les concepcions puguin ser comunicades, discutides, comprovades i negociades.

Un dels projectes més coneguts en aquesta línia va ser l'anglès "*Children's Learning in Science Project*" (CLISP, 1983), coordinat per Rosalind Driver. Era un projecte per ensenyar ciències a alumnes 12-16 anys, al voltant de temes bàsics de l'àrea i partint de les idees alternatives estudiades.

A Espanya aquesta època va coincidir amb les primeres formulacions de la reforma curricular que va concloure amb la LOGSE, que va recollir tots aquests punts de vista. Per tant, es van produir dos tipus de canvis simultanis en el sistema educatiu, que sovint s'han barrejat: D'una banda, la instauració de l'ensenyament obligatori fins als 16 anys. És a dir, tots els alumnes havien d'estudiar ciències fins aquesta edat, quan abans del canvi no arribava al 40% dels alumnes entre els 14 i els 16 anys els que ho feien. D'altra banda, es va promoure per aquestes edats un ensenyament de les ciències més interdisciplinari i fonamentat en criteris constructivistes.

Alguns dels primers llibres de text que van sorgir amb la LOGSE van ser força innovadors. Aquests van generar en el marc de projectes promoguts pel Departament d'Ensenyament, com va ser el projecte "Ciència 12-16", o per professorat amb coneixements actualitzats de recerca en didàctica de les ciències, com va ser el projecte "GAIA", els quals també començaven a recollir propostes de tipus Ciència Tecnologia i Societat (CTS, veure apartat següent).

Tot i així aquest tipus de llibres van desaparèixer del mercat, ja que el professorat no els utilitzava. Les editorials van adaptar-se a les demandes del professorat i van optar per reciclar llibres antics. Es van tornar a separar clarament els continguts de les diferents disciplines científiques i tant el text com el exercicis proposats van ser i són bàsicament de tipus transmissor.

1.3.4 Els canvis curriculars als anys 90

Paral·lelament i davant del problema del fracàs de l'alumnat en comprendre els conceptes de la ciència i per intentar explicar el poc interès dels estudiants per aprendre ciències es va generar una altra hipòtesi de treball. Aquesta hipòtesi es va concretar en la proposta de plantejaments curriculars anomenats "Ciència-Tecnologia-Societat (CTS)". L'argumentació a favor dels currículums CTS es fonamenta en considerar que els alumnes no s'interessen per les ciències perquè allò que se'ls ensenya està molt desconnectat de la seva vida quotidiana i per tant els costa percebre perquè serveixen aquests aprenentatges.

Els currículums CTS busquen promoure l'interès per la ciència i per les seves implicacions socials (Caamaño, 1995), sense deixar de banda els pressupòsits constructivistes (tot i que alguns projectes CTS es fonamenten en altres punts de vista més transmissors o de descobriment). La National Science Teachers Association (NSTA) defineix els currículums CTS com l'ensenyament i el aprenentatge de la ciència en el context de l'experiència humana i li assigna onze característiques:

La identificació, per tal d'estudiar-los, dels problemes així com del seu impacte global i local.

La utilització de recursos locals (humans i materials) per localitzar la informació i fer-la servir per a la resolució de problemes.

La participació dels alumnes en la recerca de la informació, per aplicar-la als problemes reals.

L'extensió de l'aprenentatge més enllà de les aules.

L'impacte de la ciència i la tecnologia sobre els estudiants de forma individual.

La visió de que la ciència és alguna cosa més que un conjunt de conceptes que s'han de dominar per aprovar els exàmens.

L'adquisició de les habilitats necessàries per resoldre els seus problemes.

L'augment de l'orientació professional cap a estudis científics o tècnics.

L'oferta a l'alumnat d'oportunitats per actuar en les seves pròpies comunitats i col·laborar en la solució de problemes.

La identificació dels impactes de la ciència i la tecnologia en les societats del futur.

L'autonomia dels alumnes durant l'aprenentatge.

En resum, l'enfocament CTS pretén formar ciutadans informats que siguin capaços de prendre decisions sobre problemes actuals i dur a terme accions personals derivades d'aquestes decisions. En aquest sentit, molts dels projectes CTS tenen un enfoc que inclou l'educació ambiental, tot i que no es defineixen com a tal.

Entre els projectes internacionals més coneguts hi ha els britànics "*Science & Technology in Society (SATIS)*" (1986) i el "*Science in Social Context (SISCON)*" (1983), i el "*Science Across Europe (SAE)*" (1991) de projecció europea. En el camp específic de la Química el projecte pioner va ser el "*Salters*", desenvolupat a Gran Bretanya des del 1984, i també s'han de destacar els projectes nord-americans "*Chemistry in the Community (ChemCom)*" que va començar l'any 1980 promogut per la American Chemical Society, i el "*Chemical Education for Public Understanding Program (CEPUP)*" promogut pel Lawrence Hall of Science de la Universidad de Berkeley (California) al 1988 (i adaptat a Catalunya amb el nom de "Projecte APQUA").

El projecte "*Science & Technology in Society (SATIS)*" –de ciència interrelacionada que com hem dit abans, es va iniciar al 1984 i va ser promogut per l'Associació d'Educació per la Ciència (ASE) de Gran Bretanya és un dels més coneguts. Les primeres publicacions adreçades a alumnes entre 14 i 16 anys van aparèixer el 1986 i posteriorment, al 1987, s'inicià la versió per a alumnes entre 16 i 19 anys. El projecte disposava de molts materials amb la finalitat que el professorat tingués al seu abast els

recursos adients per utilitzar l'enfoc CTS a les aules, i propiciava la col·laboració del professorat amb altres entitats com Universitats, indústries etc.

Les habilitats que aquest projecte es proposa desenvolupar són:

Capacitats personals

Habilitats numèriques

Resolució de problemes

Comunicació

Tecnologia informàtica

El quadre 1.3 recull alguns exemples d'estratègies treballades i temes d'estudi en el marc del projecte SATIS.

Quadre 1.3: Exemples d'estratègies i temes d'estudi proposats en el projecte SATIS

Estratègia	Temes
Pluja d'idees	L'aire que respirem Protegim la capa d'ozó
Estudi d'esdeveniments	Problemes petroquímics Acer Ajudem als asmàtics
Anàlisi de dades	Convertidors catalítics Ramaderia i productes químics
Preparació d'informes i presentacions verbals	Energia solar i futur La ciència com una empresa humana Accident o incendi premeditat?
Planificació i realització pràctica	Blanquejant amb clor Química en un safareig Circuits impresos
Exploració i entrevistes	La indústria dels perfums Medicines a l'aparador

Textos per una audiència no especialitzada	Poliuretans Neutralitzant la pluja àcida Metalls bíblics
--	--

Pel que fa referència als projectes Salters cal dir que s'han anat desenvolupant des de l'any 1984, promoguts pel Salters' Institute, que agrupa a empreses químiques que inverteixen en la promoció de la Química a l'escola. Inicialment, el "*Chemistry Salters Project*" va estar dirigit a alumnes de Química de 13-15 anys i va afrontar l'ensenyament dels conceptes químics a partir d'estudiar diferents tipus de materials com les begudes, els teixits, els combustibles, els materials ceràmics, etc. Els materials didàctics es van elaborar al Centre for Innovation and Research in Science Education (CIRSE) de la Universitat de York (GB).

En contrast amb els currículums tradicionals, que es basen en lliçons a cadascuna de les quals es parla fonamentalment d'un concepte químic, en el projecte Salters els diferents conceptes es treballen des de contextos rellevants socialment i química. Les idees químiques s'estudien en espiral, ja que s'introdueixen en alguna de les lliçons vinculades a algun dels contextos i posteriorment es van aprofundint quan es parla d'altres. Això possibilita, segons els autors, repensar les idees en diferents situacions i comprendre-les millor.

L'any 1991 es va publicar el projecte "*Science. The Salters Approach*", dirigit a estudiants de 11-16 anys. En aquell moment el currículum de ciències a la Gran Bretanya per a aquesta etapa es va fer molt més interdisciplinar i la resposta va ser aquest projecte en el qual es treballen de manera interrelacionada les diferents àrees de ciències, també en funció de contextos CTS diversos.

Al mateix temps, es va promoure el projecte "*Salters Advanced Chemistry*" (1994) per a alumnes de 17-18 anys. D'aquest projecte se n'ha fet una adaptació a Espanya i a Catalunya (Grup Salters, 1999) i, estudia de forma paral·lela "idees temàtiques" en funció d'un context determinat (*storylines*), i les "idees químiques" necessàries per interpretar-les. Per als crítics del projecte, com es veurà a l'apartat dedicat a la modelització, la connexió entre aquests dos tipus d'idees no acaba d'estar ben resolta. En el quadre 1.4 es resumeixen els continguts del projecte per al primer curs.

Quadre 1.4: Continguts del projecte “Salters advanced Chemistry” (1994) -1r curs-

Idees temàtiques (Storylines)	Idees químiques
Els elements de la vida	Quantitat de substància, estructura atòmica, espectroscòpia atòmica, taula periòdica: grup 2, enllaç químic, geometria de les molècules
Combustibles	Equacions químiques, càlculs estequiomètrics, lleis dels gasos, energia de les reaccions, entalpia d'enllaç, hidrocarburs i alcohols, catàlisi
Dels minerals als elements	Reaccions red-ox, àcids i bases, sòlids iònics i dissolucions iòniques, precipitació, entalpia de dissolució i de solvatació
L'atmosfera	Teoria cinético-molecular dels gasos, radiació i matèria, alcans halogenats. velocitat de reacció i equilibri químic
La revolució dels polímers	Polímers, forces intermoleculars, àcids carboxílics, alcohols, fenols i àcids, esters, amines i amides
Química de l'acer	Els elements de transició, formació de complexes, piles i potencials d'elèctrode, electròlisi
Els oceans	Enllaç d'hidrogen, entropia i entalpia lliure, equilibri de solubilitat de compostos iònics insolubles, forma de les molècules
Agricultura	La química del carboni i del silici, intercanvi iònic, equilibri àcid-base, àcids forts i febles, càlcul del pH, nitrogen, amoníac i nitrats

Un altre projecte CTS emblemàtic per a l'ensenyament de la Química és “*Chemistry in the Community (ChemCom)*”. És un projecte per secundària i va ser promogut per l'American Chemical Society (ACS) amb fons de la National Science Foundation. Es va començar a dissenyar l'any 1980, la primera edició publicada és del 1988 i actualment va per la 5a edició. En cada edició s'han introduït modificacions tot i que el denominador comú és el d'emfatitzar el paper de la Química a la societat i la presa de decisions responsables envers la comunitat. Les unitats temàtiques del projecte es reproduïxen al quadre 1.5.

Quadre 1.5: Unitats temàtiques del projecte "ChemCom"

1. Supplying Our Water Needs
2. Conserving Chemical Resources
3. Petroleum: To Build? To Burn?
4. Understanding Food
5. Nuclear Chemistry in Our World
6. Chemistry, Air and Climate
7. Health: Your Risks and Choices
8. The Chemical Industry: Promise and Challenge

Com s'ha comentat abans, un dels projectes en la línia CTS a Catalunya és l'APQUA (*"Aprentatge dels Productes Químics, els seus Usos i les seves Aplicacions"*), que és una adaptació del projecte americà inicialment anomenat CEPUP (*"Chemical Education for Public Understanding Program"*) i després SEPUP (*"Science Education for Public Understanding Program"*), tant per al cycle superior de primària com per a secundària (ESO). Ha estat desenvolupat des de 1988 en el Departament d'Ingenieria Química de la Universitat Rovira i Virgili de Tarragona. L'elaboració dels materials curriculars i la difusió del projecte està patrocinada per l'Associació Empresarial Química de Tarragona (AEQT).

El projecte es centra en l'estudi dels productes i dels processos químics, així com en el risc que el seu ús pot representar per les persones i el medi ambient (Abelló y Medir, 1999). En els quadres 1.6 i 1.7 es recullen els mòduls oferts. En general, aquests mòduls els utilitzen els professors com a complement dels llibres de text, però no constitueixen un projecte curricular que doni una alternativa completa a la programació.

Quadre 1.6: Mòduls del projecte APQUA per al cycle superior d'educació primària

Hi ha "química" a les nostres vides?

Què "porten" els aliments?

M'encanta el dolç

Què és un valor llindar?

L'aventura de fumar

El vessament misteriós

Una casa més segura

Massa brossa!

CO₂ i vida?

Com m'agradaria que fos el meu poble?

Energia per a funcionar!

El so

Bona fins a l'última gota!

Com actuen els medicaments?

Quadre 1.7: Mòduls del projecte APQUA per a secundària (ESO)

Els productes químics.

Solucions i contaminació

Contaminació de l'aigua subterrània

Risc: el joc de la vida.

Toxicologia: determinació de valors llindar

Tractament de residus especials

Els plàstics en la nostra societat

La gestió dels residus

Separació de mesclures i identificació de substàncies

Sostenibilitat: El futur de l'Illa

Tot i que al nostre país les innovacions curriculars en la línia CTS s'han centrat més en el nivell d'ESO, tant a Gran Bretanya com als Estats Units molts d'aquests projectes estan plantejats també per al batxillerat. És més, com es pot veure a l'apartat següent, sembla que, la tendència és que es consoliden a nivell de batxillerat, mentre que a nivell d'ESO no s'estan consolidant tant (Acevedo i Acevedo, 2004). Aquest fet sembla una contradicció amb la creença que el nivell d'aprenentatge de conceptes químics realitzat a través d'aquest tipus de currículum és més baix i, per tant, que no serveix per preparar els estudiants que han de passar exàmens per accedir a estudis universitaris. Tot i així, els diferents estudis realitzats a partir dels resultats d'aplicació del projecte Salters demostren que els resultants són similars o fins i tot millors, i cal esmentar que l'alumnat alumnes es motiva més per l'aprenentatge de la Química (Bennett i Lubben, 2006).

Molts dels projectes iniciats en l'etapa anterior es van revisar en funció dels nous plantejaments. Per exemple, la comparació de l'índex de dos llibres de Química per a alumnes de 15-16 anys de la Fundació Nuffield (G.B.), un de l'any 1978 i l'altre del 1988 permet visualitzar el canvi d'orientació curricular en 10 anys (veure quadres 1.8 i 1.9). A més dels canvis en l'aproximació a l'estudi de les idees químiques, molt més contextualitzades, el text del 1988 es va fer de manera que es poguessin establir interconnexions amb els continguts treballats en els textos de Física i de Biologia. D'aquí el títol de *"Nuffield co-ordinated sciences"*.

Quadre 1.8: Índex del text *"Nuffield Chemistry"* (1978). London: Longman Ed.

Cap. 1 Periodicitat
Cap. 2 Investigació sobre la matèria
Cap. 3 Estructura atòmica i enllaç
Cap. 4 Fórmules i equacions
Cap. 5 Reaccions químiques
Cap. 6 Canvis d'energia i canvis de matèria
Cap. 7 Electricitat i matèria
Cap. 8 Radioactivitat
Cap. 9 L'estructura d'elements i compostos
Cap. 10 La indústria química
Cap. 11 El problema dels aliments en el món
Cap. 12 Home, química i societat

Quadre 1.9: Índex del text *"Nuffield co-ordinated sciences: Chemistry"* (1988). London: Longman Ed.

Cap. 1 Primeres matèries (els elements químics, materials d'origen vegetal i geològic)
Cap. 2 Materials d'ús quotidià (materials i estructures, vidres i ceràmiques, metalls i aliatges, polímers)
Cap. 3 Productes químics en les nostres cases (espumes, emulsions, sols i gels, detergents, tints i medicaments)
Cap. 4 Canvis d'energia en química (combustibles i incendis, bateries)

Cap. 5 Sòl i agricultura (àcids i bases, fertilitzants)

Cap. 6 La Taula Periòdica, àtom i enllaç

Aquests tipus de currículums han arribat molt poc a les aules de Catalunya. Per exemple, a tot el país són pocs els professors que apliquen el projecte Salters per al batxillerat. Per a l'ESO no hi ha cap projecte o llibre de text publicat en aquesta línia, i només alguns pocs professors dissenyen per a ús propi unitats CTS. Tanmateix els exemples d'unitats didàctiques desenvolupades en el marc del "Seminari de formació per a l'ensenyament de les ciències (SfeC)" corresponen a aquesta línia de treball (veure web CESIRE/CDEC): <http://svcnpbs.xtec.cat/cdec/>.

1.3.5 El currículum actual

El problema de quina ciència ensenyar i com ensenyar-la de manera que la majoria de la població l'apregui i gaudeixi amb el seu coneixement no està ni molt menys resolt. Com hem vist, la formulació concreta final varia, ja que canvia el context social, les necessitats de l'economia, les característiques dels joves, la tecnologia i la mateixa ciència. És cert que cada vegada es coneix millor com s'aprèn i com ensenyar de manera que s'apregui, però encara s'està lluny de donar una resposta satisfactòria al problema. És més, forçosament les respostes sempre seran provisionals ja que depenen dels condicionaments d'un moment històric determinat.

Estudis recents sobre l'interès de l'alumnat per aprendre ciències mostren que el problema s'incrementa. A tots els països desenvolupats el nombre d'alumnes interessats disminueix. Per exemple, els resultats de l'aplicació del qüestionari "ROSE" a estudiants de diferents països mostren que la idea més general és que *"les ciències són interessants, però no són per mi"* (Sjøberg et al 2004). A Catalunya alguns estudis mostren que l'interès per les ciències disminueix a mesura que augmenta l'edat dels estudiants, i sembla que la disminució forta té lloc a 2n d'ESO, que és quan a la majoria de centres es comença a introduir l'estudi de la Física i de la Química (Marbà, 2008).

També és cert que les noves propostes curriculars –tan pel que fa a continguts com metodològiques- han arribat molt poc a les aules. Per exemple, el professorat utilitza sovint els temes de tecnologia i de societat més com a una eina de motivació de l'alumnat (d'introducció als temes) que no pas com a eix del procés d'aprenentatge. També es tendeix a utilitzar aquests temes per parlar de la influència de la ciència en

la societat, però molt menys a la inversa. Per altra banda, els canvis en la pràctica de l'ensenyament del professorat és molt lenta. És conegut que els professors ensenyen més en funció de com van aprendre (o com creuen que seria bo ensenyar) que no en funció de resultats de la recerca en didàctica que demostren que hi ha alternatives millors. A més cal esmentar altres condicionants, per exemple, les preguntes d'avaluació que es proposen a les PAU són molt similars a les que es plantejaven fa 30 anys i costa imaginar la possibilitat de plantejar-ne de diferents, més en la línia CTS o "competències PISA". Si no canvien aquestes proves, difícilment canviarà què i com s'ensenyava la Química, però la majoria dels professors membres de les comissions no volen aquests canvis.

Una altra font de dificultats està relacionada amb els mateixos alumnes que són resistents a la introducció de metodologies d'ensenyament que els estimulin a pensar i a esforçar-se, i el professorat tendeix més a adaptar-se a les seves característiques i demandes que no pas a buscar la manera d'aconseguir que s'adaptin a la forma d'ensenyar que creuen que necessiten. Per exemple, la resposta als exercicis dels llibres de text més venuts sempre es pot trobar unes línies més amunt i els alumnes només han de copiar-la.

Entre els canvis a l'entorn que condicionen els currículums actuals s'ha de citar el plantejament promogut des de l'OCDE i la UE per tal d'orientar els aprenentatges cap el desenvolupament de competències. Aquest concepte està fent reorientar els currículums de tot el món i, en general, els currículums CTS que en podríem dir tradicionals han perdut pes. Aquests, molt sovint, han donat poc pes als coneixements de les grans idees de la ciència i a la seva gènesi, així com a aspectes competencials que es consideren bàsics, com l'aprenentatge del plantejament de preguntes investigables científicament, la identificació d'evidències i de l'argumentació. Per tant, es pot afirmar que en el moment actual el desenvolupament curricular recull els plantejaments constructivistes i CTS de les èpoques anteriors, però aprofundint en el camp competencial.

Un dels currículums nous en aquesta línia és el "Twenty First Century Science" (2004) promogut per la Universitat de York i el Nuffield Curriculum Centre per a alumnes de 14-16 anys. Inclou uns mòduls per a tots els alumnes i uns altres d'ampliació per aquells que volen continuar estudis (veure quadre 1.10). Es defineix com un curs que vol promoure l'aprenentatge d'idees-clau i d'habilitats, per tal que la ciència tingui sentit en la vida quotidiana dels alumnes. Per exemple es treballa molt específicament com

fer preguntes, aprendre a argumentar les idees pròpies, a trobar evidències que donin suport als seus arguments, etc.

Quadre 1.10: Índex dels mòduls del projecte “Twenty First Century Science”

Mòduls bàsics:

- B1 You and your genes
- C1 Air quality
- P1 Earth in the Universe
- B2 Keeping healthy
- C2 Material choices
- P2 Radiation and life
- B3 Life on Earth
- C3 Food matters
- P3 Radioactive materials

Mòduls d'ampliació en ciència

- B4 Homeostasis
- C4 Chemical patterns
- P4 Explaining motion
- B5 Growth and development
- C5 Chemicals of the natural environment
- P5 Electric circuits
- B6 Brain and mind
- C6 Chemical synthesis
- P6 The wave model of radiation

(B: Biología; P: Física; C: Química)

Mòduls d'ampliació en ciència aplicada:

- A1 Life care
- A2 Agriculture and food
- A3 Scientific detection
- A4 Harnessing chemicals
- A5 Communications
- A6 Materials and performance

En el nostre país, si s'examinen els currículums oficials publicats al BOE o al DOG i les orientacions que es donen, es pot observar que els plantejaments van en la mateixa

línia que els internacionals. Ara bé, la pràctica continua sent la dels anys 60, tal com es pot constatar si s'analitzen els llibres de text més venuts. En general, s'introdueixen conceptes de forma molt mecanicista, un darrera l'altre sense interrelacionar-los entre si i menys encara amb els fets del món quotidià. A més, els conceptes es presenten acríticament i desvinculats de les problemàtiques socials en les quals la química està immersa.

Tampoc s'han promogut projectes innovadors, en la línia dels "Ciència 6-12" o "Ciència 12-16" de l'etapa anterior. Tan sols es mantenen les adaptacions dels projectes Salters per a Batxillerat, que en el cas del de Química, s'ha actualitzat poc. Com s'ha posat de manifest, un projecte requereix inversions, la participació de moltes persones, un temps d'experimentació i un servei potent d'assessorament al professorat, amb una web que s'actualitzi constantment. Ni la indústria (excepte en el cas del projecte APQUA) del nostre país, ni l'administració, han prioritzat aquest tipus de treball i d'inversió i, per tant, no és estrany que els currículums reals que s'apliquen a les nostres escoles siguin molt tradicionals.

D'altra banda, les dificultats que comporta la gestió de l'aula amb alumnes que tenen interessos i nivells d'aprenentatge diversos, fa que sovint el professor no es vegi amb ànims de plantejar innovacions, ni d'anar al laboratori per realitzar treballs d'experimentació, ni de promoure que els alumnes es plantegin preguntes obertes que estimulin una actitud de recerca i el pensament divergent.

Tanmateix, i d'acord amb Caamaño (2001), no hi ha dubte que cal un replantejament del currículum de química al nostre país que hauria d'anar en les direccions següents:

Consensuar els continguts a ensenyar i alleugerir-los, eliminant els excessivament formals.

Potenciar els treballs pràctics de caràcter investigador i l'ús de les Tècniques d'Informació i Comunicació (TIC) a les aules de química.

Introduir amb coherència aspectes socials i ambientals, no només com a "motivació", sinó per donar sentit als coneixements que s'aprenen.

Potenciar la comprensió de conceptes, l'elaboració de models, l'argumentació i la comunicació d'idees.

1.4 L'ensenyament de la Química i l'Educació Ambiental

L'ensenyament de la química i l'educació ambiental no havien estat relacionades a l'educació secundària fins els anys 80. La concepció conservacionista de la educació ambiental feia que estigués més relacionada amb la biologia o l'ecologia (disciplina molt transversal per altra banda). Ara bé, amb la implantació de la LOGSE (1990) comencen aparèixer crèdits variables que inclouen la química i la relacionen amb els problemes ambientals, especialment pel que fa al tema dels residus i l'ús de diferents materials –per exemple, els plàstics-. Tot i així, la relació entre la química i educació ambiental en els llibres de text es limitava sovint (i encara es limita) a unes reflexions al final d'alguns temes o en requadres al marge del text relacionats amb el contingut químic tradicional. En molt pocs llibres es van incloure propostes que anaven més enllà, en les quals s'utilitzava algun problema ambiental per contextualitzar l'aprenentatge de les idees bàsiques de la química, però aquests es van vendre poc i van desaparèixer del catàleg de les editorials.

La LOE i la introducció de les competències bàsiques (2006) ha comportat que, de forma "oficial", la química sigui (junt amb d'altres) una de les disciplines necessàries perquè l'alumnat entengui els problemes ambientals i pugui fonamentar la seva actuació. De manera explícita els nous currículums que es propugnen des de la Unió Europea, pretenen impulsar un ensenyament molt més contextualitzat i lligat a l'acció.

Des d'una perspectiva d'alfabetització científica per a tota la població, l'aprenentatge de la química que té com a finalitat el coneixement dels seus principis és un camp del saber que ajuda a fonamentar les actuacions responsables de les persones en el seu entorn (i a nivell planetari). L'educació ambiental no es pot ni s'ha de reduir a la sensibilització o a la transmissió de normes de conducta desitjables, sinó que té a més la funció de desenvolupar l'autonomia de les persones per actuar responsablement. Ara bé, això només és possible, si es disposa de coneixements que possibilitin prendre decisions o valorar les decisions preses per d'altres. En aquesta línia, l'estudi dels canvis químics pot partir de l'anàlisi de moltes problemàtiques ambientals i possibilitar que l'alumnat pugui prendre consciència de que per plantejar possibles solucions cal saber el fonament químic del problema i així trencar la visió catastrofista que sovint es té en relació amb els problemes ambientals.

1.4.1 Els orígens de la Química Verda

Des de fa uns anys hi ha un moviment a tot el món per promoure el que s'ha anomena "química verda". És als EE.UU. on està més documentat aquest moviment i on ja l'any 1970 es creà l'Agència de Protecció Ambiental (EPA) i es va celebrar per primera vegada la Diada de la Terra. D'aleshores ençà s'han aprovat a aquell país més de 100 lleis relacionades amb el medi ambient. La major part d'aquestes lleis estan dirigides al tractament i reducció de la contaminació i es coneixen com lleis de "disposició i control". La seva finalitat és la de controlar el risc, tractant de prevenir l'exposició als productes tòxics i perillosos. Ara bé, tot i aquestes lleis, no s'ha aconseguit aquesta prevenció a l'exposició. Tradicionalment, les companyies han subestimat les regulacions sobre el medi ambient i les han considerat com una dificultat econòmica. Per exemple, s'estima que a les indústries dels EE.UU. els costa entre 100 i 150 milions de dòlars l'any, el complir amb aquestes reglamentacions. Les relacions entre EPA (que s'encarrega de fer complir aquestes lleis) amb la Indústria és difícil i desconfiada (<http://academic.scranton.edu/faculty/CANNM1/introspan.html>). En les últimes dècades, l'EPA ha introduït un nou paradigma, anunciada en part a l'Acta de Prevenció de la Contaminació de 1990 (Pollution Prevention Act). Aquesta és la primera i única norma dels EE.UU. enfocada a prevenir problemes ambientals més que no pas a tractar i a reparar-los.

La Química Verda es va convertir en un objecte formal de l'EPA (Green Chemistry at EPA), tot definint "La Química Verda o la Química beneficiosa per al medi ambient com aquella que s'ocupa del disseny de productes o processos químics que redueixen o eliminen l'ús i producció de substàncies perilloses" (Anastas, Warner, 1998). D'aquesta manera, en comptes de limitar el risc mitjançant el control en l'exposició de productes manera la Química Verda intenta reduir i, preferentment, eliminar la perillositat i així neutralitzar la necessitat de controlar l'exposició. El punt clau consisteix en que si no es fan servir ni es produeixen substàncies perilloses, el risc és nul, i per tant no caldrà preocupar-se pel tractament de residus, o limitar-ne la exposició.

Des de principis dels anys 90 la Química Verda ha estat adoptada per nombroses indústries, institucions acadèmiques i governamentals tant als Estats Units, com a Europa, Japó, Xina, Canadà, Iberoamèrica i alguns països del Pacífic. Actualment des d'algunes organitzacions internacionals com la UNIT (Organització per al Desenvolupament Industrial de les Nacions Unides), la IUPAC (Unió Internacional de Química Pura y Aplicada) i l'OCDE (Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic) han sorgit iniciatives per al desenvolupament de programes de recerca, educació i divulgació de la Química Verda. Aquest ampli

reconeixement es deu al fet que aquesta disciplina proporciona la base científica i tecnològica per assolir molts dels objectius d'una societat basada en el desenvolupament sostenible.

Un dels objectius fonamentals de la Química Verda és el de reduir els efectes adversos i no desitjats dels productes químics mitjançant el desenvolupament d'alternatives no contaminants als compostos que constitueixen la referència industrial. Els principis bàsics de la Química Verda lliguen el disseny de productes i processos químics amb els seus impactes en la salut humana i el medi ambient. Mitjançant el disseny, la Química Verda s'ha constituït com una poderosa eina que contribueix a reduir el risc químic associat a l'ús i manufactura dels productes i processos químics, a incrementar l'economia de substàncies químiques en els processos de síntesi, a reduir l'ús intensiu de l'aigua i l'energia així com a minimitzar el flux de matèria des dels recursos naturals als processos productius

El gran impuls de la Química Verda s'ha degut en part al progressiu coneixement de la toxicitat de les substàncies i dels seus efectes sobre el medi ambient i, per descomptat, a la creixent capacitat dels químics per manipular àtoms i molècules i crear de forma selectiva i eficient substàncies intrínsecament poc tòxiques i poc nocives però que conserven i fins i tot augmenten, l'eficàcia respecte a la funció per a la qual han estat dissenyades. Tot i que encara ens trobem en una etapa incipient de descobriment i aplicació industrial de la Química Verda, són ja molt nombroses les iniciatives de R + D (recerca i desenvolupament) que han comportat importants beneficis econòmics i això explica l'acceptació de la Química Verda per part de les indústries. De totes maneres l'èxit de la Química Verda com a opció tecnològica per garantir un futur sostenible depèn d'una col·laboració molt estreta entre la indústria, els centres de recerca i desenvolupament, les institucions governamentals i la comunitat educativa. Així hi ha un consens internacional sobre el paper dels principals actors en el desenvolupament de la Química Verda que implica de moment que les empreses en col·laboració amb centres de R + D inverteixin i desenvolupin innovacions tecnològiques eco-eficients i adoptin estratègies de negoci sostenibles. Per la seva banda els governs haurien d'establir marcs per garantir el progrés a llarg termini sense minar la competitivitat del sector privat, i la societat ha de reclamar i establir mercats viables per a productes i processos eco-eficients. Finalment cal que la química verda entre al centres educatius.

L'any 1998 Anastas i Warner van formular dotze principis de la Química Verda per tal de valorar quan "verd" pot ser un producte químic, una reacció o un procés. Són el següents:

1. És preferible evitar la producció d'un residu que tractar de netejar una vegada que s'hagi format.
2. Els mètodes de síntesi s'hauran de dissenyar de manera que incorporin al màxim, en el producte final, tots els materials usats durant el procés.
3. Sempre que sigui possible, els mètodes de síntesi s'hauran de dissenyar per a utilitzar i generar substàncies que tinguin poca o cap toxicitat, tant per l'home com per al medi ambient.
4. Els productes químics hauran de ser dissenyats de manera que mantinguin la seva eficàcia a la vegada que redueixin la seva toxicitat.
5. S'evitarà, en la mesura del possible, l'ús de substàncies auxiliars (dissolvents, reactius de separació, etc.). I en el cas que s'utilitzin que siguin el més innòcues possible.
6. Els requeriments energètics seran catalogats pel seu impacte ambiental i econòmic, reduint-los tot el possible. S'intentarà dur a terme els mètodes de síntesi a temperatura i pressió ambientals.
7. La matèria primera ha de ser preferiblement renovable sempre que sigui tècnica i econòmicament viable.
8. S'evitarà en la mesura del possible la formació de derivats (grups de bloqueig, de protecció / desprotecció, modificació temporal de processos físics / químics).
9. S'empraran catalitzadors (el més selectius possible) en comptes de reactius estequiomètrics.
10. Els productes químics es dissenyaran de tal manera que en finalitzar la seva funció no persisteixin en el medi ambient sinó que es transformin en productes de degradació innocuus.

11. Es desenvoluparan metodologies analítiques per permetre una monitorització i control en temps real del procés, previ a la formació de substàncies perilloses.
12. Es triaran les substàncies emprades en els processos químics de manera que es minimitzi el potencial d'accidents químics, incloses les emanacions, explosions i incendis.

La Química Verda ha anat prenent posició en les àrees de recerca i desenvolupament, tant en la Indústria com en la Universitat. Cada any se celebren diverses conferències i reunions (per exemple, la conferència sobre la Química Verda i Enginyeria (Green Chemistry and Engineering Conference) enfocades cap a la tecnologia / química verda. La revista Química Verda (*Green Chemistry*) es va començar a editar el 1999 i al 2000 es creà l'Institut de Química Verda (*Green Chemistry Institute*)(<http://academic.scranton.edu/faculty/CANNM1/intro.html>). També l'any 1995 l'administració de Bill Clinton va establir als EE.UU. els Premis "Presidential Green Chemistry Challenge Awards" concedits als projectes més rellevants en Tecnologia-Química Verda.

La química verda també ha tingut repercussió a la UE. L'any 1993, cinc universitats italianes - Venècia "Ca 'Foscari", Lecce, Milà, Florència i Viterbo "La Tuscia" – van signar la constitució del Consorci Interuniversitari Nacional "Química per al Medi Ambient" (INCA). L'objectiu principal era reunir les diferents habilitats i crear una xarxa coordinada dels químics que treballen en l'àmbit de la protecció del medi ambient. L'any 2008 INCA va organitzar la primera Reunió del Grup de Treball sobre Química Verda i Sostenible, que tenia els següents objectius:

1. Recopilar tota la informació disponible per les societats nacionals de productes químics en les activitats relacionades amb la Química Verda / Sostenible.
2. Fer les gestions davant de EuCheMS per crear la Divisió de Química Verda i Sostenible, amb el seu lloc web propi.
3. Recolzar activitats, i presentar el material elaborat a la properes reunions de: EuCheMS a Torí, l'Escola d'Estiu INCA, la 2^a Conferència de Química Verda IUPAC (Moscou), el 3r Simposi Panhel·lènic de Química Verda i Desenvolupament Sostenible (Tessalònica), la Reunió Internacional sobre "Valorització de CO₂" (Toulouse) i el 1r Congrés Internacional de Medi Ambient Fotoquímica (Constantine-Algèria).

A la Unió Europea tenim diverses directius relacionades amb els productes químics i el seu possible impacte amb l'entorn.

(<http://www20.gencat.cat/portal/site/mediambient/menuitem.8f64ca3109a92b904e9cac3bb0c0e1a0/?vgnextoid=1942ba77b53d7210VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD&vgnnextchannel=1942ba77b53d7210VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD>).

Al 1989 es va signar el Conveni de Basilea, i va entrar en vigor el 5 de maig de 1992 que estableix el control dels moviments transfronterers dels residus perillosos i la seva eliminació. Aquest Conveni va ser adoptat el 22 de març de, data en què va passar a ser un compromís internacional dels països que el van ratificar.

Té per objecte controlar les exportacions i importacions de residus perillosos i la seva eliminació, així com reduir-ne el volum d'intercanvis a fi de protegir la salut humana i el medi ambient.

El Conveni promou:

- Minimitzar la generació dels residus tenint en compte els aspectes socials, tècnics i econòmics.
- Assegurar instal·lacions adequades d'eliminació, indiferentment del lloc on s'efectui.
- Vetllar per les persones que participen en la gestió dels residus i perquè s'adoptin les mesures necessàries per impedir que aquesta gestió doni lloc a contaminació.
- Assegurar que el moviment transfronterer es redueixi al mínim compatible amb la gestió ambiental adequada.

Al 1998 a una Conferència de Plenipotenciariis a Rotterdam, Països Baixos. Es va signar el Conveni de Rotterdam està obert a tots els estats i organitzacions d'integració econòmica regional, i hi ha 77 signataris. Aquest Conveni estableix una primera línia de defensa en atorgar als països importadors els mitjans i la informació que necessiten per reconèixer perills potencials i excloure productes químics que no es puguin gestionar de manera segura. Si un país permet la importació de productes químics, el Conveni de Rotterdam promou la utilització sense riscos d'aquests mitjançant normes d'etiquetatge, assistència tècnica i altres formes de suport. També vetlla perquè els exportadors compleixin aquestes normes.

Els objectius del Conveni de Rotterdam són els següents:

- Promoure la responsabilitat compartida i els esforços conjunts de les parts en l'esfera del comerç internacional de certs productes químics perillosos a fi de protegir la salut humana i el medi ambient davant de possibles danys;
- Contribuir a la seva utilització ambientalment racional, facilitant l'intercanvi d'informació sobre les seves característiques, establint un procés nacional d'adopció de decisions sobre la seva importació i exportació i difonent aquestes decisions a les parts.

Al 2001 es va signar el Conveni d' Estocolm sobre contaminants orgànics persistents (COP) és un acord multilateral que, sota els auspicis del Programa de les Nacions Unides per al medi ambient (PNUMA), té com a objectiu adoptar mesures de control per eliminar la producció, utilització, exportació i importació dels COP de l'annex A, i restringir la producció i utilització dels productes químics inclosos a l'annex B (com el DDT). El van signar més de 120 països, entre els quals es trobaven la Unió Europea i tots els seus estats membres i va entrar en vigor el 17 de maig de 2004, després de complir la condició necessària d'ésser ratificat, com a mínim, per 50 països. A partir d'aquesta data els governs tenen 2 anys per elaborar un pla nacional d'aplicació, per tal d'aplicar totes les mesures establertes en el Conveni que, entre altres, són:

- La prohibició de producció, l'ús, la comercialització, l'exportació i la importació dels COP intencionals establerts pel Conveni;
- La minimització de les emissions de COP no intencionals (dioxines, furans, PCB, HCB) utilitzant les millors tècniques disponibles (MTD), les millors pràctiques ambientals (MPA) i promovent productes o processos alternatius.
- La destrucció o gestió ambiental racional d'existències, productes o residus de COP.
- El Conveni estableix que la cooperació entre tots els actors implicats i la sensibilització i participació públiques són de vital importància per a la seva aplicació real i efectiva.

Al 2006, en el Marc Reglamentari de Gestió de Substàncies Químiques (REACH) de l'Agència Europea de Substàncies i Preparats i Químics (http://europa.eu/legislation_summaries/internal_market/single_market_for_goods/che

mical_products/l21282_es.htm), s'ha modernitzat la legislació en matèria de substàncies químiques, creant un sistema integrat de registre, avaluació, autorització i restricció d'aquestes. Es pretén millorar la protecció de la salut humana i del entorn, tot mantenint a la vegada la competitivitat i reforçant l'esperit d'innovació de la indústria química europea. També es conta amb l'Agència Europea de Substàncies i Preparats i Químics, amb la missió de gestionar les exigències del dia a dia, relatives a REACH.

1.4.2 La Química Verda a l'ensenyament

L'any 2000, Daryl Busch president de la l'ACS (American Chemical Society) va fer la una declaració on es posa de manifest la importància d'introduir la Química Verda en l'ensenyament de la química. La declaració és la següent: "La Química Verda representa el pilar que mantindrà el nostre futur sostenible. És imprescindible ensenyar el valor de la Química Verda als químics del demà". Avui dia, moltes indústries i universitats reconeixen la importància de la Química Verda. No obstant això, pocs continguts de la mateixa han estat inclosos en els plans d'estudis de Química. Als EE.UU., encara que tant l'EPA com l'ACS, juntament amb altres institucions, han impulsat el *Green Chemistry Educational Materials Development Project* i han realitzat alguns intents aïllats d'introduir-lo a les aules, es reconeix que falta fer un esforç concentrat i continuat per fer verds els plans d'estudis, de manera que els químics del futur hagin après a "pensar en verd". Aquest projecte va començar en un Seminari que va tenir lloc l'octubre de 1998 i la seva finalitat és el desenvolupament de materials que ajudin a introduir la Química Verda en els Plans d'Estudis. Els principals materials didàctics elaborats són una bibliografia comentada de la Química Verda (*Annotated Bibliography of Green Chemistry*) a més d'experiments de Química Verda, i "casos en el món real" de Química Verda. També es realitzen cursos de formació en Química Verda. En aquests projecte també es va abordar el tema de la introducció dels principis de la Química Verda a l'ensenyament secundari (High School), però van haver d'enfrontar-se amb problemes diversos entre els quals cal citar els plans d'estudis de química vigents, l'amplitud dels currículums que no aconsellen incloure més continguts, l'existència de proves al final del cicle basats en els continguts comunament acceptats així com la dificultat de concretar els principis de la Química verda a l'ensenyament secundari. Finalment acordaren reduir els dotze principis comentats a l'apartat anterior als sis que s'indiquen a continuació (Ware 2001):

Iniciació segura: Identificar reactius no tòxics per a l'obtenció dels productes

Preparació: Utilitzar reactius renovables

Realització: Eliminar la utilització de dissolvents tòxics

Estalvi de substàncies químiques: Dissenyar reaccions on els reactius utilitzats siguin els mínims

Estalvi energètic: Utilitzar mètodes que estalvien recursos energètics

Residus enviats al medi: Materials benignes o fàcilment degradables

En aquest marc es van elaborar dos projectes, el *Chemistry in Context* (Stanitski, et al., 2000), dirigit a estudiants que no estudiaran ciències a la Universitat, i un altre per estudiants que pensen continuar estudis científics anomenat *Chemistry in the Community (ChemCom)* (ACS (American Chemical Society, 2000) i que ja s'ha esmentat anteriorment (veure quadre 1.5). Tots dos són molt diferents als de l'ensenyament tradicional de la química, però amb menys elements de química verda dels que els promotors del projecte haurien desitjat.

Al mateix temps s'utilitzaren els premis presidencials, abans esmentats, per interessar a l'alumnat i es publicaren 10 estudis relacionats amb aquests premis (Cann & Connelly, 2000) (*Real-World Cases in Green Chemistry*). Es va crear una web on l'alumnat podia fer consultes (<http://www.acs.org/education/greenchemistry>) i es va elaborar un vídeo de 20 min ("*Green Chemistry: Innovations for a Cleaner World*").

Posteriorment s'han elaborat altres projectes. A tall d'exemple a continuació es descriu un d'aquests projectes, *Chemistry - Green Chemistry*, elaborat conjuntament per l'EPA d'Illinois i el Waste Management Research Center, dirigit a alumnes de secundària.

Els temes que tracta es relacionen amb les categories següents:

Química verda

Química industrial

Agricultura

Maquillatge Químic

Neteja química

Enginyeria Química

Plans de Gestió de Productes químics

En el marc d'aquest projecte s'han dissenyat molts materials didàctics i recursos per a l'aula, que s'inclouen en el quadre 1.11.

Quadre 1.11: Índex de recursos

Recursos	Explicació
10 passos senzills per Biodièsel	S'utilitza el sistema FuelMeister per produir grans quantitats de biodièsel a petita escala per al consum.
30 substàncies prioritàries	L'EPA (Programa Nacional de Minimització de Residus) es centra en reduir o eliminar la generació de residus perillosos que contenen 30 productes químics prioritaris. Documentar-los.
Una petita dosi de Toxicologia	Consta d'un cartell interactiu on es presenten els efectes sobre la salut d'alguns productes tòxics com: l'alcohol, la cafeïna, la nicotina, els pesticides, el plom, el mercuri, l'arsènic, els metalls, els dissolvents. Inclou un glossari i presentacions molt interessants
ABC de l'Escola Saludable	Parla de problemes de salut lligats a la contaminació.
(Àcids i bases) Arc Iris	S'introdueixen les diferències entre els àcids i les bases i la utilització dels indicadors.
Pregunti NSDL	Consisteix en un taulell virtual on es poden plantejar a experts preguntes sobre temes de ciència, d'educació, d'enginyeria, de salut, d'estudis socials i de tecnologia. També ofereix un enllaç per al Dia de la Terra i altres recursos.
Eficiència	Presentació sobre l'eficiència i principis de la química verda
Pla de la bateria	Els estudiants utilitzen habilitats de les ciències, de matemàtiques, d'història, d'economia, de química i del llenguatge per participar en experiments i activitats interactives sobre les bateries i estudien diferents tipus de piles.

<p>Toxicologia i bioquímica dels insecticides: el camí cap a la reducció de risc dels insecticides</p>	<p>Aquest mòdul està destinat principalment per cursos de nivell superior de bioquímica i toxicologia, encara que també pot ser aplicable a nivells més elementals.</p>
<p>Recepta del biodièsel Ús de Recursos Renovables de biodièsel</p>	<p>S'explica el procés d'elaboració de biodièsel, amb informacions en internet dels aspectes més interessants, que ajuden a il·lustrar tant els conceptes com les experiències. En aquest experiment s'apliquen els principis de la Química Verda, i s'examinen les formes d'utilitzar recursos renovables per substituir les matèries primeres no renovables així com les propietats i característiques de la nova substància.</p>
<p>Gestió de Productes Químics (Guia de recursos per als administradors de l'escola)</p>	<p>Aquesta guia pràctica (i vídeo) pot ajudar a l'escola a reduir l'ús de productes químics perillosos en les seves instal·lacions i a les practiques de química que es realitzen. S'adreça especialment als administradors de l'escola per establir polítiques que protegeixin de l'exposició a productes químics perillosos</p>
<p>La química ens manté nets</p>	<p>El sabó i la seva historia. Es fan activitats i experiments sobre obtenció i utilització.</p>
<p>Química de la vida quotidiana</p>	<p>Un glossari de química de nivell mitjà complet amb produccions en àudio dels temes. A més, permet obtenir informació sobre compostos químics comuns a la llar, i accedir a una quantitat increïble de diapositives per a una àmplia gamma de temes de química (propietats de la matèria, etc.).</p>
<p>Químics celebren el Dia de la Terra</p>	<p>Activitats disponibles per als professors que inclouen la química de la qualitat de l'aire, la pluja àcida, la capa d'ozó etc. Cada any hi ha un tema diferent.</p>
<p>Compostatge a les escoles</p>	<p>L'Institut de Gestió de Residus de Cornell i la Universitat de Cornell expliquen als estudiants de secundària, la investigació científica així com instruccions per a la obtenció de compost i l'observació dels microorganismes.</p>

A la recerca en el món de la química	És una web on els alumnes poden fer simulacions amb productes químics: molècules, estructures i informació sobre productes químics.
Manual d'orientació de Bones Pràctiques ambientals	Aquest manual s'ha organitzat en departaments típics de les escoles (administració, acadèmic, manteniment d'instal·lacions, terrenys, custòdia, transport, infermeria i impremta). Per a cada "unitat" hi ha diversos programes de bones pràctiques.
Els experiments de Química verda	Afavoreix la pràctica d'utilitzar menys productes químics amb característiques perilloses i ofereix diversos temes com propietats d'àcids i bases, enllaços iònics i covalents, polaritat, etc.
Ambientalització de l'Escola (general)	Informació sobre el projecte d'ambientalització de les escoles d'Illinois feta per l'EPA i el Centre de Recerca per Gestió de Residus, es una presentació introductòria.
Orientació sobre la gestió dels productes químics a les escoles	Recomana la realització d'un inventari; sobre els perills i dona directrius per al maneig de materials perillosos.
Introducció a la Química Verda	Resum històric sobre la Química Verda. Els 12 principis de la Química Verda i una gran varietat d'enllaços relacionats amb el tema.
Productes químics de la llar i alternatives	Aquesta llista proporciona informació sobre les alternatives als productes químics de la llar perillosos o contaminats així com recomanacions de neteja.
La Qualitat de l'Aire	Materials per preparar activitats, sobre la qualitat de l'aire i la seva contaminació.
La Taula Periòdica	Material interactiu, permet als visitants seleccionar un element i aprendre sobre les seves propietats específiques, així com l'estructura i propietats químiques.
Escala del pH	Una bona eina per als professors per introduir el concepte de pH.

Laboratori de Residus, de minimització i prevenció de la contaminació	Aquesta guia explica com es poden reduir al mínim els residus generats en els experiments de laboratori. Està destinat a l'escola mitjana, secundària, universitat i als professors de ciències.
---	--

Un altre projecte d'EE.UU. que es pot considerar relacionat amb la química verda i que ja s'ha comentat prèviament, ha estat el CEPUP ("Chemical Education for Public Understanding Program") (1989), que a Catalunya s'ha adaptat amb el nom de APQUA (quadre 1.6 i 1.7). De fet, a Europa (i a Catalunya, amb l'excepció d'aquests últim projecte (APQUA), els projectes innovadors per a l'ensenyament de les ciències en general, i de la Química en particular, s'han dissenyat més com a currículums "Ciència-Tecnologia-Societat", que no pas des de la visió de Química Verda. Tot i que ambdós corrents curriculars responen a plantejaments i marcs teòrics diferents, tenen molts punts en comú, encara que l'enfocament dels currículums CTS no és tan explícitament "ambientalista" com els de Química Verda.

Darrerament (Karpudewan, Ismail i Roth. 2012) s'han fer recerques sobre canvi d'actituds i hàbits en l'educació ambiental preparant un curs per futurs professors. Els educadors ambientals on es pretenia que entenguessin que el canvi en l'estudi de l'impacte ambiental requeria no només canvis en els coneixements i actituds a favor del medi ambient, sinó també i associada una automotivació. Aquest estudi va ser dissenyat per provar la hipòtesi de que un pla d'estudis basat amb la química verda canvia la motivació dels professors envers l'entorn i es va portar a terme a Malàisia. Dos grups dels futurs professors van participar en aquest estudi. Els estudiants d'un van realitzar experiments de química verda mentre que els del altre grup van realitzar experiments equivalents d'una manera tradicional. Els resultats indiquen que hi ha una diferència significativa entre els dos grups deguda a la motivació intrínseca, i cap diferència per a la regulació externa i desmotivació. L'anàlisi qualitativa de les dades de les entrevistes suggereix que els canvis són majoritàriament a causa de la satisfacció personal dels participants derivada de la participació en comportaments favorables a l'entorn. El comportament individual afecta el medi, però és la motivació subjacent la que regeix el comportament.

Els resultats d'aquest estudi suggereixen que canvis curriculars, com la introducció de la química verda, influeixen en la motivació del professorat. L'aplicació de la química verda proporciona un context ideal per a la integració de les qüestions ambientals en

l'ensenyament-aprenentatge de la química. També proporciona una oportunitat de connectar continguts químics, que s'expliquen a l'aula, als sistemes naturals, econòmics, sociopolítics i tècnics. La química verda de forma holística, proporciona una forma significativa per aprendre i fer ciència. Es tracta d'un pla d'estudis que es pot adaptar fàcilment a les necessitats de les institucions de formació de docents en altres països en desenvolupament o també en els industrialitzats. Amb la introducció de la química verda al pla d'estudis per a professors de ciències es pretén treballar cap a una educació per al desenvolupament sostenible. Els tres pilars de l'educació per al desenvolupament sostenible (medi ambient, economia i societat) es reflecteixen en l'ensenyament i l'aprenentatge de la química verda, per tant està en línia amb l'Educació per al Desenvolupament (McKeown, 2002). Segons aquest autor, calen programes de formació del professorat, que formen professionals que no només ensenyen la matèria, sinó que donen als docents una comprensió holística per anar cap a un futur sostenible.

L'estudi proporciona proves decisives per a la hipòtesi que els experiments de química verda poden canviar els comportaments pro ambientals. El que encara no s'ha demostrat és la transferència que es produeix entre la formació docent i els comportaments reals dels professors a l'aula.

1.5 L'ensenyament de la Química vist com un procés de modelització

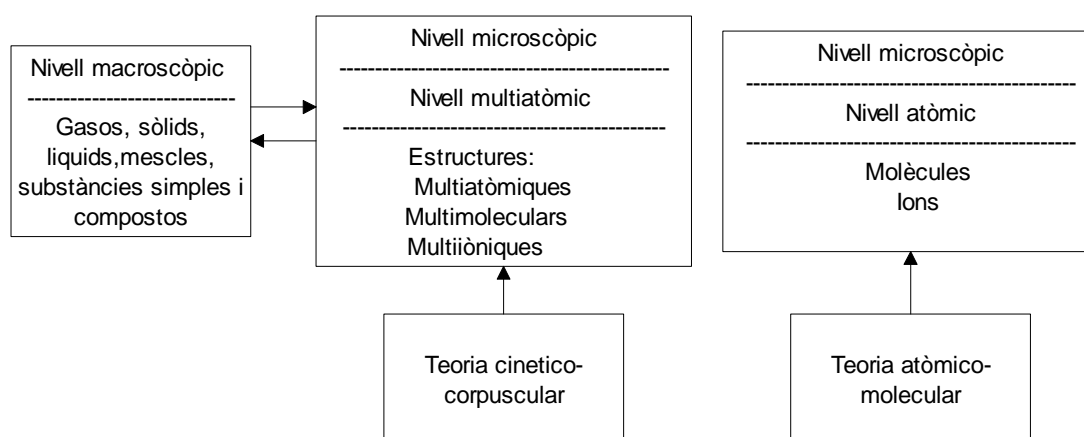
Com ja s'ha comentat, la Química que avui dia s'ensenyava continua sent molt formal la qual cosa dificulta que els alumnes prenguin consciència de la relació entre allò que s'aprèn i la seva vida quotidiana. De fet, els currículums CTS han intentat donar una resposta a aquest problema, però en molts d'ells hi ha una gran separació entre l'aprenentatge dels continguts CTS i el dels conceptes químics. Això comporta que es centrin en aspectes descriptius dels diversos materials com per exemple, els plàstics, els metalls etc. per als quals s'estudien les propietats, l'obtenció, els usos i els possibles problemes ambientals que poden generar, però sense incidir en els conceptes que expliquen perquè tenen aquestes propietats. Alguns d'aquests currículums, com per exemple els del projecte Salter que s'ha esmentat abans, separen clarament aquests dos tipus d'aprenentatges, i la introducció que es fa dels continguts químics està separada per conceptes poc lligats entre si.

Pel que fa referència als currículums més convencionals, aquests promouen fonamentalment l'aprenentatge de la química a nivell micro (àtoms, molècules, estructures, etc.) sense connexió amb el nivell macro (el que es pot veure a ull nu al

laboratori o a les experiències quotidianes), de manera que responen poc a preguntes generades a partir d'observar fenòmens del món. Per exemple, es pot aprendre com els àtoms s'uneixen formant diferents tipus d'enllaços, però això no permet que els alumnes puguin explicar-se les propietats dels materials que utilitzen diàriament o argumentar sobre els problemes ambientals que genera la utilització de determinats materials. Erduran (2005) justifica el poc sentit dels sabers químics que s'ensenyen habitualment tot analitzant críticament l'afirmació que "aigua = H₂O", quan de fet la substància "aigua" és quelcom més que una molècula d'aigua.

Al quadre 1.12 es mostren els diferents nivells que hauria de tenir un curs de química.

Quadre 1.12: Nivells de continguts en química



1.5.1 Fonamentació de l'aprenentatge de la Química com a procés de modelització

Per donar resposta a aquesta problemàtica, des de fa uns anys, ha sorgit una nova línia de treball que planteja l'aprenentatge de la Química com un procés de modelització (Justi i Gilbert, 2000; Gilbert i Boulter, 2003; Izquierdo i Aliberas, 2004; Erduran i Duschl, 2004; Neressian, 2007; Izquierdo, Caamaño i Quintanilla, 2007) i recentment diferents revistes han dedicat edicions monogràfiques al tema com per exemple, *International Journal of Science Education* (2000), *Alambique* (2003 i 2004); *Aster* (2006) i *Science & Education* (2007).

El concepte de model és controvertit i escapa a una definició concreta perquè pot ser utilitzat en sentits diversos. Una de les definicions més acceptades en l'àmbit de la didàctica de les ciències és la de Gilbert et al. (2000) per a qui model és la "representació d'un objecte, idea complexa, fet, procés o sistema, ideat amb un objectiu específic: comprendre un conjunt de fets i predir". Tot i així, cal precisar què

s'entén per "representació" ja que sovint s'assimila només a la representació formal a través d'objectes físics (boles en el cas de la Química), dibuixos i, actualment, simulacions en un ordinador. Tanmateix el més important és la representació teòrica i, més específicament, la relació entre la representació mental i la representació utilitzada per comunicar-la.

Des d'un punt de vista tradicional, es considera que les teories son certes o falses segons si s'ajusten o no a la realitat, tot i que cap realitat satisfà totalment aquestes interpretacions idealitzades. Des de la perspectiva de considerar la Ciència com un coneixement basat en models, s'accepta que les interpretacions no procedeixen directament de la realitat sinó de models, "*objectes abstractes el comportament dels quals s'ajusten exactament a les definicions*", però la relació amb el món real és complexa: "*L'ajust model-realitat no és general, sinó només relatiu a aquells aspectes del món que els models intenten capturar*" (Giere, 1999). L'utilització de models per pensar possibilita establir relacions entre el que és 'real' i el que és 'construït' i desenvolupar una visió multi causal a partir de considerar més d'una variable al mateix temps, tot això amb la finalitat de poder predir i explicar.

Des d'aquesta perspectiva de ciència, aprendre a l'escola implica ajudar als alumnes a construir models que siguin útils i significatius per a ells. Aquests models seran rellevants sempre i quan connectin amb fenòmens familiars sobre els quals puguin pensar, parlar i actuar. S'anomena modelització al procés de construcció d'aquestes relacions (Acher *et al.*, 2007) i s'entén que és un procés clau per aprendre ciències ja que a través dels models els nois i les noies aprenen a 'donar sentit' als fets del seu món i a utilitzar models cada vegada més complexos (Garcia, 2003).

La Història de la Química també proporciona un marc que possibilita plantejar hipòtesis que poden afavorir que els joves construeixin models per exemple entorn el canvi químic i a analitzar quin és el paper que han tingut els models en el desenvolupament del coneixement químic (Erduran, 2001). Al mateix temps, les noves teories psicològiques de l'aprenentatge, com les de l'aprenentatge situat (Brown *et al.*, 1989) i (Vásquez, 2011) i de l'aprenentatge distribuït (desenvolupada per Hutchins, 1995) i (Lakomski, 2011), han permès considerar l'aprenentatge com un fenomen social. Segons els autors, en un entorn professional, ningú aprèn res nou tot sol, les coses noves s'aprenen simplement fent-les, però cal sempre ser guiats per una persona amb més experiència. En particular, quan es volen aprendre pràctiques professionals, cal fer-ho en una comunitat de professionals, de gent del ofici. Ningú aprèn a ser advocat, metge, investigador científic, o professional de la banca, fora

d'una comunitat d'advocats, metges, investigadors científics, o professionals de la banca. En educació secundària per implementar aquestes idees i tenint en compte que no es formen professionals, cal crear entorns d'aprenentatge on es pugui tenir accés a experiències en un context determinat i, relacionar-les amb la pràctica quotidiana. Una altra idea bàsica d'aquestes teories és que l'aprenentatge s'esdevé en una «acció situada» en el temps i l'espai, per oposició a una observació. Davant d'un problema concret, un individu no es limita a pensar en una solució en abstracte, dissenyar un pla i després executar-lo si no que és la mateixa situació concreta la que li permet trobar els recursos necessaris per solventar el problema. És a dir s'actua, manipula la màquina o el programa corresponent, i es treballa amb la situació mateixa, la qual al seu torn retroalimenta el procés progressar tot raonant en interacció amb la situació. En altres paraules, s'aprèn a través de l'involucrar-se en el problema o pràctica professional i en el context en la qual aquesta practica es realitza.

En l'aprenentatge com a procés de modelització cal per tant, destacar per una banda, el paper del context que és significatiu i important quan hom pretén que els alumnes estudiïn un determinat contingut, i per altra el de les interaccions socials. Les interaccions entre el context, i el llenguatge utilitzat de forma coherent en el procés de construcció del coneixement, fa possible inferir nous aspectes en els quals innovar per millorar l'ensenyament.

Aquests marcs teòrics de referència permeten concebre la modelització com el procés que té lloc quan els alumnes aprenen a construir representacions cada vegada més complexes per explicar fets (Justi *et al.*, 2002). Es pot considerar com indica Izquierdo (Izquierdo *et al.*, 1999, 2007) que el procés consisteix en realitzar una “activitat científica escolar”, en la qual l'experimentació, el pensament modelitzador i la discussió ‘reguladora’ s'entrecreen per promoure una reconstrucció racional dels fenòmens. Es tracta de posar en joc allò que pensen i diuen els alumnes sobre els fenòmens que observen, de fer-los buscar evidències experimentals que confirmen o no les seves idees, d'ajudar-los a ‘mirar’ els fets des d'altres punts de vista i a revisar els propis, i de trobar les millors maneres d'expressar les idees. Tot això implica un canvi radical en la forma d'ensenyar la Química (Bennet *et al.*, 2002).

En aquest plantejament, les activitats científiques escolars comencen amb el plantejament d'algun problema que tingui sentit per als alumnes i sigui rellevant socialment, o sigui que estigui contextualitzat. Poden ser problemes de cuina, del funcionament del propi cos, ambientals o d'altres com els situats en la línia dels problemes CTS. Els problemes escollits com a punt de partida han de ser concrets i,

inicialment, és possible que els alumnes en tinguin una visió molt simple i que donin explicacions que contenen punts de vista alternatius als de la ciència actual. Però són els seus models de partida, que cal ajudar a modificar i fer evolucionar, cap a uns altres més complexos i abstractes. La modificació dels models s'ha de promoure a través de les activitats que es plantegen en el procés d'ensenyament. Per aconseguir-ho cal anar introduint noves experiències per tal de comprovar si el model inicial "funciona", és a dir, si és coherent amb els fets observats. Es tracta de promoure que els alumnes comprovin "si l'experiment funciona tal com preveu el model", o el modifiquin la seva representació quan no hi hagi correspondència. Per tant, també s'ha de substituir la concepció i aplicació dels tradicionals treballs pràctics que moltes vegades són l'aplicació d'una recepta, per altres on l'alumne investigui i sàpiga perquè fa aquells experiments i no d'altres (Izquierdo *et al.*, 1999; Sanmartí *et al.*, 2002).

La modelització també necessita regular la manera de representar, de parlar i d'escriure sobre el model, a partir de la discussió col·lectiva. A partir de contrastar les diferents maneres de representar, incloses les que es troben als llibres i a internet, es va consensuant quina és la que 'explica més' i la que 'comunica millor'. Aquesta regulació anterior s'ha de referir sempre al problema objecte d'estudi, en relació al qual han de tenir sentit les noves idees que es van construir. Així es possibilita que allò que es va aprenent no sigui un conjunt de conceptes i procediments més o menys dispersos, sinó que s'interrelacionin entre si en funció del problema al qual es vol donar resposta. Per tant, el problema que ha estat l'objecte inicial d'estudi, ha d'estar present mentre es van construir les noves idees. No és només utilitzat per motivar, sinó per abstraure les idees que caracteritzen el model que s'està aprenent. En aquest procés són importants les activitats de síntesi, que ajuden a fer evidents les relacions entre els nous conceptes i procediments treballats en funció del model que es va construir. Aquesta síntesi ha de tenir un adequat nivell d'abstracció en relació al problema inicial, de manera que sigui possible transferir-lo a la interpretació d'altres problemes o situacions diferents i fer noves hipòtesis i prediccions (Sanmartí, 2002).

1.5.2 El disseny de processos d'ensenyament orientats a promoure la modelització

Promoure un procés de modelització comporta dissenyar i seqüenciar activitats d'ensenyament que promoguin, tal com s'ha justificat a l'apartat anterior, una "activitat científica escolar". Aquesta activitat s'ha d'orientar al voltant d'una pregunta i comporta construir un model teòric, entroncat amb els coneixements previs dels estudiants, que ajudi tant a trobar una resposta al problema plantejat com a fer evolucionar els models

teòrics previs. Per tant, parteix de l'anàlisi d'una situació o problema contextualitzat, que té sentit per l'alumnat i li possibilita percebre les relacions entre allò que s'aprendrà –que forçosament serà teòric i abstracte- i la seva utilitat. Per tant, a diferència del plantejament de molts projectes CTS, en els quals la situació és només l'excusa per parlar de conceptes diversos, relacionats amb diferents aspectes de la Química, la proposta d'ensenyar aquesta disciplina promovent la modelització busca treballar a l'entorn d'unes poques grans idees o models. Al llarg dels cursos i a partir de l'estudi de situacions diverses, aquests models es van ampliant i es fan més complexos, de manera que l'alumnat percep la unitat de la Química.

La modelització entronca amb la perspectiva constructivista i busca que l'alumne a partir del que sap (coneixements previs) i de plantejar noves preguntes relacionades amb els fets observats, imagini quins canvis necessita introduir en el seu model per tal que aquest sigui coherent amb els nous fets identificats. Ara bé, aquesta activitat escolar no implica només experimentar i imaginar com i què cal canviar el model inicial perquè realment “expliqui” les observacions fetes, sinó també parlar sobre el fenomen estudiat i les idees noves introduïdes, escriure-les i llegir el que han pensat altres persones per comparar i debatre. En l'aplicació del procés cal també tenir present que la connexió entre els fets i el model mai és general i sempre comporta una manera de mirar els fets. La utilització de la modelització presenta avantatges ja que permet fer prediccions, sobre altres fenòmens nous, de manera que si no es compleixen, possibilita pensar en alternatives al model imaginat i representat. Per tant, com indica Sanmartí (Sanmartí, 2006), el procés de aprendre-modelitzar implica aprofundir en una manera de mirar o canviar les perspectives.

Erduran i Duschl (2004) argumenten que “chemical models have been presented to students as final versions of our knowledge of materials (...). The motivations, strategies and arguments underlying the development, evaluation and revision of chemical models are overlooked”. En general, es tendeix a presentar només el model a escala micro, sense pretendre que expliqui cap fenomen, ni trobar evidències experimentals de la seva idoneïtat.

Ara bé cal tenir present que la Química, com hem esmentat a l'apartat 1.1, és a la vegada un ciència concreta i abstracta i per tant, encara que els fenòmens a estudiar poden ser sovint molt motivadors i fins i tot espectaculars, no és fàcil identificar evidències de la relació entre les observacions i les representacions (models).

Un exemple clar d'aquest problema és la construcció del model de "canvi químic" (Izquierdo *et al.*, 2007). En primer lloc és possible que s'hagi de construir una representació o model de "substància", ja que el canvi químic és el resultat de la interacció entre substàncies. Per tant, quan es parla de model, no estem parlant del model "cinèticomolecular" de la matèria, ja que aquest forma part de dos dels models el de substància i el de canvi químic, al representar-los a escala micro.

Tot procés de modelització comporta segons Izquierdo (Izquierdo *et al.* 2007) diverses etapes:

Partir d'una pregunta que sigui rellevant en relació a la situació estudiada i possibiliti aprofundir en el model que hom pretén que modifiqui l'alumnat (Roca, 2007). Aquesta pregunta, que ha de tenir sentit per a l'alumnat, ha de permetre aflorar els coneixements previs, estimular el desig de saber i construir l'escenari a partir del qual aprendre.

Introduir noves maneres de mirar, de pensar, de representar i de parlar, a partir de reflexionar sobre el fenomen objecte d'estudi, de plantejar-nos noves preguntes, d'imaginar models explicatius i formes de representar-los, de comunicar-los i compartir els diferents punts de vista, de buscar evidències que els confirmin o no i d'avaluar o regular tot el procés. En aquesta fase és important treballar al voltant de l'estudi de la situació inicial a partir de la qual s'ha formulat la pregunta. Si la pregunta està relacionada en com canvia el carbó quan es crema, l'experimentació, la recerca d'evidències, les representacions etc., s'han de referir a aquest fenomen per anar, poc a poc, ampliant el nombre de variables que es tenen en compte, el nombre d'idees, les escales al voltant de les quals s'imagina el canvi etc.

Estructurar i sintetitzar les noves idees, abstraient els aspectes del model que possibiliten interpretar no només el fenomen que ha estat objecte d'estudi inicial, sinó també d'altres. És possible que anteriorment s'hagin fet altres activitats i s'hagi parlat de moltes idees, però en el procés de modelització hi ha d'haver un moment en el qual es sintetitzen les diferents reflexions i es formulen de manera general i abstracta.

Aplicar el model construït a la interpretació i actuació en relació a nous fenòmens, tot avaluant la seva idoneïtat i deixant plantejats nous interrogants sobre els quals es podrà treballar posteriorment. És en aquest moment, a l'hora d'aplicar el model estudiat quan té sentit que cada alumne o grup d'alumnes explori situacions diferents,

fins i tot de nivells de complexitat diversos, es plantegi com actuar de manera fonamentada i autoavaluï fins a quin nivell és capaç de fer-ho autònomament.

En aquest capítol s'han introduït algunes reflexions entorn de l'ensenyament de la química i la seva evolució. En el capítol 3 d'aquesta tesi s'analitza com els dissenys didàctics que s'han anat plantejant des de l'inici d'aquesta recerca també responen a aquesta evolució i en quins aspectes són coherents amb els darrers plantejaments sobre l'aprenentatge de la química i en quins d'altres seria desitjable una revisió.

2. L'EDUCACIÓ AMBIENTAL I LA SEVA RELACIÓAMB EL CURRÍCULUM

2. L'EDUCACIÓ AMBIENTAL I LA SEVA RELACIÓ AMB EL CURRÍCULUM

En el capítol anterior s'han comentat els canvis que últimament han tingut lloc en la manera de concebre l'educació en química. Pel que fa referència a la consideració que té l'educació ambiental (EA) en el conjunt del sistema educatiu també s'han produït importants modificacions. Avui dia a Catalunya l'Educació ambiental (EA) forma part de l'acció educativa de molts centres, i és estimulada a través de diferents programes específics com Escoles Verdes, Agenda 21 i programes d'Innovació del Departament d'Ensenyament i Xarxa d'Escoles Sostenibles de Catalunya (XESC). En els apartats següents s'aprofundeix en diversos aspectes de l'educació ambiental.

2.1 Antecedents històrics de l'educació ambiental

Des dels seus orígens la humanitat ha generat canvis a l'entorn, que poden ser poc transcendents com per exemple, la simple recol·lecció de fruits per poder subsistir o de més abast com la introducció de l'agricultura que fa aproximadament 10000 anys va comportar el sedentarisme de la humanitat. Ara bé, va ser al segle XVIII amb la revolució industrial quant l'home va començar a influir de forma intensa en el medi.

Els efectes que la humanitat ha produït en el medi han provocat l'aparició d'una sèrie de moviments socials a favor del medi ambient. Franquesa (1999) considera que els inicis d'aquests moviments es poden remuntar a la segona meitat del segle XIX quan es comencen a prendre accions en defensa del medi. Per exemple, l'any 1872 Yellowstone va ser declarat parc natural i el mateix any es començà a utilitzar el terme biosfera. Fins l'any 1933 i encara que amb una visió molt conservacionista, en diversos congressos i reunions es van començar a tractar temes relacionats amb el medi com són la protecció de les aus, la dels espais naturals o la del paisatge. Després de la Segona Guerra Mundial es continuà amb aquesta visió conservacionista i en són resultats el tractat de l'Antàrtida, la fundació de WWF (Fons Mundial per a la Natura), el programa MAB (Home i Biosfera), la formació de la ONG "Amics de la Terra" l'any 1969 i la de "Greenpeace" el 1971. En aquesta època va sorgir un problema ambiental molt important, la boira (*smog*), que va provocar la mort de milers de persones a Londres i va donar lloc a l'inici del boom ambiental.

És difícil determinar quan es va començar a parlar d'educació ambiental, però autors com Smith-Sebasto apunten la possibilitat de que fos en una conferència feta a New Jersey l'any 1968. Al Regne Unit aquell mateix any es creà el "Council for Environmental Education" on ja es parla de donar un enfocament interdisciplinari als

projectes educatius ambientals. Aquest mateix any també s'introdueix l'EA en l'educació primària i secundària als Països Nòrdics i a França (Novo, 1995).

Els esdeveniments que més han influït en el desenvolupament del concepte d'educació ambiental es resumeixen en el quadre 2.1

Quadre 2.1: Esdeveniments en relació als problemes ambientals

Data i esdeveniment
1948 Creació de l'UICN (Unió Internacional per a la Conservació de la Natura i els seus Recursos Naturals, actualment Unió per a la Conservació Mundial) a Fontenebleau (organització mixta ONGs i ONU)
1960 Neix el moviment ecologista influenciat per Rachel Carson i el seu llibre "La primavera silenciosa"
1962 Comença a perfilar-se el programa de la UNESCO MAB (Home i Biosfera) i el Consell d'Europa crea el comitè per la Conservació de la Natura i els Recursos
1968 La Oficina Internacional d'Educació de Ginebra, per encàrrec de la UNESCO, fa un estudi comparatiu sobre el medi ambient a l'escola, on participen 79 països. També es celebra una conferència sobre educació ambiental a New Jersey
1971 Creació del programa home i biosfera (MAB) de la UNESCO, on participen la FAO, la OMS i la UICN .
1971 Informe Founex (Suïssa) a proposta de les Nacions Unides és parla per primera vegada de que l'EA s'ha de recolzar amb el principi de que el ritme de desenvolupament no sempre és equiparable a progrés
1972 La Conferència d'Estocolm. Aquesta conferència va començar un 5 de juny i des d'aleshores ençà aquesta és la data de celebració de la Diada del Medi Ambient
1973 Primer programa d'acció ambiental de la CEE
1973 Creació del PNUMA (Programa de les Nacions Unides per al Medi Ambient) com a conseqüència de la conferència d'Estocolm. Així mateix, seguint les recomanacions del punt 96, es crea el PIEA (Programa Internacional d'Educació Ambiental) al 1975. Una mala traducció de l'anglès fa aparèixer la redundància "Medi Ambient", terme que comença a utilitzar-se l'any 1974
1975 Seminari de Belgrad
1977 Conferència de Tbilisi
1980 Estratègia mundial per a la conservació de la Natura (UICN, PNUMA i WWF)
1982 Reunió d'experts a Paris
1985 Convenció de Viena
1987 Conferència de Moscou i Protocol de Montreal. La darrera revisió d'aquest protocol es va fer 1999 a Beijing. El Dia Internacional per a la Preservació de la Capa de Ozó se celebra el 16 de setembre, dia en que es va celebrar la primera reunió
1992 Cimera de la Terra (Rio de Janeiro). La última s'ha celebrat a Johannesburg (Sud-àfrica) el 26 d'agost del 2002. Europa el cinquè programa d'acció de la UE.

1994 Cimera de la biodiversitat. L'any 2008 es va celebrar la darrera Cimera a Bonn

1997 Cimera de Kyoto (Canvi climàtic). L'any 2002 la UE signa el protocol i el 2004 el signa Rússia. L'any 2005 tots els països, excepció feta dels EEUU, han signat i ratificat el protocol. L'any 2009 es celebra a Copenhaguen la darrera Cimera amb la participació dels EEUU, sense massa bons resultats i un enfrontament entre països rics i pobres.

2008 Congrés Mundial de la Natura (UICN) a Barcelona.

2009 Fòrum de l'Aigua a Estambul.

2010 Cimera sobre canvi climàtic a Cancún (Mèxic).

2010 Cimera de la Terra a Cochabamba (Bolívia).

2011 Cimera del Clima a Durban (Sud-àfrica)

2012 Cimera de la Terra a Rio de Janeiro (Brasil) (Rio+20), organitzada per United Nations Conference on Sustainable Development (UNCSD)
<http://geic.files.wordpress.com/2011/03/ao-004-20112.pdf>

Aquest resum posa de manifest que a partir dels anys setanta l'educació ambiental comença a estar present de forma continuada als fòrums internacionals. Entre els esdeveniments més importants es poden destacar la Conferència d'Estocolm que a l'apartat 19 estableix les bases i la necessitat d'introduir l'educació ambiental a les escoles, i el Seminari de Belgrad, que és la primera conseqüència del Programa Internacional d'Educació Ambiental (PIEA), i que té com a objectius, com diu la seva Carta fundacional prendre consciència de la problemàtica ambiental, conèixer els problemes i desenvolupar actituds positives davant el problema i participar en les possibles solucions. També cal destacar la Conferència de Tbilisi on es van establir les característiques de l'educació ambiental que en concret requereixen una educació permanent, un enfocament global i interdisciplinari, la resolució de problemes i la renovació del procés educatiu.

Altres fites importants han estat la conferència de Moscou, que proposà una estratègia en educació ambiental per a la dècada dels noranta i, sobre tot, la Cimera de la Terra de Rio de Janeiro on es reorientà l'educació ambiental cap al desenvolupament sostenible i van aparèixer idees-clau en l'Agenda 21(SCD) com el canvi climàtic, la diversitat biològica, la pobresa etc. Al mateix temps també les ONGs celebren el Fòrum Global Ciutadà. Són de gran importància les repercussions polítiques posteriors han comportat les diferents Cimeres, darrerament la de Rio+20. Cal també destacar la Cimera de Kyoto de l'any 1997 sobre canvi climàtic en la qual es van prendre acords sobre la disminució de les emissions de CO₂, tot i que actualment encara hi ha alguns països que no els han signat i que a la darrera Cimera es va prorrogar fins al 2015.

Al quadre 2.2 es resumeixen els fets generals que estan relacionats de forma més directa amb l'educació ambiental

Quadre 2.2: Esdeveniments mundials relacionats amb l'educació ambiental

Data i esdeveniment
1968 Conferència de la Biosfera organitzada per la UNESCO a París sobre l'ús racional i conservació de recursos, també s'estableixen les primeres pautes per introduir l'EA al sistema educatiu
1970 Reunió UICN a París sobre "educació ambiental als programes escolars"
1971 Conferència UICN a Morges Suïssa. "Conferència europea sobre educació ambiental"
1972 Conferència d'Estocolm on començà el programa d'educació ambiental (IEEP)
1975 Seminari de Belgrad. El Consell d'Europa inicia els seminaris internacionals de educació ambiental
1976 La UNESCO inclou l'educació ambiental als seus pressupostos
1977 Conferència de Tbilisi. El PNUMA inclou l'educació ambiental als seus programes i pressupostos.
1982 El Consell d'Europa crea la fundació per a l'educació ambiental a Europa
1987 Conferència de Moscou on es proposa una estratègia Internacional per a l'acció en el camp de l'educació ambiental. Informe Brundtlandt sobre desenvolupament sostenible
1990 Publicació de "Cuidem la Terra" IUCN, PNUMA i WWF
1992 Cimera de la Terra (Rio de Janeiro) principi 10 punt 36 de l'Agenda 21 sobre desenvolupament sostenible.
1994 Congrés mundial a Toronto sobre educació i comunicació sobre el medi ambient i el desenvolupament
1997 Tessalònica Conferència internacional sobre Medi Ambient y societat, es profunditza sobre la relació entre EA i Desenvolupament sostenible
2005 al 2014 Les Nacions Unides declaren la Dècada de l'Educació Ambiental pel al Desenvolupament Sostenible

De manera similar es poden identificar dates-clau que marquen la introducció i consolidació de l'educació ambiental a Catalunya, sovint directament relacionades amb els esdeveniments mundials, tal com es mostra al quadre 2.3.

Quadre 2.3: Esdeveniments importants en educació ambiental a Catalunya

Data i esdeveniment
1968 Antoni Jonch proposa la creació d'una xarxa d'Aules de Natura
1975 Primer itinerari de la natura per a les escoles al bosc de Santiga (Sabadell).
1976 Llibre blanc de la Gestió de la Natura. Quaderns d'ecologia aplicada. Campanya de Salvaguarda del Patrimoni Natural. Taller de la Natura de Barcelona
1977 Escola de Natura de Can Lleonart (Montseny) per a les escoles. Primer programa de la Caixa a les Escoles sobre temàtiques ambientals
1980 Primera trobada d'itineraris de natura (promoguda per la fundació Roca i Galès). Primeres campanyes dels ajuntaments.
1982 Primera publicació-recull d'itineraris de natura a Catalunya per a les escoles (més de 100) realitzada pel Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya.
1983 Primeres Jornades sobre Educació Ambiental a Sitges. Seminari d'educació ambiental i Medi Urbà.
1984 Aparició del "Joc de l'aigua", primer joc de simulació que es va fer arribar a les escoles de manera generalitzada (Diputació de Barcelona)
1985 Creació de la SCEA (societat catalana d'educació ambiental) i SBEA (societat balear d'educació ambiental)
1989 1a vegada que apareix la idea de "temes transversals", al llibre blanc de la reforma educativa
1991 Creació del grup GREDA (Grup de Recerca en Educació Ambiental), a la Universitat Autònoma de Barcelona, per promoure tesis doctorals i estudis en aquest àmbit.
1991 Creació del Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya, actualment Medi Ambient i Habitatge
1999 Comença la campanya pilot d'Escoles Verdes" promoguda pel Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya
2000 Agenda 21 Escolar (Ajuntament de Barcelona i posteriorment a moltes altres poblacions)
2000 Primer Fòrum d'Educació Ambiental, promogut per la SCEA. Al setembre de 2008 es celebra el 2000 +8
2001 Concessió dels distintius d'Escola Verda als primers 12 centres (actualment, 2013 , hi ha 425 centres amb distintiu i s'han adherit alguns dels centres que estaven en la xarxa d'innovació)
2003 Estratègia Catalana de Educació Ambiental (ECEA) promoguda pel Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya. Al 2007-2008 grups d'experts comencen a treballar en l'elaboració d'unitats didàctiques.
2005 Creació per part del Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya, d'una xarxa de centres que dintre del programa d'Innovació Educativa treballaven l'educació ambiental.

2009 Es constitueix la XESC, Xarxa d'Educació per a la Sostenibilitat de Catalunya on s'uneix la xarxa d'Escoles Verdes i la de Agenda 21 que al 2013 té un total de 960 centres entre escoles de primària i instituts de secundària.

A Catalunya, cal remarcar la gran expansió que ha tingut l'oferta externa d'activitats i ajudes a les escoles per promoure l'EA. Entre totes cal destacar les iniciatives institucionals del Departament de Medi Ambient de la Generalitat (Escoles Verdes) i de l'Ajuntament de Barcelona i d'altres (Agenda 21 Escolar). També cal posar de relleu la tasca de publicació de materials didàctics feta per la Diputació de Barcelona i per moltes altres institucions del país, que ha contribuït a posar a l'abast de l'escola moltes activitats i eines per treballar l'EA. També la de la Societat Catalana d'Educació Ambiental (SCEA) i la de les innombrables Escoles de Natura que han promogut programes i activitats d'Educació Ambiental per a les escoles.

2.2 Visions entorn al concepte d'educació ambiental

Garcia Díaz (1994) afirma que hi poden haver distintes concepcions sobre l'educació ambiental derivades de prendre en consideració diversos paradigmes teòrics i diverses estratègies d'actuació. Malgrat que totes les concepcions pretenen que els grups socials canviïn la forma de pensar i d'actuar en relació al medi, aquesta diversitat fa que no hi hagi consens sobre el concepte d'educació ambiental. Aquest mateix autor, ja l'any 1994 identificava dues tendències principals en educació ambiental: la *reduccionista*, que pretén produir canvis en el comportament de les persones però no en el model de societat, i l'*ambientalista*, que busca un canvi en el comportament de les persones i al mateix temps un canvi social. Es a dir, com a objectiu principal de l'EA uns es fixen en els aspectes més conductuals mentre que els altres defensen els més ideològics.

L'existència de diferents concepcions comporta que existeixen diverses definicions d'educació ambiental entre les quals cal comentar la de la UNESCO-PNUMA de l'any 1987: *"L'EA es un procés permanent en el qual els individus i la col·lectivitat prenen consciència del seu entorn i adquireixen els coneixements, els valors, les competències, l'experiència i també la voluntat que els permetrà actuar individualment i col·lectivament, per resoldre els problemes actuals i futurs de l'entorn"*. Ara bé, poc després d'haver-se establert aquesta definició diversos autors ja van començar a indicar que s'havia de modificar. Per exemple Lucas (1990), considera que s'hauria de tenir en compte que l'objectiu final de qualsevol desenvolupament ha de ser la millora la qualitat de vida i que aquesta requereix la interacció de tres pols *l'ecològic,*

l'econòmic i el social. En aquesta línia Sauvé (1991) indica que l'EA ha d'integrar tres aspectes: la preservació i millora del medi, el desenvolupament òptim de les persones i la societat de forma harmònica amb el medi i l'adaptació de l'educació a la realitat i Giordan i Souchon (1991) proposen com a objectius de l'EA: *“la formació d'una població mundial conscient i preocupada per l'ambient i els seus problemes, i que disposa de coneixements, competències i motivacions que fan possible el treball individual o col·lectiu per resoldre problemes actuals i evitar-los en un futur”.*

Una de les definicions més acceptada és la del mateix Lucas (1992), que entén l'EA com “un eix transversal del currículum en el qual es dóna una interacció de l'educació sobre el medi, en el medi i per al medi”. L'educació **sobre** el medi, engloba aquelles activitats educatives que proporcionen informació i formació relacionades amb els coneixements sobre el medi. El seu objectiu és la comprensió cognitiva de les relacions entre l'ésser humà i el medi. L'educació **en** el medi, engloba aquelles activitats educatives realitzades fora de l'aula, en les quals el medi és un recurs didàctic. L'educació **per al** medi, engloba aquelles activitats dirigides a la conservació i millora de l'entorn, intentant canviar actituds i hàbits, a partir de la realització d'accions.

Aquestes tres vessants de l'EA i algunes de les seves conseqüències educatives han estat analitzades críticament per Mayer (1998). Aquest autor considera que l’*“educació ambiental sobre el medi”* o el que és el mateix el coneixement del medi no implica un canvi d'actituds per si mateix, i a més, a vegades un catastrofisme excessiu comporta que els alumnes es desentenguin dels problemes per considerar que són tan greus i globals que no tenen solució. Pel que fa a l’*“educació ambiental en el medi”*, considera que dóna més importància a les emocions i valors que no pas al coneixement. Aquesta orientació comporta a vegades una preocupació excessiva per la conservació de la natura quant és veritat que aquesta, segurament, sobreviurà a la nostra espècie. A més, sovint s'estudia molt l'ambient natural però es descuida l'urbà, que és on viu la major part de les persones, i es parla de comportaments correctes quan el que s'hauria de fer en els problemes ambientals és introduir la complexitat, perquè de vegades les solucions no són úniques. Pel que fa a l’*“educació ambiental per al medi”*, que va néixer als anys noranta amb el seu lema “actua localment pensa globalment”, Mayer considera que aquest enfocament pot a conduir a l'activisme ambiental no com a mitjà sinó com a fi. Per tant, proposa que l'EA a més de tenir el triple enfocament anterior, es caracteritzi per afrontar els problemes ambientals des de la seva complexitat, introduint el principi d'incertesa i deixant de banda el reduccionisme imperant en la ciència que habitualment es fa a l'escola.

Altres autors també plantegen anar més enllà de la definició de Lucas. Per exemple, Garcia Díaz (1994) creu que l'enfocament és massa antropocèntric en les dues primeres accepcions, “sobre el medi, en el medi”, que el medi es considera només com un recurs, i que la tercera accepció “per al medi” és paternalista. Per Breiting (1994) la definició de Lucas és insuficient atès que no explicita de quin medi es tracta, si social, natural o tots dos, i tampoc li queda clar que significa “per al medi”. Segons aquest autor la finalitat de l'EA és *capacitar l'alumnat per l'acció*. Fins i tot argumenta que la definició de Lucas pot portar a certa confusió en el desenvolupament de l'EA i proposa com a alternativa la següent definició:

“Educació ambiental és l'educació que de formes diverses, tracta la relació problemàtica de l'home amb la natura – incloent-hi la degradació ambiental, l'explotació i el repartiment dels recursos, el creixement de la població humana i l'extermi de espècies animals i vegetals- amb la finalitat de aconseguir uns ciutadans actius i ben informats”.

Breiting contraposa capacitar per l'acció al canvi de conductes i senyala que desenvolupar aquesta capacitat ha de ser l'ideal formatiu des d'una perspectiva democràtica. “Capacitació” ha d'associar-se a “ser capaç de” i a més “a voler ser un participant qualificat”. L' “acció” hauria d'interpretar-se com la relació amb tot el complex de diferenciacions que tenen a veure amb el comportament, activitats, actes, hàbits i accions. Les accions han de ser enteses i explicades en referència als motius i raons més que no pas a mecanismes i causes.

Al quadre 2.4 es resumeixen les principals característiques de les concepcions de l'EA anteriors a Breiting comparades amb les que ell proposa.

Quadre 2.4: Comparació de visions de l'educació ambiental

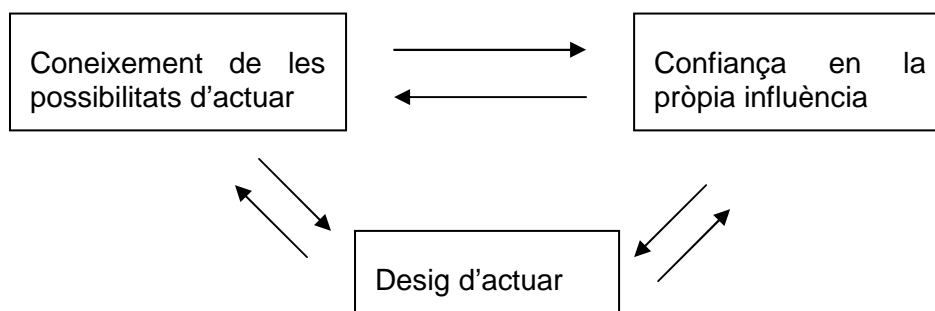
Característiques de les versions anteriors a la de Breiting Objectiu: modificació de la conducta	Característiques de la versió de Breiting Objectiu: desenvolupament de la competència per a l'acció
1. Sabem les millors solucions	1. Tothom ha d'implicar-se en els problemes ambientals
2. Líder	2. Participació democràtica
3. Aturar el desenvolupament	3. Hi ha molts desenvolupaments possibles

4. Cercar l'harmonia amb la natura	4. Cercar l'harmonia amb les generacions futures
5. Valors intrínsecs de la natura	5. Valors relatius a l'hora d'utilitzar la natura
6. Ètica ambiental	6. Ètica amb perspectives de futur, relativa al comportament adient de la humanitat actual i per prevenir les actuacions de la futura
7. Preservar els espais	7. Cercar espais per conservar-los
8. Preocupar-se pels animals i llur conservació	8. Preocupar-se i preveure la pèrdua d'espècies per a les generacions futures.
9. Les ciències naturals com a principals matèries d'educació ambiental	9. Les humanitats i les ciències socials com a principals matèries d'educació ambiental
10. L'experiència de la natura és fonamental en educació ambiental	10. L'experiència de la comunitat és central en educació ambiental
11. El concepte de salut humana no és principal en educació ambiental	11. El concepte de salut humana és central en educació ambiental
12. Equilibrar la qualitat de vida humana i la del entorn	12. Equilibrar la qualitat de vida de les generacions presents i futures
13. Us sostenible com a límit definit de la natura	13. Us sostenible com a mesura posada per l'home segons les necessitats futures
14. L'equitat té poca importància entre la gent	14. L'equitat té molta importància entre la gent

Sanmarti i Pujol (2002) aprofundeixen en el concepte de la capacitació per l'acció proposat per Breiting en el marc escolar, partint del fet que l'escola actual tendeix a reproduir els valors i pràctiques dels grups socials dominants, ja que tant el professorat com l'alumnat pertanyen de forma majoritària a aquests grups socials. En aquest marc, consideren que l'EA a l'escola tendeix a reproduir la visió d'una educació ambiental que vol propiciar canvis d'actituds i conductes sense plantejar-se un canvi en el model social, mentre que la visió orientada a capacitar per actuar d'una manera crítica davant una societat basada en el consum va a contracorrent i és minoritària. Els dos enfocaments del quadre 2.4 poden parlar d'educació per a la sostenibilitat, però la finalitat de fons és diferent. Per exemple, el treball al voltant de la capacitació per a un

ús sostenible de l'aigua, des del punt de vista de modificació de la conducta pot voler dir educar per no embrutar l'aigua, per racionalitzar el consum i per depurar-la, mentre que des del punt de vista de capacitació per l'acció es buscaria promoure un estil de vida no consumista (i per tant, inclou també una crítica al model socioeconòmic dominant), tenint no només en compte els usos directes de l'aigua sinó també els indirectes a partir de l'ús d'objectes que necessiten molta aigua per ser fabricats.

El concepte de capacitació per l'acció es contraposa al simple aprenentatge de continguts tot esperant que com a conseqüència, es produeixi un canvi de conductes. A més, la capacitació per l'acció està directament relacionada amb el desenvolupament d'habilitats que són necessàries per actuar –individualment i col·lectiva-, com per exemple, saber argumentar de manera fonamentada, parlar en públic, negociar i consensuar. També i molt especialment, requereix el desenvolupament d'actituds que comportin acceptar la possibilitat d'actuar, la conveniència de fer-ho i l'idea que tothom pot influir en el col·lectiu (idea de “*locus of control*”). Aquest punt de vista el podem resumir de la següent forma:



Desenvolupar la capacitat d'actuar implica situar els estudiants en un ambient on tota la comunitat educativa s'identifica amb la resolució dels problemes ambientals, on les activitats no són puntuals sinó que tot el centre s'ambientalitzava -des dels currículums fins la gestió dels recursos de l'escola-. Ara bé, quan l'escola es compromet amb visions alternatives als models dominants, sovint les administracions públiques intenten que el projecte que es posi en pràctica no posi en dubte la seva actuació, ni plantegi alternatives crítiques. Les activitats puntuals i les orientades a transformar petites conductes no incomoden a l'administració, sigui del signe polític que sigui, mentre que les més transformadores socialment donen lloc a conflictes. Casos concrets recents en aquest sentit, són els que es van produir a Galícia a partir de la catàstrofe del Prestige o a Catalunya amb la proposta de transvasament d'aigües del

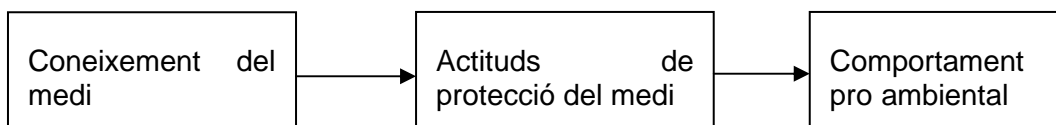
riu Ebre, que van comportar la gènesi de nombrosos conflictes entre escoles i ajuntaments i/o administracions autonòmiques, i entre el professorat de les mateixes escoles i part de les famílies.

Tal com ja plantejava García Diaz l'any 1994, ens trobem en un punt on l'EA ha de passar del conservacionisme i proteccionisme, així com de la comprensió del medi i els seus problemes i la sensibilització entorn a aquestos, a una educació ambiental més associada a la capacitació per l'acció, per al tractament del conflicte i per al canvi social seguint les teories de Breiting, que com hem vist pensa que l'EA cal dirigir-la cap a la relació problemàtica entre l'home i l'entorn, a fi de formar ciutadans actius, informats i amb capacitat de prendre decisions. Aquest autor agrupa els paradigmes de l'EA en tres grans tendències:

El model que va sorgir a l'inici, naturalista i molt centrat en la ecologia i la comprensió del medi.

- El model ambientalista que intenta sensibilitzar, conscienciar i capacitar a la població sobre com tractar els problemes ambientals per pal·liar-los.
- Un model, amb moltes variants, que s'obra camí, que és proper a les tesis del desenvolupament sostenible i el canvi social, i que pretén un canvi profund de les estructures socio-econòmiques.

Autors com Marcen et al. (2003) pensen que l'EA des de principis dels anys setanta ha evolucionat des del coneixement del medi de la manera següent:



Des de la Cimera de Rio l'EA s'ha associat al concepte de “desenvolupament sostenible” o “desenvolupament que satisfà les necessitats de les generacions actuals sense comprometre la capacitat de les generacions futures de poder satisfer les seves pròpies necessitats”, de manera que avui, en comptes d'Educació Ambiental, es parla d'Educació per al Desenvolupament Sostenible (EDS). El concepte també és controvertit, ja que hi ha molta gent que considera que parlar de desenvolupament, especialment en un món ja desenvolupat, és contradictori amb el propi concepte d'EA, i prefereix parlar d'Educació per a la Sostenibilitat” (EpS). Sostenibilitat es defineix com “proveir el millor per a les persones i per al medi ambient ara i en el futur” o també com

a “característica o estat segons el qual es poden satisfer les necessitats de la població actual i local sense comprometre la capacitat de satisfer les de les generacions futures o les de les poblacions d’altres regions”.

Com a resultat d’e les discussions que han tingut lloc en el marc de la comunitat que treballa en el camp de l’EA, actualment i d’acord amb (Mogensen i Mayer, 2007) l’EA es caracteritza per:

- Estar inserida en la *cultura de la complexitat*, és a dir, d’ella en formen part conceptes com els de risc, incertesa, imprevisibilitat i consciència dels límits. - Tractar *problemes socials*, determinats pels conflictes d’interessos entre individus o grups d’individus per la utilització dels recursos. Aquests problemes es plantegen a tres nivells: individual, resultat dels conflictes o dilemes entre els desitjos i les necessitats; social, resultat dels conflictes entre grups d’individus i estructural de la societat, resultat dels conflictes entre decisions polítiques i tendències econòmiques del mercat.
- Tenir com a objectiu principal el desenvolupament de la *competència cap a l’acció* més que no pas la modificació de conductes.
- Promoure el desenvolupament crític a partir de qüestionar-se els motius pels quals les coses són com són i perquè els altres (també un mateix) actuen com actuen. El pensament crític implica un enfocament reflexiu i actiu a tots els nivells.
- Complementar el “llenguatge de la crítica” pel “llenguatge de la possibilitat”, tenint en compte que un pensador crític no és una persona que sempre diu “no”, sinó que busca unir la crítica amb una visió empàtica i optimista de recerca de solucions.
- Incidir en els coneixements sobre els temes ambientals relacionats amb les causes, que els provoquen amb els efectes que produeixen, així com les possibles alternatives i visions, cercant estratègies per al canvi
- Estimular la participació activa, entesa com formar part d’un col·lectiu, compartir responsabilitats i implicar-se de forma democràtica en accions conjuntes.

2.3 Evolució de l'educació ambiental en el marc escolar

L'EA a l'escola ha evolucionat de forma paral·lela a l'evolució del concepte però també dels canvis en la manera de concebre com els joves aprenen. Tot i així cal tenir present que l'escola és una institució força conservadora i que li costa molt incorporar canvis. És a dir, pot ser que els estudis sobre l'EA i fins i tot l'Administració educativa promoguin uns determinats punts de vista, conceptes i metodologies que molts anys després encara no han arribat a les aules.

Existeixen resistències no explícites, valors ocults i rutines que fan que, per arribar a provocar canvis reals a l'escola, no sigui suficient que es donin orientacions curriculars noves o que els ensenyants vegin facilitat el seu treball amb materials i activitats adients. Hi ha una tendència a ensenyar com sempre s'ha ensenyat. Tanmateix, val la pena tenir present que de fet l'escola és un reflex dels valors de la societat. També moltes famílies creuen que en els centres educatius no s'han de treballar temàtiques que comporten reflexionar entorn a valors, tant perquè pensen que són responsabilitat de les famílies com perquè creuen que el temps dedicat a aquestes temàtiques es treu del necessari per aprenentatges que es consideren bàsics, com aprendre a llegir i escriure o matemàtiques. El recent debat entorn a la assignatura d'Educació de la ciutadania n'és una bona mostra.

Per tant, es dona la paradoxa que els coneixements sobre com afrontar l'educació evolucionen molt més ràpidament que la pràctica, de manera que sovint quan un nou saber o concepció educativa arriba a generalitzar-se ja acostuma a estar superada pels nous coneixements en el camp (Sanmartí i Izquierdo, 1997). Tal com deia Gimeno Sacristán (1993), l'escola és una de les institucions en què els avenços tarden més en posar-se en pràctica.

Sembla que va ser l'any 1968 que el nom d'EA va sortir per primera vegada en una publicació relacionada amb l'ensenyament. Sigui quina sigui la data inicial de l'ús del terme és ben segur que ja molt abans hi havia escoles i mestres que orientaven les seves classes cap allò que en podríem dir EA. A Catalunya tenim molts bons exemples i no podem menys que citar a l'Angeleta Ferrer com una de les professores més significatives en aquest camp. Des d'aleshores la pràctica de les escoles i les orientacions administratives han anat evolucionant. Algunes de les etapes més representatives són els següents (a partir de Sanmartí i Tarín, 1991):

Etapa "naturalística"

Aquesta etapa es centra en el coneixement i, consegüentment, en la valoració dels aspectes del medi "natural" relacionats especialment amb els éssers vius, animals i plantes. Es posa molt d'èmfasi en l'ensenyament dels conceptes necessaris per poder descriure i conèixer el funcionament d'un medi "natural" determinat i de les actituds relacionades amb els aspectes afectius i estètics. La metodologia de treball més utilitzada en aquesta orientació de l'EA és la del treball de camp en el mateix medi, que s'escull en funció de ser el més verge o menys contaminat. A Catalunya, aquest moviment va estar molt vinculat al de l'escola activa i principalment a l'escola primària.

Etapa conservacionista

A finals dels anys 60, en ple desenvolupament econòmic i a l'inici de la primera crisi energètica important, va començar una nova etapa de l'EA a l'escola coneguda com "conservacionista". Aquesta visió de l'EA promou l'adquisició dels coneixements necessaris i el desenvolupament d'actituds i pautes de comportament que possibilitin la conservació del medi en l'estat més proper al considerat "inicial". Des d'un punt de vista metodològic es remarca que l'EA és un camp d'estudi interdisciplinari ja que qualsevol decisió respecte a la intervenció de l'home en el medi implica adquirir coneixements sobre matèries primeres, consum energètic i implicacions econòmiques i socials. En conseqüència, els continguts a tractar són molt més amplis que els relacionats amb la biologia, i les ciències fisico-químiques i calen les ciències socials per adquirir els coneixements necessaris per saber com conservar el medi. Les actituds que es desenvolupaven estaven sovint molt relacionades amb la valoració del medi en la seva situació "inicial" i "verge" o en el retorn a formes de viure força relacionades amb les d'èpoques anteriors.

Aquesta etapa va coincidir amb la instauració de la nova EGB, i a Catalunya, va estar molt vinculada a l'activitat dels Moviments de Renovació Pedagògica, tant de primària com de secundària. També es van iniciar les primeres escoles de natura i itineraris pedagògics, que en els darrers anys d'aquesta etapa es van estendre a visites a equipaments i serveis públics de tots tipus, per impulsar-ne el coneixement i un ús racional. L'any 1985 es fundà la Societat Catalana d'Educació Ambiental.

Etapa desenvolupament sostenible

A finals dels anys 80 es comença a parlar d'un enfocament de l'EA cap al que s'ha anomenat "desenvolupament viable", "desenvolupament sostenible" o "desenvolupament durable". Aquest enfocament comporta reflexionar sobre els

problemes ambientals a escala planetària considerant que el medi sempre ha anat canviant i no es pot idealitzar com quelcom estable en el temps. Les metodologies de treball a l'aula i al camp es van orientar molt més cap a l'acció.

Jiménez et al. (1995) indiquen que els canvis es dirigeixen des de una visió de l'educació **en el medi** i **sobre el medi** cap a l'educació **per al** medi (quadre 2.5).

Quadre 2.5: Evolució de l'Educació Ambiental

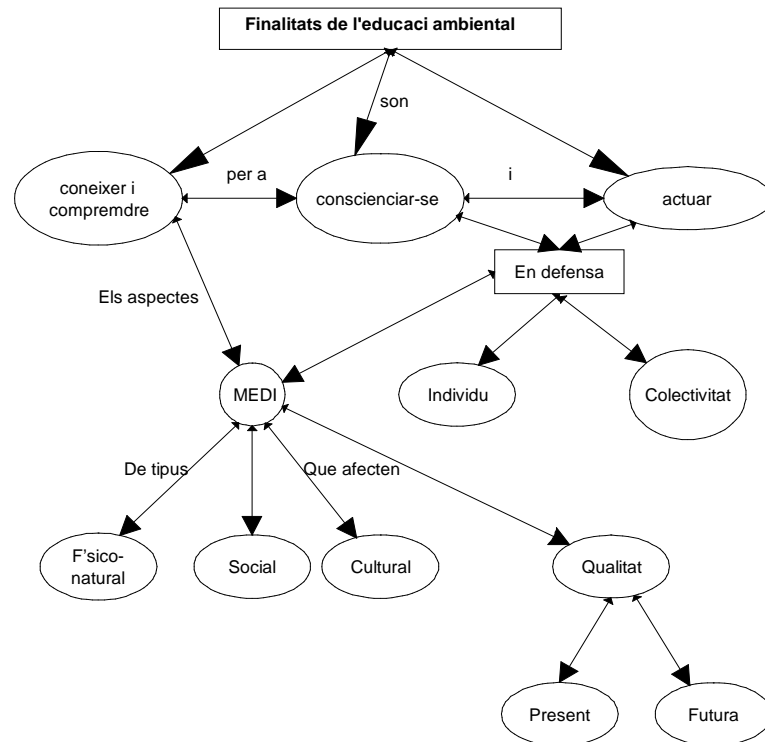
Des de	Cap a
Sortides: de camp (en)	Sortides analitzant l'impacte humà (per a)
Estudi de problemes (sobre)	Anàlisi de problemes, actituds i accions (per a)
Objectius: canvi d'actituds i comportaments	Objectius: desenvolupament de competències, capacitar per a l'acció i la presa de decisions
Atribució causal: una causa solucions simples i certes	Atribució causal: causalitat múltiple solucions complexes i incertes
Atenció a allò local	Atenció a allò local, global, etc.
Atenció al present	Atenció al futur: desenvolupament sostenible
Vinculada a les ciències	Dimensió transversal

En aquesta línia, García de la Torre i Sequeiros (1998) sostenen que la finalitat de l'EA a l'escola és la d'ensenyar a conèixer i comprendre els problemes ambientals, per tal de prendre'n consciència i aprendre a actuar. L'actuació ha de ser en defensa del medi tant físico-natural com social i cultural, de l'individu i de la societat, de forma que el medi tingui una qualitat ambiental tant en el present com en el futur. Aquesta visió la resumeixen en el mapa conceptual del quadre 2.6.

És interessant constatar que tot i que en aquesta època el constructivisme era el marc teòric en el qual es fonamentava la visió de l'aprenentatge i que va orientar l'elaboració dels currículums que es van dissenyar a partir de la LOGSE, encara ara no es pot dir que formi part del discurs habitual de les propostes educatives de l'EA. Algunes veus ja van insistir en aquesta "anomalia", entre elles Garcia Díaz (1998) o Sanmartí i Tarín (1991). Tampoc l'EA va connectar amb el moviment CTS, tot i que en alguns aspectes es compartien objectius. Una causa possible pot ser que el moviment CTS va sorgir en

el marc de l'ensenyament de la física i la química, mentre que l'EA es treballava més des de la biologia.

Quadre 2.6 : Mapa conceptual García de la Torre i Sequeiros (1998)



A la LOGSE, llei d'Educació publicada el 1990 encara que es va començar a experimentar des del 1983, es parlava específicament d'incloure l'EA en el currículum. A Catalunya això va comportar que en el marc de l'escola secundària es planifiquessin "crèdits" o assignatures optatives trimestrals que tenien com a temàtica l'EA. Aquestes assignatures generalment estaven vinculades a l'àrea de Ciències de la Naturalesa. Ara bé, alguns estudis (Ferrer, 1997; grup d'educació ambiental de l'ICE de la Universitat de Barcelona, 2000) van mostrar que la introducció de l'EA continuava sent quelcom puntual, que es feia en funció de l'interès personal d'algun professor però que habitualment no responia a cap programa del centre, ni a un compromís del consell escolar. En aquesta època es va constituir el primer grup de recerca d'EA (grup GREDA-UAB, 1991) i es van presentar les primeres tesis doctorals sobre el tema. El primer treball de recerca és de l'any 1993.

Etapa actual

L'etapa actual es caracteritza per una més gran integració de l'EA en el projecte educatiu de cada escola. És en aquesta línia que l'any 1999 s'inicia a Catalunya el programa "Escoles Verdes" promogut pel Departament de Medi Ambient i el d'Agenda 21 Escolar (A21ES) animat des de diferents ajuntaments. La primera A21ES va ser la de Barcelona i va començar l'any 2000. Aquests programes comporten un compromís de tot el centre educatiu en promoure l'EA, a partir tant d'instituir canvis en la manera de gestionar les escoles perquè siguin coherents amb un plantejament sostenible, com d'incloure l'educació ambiental en el projecte curricular del centre i que deixi de ser quelcom associat només a crèdits optatius, tallers o setmanes culturals. El nombre de centres i ajuntaments compromesos ha augmentat considerablement i l'any 2004 el Departament d'Educació va començar a promoure l'EA a través d'un programa específic d'innovació.

Un estudi fet l'any 2006 (Castelltort i Sanmartí, 2007), mostra que hi ha hagut una millora en la gestió dels centres en bona part de les escoles que s'han integrat en els diferents programes, però en canvi, l'EA es continua treballant fonamentalment a partir de activitats puntuals, optatives o de tipus tallers. La resta de les activitats escolars continuen responnent a visions tradicionals del currículum.

Per incloure l'EA al currículum, Jiménez et al. (1995) han proposat:

Canviar unitats o experiències aïllades per activitats generals dintre de la programació

Utilitzar l'educació ambiental com a fil conductor

Treballar problemes concrets de l'entorn de l'alumnat i no tant generals

Implicar la comunitat educativa i l'entorn de l'alumnat

La major part dels projectes actuals orientats a introduir l'EA a l'escola s'han desenvolupat en aquesta línia. Segons amb Franquesa (2004), els aspectes-clau de l'Educació per la Sostenibilitat (EpS) a l'escola, que caracteritza aquesta etapa, són:

Dels símptomes a les causes. L'enfocament ha de ser ampli i no determinat estrictament pels aspectes ambientals atès que els grans problemes de la societat, des de la pobresa als conflictes entre grups humans, estan íntimament interconnectats. L'objectiu de la EpS és aprendre a encarar els conflictes

col·lectivament i a construir democràticament solucions a partir d'una adequada informació i tenint en compte la seva complexitat. No es limita a la comprensió dels processos ecològics, sinó que les persones són el centre de les preocupacions i de l'aprenentatge.

De la transmissió a la participació. No es pretén que la tasca de l'escola sigui implementar una nova assignatura o transmetre informacions sobre problemes ambientals, sinó afavorir l'aprenentatge a partir d'analitzar l'entorn, de comprendre els problemes tenint en compte els diferents interessos i perspectives, de desenvolupar les pròpies idees i valors i expressar punts de vista, d'escoltar i d'encarar el desacord i la incertesa, de discriminar entre fets i opinions, d'aparellar coneixements teòrics amb propostes pràctiques i de prendre decisions democràticament.

De la presa de consciència a l'acció. La finalitat no és tant conscienciar els joves entorn els problemes de la societat i parlar de la necessitat de millorar, sinó d'actuar per fer-ho. Han de poder experimentar que si s'atreveixen a mirar, avaluar, proposar, decidir i actuar conjuntament, és possible poder viure una experiència de millora de l'entorn. Això els pot permetre adquirir l'ànim necessari i el control suficient per acceptar nous compromisos d'acció conscient. Actuar no significa dur a terme un activisme descontextualitzat (avui anem a plantar arbres), ni canvis prescrits (a partir d'ara reciclem), sinó que es pretén que els alumnes decideixen dur a terme intervencions per contrarestar els problemes que han analitzat; accions que impliquen, per tant, una reflexió sobre la pròpia acció. El procés és, en ell mateix, la principal lliçó.

De portes endins a portes enfora. Un altre aspecte que caracteritza aquesta etapa és la progressiva implicació de l'escola en els afers del seu entorn. Les escoles estableixen relacions de cooperació amb d'altres escoles, associacions, casals, comerços, empreses, experts, administració, etc. i es converteixen en agents actius en el seu entorn.

Un dels reptes pendents és la concreció dels models teòrics que l'alumnat ha de construir per tal de ser capaç d'analitzar i de comprendre els problemes del seu entorn i de plantejar propostes d'actuació de manera autònoma. Aquests models, que caldria que formessin part del currículum, haurien de respondre a una visió complexa del coneixement i provenir de diferents disciplines, ja que els problemes ambientals són complexos i per abordar-los calen els continguts de diferents disciplines. No tindria

massa sentit que l'alumnat aprengué Química des de plantejaments curriculars clàssics i, paral·lelament, s'involucrés en activitats o tallers relacionats amb l'ús responsable dels materials que no tinguin res a veure amb el que han estudiat a l'aula (Castelltort i Sanmartí, 2007).

2.4 Els continguts de l'educació ambiental

L'EA és un camp educatiu transversal, que afecta en principi a totes les disciplines. Tot i així, tradicionalment s'ha associat a l'ensenyament de les ciències i més recentment, com ja s'ha comentat, a les ciències socials. Aquestes disciplines proporcionen els models teòrics bàsics que possibiliten comprendre els problemes ambientals, interpretar-los i predir possibles camins d'actuació. Ara bé, també són importants els coneixements provinents de la tecnologia i de l'ètica i, des d'una concepció d'educació ambiental com a capacitació per l'acció, no es poden deixar de banda els aprenentatges relacionats amb saber comunicar les idees i argumentar utilitzant diferents llenguatges, verbal, artístic, matemàtic, etc. i, en general, amb saber actuar en el sí d'un grup.

El model de ciència en el qual s'insereix actualment l'EA, tal com ja s'ha comentat, es relaciona habitualment amb el paradigma de la complexitat (Novo, 1995), tot el contrari dels plantejaments reduccionistes i assistèmics. Aquest model està en consonància amb el de Keiny (1987) que considera que l'EA igual que l'entorn, no és estàtica i parcial sinó dinàmica i complexa. García (1995) insisteix en que el pensament complex i sistèmic ha d'impregnar l'EA, que a més no ha de ser neutra. De fet, molts programes d'EA encara sovint s'orienten a transmetre informacions i coneixements sobre problemes concrets (el problema de la capa de l'ozó, l'efecte hivernacle, les espècies en perill d'extinció, els residus i les tècniques de tractament, la contaminació de l'aigua, etc.) tot i que aquest punt de vista no és defensat per cap marc teòric. En relació amb aquest marc, una de les alternatives teòriques que ha aconseguit un consens més ampli és la que considera que s'ha de promoure l'ensenyament de conceptes generals o metadisciplinars (García, 1998), tot i que a l'hora de concretar els continguts hi poden haver forces diferències. En el camp de les ciències, autores com Arcà (1992) i Mayer (1989) proposen com a conceptes bàsics els de variabilitat, irreversibilitat, evolució local-global i entropia. Meddows (1989) hi inclou els cicles biogeoquímics i la sostenibilitat i Keiny (1992) hi afegeix interrelacions i flux. En general, aquests conceptes "meta" es relacionen més o menys directament, tal com indica García (1998), amb els grans conceptes de l'ecologia. Tot i així, inclouen submodels de la química - el model de cicle de la matèria (Annex-3: Material del crèdit

variable per l'alumnat, programació del crèdit variable i dossier del professorat), que inclou la conservació de la matèria a través de canvis físics i químics -, i de la física – l'energia, la seva conservació i degradació (flux)-.

Un punt de vista complementari al dels conceptes metadisciplinars en l'EA és el de l'aprenentatge de models teòrics, en connexió amb la visió de l'aprenentatge com a procés de modelització (veure apartat 1.5). Aquests models són els bàsics de les ciències i de les ciències socials, com el d'ésser viu, d'ecosistema, d'evolució, de canvi químic, d'energia, etc. En alguns casos coincideixen amb conceptes considerats "meta", com seria el cas del de cicle de matèria.

Des d'aquests punts de vista, l'escola hauria de promoure l'aprenentatge d'aquestes grans idees metadisciplinars o models a partir de l'anàlisi de problemes concrets, de manera que una vegada abstrerts, l'estudiant fos capaç d'aplicar-los per a la interpretació d'altres problemes, actuals i futurs, de manera autònoma. Per exemple, la idea-clau-model "cicle de la matèria" relacionada amb el fet que la matèria canvia però al mateix temps es conserva al llarg dels canvis, es pot aplicar a molts cicles –O₂, CO₂, N₂ -, al problema dels residus, a l'aigua, a l'aire etc. És impossible pensar que a l'escola hi ha temps per aprendre'ls tots, però si s'ha construït el model global, és més fàcil poder comprendre informacions referides als diferents cicles, analitzar problemes diversos (Milà i Sanmartí,1999) i continuar aprenent. Si com a resultat els ciutadans disposen de models teòrics, pocs i globals, ben connectats amb fets de la vida quotidiana i apresos a l'escola a partir d'analitzar algun problema real, podran ser capaços de transferir-los a la comprensió dels nous problemes i situacions que es vagin trobant al llarg de la vida. Però també s'ha d'aprendre a connectar els diferents models disciplinars per poder interpretar un fet i planificar una actuació, ja que la realitat és multidisciplinar. De la mateixa manera que la resolució d'un problema normalment requereix establir un diàleg amb persones de camps de coneixement diversos –científics, geògrafs, economistes, advocats, etc.-, educar ambientalment comporta aprendre a utilitzar els diferents models apresos de forma dialògica (Bonil *et al.*, 2004a; Bonil *et al.*, 2004b).

Del coneixement sobre el medi no se'n deriva necessàriament una actitud de protecció del medi com indica Mayer (1998), tot i que hi ha acord en què una manca de coneixements sobre el medi pot portar a actituds sectàries i poc reflexives o a un activisme ambiental com a fi i no com a mitjà. Si bé és cert que els coneixements no canvien les actituds i els hàbits, no és menys cert que un canvi d'actituds basat en els coneixements, quan es produeix, pot ser més profund, especialment si la visió del

coneixement que s'ha promogut és complex. La capacitat d'actuar, exigeix desenvolupar habilitats que possibilitin prendre decisions en funció de les circumstàncies, assumint els riscos i la incertesa. De fet, els coneixements són condició necessària però no suficient.

Els educadors sempre han estat preocupats per les relacions entre l'aprenentatge de conceptes, d'actituds i de comportaments. Autors com Ajzen i Fishbein (1993) sostenen que els coneixements i les creences són importants per canviar les actituds, però que també és essencial el que denominen norma subjectiva o sigui la motivació per tenir un comportament pro-ambiental en el seu entorn social. Per a molts autors, aquest "contingut" (canviar la percepció sobre les conseqüències de la seva actuació) és fonamental, ja que sense aquest canvi, no pot haver-hi acció. Per exemple, Rickinson (2001) en la seva revisió sobre l'aprenentatge i l'EA, constata que si bé un alt percentatge de l'alumnat de secundària té actituds ambientals positives, no es desenvolupen com a resultat pràctiques de defensa del medi.

Kollmus i Agyeman (2002) proposen els següents camps de continguts a treballar a l'escola:

Els coneixements sobre els models globals ja que poden ajudar a interpretar els problemes ambientals, les seves causes i les seves conseqüències. Es considera que els coneixements més aplicats i descriptius no tenen tanta importància a excepció de alguns casos puntuals. Això no exclou que des del punt de vista metodològic, aquests coneixements s'ensenyin i s'apreguin a partir d'analitzar situacions i problemes concrets rellevants de l'entorn, però per exemple l'objectiu no és saber molts detalls sobre els residus i sobre el seus mètodes de tractament, sinó adquirir un coneixement al voltant de les idees de cicle de la matèria que inclou el flux d'energia.

Les actituds començant per desenvolupar la sensibilitat ambiental, que es veu facilitada per experiències que involucren emocionalment en accions en defensa del medi. Les experiències en el medi o treballs de camp influeixen en la presa de consciència i fins i tot poden fer canviar les actituds, en funció de com es facin. Però no n'hi ha prou amb la sensibilització, i cal promoure la vivència de nous valors en grup. De fet, les actituds i els valors s'aprenen perquè "s'atrapen" a partir de viure en un grup que els "practica".

Les estratègies d'acció que es veuen afavorides per les pràctiques pro-ambientals promogudes en l'àmbit escolar, familiar i ciutadà. Aquestes estratègies es relacionen amb la resolució de problemes, amb el treball en grups i amb la comunicació de les idees.

La possibilitat de realitzar aquests aprenentatges depèn sovint de factors que van més enllà de les dinàmiques que es creen en el marc d'un petit grup-classe. També cal considerar altres variables com són:

Les institucions, atès que poden facilitar les infraestructures adients i ajudar a la institucionalització de formes d'actuar col·lectives pro-ambientals (per exemple, en aspectes de gestió de les infraestructures de l'escola, però també de les formes de participació de l'alumnat en la presa de decisions).

Els incentius, ja que estimulen els canvis, especialment quan són per al col·lectiu. Poden ser reconeixements de tot tipus, premis, actes d'intercanvi en els que es valoren accions realitzades, ajuts econòmics per aplicar projectes elaborats, etc.

La responsabilitat personal, important quan s'implica a l'alumnat (i al professorat) en accions pro-ambientals en les quals els diferents actors tenen responsabilitats concretes.

Si es tenen en compte aquests factors es poden ajustar les intervencions educatives a l'objectiu de capacitar per l'acció.

En el moment actual, els currículums que es plantegen a tots els països i a tots els nivells educatius s'orienten cap al desenvolupament de competències, enteses com *“La capacitat de respondre a demandes complexes i portar a terme tasques diverses de forma adequada. Suposa una combinació d'habilitats pràctiques, coneixements, motivació, valors ètics, actituds, emocions i altres components socials i de comportament que es mobilitzen conjuntament per a assolir una acció eficaç”* (DeSeCo, 2001). Aquesta definició és molt coherent amb la finalitat i els continguts de l'EA. També ho és la definició de competència científica proposada per la OCDE-PISA (2000) *“Capacitat per utilitzar el coneixement científic per identificar preguntes i obtenir conclusions a partir d'evidències, amb la finalitat de comprendre i ajudar a prendre decisions sobre el món natural i els canvis que l'activitat humana hi produeix”*.

Per tant, es pot afirmar que en el moment actual l'EA és consubstancial amb les finalitats de l'educació en general i, més específicament, de l'educació científica. Ja no es pot parlar de móns diferenciats –el del currículum de les disciplines i el del currículum de l'EA-, sinó d'un únic marc que els engloba.

2.5 Models de l'educació ambiental

Hi ha molts models sobre com introduir l'EA a l'escola. Sauvé (1992) en la seva tesi doctoral en va definir 7 de rellevants tot i que en aquell moment el constructivisme encara no havia arribat a l'EA. En aquest apartat es fa referència als 3 que es considera que defineixen millor les diferents visions de fons, tot i que s'ha de tenir en compte que en el treball diari a l'escola no s'apliquen models "purs". Normalment es posen en pràctica activitats didàctiques que corresponen a diferents models.

El primer dels models paradigmàtics a comentar respon a una visió **conductista** que busca un canvi en les conductes i es caracteritza per:

Promoure el canvi en comportaments puntuals

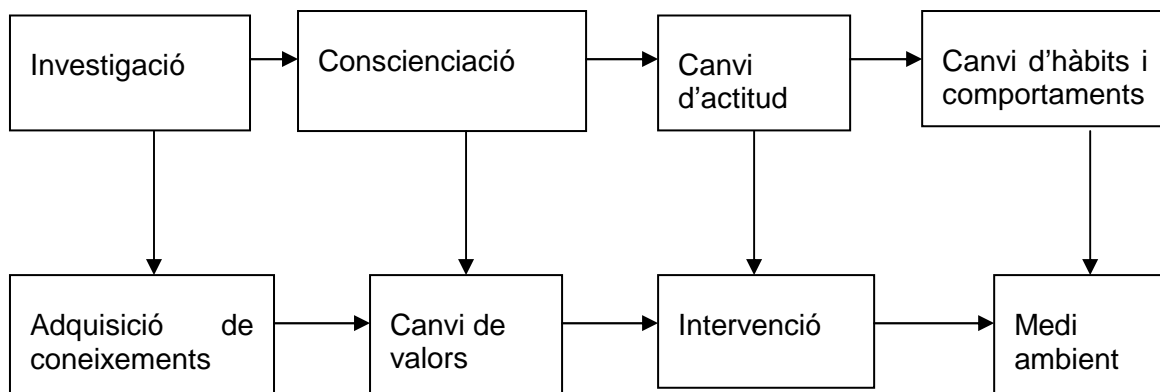
Donar importància a l'augment en la informació i en el coneixement de fets i dades o sabers puntuals, atomitzats i molt aplicats.

Estimular el canvi a partir de reforços positius (premis, "passar-ho bé") i negatius (càstigs o posar de manifest la lletjor que comporten els mals comportaments)

Moltes programacions d'itineraris i escoles de natura es fonamenten en aquest model metodològic. En elles es promou que l'alumnat, a partir de l'observació d'organismes, rebi, per una banda, informació que posteriorment ha de reproduir en "fitxes", i per l'altra, "consignes" sobre bones conductes. També es basen en aquesta metodologia moltes unitats didàctiques utilitzades a les escoles, en les quals després de transmetre dades i informacions que l'alumnat ha de saber repetir, es parla dels canvis de conducta que es volen aconseguir. Aquest model no té en compte les concepcions prèvies des estudiants i associa la informació amb la sensibilització i la presa de consciència. Els canvis conductuals que es proposen són petits i atomitzats (no tirar papers a terra, tancar la llum i l'aixeta etc.) i tenen poca relació amb l'aprenentatge de models explicatius globals i molts menys amb punts de vista socioeconòmics alternatius als dominants.

El segon model paradigmàtic a considerar respon a una visió de l'aprenentatge fonamentada en el **descobrimt**. És el model que compta amb més seguidors en el camp de l'EA i es basa en l'estudi i resolució de problemes a partir de l'observació i de la recollida de dades i d'informacions. Sovint, quan s'aplica aquest model, es pretén que tot resolent algun problema, l'alumnat descobreixi o infereixi la conducta que hauria d'adoptar en front del problema i que la posi en pràctica. Nadal i Pujol (1983) i Del Carmen (1988), proposen l'esquema que s'indica en el quadre 2.7 per descriure les característiques d'aquest model.

Quadre 2.7: Visió de la metodologia d'EA fonamentada en el descobrimt



Aquest model pressuposa que el fet de posar l'alumnat a estudiar un determinat problema comportarà que busqui informació i dades i que això repercutirà d'una banda en un aprenentatge de coneixements i d'un altra, en un augment del grau de consciència. Com a resultat es produiran canvis tant en els valors i les actituds, com en els comportaments i l'actuació. Aquest model aborda els problemes de forma holística i sovint pretén posar en qüestió les visions socioeconòmiques dominants, però no es dóna importància a les concepcions prèvies. Molt sovint la "investigació" consisteix en buscar i reproduir informacions sense construir models teòrics explicatius alternatius. La concepció "pura" d'aquest model ha estat molt qüestionada, ja que la majoria dels processos d'investigació (a la ciència i a l'escola), per ells mateixos, no comporten canvis en les maneres de pensar i actuar dominants. Es "descobreix" el que ja es pensava. Tot i així, es poden trobar programacions fonamentades en la investigació que de fet tenen molts trets constructivistes.

El tercer gran model paradigmàtic és el fonamentat en una visió **constructivista** de l'aprenentatge. Aquesta visió ha tardat molt en introduir-se en l'EA i encara actualment és té poc en compte en les propostes educatives que es generen. Atès que el

constructivisme parteix del fet que tothom té concepcions i valors previs que condicionen la construcció dels nous coneixements i valors que es volen desenvolupar, si es vol que allò que s'aprèn sigui significatiu, tot procés didàctic ha de partir d'aquests coneixements previs, sovint alternatius als que es volen promoure a través del procés d'ensenyament. De fet, l'objectiu didàctic és més el de canviar les idees i maneres d'actuar prèvies, tot prenent consciència i comprenent les diferències, que no pas el de donar a conèixer o "descobrir" noves informacions i maneres d'actuar.

Des del constructivisme social s'aprofundeix en el fet que s'aprèn socialment, és a dir en interacció amb els altres. Com ja s'ha comentat, els nous coneixements s'accepten i s'interioritzen després de discutir-los i contrastar-los amb els altres membres del grup. Per tant, l'aprenentatge necessita de la interacció entre persones, entre adults i joves, entre experts i novells i entre els mateixos alumnes. I sobretot necessita de la aparició de grups en els quals sigui possible explicitar les idees i contrastar-les, respectant tots els punts de vista (cosa que no vol dir que tots tinguin el mateix valor).

Un camp de coneixement que ha enriquit la visió constructivista de l'aprenentatge ha estat la teoria de sistemes i el paradigma de la complexitat (Morin, 2001; Bonil i Pujol, 2004) que, entre molts altres aspectes, promouen una visió del coneixement sistèmica (el tot no és la suma de les parts, el local i el global no es poden separar) i de la incertesa en les prediccions. Els dissenys didàctics promoguts segons la visió constructivista, tal com s'ha comentat a l'apartat 1.3, es fonamenten en espirals d'aprenentatge, en les quals es parteix dels coneixements previs (conceptuals, procedimentals, actitudinals i conductuals), i se'n van construint de nous tenint present el doble eix simple/complex i concret/abstracte. Quan aquests dissenys s'apliquen a l'EA adquireix importància el fet que el procés també promogui repensar les actuacions, les emocions i els sentiments, ja que si no s'incideix sobre aquests aspectes no es pot parlar d'educació ambiental.

En resum, es pot afirmar que els principis metodològics que poden ajudar a treballar millor l'EA segons els referents actuals, comporten un enfocament sistèmic atès que el medi ambient és un sistema complex amb molts elements en interacció. Això implica:

Interdisciplinarietat: Construir coneixements que contemplin tots el aspectes possibles per entendre la realitat. Al mateix temps, cal no separar els aprenentatges conceptuals dels actitudinals i conductuals.

Objectius i activitats planificades en una progressió que ajudi a la superació d'obstacles i de concepcions alternatives.

Destinatari diversos, dels quals s'han de tenir en compte les seves característiques a l'hora de programar les activitats.

Connexió amb la realitat urbana, natural o rural. El coneixement construït ha de servir per interpretar-la.

Modelització dels fets: construcció de models teòrics globals i abstractes, que serveixen per interpretar molts fets diferents i així possibilitar la seva transferència.

Implicació en la solució de problemes: capacitat per l'acció.

Comunicació amb la comunitat escolar, local, etc. Treball en xarxa amb diferents institucions.

Situacions d'ensenyament-aprenentatge motivadores i estimulants tant per l'alumnat com pel professorat.

2.6 Ambientalització de la gestió i del currículum en un centre educatiu

Una de les estratègies per iniciar un treball d'ambientalització d'un centre educatiu és la realització d'auditories. Quan l'equip de professors d'un Centre Educatiu es planteja que la comunitat educativa –professorat, alumnat i famílies- treballi les actituds i els comportaments de manera que s'encaminin cap a una societat sostenible, sorgeix la necessitat de dur a terme una diagnosi ambiental del centre que permeti tenir una idea clara de la situació en que aquest es troba. Aquesta diagnosi cal fer-la des de tres vessants: l'ambientalització curricular, la gestió del centre i la relació amb l'entorn.

L'auditoria possibilita recollir els punts forts i els febles del centre, així com les oportunitats i amenaces interiors i exteriors que poden ajudar o dificultar resoldre els problemes detectats. A partir d'aquí, es poden plantejar preguntes i hipòtesis de treball, definir els objectius a assolir i dissenyar les línies d'acció per aconseguir-los. És molt important la implicació de tota la comunitat educativa en el projecte i saber aprofitar el millor que ens pot aportar cada estament. També és important avaluar com pot incidir l'ambientalització del Centre en l'entorn social i natural. Tot allò que es fa en el centre s'ha de fer extensible a les famílies, al barri, al municipi i, és convenient i necessari, estar en contacte i relacionar-se amb les institucions i amb els diferents

col·lectius existents. Cal aprendre a treballar en xarxa perquè la tasca feta al centre es vegi enriquida amb les aportacions de cada un dels estaments o entitats que la integren.

Una diagnosi ambiental ha de reunir les següents característiques:

La **participació** de tota la comunitat educativa, sempre que sigui possible i segons la disponibilitat i habilitats de cada membre, tant en l'elaboració com en l'execució de la diagnosi.

La **difusió** dels resultats entre la comunitat educativa, per tal que tots intervinguin en definir els objectius a assolir, així com les línies d'acció.

La **implantació** de forma esglaonada de la diagnosi. És millor procedir en etapes fins que l'abast sigui total.

L'**experiència** d'altres centres que pot enriquir i ajudar.

La diagnosi ambiental ha de servir per analitzar la gestió sostenible del centre, l'ambientació curricular i les relacions amb l'entorn. Pel que fa referència a **la gestió sostenible del centre**, és important diagnosticar la política del centre en relació a:

- La sostenibilitat de les seves activitats
- L'aigua: consum, estalvi i contaminació.
- El nivell de consum energètic i el seu estalvi.
- El nivell de consum dels materials.
- La recollida de residus i la seva reducció i gestió.
- La contaminació acústica.
- El centre i les relacions amb el seu entorn.
- La mobilitat.

L'ambientalització curricular comporta que els documents estratègics del centre així com les programacions, les activitats tan a l'aula com les extraescolars estiguin emmarcades en un context de respecte i conservació del medi. Això implica:

- Incloure l'educació ambiental en els documents formals com el Projecte Educatiu de Centre (PEC), Reglament de Regim Interior (,RRI) actualment Normes d'Organització i Funcionament de Centre (NOFC), Programació General de l'Anual (PGA) o al Pla d'Acció Tutorial (PAT).
- Donar una perspectiva ambiental als continguts curriculars .
- Incloure l'educació ambiental en les programacions de les diferents àrees .
- Dur a terme activitats d'educació ambiental amb l'alumnat.

Pel que fa a les **relacions amb l'entorn**, les activitats ambientals dutes a terme al centre s'han de conèixer a l'entorn proper:

- Relacions del centre amb el seu entorn.
- Relacions del centre amb les institucions

Com a exemple de model per ambientalitzar el currículum i també en part, la gestió d'un centre educatiu, s'indiquen a continuació les fases proposades per Catalán *et al.*, (1996):

- 1.- Experimentació d'una activitat d'ensenyament aprenentatge relacionada amb l'educació ambiental que s'hagi dut a terme a altres centres.
- 2.- Elaboració i experimentació al centre d'una activitat d'ensenyament aprenentatge relacionada amb l'educació ambiental, feta pel centre i adaptada a problemes propis .
- 3.- Elaboració i experimentació d'una unitat didàctica amb un enfocament ambientalista
- 4.- Disseny i realització d'una experiència interdisciplinar; per exemple un projecte o crèdit de síntesi
- 5.- Incorporació de continguts d'educació ambiental en les programacions

6.- Estructuració dels currículums des d'una perspectiva ambientalista

7.- Ambientaltització del centre educatiu

Aquesta proposta no inclou fer una diagnosi ambiental inicial, aspecte que avui dia es considera important. A Catalunya, es pot afirmar que tots els centres que tenen un projecte d'EA apliquen els quatre primers punts d'aquesta proposta.

Per avançar en l'estructuració dels currículums des d'una perspectiva ambientalista (punt 6), els autors proposen en primer lloc establir – en el marc d'una comissió que representi a tots el departaments didàctics del centre-, un objectiu de l'etapa educativa, i a partir d'aquest objectiu completar els aspectes que s'indiquen al quadre 2.8:

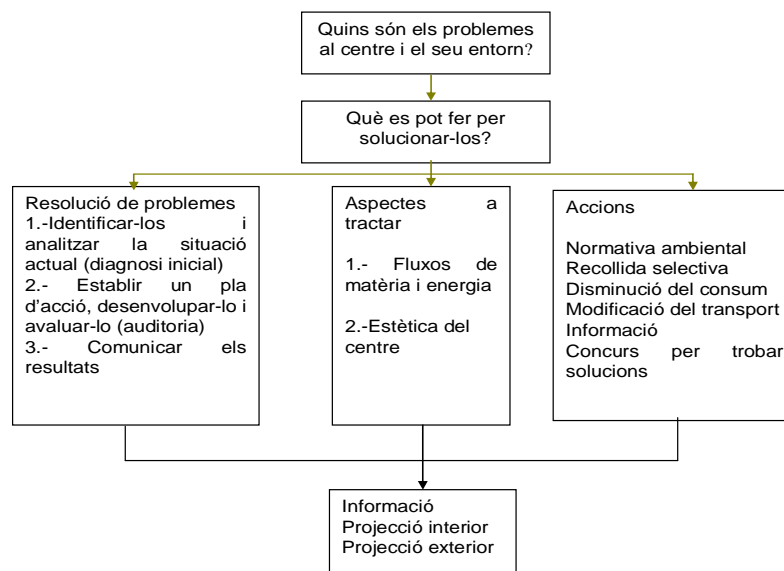
Quadre 2.8: Proposta per estructurar el currículum des d'una perspectiva ambientalista Font: Catalán et al., (1996)

OBJECTIUS	QÜESTIONS	CONCLUSIONS	COMENTARI
Anunci de l'objectiu de l'etapa	Quin significat té l'objectiu? Quin significat ha de tenir per al centre? Com es pot ambientaltitzar?	Trobar respostes a les anteriors qüestions a partir d'una reflexió col·lectiva	Síntesi de les conclusions que han d'acompanyar a cada objectiu
	Continguts Quins conceptes, procediments i actituds són necessaris per aconseguir l'objectiu?	Selecció de continguts conceptuals, procedimentals i actitudinals, que poden orientar el professorat de les diferents àrees	
	Activitats Quines activitats es poden fer per a que els estudiants assimilïn els continguts proposats i que l'alumnat no tenia assolits?	Proposar activitats concretes	

Una adequació d'aquesta proposta al moment actual comporta introduir a més dels objectius, les competències bàsiques que l'alumnat ha de desenvolupar.

Per ambientalitzar el centre els mateixos autors proposen detectar els problemes ambientals del centre i planificar com trobar solucions, les accions a realitzar, com informar a la comunitat educativa i a la població en general, així com avaluar el procés realitzat. Al quadre 2.9 s'inclou un esquema del procés proposat.

Quadre 2.9: Ambientalització d'un centre educatiu. Font: Catalán *et al.*, (1996)

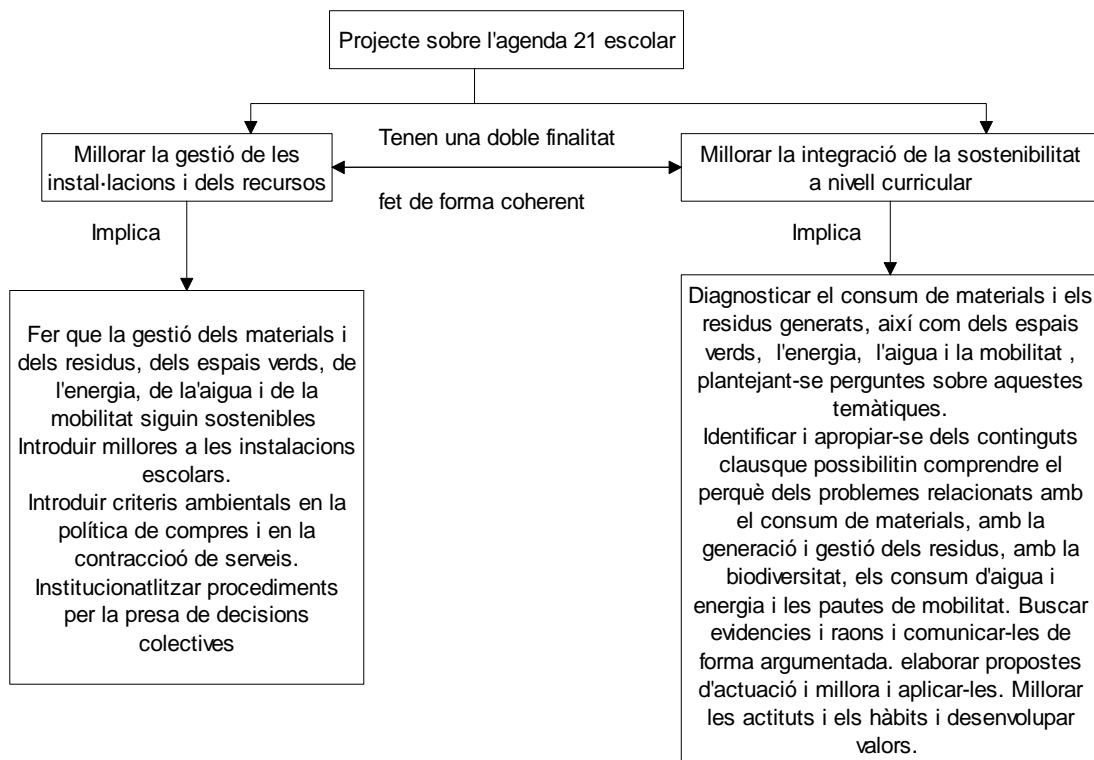


En aquest model els canvis en relació a la gestió sostenible del centre es plantegen com a conseqüència de l'ambientalització del currículum. En canvi, en les propostes que es generen al voltant dels projectes Escoles Verdes o Agendes 21 Escolars, el punt de partida acostuma a ser un canvi en la gestió ambiental del centre, i les auditories a nivell curricular incideixen poc en l'anàlisi i canvi del currículum que realment s'aplica des de les diferents àrees.

En un estudi realitzat sobre l'A21ES de l'Ajuntament de Sabadell (Castelltort i Sanmartí, 2007) es van analitzar els projectes realitzats per diferents escoles de primària i secundària, diferenciant les activitats segons estiguessin orientades a millorar l'ambientalització de la gestió del centre o del currículum, i diferenciant diferents finalitats (veure quadre 2.10).

Quadre 2.10: Criteris per a l'anàlisi dels projectes realitzats en el marc d'un programa

Agenda 21 escolar (A21ES)



Els resultats de l'estudi van permetre inferir un itinerari-típic que és el que es segueix a bona part dels centres que desenvolupen el programa Agenda 21 Escolar (A21ES) tot i que hi ha escoles que comencen directament per la segona etapa o que barregen etapes en el temps. Les etapes de l'itinerari detectades són:

Etapa inicial

En aquesta etapa es porten a terme accions relacionades amb la reutilització dels materials i la recollida selectiva dels residus, l'estalvi i l'eficiència en el consum del paper, l'energia i l'aigua, l'enjardinament sostenible del pati o la construcció d'un hort escolar ecològic. Es fan "campanyes" i es posen mitjans per estimular bons hàbits i es pacten noves formes d'ús. Les accions principals es concentren al voltant d'una setmana del medi ambient, sortides, tallers específics i/o diverses festes o celebracions puntuals.

Així mateix es constitueix una comissió de centre formada pel professorat interessat més algun membre de l'equip directiu i, en el cas dels centres de secundària, també es pot constituir una comissió d'alumnes integrada per voluntaris.

Es participa en activitats del programa "Ciutat i Escola" relacionades amb la temàtica ambiental.

Segona etapa

Es fan activitats relacionades amb les eco-auditories (sobre el consum de materials, els residus generats, el consum energètic, la biodiversitat, la mobilitat), que tenen per finalitat generar plans d'acció col·lectius. Els treballs de recerca i d'investigació de l'alumnat (com per exemple, les eco-auditories) s'aprofiten per als currícula de primària a les àrees de matemàtiques, ciències naturals, llengua, tecnologia, arts plàstiques, etc. I a secundària a través de crèdits variables, crèdits de síntesi o treballs de recerca.

Es comuniquen els resultats a tota la comunitat educativa, amb murals, informacions a la revista del centre, la pàgina web i a l'associació de pares i mares. La comissió del centre es reuneix de forma periòdica i amplia la seva composició. Porten a terme un treball més aprofundit i compromès, amb més ressò dins del centre. El professorat i/o representants de l'AMPA i/o del personal no docent participa en les activitats de formació que s'ofereixen des de la coordinació del Programa Agenda 21 Escolar.

Tercera etapa

En aquesta etapa s'introdueixen criteris ambientals en la rehabilitació i millora dels edificis i les instal·lacions, la política de compres i la contractació de serveis. Es podria dir que el centre entra en una etapa de normalització pel que fa a l'ambientalització en la gestió.

El centre aplica un Pla d'Acció, decidit democràticament amb la participació de tota la comunitat educativa. A nivell curricular es comencen a utilitzar els projectes com a context d'aprenentatge de coneixements que possibiliten explicar les causes i les conseqüències dels problemes ambientals. Es busca que l'alumnat compregui les raons de les actuacions proposades i no només que actuï. També els projectes s'obren a l'entorn, es busca la complicitat dels agents socials i es duen a terme accions que van més enllà de l'escola, amb accions de barri o de ciutat. El professorat participa en algun grup de treball local vinculat a l'educació ambiental.

Etapa de consolidació

El centre explicita en els seus documents rectors, la coherència ambiental que assoleix, tant pel que fa al funcionament i la institucionalització dels processos, com a nivell curricular. S'han analitzat els continguts-clau (conceptes, procediments i valors) que caldria ajudar que els alumnes construïssin i s'han integrat ens els currículums de la major part de les àrees. Tota la proposta forma part del projecte educatiu i curricular del centre.

Els projectes es duen a terme en el marc de diferents assignatures i cursos, a partir d'un projecte curricular consensuat que afronta el desenvolupament de competències relacionades amb el pensament i l'acció crítica.

El professorat participa en grups de formació i/o intercanvi vinculats a l'educació ambiental a nivell supramunicipal o internacional. Per continuar avançant, no es té dependència d'estímuls externs que puguin provenir de les institucions públiques i/o d'altres organismes privats.

Cap dels centres analitzats estava en l'etapa de consolidació i la majoria es situaven a la primera etapa.

Un dels principals problemes amb que s'enfronta l'EA a l'hora de ser introduïda als centres educatius, és la contradicció que hi ha entre els valors, les actituds i els hàbits que es volen promoure des del centre educatiu i els dominants la societat actual. En la mesura que els estudiants assumeixen nous valors sobretot a partir de les pràctiques tant dels individus com dels grups socials que actuen com a model, augmenta la contradicció. El fet que la immensa majoria de l'alumnat visqui en entorns poc sensibilitzats pels problemes ambientals i que les actituds, valors i hàbits dominants en el discurs quotidià de la societat i de les institucions públiques i privades contradiguin els plantejaments de l'educació ambiental, no contribueix precisament a potenciar-la. Aquest és un problema que ha d'afrontar sempre l'escola: la societat li demana que educui als infants i joves en uns valors i conductes que no són els dominants a la societat. Un exemple podria ser el tractament que els mitjans de comunicació donen habitualment als problemes ambientals caracteritzat per ser fragmentari, simple i poc fonamentat en coneixements. Normalment, no es consideren les dimensions socials, econòmiques, polítiques i ecològiques, ni els seus valors associats.

Un altre problema, relacionat amb com s'estimula i es gestiona l'EA a Catalunya, és la poca intercomunicació que tradicionalment hi ha hagut entre els diferents agents

implicats en l'EA (Centres d'educació reglada i no reglada, diferents administracions, etc.). Aquesta manca de comunicació genera duplicitats i contradiccions i comporta un mal ús de recursos. Per exemple, un mateix centre pot participar de diferents projectes i els seus promotors no estar coordinats –Departament de Medi Ambient (actualment Territori i Sostenibilitat) Departament d'Educació (actualment d'Ensenyament) i Ajuntaments-. En els darrers anys sembla que es vol començar a resoldre aquest problema.

Malgrat tot, també hi ha aspectes positius entre els quals es pot indicar que hi ha una preocupació social cada vegada més gran en relació al respecte i millora de l'entorn, que facilita el progrés i el desenvolupament de l'EA. A més, les actuacions i iniciatives tant de la societat civil, com de les administracions, malgrat que a vegades són massa dirigides i donen poca autonomia als centres, intenten promoure un desenvolupament sostenible i configuren un marc adient per a la introducció de l'EA a les escoles. De fet, la introducció de l'EA en el sistema educatiu pot ajudar a treure a la llum les contradiccions entre el model de desenvolupament econòmic i social que promou (respectuós amb l'entorn i socialment més just) i el model de producció i consum de la societat actual. I per tant, l'EA pot esdevenir un autèntic motor de canvi.

2.7 L'Estratègia Catalana d'Educació Ambiental i el “Libro Blanco de la Educación Ambiental”

Des de l'any 2001 s'han dut a terme accions per analitzar l'opinió que tenen els docents, els estudiants i les famílies de la situació de l'EA a Catalunya , així com el paper que juga l'administració i l'opinió de les associacions ciutadanes i ecologistes. Aquell any es va iniciar l'estratègia catalana de comunicació i educació ambiental (ECECA) -posteriorment (ECEA)- on hi estaven representats tots els nivells d'ensenyament de Catalunya i no sols la secundària. A la resta de l'Estat l'any 1999 es va redactar el “El Libro Blanco de la Educación Ambiental (LBEA)”.

L'ECEA començà fent una diagnosi per tal de definir per una banda el camp d'actuació de l'EA i per l'altra assenyalant que hauria de fer l'administració. Hi havia diferents sectors, al sector d'ensenyament de l'Estratègia estava format per representants del sistema educatiu reglat, que comprèn l'educació infantil, la primària, la secundària obligatòria, el batxillerat i els cicles formatius de grau mitjà i superior. En aquest sector, s'entenia per educació ambiental el conjunt d'activitats realitzades en el marc del sistema educatiu que incideixen directament en l'adquisició de conceptes,

habilitats, actituds i valors de tota la comunitat educativa i que fomenten el respecte pel medi ambient i la seva millora.

Segons la legislació vigent qui havia de marcar les directrius en l'ensenyament de l'EA era el Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya, el màxim òrgan de l'Administració educativa catalana en l'àmbit dels ensenyaments, abans esmentats, ja que aquest Departament era el responsable de dissenyar els currículums educatius en els diversos nivells i modalitats de l'ensenyament no universitari i també autoritzar, les modificacions corresponents. De les diverses direccions generals del Departament d'Educació, la més rellevant pel que fa a l'EA era la d'Ordenació i Innovació Educativa, ja que tenia assignades, entre d'altres, les funcions d'elaboració i desenvolupament curricular.

Ja que la definició d'educació ambiental de l'ECEA es va fer per consens tots els sectors implicats hi estaven d'acord. Ara bé, els problemes sorgiren a l'hora d'aplicar aquesta definició a l'aula. Per altra banda, les funcions encomanades a l'administració també eren les adients però els problemes apareixien quan es concretaven. Per exemple, als llibres de text no hi havia continguts curriculars ambientals, malgrat estar inclosos als currícules. Per altra banda, des de l'administració catalana no va fomentar suficientment l'EA com a eix transversal a l'educació. Tampoc es fomenta prou l'elaboració de materials curriculars ambientaltzats, la construcció de centres estructuralment sostenibles i la gestió sostenible dels mateixos.

Pel que fa referència als recursos i materials relatius a l'EA, el nostre país té una llarga tradició en l'elaboració d'aquests recursos que estan a l'abast dels educadors malgrat que no es disposa d'unes bases de dades que permetin l'accés fàcil als materials, ni tampoc d'una avaluació de la seva eficàcia. Es troba a faltar una avaluació sistemàtica dels recursos ambientals, feta emprant indicadors de qualitat adients i contrastats, que permetin destriar els bons projectes de la resta. Es constata que n'hi ha molts, amb diferents suports i formats però dispersos, però sense contextualitzar. Són materials elaborats per particulars, associacions, institucions públiques, fundacions, empreses, els propis centres escolars i les administracions (de diferents ministeris o conselleries) la qual cosa fa difícil la discriminació i tria. D'altra banda els materials no presenten una visió interdisciplinària; barregen causes, processos i efectes i emfasitzen possibles solucions –que no existeixen- i que normalment estan allunyades de les consideracions que pot realitzar l'alumnat. Les escoles, normalment, són sensibles i permeables a les propostes i recomanacions de millora de la gestió ambiental que els fan tant la societat civil com les administracions (de vegades amb grans projectes com

Escoles Verdes, Agenda 21 Escolar i Projectes d'Innovació en Educació Ambiental, Xarxa d'Escoles sostenibles de Catalunya, encara que sense proporcionar gaires recursos ni directrius al centres). En aquest sentit, molts centres educatius han establert sistemes de reciclatge del paper i d'altres materials, que l'administració a posteriori ha utilitzat i recomanat a altres centres. Aquestes iniciatives han tingut una bona acceptació per part de la comunitat educativa i s'han obtingut resultats positius pel que fa al canvi d'hàbits i actituds del professorat, de l'alumnat i, fins i tot, de l'entorn familiar i social de molts centres educatius. També és cert que als centres arriben una gran quantitat de recursos relacionats amb l'educació ambiental que en general no es poden utilitzar per manca de temps o bé per les raons esmentades abans.

Els projectes d'ambientalització curricular i de gestió sostenible dels centres educatius, en els quals s'incentiva la participació de la comunitat educativa són una via que permet augmentar el diàleg i la comunicació entre els col·lectius implicats. En general es pot observar que a mesura que el procés avança l'alumnat actua com a transmissor a les seves famílies d'hàbits i conductes ambientalment correctes. Com diu en un dels seus punts l'ECEA *“El tractament de l'EA en l'ensenyament reglat ha mostrat que els estudiants poden ser, probablement, els dinamitzadors de canvis de comportament en els seus familiars i adults propers”*.

Tant el document de l'ECEA com el “Libro Blanco” (LBEA) fan una referència clara al sistema educatiu (educació reglada, formal) però també incideixen en el fet que l'EA està present en altres àmbits socials. En aquest sentit l'ECEA fa referència als valors i actituds de la vida quotidiana (per exemple els presents en els mitjans de comunicació) que com hem vist amb freqüència es contradiuen amb les finalitats de l'EA. L'ECEA fa referència explícita al fet que el marc educatiu reglat és el marc idoni per promoure l'educació ambiental però paral·lelament constata que no existeix un programa específic. El LBEA fa referència al currículum obert i flexible o sigui sense especificar els continguts i defineix l'EA com a eix transversal, però constata *“un cierto grado de escepticismo respecto a la evolución del proceso”* per raons intrínseques i extrínseques. Per la seva banda l'ECEA remarca la *“manca de suport a l'EA en el marc del sistema educatiu per part del Departament d'Educació que limita la implicació de la comunitat educativa i afavoreix el tractament marginal de l'EA”*.

Pel que fa referència als materials didàctics, . L'ECEA remarca que els materials són esbiaixats, és a dir, no presenten els problemes des de diversos punts de vista i tant el LBEA com l'ECEA fan referència a la manca formació inicial i permanent del professorat. Finalment l'ECEA constata la dificultat per avaluar a l'alumnat i en

particular els valors i actituds dels alumnes respecte als continguts de l'EA, educació que té un fort contingut actitudinal, doncs aspira canviar o transformar conductes i comportaments.

Pel que fa a les recomanacions i línies estratègiques d'actuació cal remarcar alguns punts. L'informe de LBEA remarca la necessitat d'assessors especialistes en educació ambiental en les unitats administratives amb l'objectiu de formar i assessorar al professorat. D'altra banda assenyala la necessitat de promoure cursos d'educació ambiental però eminentment pràctics. L'ECEA reclama l'establiment de programes coherents de formació inicial i permanent del professorat en matèria d'educació ambiental. Finalment totes dues demanen impulsar la elaboració de materials didàctics adaptats als diferents nivells educatius i característiques de l'alumnat.

2.8 Les idees de l'alumnat en relació al medi ambient

Com ja s'ha comentat, des d'una perspectiva constructivista en tot procés educatiu cal partir de les idees de l'alumnat. En aquesta línia cal esmentar que s'han realitzat diferents estudis on s'analitzen les idees prèvies de l'alumnat en relació al medi ambient. En aquest apartat únicament es comenten aquells directament relacionats amb la recerca duta a terme en aquesta tesi.

L'any 1989 es va dur a terme un estudi, coordinat per M. Isla, a l'entorn de les idees de l'alumnat universitari i de BUP sobre problemàtiques ambientals. La pregunta era sobre les repercussions ambientals que creien que provocaven diferents actuacions (menjar en una hamburgueseria, dutxar-se amb aigua calenta molta estona, beure Coca-Cola de llauna, etc.) i les respostes s'havien de triar entre unes 20 possibles (canvi climàtic, disminució de la biodiversitat, marees negres, menys salut, despesa econòmica, desforestació de l'Amazònia, alt consum d'energia, etc). Les respostes van posar de manifest que els estudiants consultats tenien dificultats per relacionar entre sí les possibles conseqüències i reconèixer la interconnexió entre elles. Aquesta dificultat segueix manifestant-se avui dia, els estudiants només són capaços de percebre les causes immediates o aquelles de les quals els mitjans de comunicació parlen amb més freqüència. Sembla ser que reconèixer la cadena de conseqüències ambientals que comporta una acció els és molt difícil. Per exemple, dutxar-se amb aigua calenta molta estona només ho relacionen amb un increment de despesa econòmica o menjar en una hamburgueseria tan sols comporta efectes sobre la salut.

Cunit *et. al.*, (1997) en un estudi realitzat entre adolescents de 14-16 anys, van subdividir la població estudiada en diversos grups diferents en funció de les respostes obtingudes a preguntes relacionades amb les causes de problemes ambientals i les possibles solucions. Aquests grups s'indiquen a continuació:

"Ecologista/consumidor racional": Per a aquests nois i noies els problemes ambientals són deguts al model de vida desenvolupat en els darrers anys, i per solucionar-los cal canviar col·lectivament i radicalment. Aquest grup era molt minoritari.

"Controladors-repressors": Per a aquest grup el problema rau en el fet que les administracions no controlen les indústries i, en general, als agents que contaminen. La solució està en el control i la repressió dels qui no compleixen les normes. Per exemple, posar multes.

"Insatistes/catastrofistes": Consideren que les persones es caracteritzen per l'individualisme i per la recerca del profit personal. Aquests alumnes consideren que el tema no té solució, perquè és impossible canviar allò que està en els 'gens'. Aquest va ser el punt de vista majoritari en la mostra estudiada.

"Passius/receptors de normes". Creuen que és una temàtica que han de resoldre els governants. Les solucions arribaran si es donen normes clares sobre què s'ha de fer ja que això facilita molt l'actuació.

En un altre estudi Dobson i Andrew (1997) van agrupar les persones i els grups socials en quatre grans grups:

El primer grup, que denominen **anti verd**, està format per aquells que no estan preocupats ni poc ni molt pel seu entorn. Pensen que els problemes del medi són una invenció d'uns quants il·luminats que no volen que la societat avanci, i que en realitat els problemes no existeixen o si existeixen estan magnificats per determinats interessos. Ells són aliens als problemes.

El segon grup, que denominen **no verd**, és el format pels que pensen que el medi ambient té problemes però que es poden solucionar o bé amb la ciència i la tecnologia o bé per accions dels poders establerts. Ells no formen part dels problemes ni de la seva solució.

El tercer grup, anomenat **verd**, el formen els que estan preocupats pel medi i també per altres problemes socials, polítics etc. Pensen que s'ha de treballar per millorar l'entorn però no sols des de les instàncies governamentals sinó també des de les actituds personals.

El quart grup, que denominen **verd verd**, el formen els que estan molt preocupats pel medi i que pensen que la degradació ambiental es deguda al avenços de la humanitat. Per tant, creuen que per solucionar els problemes s'ha de retornar els orígens i estan en contra dels avenços tecnològics. Moltes vegades son qualificats de integristes verds pels seus propis companys.

Aquestes darreres categories són les que s'han utilitzat en el nostre estudi. Malgrat que són semblants a les del Cunit es consideren més adients pel tipus d'alumnat escollit, i també per que al començar l'estudi no coneixíem el primer, i per tant vam agafar el segon i el vam adaptar a la nostra recerca.

2.9 L'educació ambiental a l'educació secundària

A l'Annex 1 d'aquesta memòria s'inclou un resum de la consideració que l'EA ha tingut en les diferents lleis d'educació en vigor a l'Estat Espanyol les darreres dècades, des de la LOGSE (1990), passant per la LOCE (2002) i fins arribar a l'actual LOE (2006) desenvolupada a Catalunya pel Decret 143/2007, de 26 de juny, en la qual s'estableix l'ordenació dels ensenyaments de l'educació secundària. La LOE planteja un treball que, ben interpretat, és coherent amb la visió de l'educació per la sostenibilitat (EpS) analitzada anteriorment, ja que planteja que la finalitat és el desenvolupament de competències de l'alumnat a partir d'un treball interdisciplinar i integrador dels diferents tipus de continguts, orientat a desenvolupar la capacitat d'actuar de l'alumnat.

Des de l'UE ja fa anys que es donen directrius que fan referència a l'EA. Per exemple, l'Informe Delors sobre l'educació a Europa ja destacava que els sistemes educatius són factors clau del desenvolupament i que poden fer progressar els coneixements de manera que el desenvolupament econòmic vagi d'acord amb un control responsable de l'entorn físic i humà. Així mateix, també feia esment de la capacitat dels sistemes educatius per adaptar-se a l'evolució de la societat. L'educació ha de tenir en compte el complex conjunt de factors interdependents i en constant evolució, com són els valors individuals o socials, l'estructura de la família, el paper de les dones, el lloc reservat a les minories, els problemes de la urbanització o el medi ambient.

També en totes les conferències internacionals relatives a l'EA que s'han comentat previament (Tbilisi, 1977; Moscou, 1987; Tessalònica, 1997) s'ha posat de manifest la necessitat que l'EA estigui present en la formació de l'individu. En els darrers anys, els Ministeris d'Educació de la OCDE a través del projecte DeSeCo (2001) han incidit en la importància que les persones desenvolupin les competències que necessiten per a *“enfrentarse a los desafíos colectivos como sociedades, tales como el balance entre el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental, y la prosperidad con la equidad social”*.

És cert que aquestes directrius es poden interpretar de moltes maneres i que és difícil concebre que en un món globalitzat, en el qual els interessos econòmics ho condicionen tot, els governs pensin en una visió d'EA que pugui arribar a fer que les persones es plantegin canvis en el model socioeconòmic dominant, però sens dubte, respecte a situacions anteriors, el treball en el camp educatiu resta molt més obert.

Tot i així, propostes de l'educació per a la sostenibilitat encara s'estan molt lluny de ser una realitat a la majoria de centres de secundària. Els problemes més importants que avui dia té l'EA per generalitzar-se a l'educació secundària són:

Manca de consens sobre què s'entén per educar ambientalment en l'àmbit escolar i d'interès per parlar-ne.

Dificultats per integrar l'EA en el currículum de les diferents àrees i que deixi de formar part només d'activitats puntuals.

Dificultats organitzatives de la institució escolar que no possibiliten un treball interdisciplinari, imprescindible en el cas de l'EA.

Rutines d'ensenyament, en les quals el llibre de text és el material didàctic que ho condiciona tot i impedeix plantejar un treball a partir de l'anàlisi de situacions i problemes que tinguin sentit per a l'alumnat, siguin rellevants des del punt de vista social i significatius per a la construcció de models teòrics transferibles.

Escassa presència de l'EA en els Projectes Educatius de Centre (PEC), en els Plans Estratègics (PE), en els Projectes Curriculars de Centre (PCC) i en els Plans d'Acció Tutorial (PAT), cosa que comporta que les actuacions d'educació ambiental no estiguin prou recolzades per la comunitat educativa, i com a conseqüència no arribin a l'alumnat.

Falta d'instruments per avaluar els canvis positius de l'alumnat, sobre tot, en hàbits i actuacions ambientalment idònies. Són canvis a llarg termini i, alguns aspectes que els caracteritzen, formen part de les opcions ètiques personals. Per tant, ens trobem amb la contradicció que es considera un objectiu educatiu de l'escola, però en canvi no s'avalua i a la nostra societat allò que no s'avalua no és important.

Actualment hi ha a disposició del professorat i dels centres, materials i recursos informatius, formatius i didàctics de qualitat, ben adaptats als diferents nivells educatius, tot i que falta una sistematització (bases de dades, etc.) i també una avaluació sobre la qualitat dels productes. Els recursos i materials per a l'EA és força important a Catalunya, però el professorat en molts casos no els coneix o quan els utilitza, ho fa aplicant metodologies tradicionals, amb la qual cosa perden el seu sentit. A més, els llibres de text responen a la demanada del professorat i, per tant, incorporen habitualment una visió poc actualitzada de l'EA, tant des del punt de vista conceptual com metodològic.

A mida que s'avança en els nivells educatius, s'observa que disminueix la presència de l'educació ambiental quedant aquesta molt reduïda en el batxillerat i en els cicles formatius, a excepció del específics.

Un aspecte bàsic per avançar en la introducció de l'EA en el currículum de l'ensenyament secundari és la formació del professorat. Cano (1992) va proposar quatre vèrtexs que haurien d'estar presents en tot tipus de formació per facilitar la introducció de l'EA a l'escola d'una manera significativa i que s'indiquen a continuació:

Reflexions epistemològiques per dotar de bases científiques i filosòfiques a una educació ambiental que generi una nova ètica del comportament humà, i que possibiliti apropiar-se de la visió de complexitat.

Fonaments psicopedagògics i curriculars que tinguin en compte la formació global de l'individu i el desenvolupament de les seves capacitats d'aprenentatge. En aquesta línia és important relacionar l'EA amb el socioconstructivisme.

Recursos i estratègies per treballar fora de l'aula: treballs de camp i a la natura, etc. per partir de l'estudi de realitat que envolta l'alumnat.

Anàlisi d'experiències escolars actuals, que mostrin que altres maneres de fer són possibles.

Segons García de la Torre i Sequeiros (1996) les idees i les visions del professorat així com la seva formació, dificulta la introducció de l'EA al currículum (veure quadre 2.11). Una de les més importants és el reduccionisme dels formadors, que els fa concebre el medi només com a medi natural, cosa que comporta que la biosfera i la socioesfera no s'integrin i que no s'introdueixi la complexitat a l'hora d'analitzar i resoldre els problemes ambientals. Aquests autors indiquen que una finalitat hauria d'ésser la de capacitar també al professorat per a l'acció.

Quadre 2.11: Obstacles del professorat per integrar l'Educació Ambiental al currículum i proposta de procés de canvi.

Tipus d'obstacle	Posició inicial	Procés de canvi	Posició final
Conceptual: El concepte de medi s'entén com a medi natural	Reduccionisme conceptual. Es confon coneixement del medi amb educació ambiental	A partir de l'anàlisi i sensibilització entorn els problemes que té la biosfera, reconèixer la necessitat d'introduir la socioesfera	Integració de biosfera i socioesfera
Epistemològic: domini de l'inductivisme	Reduccionisme epistemològic, concepció mecanicista del món (paradigma fisiològic)	A partir de fenòmens senzills construïm el paradigma de la complexitat (del mecanisme al sistema)	Construcció del paradigma ecològic a partir del paradigma de la complexitat
Axiològic: els valors es redueixen al comportament individual	Reduccionisme científista: l'educació es redueix a il·lustració sense implicació	A partir dels problemes del medi es reconstrueixen els continguts procedimentals i en valors	Construcció d'un sistema de valors que porten a canviar les actituds i a intervenir socialment

Actualment s'està impartint un nou currículum de formació del professorat de secundària (Màster). Serà important que tingui present la necessitat d'una bona formació inicial, si es vol que hi hagi més possibilitats de canviar les sinèrgies dels centres. Tot i així, és ben conegut que el nou professorat acostuma a incorporar a la seva pràctica més fàcilment allò que observa que apliquen els companys de professió

(i que respon a la seva experiència viscuda com a alumne), que no pas els coneixements apresos en el marc acadèmic.

Tot i aquests punts febles, a Catalunya hi ha una llarga tradició d'EA i nombroses associacions i col·lectius (Societat Catalana d'Educació Ambiental, sindicats d'ensenyants, ICEs i Moviments de Renovació Pedagògica, Escoles de Natura ben diverses) han estat interessats per com educar en el respecte al medi ambient. De fet l'EA ha estat i és un agent molt important de canvi de la pràctica educativa.

En aquest capítol s'han presentat algunes reflexions entorn l'EA i la seva evolució. En el capítol 4 s'analitza com els dissenys didàctics que s'han anat plantejant des de l'inici de la recerca inclosa en aquests tesi també responen a aquesta evolució i en quins aspectes són coherents amb els darrers plantejaments i en quins d'altres seria desitjable una revisió –de forma paral·lela a l'estudi de l'evolució relacionada amb la visió d'ensenyar química-.

3. METODOLOGIA DE LA RECERCA

3. METODOLOGIA DE LA RECERCA

En aquest capítol es resumeix la metodologia utilitzada per dur a terme l'estudi, la mostra d'alumnes avaluada, el procediment emprat per a la selecció dels alumnes, així com els mitjans utilitzats tant per avaluar l'alumnat com per reformar les unitats didàctiques del crèdit variable.

Cal recordar que la recerca duta a terme en aquesta tesi prové de la pràctica docent del autor, la qual cosa ha comportat la generació d'uns bucles d'innovació-acció que s'han anat transformant en bucles de recerca-acció. La recerca realitzada pretén reflexionar i interpretar aquest procés i al mateix temps, obtenir dades sobre el seu impacte en les actituds de l'alumnat en relació al medi ambient.

3.1 Objectius

L'objectiu d'aquesta recerca, és doble. Per una banda pretén identificar els factors que influeixen en la introducció d'innovacions didàctiques en l'ensenyament de la química, en concret en un crèdit variable, a partir d'activitats contextualitzades i relacionades amb temàtiques ambientals. Per altra banda, avaluar si l'ensenyament de la química, a partir de l'anàlisi de problemes ambientals, afavoreix l'adquisició d'actituds responsables envers el medi ambient així com un aprenentatge significatiu de conceptes i procediments propis d'aquesta àrea de coneixement i identificar alguns factors que hi poden influir.

3.2 La mostra i dades recollides

a) En relació al primer objectiu,

En aquesta recerca s'analitzen les unitats didàctiques que integren el crèdit variable de 4t d'ESO, i que tracten de quatre temàtiques, totes elles relacionades amb l'entorn: la matèria, l'aire, l'aigua natural i els residus.

Cada unitat didàctica té una duració de entre 8 i 10 sessions i els continguts són els següents:

La matèria: Classificació

Mètodes de separació (canvi físic)

La filtració

L'evaporació

La decantació

Les mescles (homogeneïtat i heterogeneïtat de la matèria, dissolucions, concentració, element i compost), (introducció a l'estructura de la matèria)

L'aire

L'aigua natural (cicle de l'aigua)

Aplicacions dels mètodes de separació: com es depura i es potabilitza l'aigua?

Planta potabilitzadora

Depuració d'aigües residuals

Contaminació (formes de mesurar la concentració)

Què sabem de la contaminació de l'aigua?

Contaminants a l'aigua

Productes químics inorgànics (introducció a la formulació inorgànica)

Productes químics orgànics (introducció a la formulació orgànica)

Els detergents (cicle del fòsfor)

A part de no contaminar és molt important estalviar. Per què és tant important l'estalvi de l'aigua? (cicle de l'aigua)

Contaminació atmosfèrica: què en saps?

Fenòmens que produeix la contaminació atmosfèrica (canvi químic)

"Smog" fotoquímic

La capa d'ozó

L'efecte hivernacle (cicle del carboni)

La pluja àcida (formulació d'àcids, bases i sals. Cicles del sofre i el nitrogen)

Efectes de la contaminació atmosfèrica

Els residus (el cicle dels materials)

Classificació dels residus sòlids

Composició dels residus sòlids

Recollida i transport

Processos de tractament (físics i químics)

Enquesta sobre residus

Activitat final: estudi d'una nova substància. Es pot obtenir energia d'un residu?

La finalitat d'aquestes unitats didàctiques és l'aprenentatge de continguts químics relacionats amb problemes del medi ambient, així com potenciar el canvi en l'actitud de l'alumnat cap a posicions més responsables amb l'entorn. Els canvis introduïts i les raons per introduir-los, en els diferents cursos s'estudien al capítol 4.

b) En relació al segon objectiu,

L'avaluació dels possibles canvis d'actitud envers el medi ambient de l'alumnat s'ha dut a terme amb els alumnes de 3r de BUP i 4t d'ESO de l'IES Marianao de Sant Boi de Llobregat. Es tracta d'un alumnat de classe social mitja-baixa, que prové d'una zona de Sant Boi no marginal, però amb problemes, com per exemple, immigració, droga i delinqüència, tot i que les famílies, pares i/o mares, generalment estan preocupats per la situació dels fills i tenen tendències polítiques progressistes. En general, es tracta d'un barri de l'extra radi de Barcelona, amb una majoria de votants del PSC, ICV i ERC.

De tots els alumnes que han cursat els crèdits variables se n'han seleccionat 41. El criteri de selecció ha estat que els alumnes continuessin al centre i que l'autor de la tesi fos el seu professor durant més d'un curs, de manera que fos possible disposar de suficient informació per poder treure conclusions ja que en un curs acadèmic la informació recollida no es va considerar suficient per posar de manifest canvis en les actituds. Seguin aquests criteri s'ha inclòs tot l'alumnat que va cursar la UAC (Unitat d'adaptació curricular), ja que el crèdit variable era una matèria comuna que durava tot el curs i per tant, amb temps suficient per poder avaluar els canvis. Així mateix els dos

darrers cursos en els que es va impartir el crèdit variable es va considerar tot l'alumnat ja que a més del crèdit, a la vegada cursava els crèdits comuns de Ciències amb el mateix professor, la qual cosa va permetre fer un seguiment de la seva evolució. Els alumnes inclosos a l'estudi s'indiquen al quadre 3.1.

Tot l'alumnat de la mostra, excepció feta dels de la UAC, que per adaptació curricular han de cursar obligatòriament el crèdit variable objecte d'anàlisi en aquest treball, va escollir fer el crèdit d'Educació Química i Ambiental, la qual cosa indica un interès pel tema.

Quadre 3.1: Alumnes, nivell educatiu i assignatures amb contingut ambiental que han cursat.

Curs	Alumne	Nivell educatiu (o assignatures amb contingut ambiental que han cursat)
98-99	1	EATP (Ensenyaments i Actituds Tècnico-Professionals)
98-99	2	EATP
98-99	3	EATP
98-99	4	Matèria optativa 1r Batxillerat química ambiental
98-99	5	Matèria optativa 1r Batxillerat química ambiental
98-99	6	Matèria optativa 1r Batxillerat química ambiental
99-00 00-01	7	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental (A partir d'aquest curs passo els tres qüestionaris – el primer el del quadre 3.3 - a tot l'alumnat que fa el crèdit variable) Matèria optativa 1r Batxillerat química ambiental (no passo els qüestionaris)
99-00 00-01	8	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental Matèria optativa 1r Batxillerat química ambiental
99-00 00-01	9	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental

		Matèria optativa 1r Batxillerat química ambiental
00-01	10	Matèria optativa 1r Batxillerat química ambiental (no passo els qüestionaris)
00-01	11	Matèria optativa 1r Batxillerat química ambiental (no passo els qüestionaris)
00-01	12	Matèria optativa 1r Batxillerat química ambiental (no passo els qüestionaris)
00-01	13	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental
00-01	14	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental
00-01	15	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental
01-02		Per problemes d'horari no imparteixo el crèdit variable ni la optativa de química ambiental de batxillerat
02-03		Per problemes d'horari no imparteixo el crèdit variable ni la optativa de química ambiental de batxillerat
03-04	16	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental UAC 3r
03-04	17	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental UAC 3r
03-04	18	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental UAC 3r
03-04	19	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental UAC 3r
03-04	20	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental UAC 4t
03-04	21	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental

		ambiental UAC 4t
04-05		Per problemes d'horari no imparteixo el crèdit variable ni la optativa de química ambiental de batxillerat
05-06	22	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental
05-06	23	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental
05-06	24	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental
05-06	25	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental
05-06	26	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental
05-06	27	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental
06-07		Per problemes d'horari no imparteixo el crèdit variable ni la optativa de química ambiental de batxillerat
07-08	28	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental
07-08	29	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental
07-08	30	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental
07-08	31	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental
07-08	32	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental
07-08	33	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental
07-08	34	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental
07-08	35	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental
07-08	36	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental

07-08	37	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental
07-08	38	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental
07-08	39	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental
07-08	40	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental
07-08	41	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental

Les dades obtingudes amb l'alumnat de la mostra han estat utilitzades per identificar tipologies d'alumnat en funció de les categories que es descriuen als apartats següents.

3.3 Metodologia aplicada per avaluar la introducció d'innovacions didàctiques

Per respondre al primer dels objectius s'han analitzat els canvis introduïts en la pràctica educativa al llarg del període 1991-2008. Aquest període es caracteritza per molts canvis curriculars, des de la implantació de la LOGSE (1990) fins la LOE (2007) amb un currículum fonamentat en el desenvolupament de competències.

Els canvis s'han generat en l'aplicació del Model d'Excel·lència de la "European Foundation for Quality Management (EFQM)" i més concretament del cicle PDCA, o cicle de millora continuada (Figura 3.1) que es basa en les següents etapes:

PLANIFICAR bé l'activitat (PLAN)

DUR A TERME l'activitat planificada (DO)

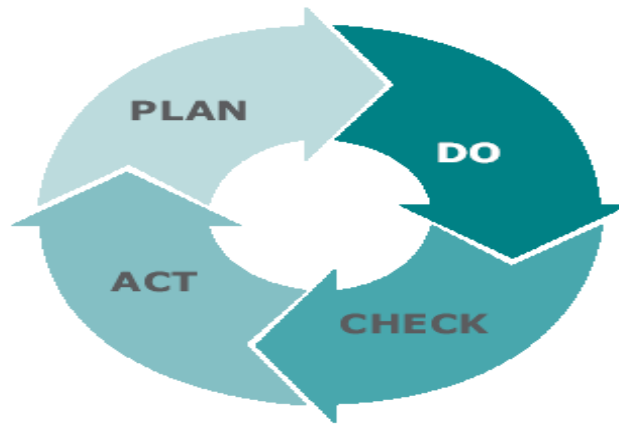
COMPROVAR i avaluar els resultats obtinguts (CHECK)

ACTUAR i millorar els resultats obtinguts (ACT).

En el nostre cas això ha implicat en primer lloc la recerca d'activitats relacionades amb la química i la problemàtica ambientals, la planificació les activitats d'ensenyament aprenentatge amb l'alumnat i un cop experimentades, realitzar l'avaluació dels resultats i millorar-les si cal, per tal d'assolir els objectius marcats. En una segona etapa les activitats anteriors es tornen a realitzar a l'aula i seguidament, s'avaluen els

avenços i les mancances de l'alumnat per tal de modificar i canviar algunes parts de les activitats que no han donat els resultats esperats. Les modificacions efectuades estan també relacionades amb nous coneixements resultat de activitats de formació continuada així com amb les orientacions que emanen dels canvis curriculars establerts i comentaris i recomanacions provinents de diverses fonts.

Figura 3.1 cicle PDCA



Aquests canvis s'han agrupat en grans bucles d'innovació/recerca-acció, que són els que s'han caracteritzat i analitzat.

El **primer bucle d'acció**, que s'ha anomenat *Etapa prèvia: "La vida real entra a les classes de química"*, comprèn els anys 1991 i 1992 i els materials elaborats estan els descrits a l'apartat 4.1. En aquest període no es van recollir dades sobre les actituds de l'alumnat.

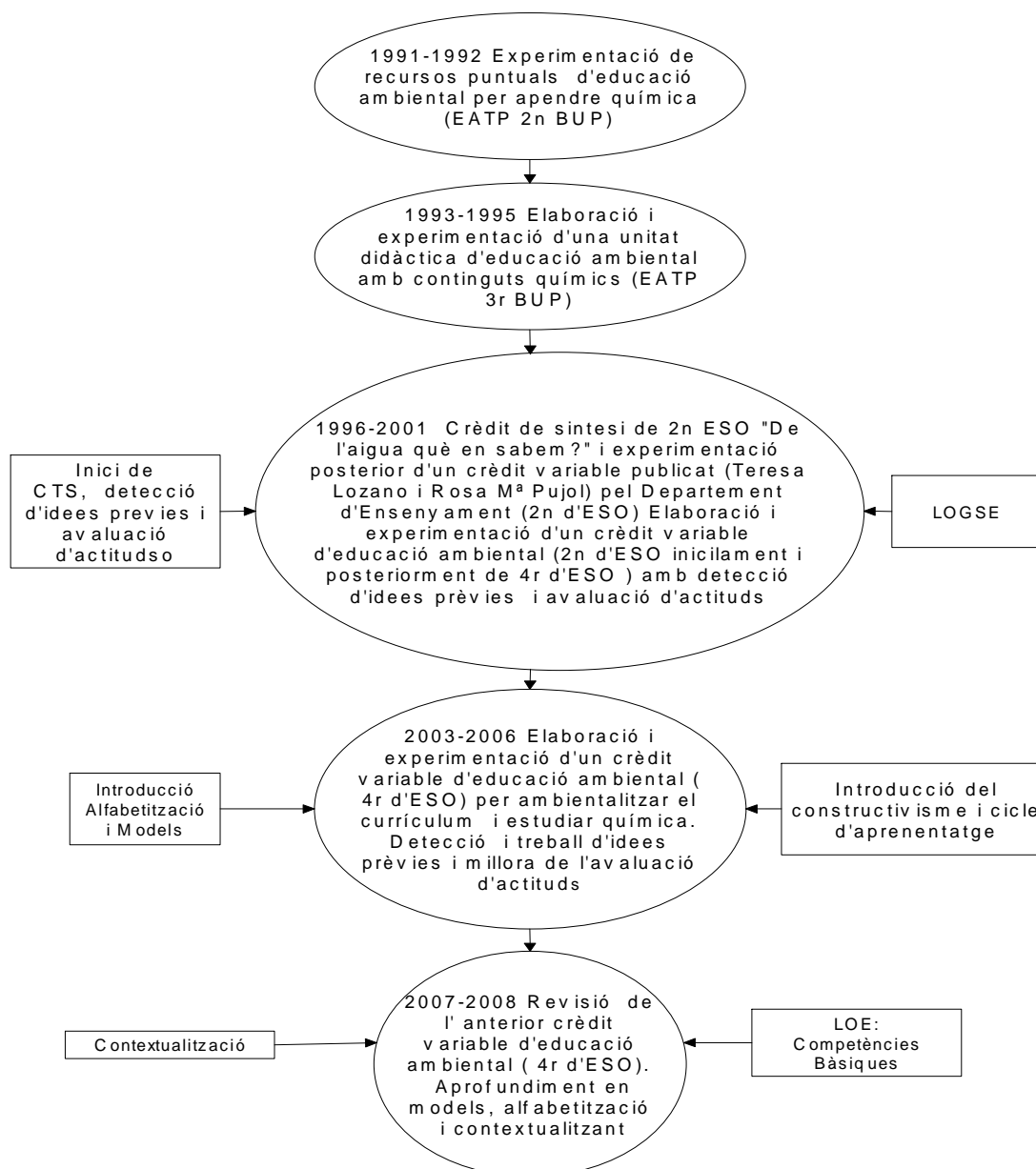
El **segon bucle d'acció**, que s'ha anomenat *Primera etapa: "Els problemes ambientals entren a les classes de química"*, comprèn els anys 1993 i 1995 i els materials elaborats han estat descrits a l'apartat 4.2. En aquesta etapa es van començar a detectar idees prèvies i a avaluar actituds de l'alumnat.

El **tercer bucle d'acció**, que s'ha anomenat *Segona etapa: "Ens proposem educar ambientalment"*, comprèn de l'any 1996 al 2001 i els materials elaborats han estat descrits a l'apartat 4.3. En aquesta etapa ja s'han avaluat les actituds ambientals.

El **quart bucle d'acció**, que s'ha anomenat *Tercera etapa: "S'incorpora la visió constructivista al disseny de les unitats didàctiques del crèdit variable"*, comprèn de l'any 2003 al 2006 i els materials elaborats han estat descrits a l'apartat 4.4. En aquest etapa ja s'han detectat i analitzat idees prèvies i s'ha millorat l'avaluació d'actituds ambientals.

El cinquè bucle d'acció, la Quarta etapa: "S'incorpora el treball de les competències bàsiques", es va posar en marxa el curs 2007-2008, i actualment es continua fent, els materials elaborats han estat els descrits a l'apartat 4.5 i s'inclouen a l'Annex-3 (Material del crèdit variable per l'alumnat, programació del crèdit variable i dossier del professorat). En aquesta etapa s'han introduït les competències bàsiques i la contextualització.

Figura 3.2 Bucles d'innovació/recerca-acció aplicats



Les dades recollides en aquesta tesi corresponen a tots els materials elaborats durant els diferents cursos, així com mostres de activitats, i treballs fets per l'alumnats.

Per a l'anàlisi de les dades en cadascuna de les etapes s'han pres en consideració els següents aspectes:

a) El punt de partida i les raons dels canvis introduïts.

b) Les principals característiques de les activitats de les unitats didàctiques així com les respostes de l'alumnat. Cal tenir present:

- La contextualització dels aprenentatges de química
- La selecció dels continguts clau i la seva interrelació
- La metodologia de les activitats d'ensenyament-aprenentatge
- La identificació de idees prèvies i posteriorment treballar a partir de d'aquestes
- El plantejament de preguntes corresponents a les diverses activitats
- L'activitat de síntesi
- Les activitats d'aplicació
- Les preguntes de la prova d'avaluació final

c) La justificació dels canvis des del punt de vista de la didàctica de la química (en relació al contingut del capítol 1), i des del punt de vista de l'educació química i ambiental (capítol 2).

d) Les conseqüències que es poden deduir a partir de l'aplicació a l'aula.

3.4 Metodologia aplicada per avaluar l'adquisició d'actituds responsables envers el medi ambient

En relació a aquest objectiu s'han recollit dades sobre les actituds de l'alumnat en relació al medi ambient, sobre els seus comportaments, sobre els estils motivacionals d'aprenentatge i sobre els resultats acadèmics.

3.4.1 Instruments per a la recollida de dades sobre les actituds de l'alumnat

Atès que les dades utilitzades per avaluar les actituds de l'alumnat en relació al medi ambient s'han recollit durant un període relativament llarg, alguns dels instruments

emprats per a la seva anàlisi s'han anat modificant amb el temps. Els diferents instruments utilitzats, es comenten a continuació:

1. Recollir informació sobre l'expedient acadèmic de l'alumnat de la mostra, així com de la seva fitxa tutorial i també sobre la seva situació personal . En el cas de no conèixer prou bé l'estudiant s'ha parlat amb el seu tutor per tenir informació dels seus possibles problemes d'aprenentatge, del seu nivell acadèmic i de les seves característiques personals o polítiques. De molts d'ells s'ha aconseguit tenir un coneixement prou ampli, ja que s'ha seguit la seva trajectòria fins i tot fora del centre una vegada acabats els estudis a l'IES. En aquest context no formal, els nois i noies parlen i s'expressen molt més lliurement.
2. Qüestionaris tipus Lickert inicials (al principi del crèdit) i finals (els mateixos qüestionaris en acabar el crèdit). Aquests qüestionaris es comenten al subapartat a.
3. Respostes a un KPSI o altres activitats (pluja d'idees, converses amb l'alumnat, visualització de documentals i lectura d'articles relacionats amb la temàtica tractada) plantejades per detectar les idees i actituds prèvies de l'alumnat (avaluació inicial). Aquests KPSI es recullen als apartats 4.4 i 4.5 d'aquesta recerca.
4. Respostes als mateixos KPSI al final del crèdit o unitat didàctica i, en el cas dels continguts de química, respostes a una prova específica. En la programació de les unitats didàctiques del crèdit variable d'Educació Química i Ambiental (Annex-3) així com a l'apartat 3.6, estan explicitades les eines utilitzades per avaluar els aprenentatges de química així com els criteris d'avaluació.
5. Entrevista personal amb tot l'alumnat (41 alumnes), en un context diferent de l'aula, per tal de conèixer amb més profunditat la seva actitud respecte als problemes ambientals i la relació d'aquesta actitud amb els continguts de química estudiats i assolits. En alguns casos aquesta entrevista s'ha realitzat un any després de cursar el crèdit. El guió de l'entrevista es pot trobar en aquest mateix apartat (subapartat b).

a) Qüestionaris tipus Lickert

El **qüestionari o escala tipus Lickert**, emprat en aquesta tesi ha estat adaptada de la dissenyada i validada per Caurín (2000), seguint la proposta de Hamblenton (1989), on

per evitar el problema de la “centralitat” en les respostes de cada ítem el nombre d’opcions a triar és parell, quantificant les valoracions dels ítems en una escala de 1 a 4, en la que 1 representa la manca d’ajust entre l’ítem del qüestionari i l’objecte del mateix, i 4 correspon a un perfecte ajust entre tots dos. Aquest tipus d’escala anomenat Qüestionari-1 (Morales, 2010), ha estat recomanat en diversos estudis ja que és un instrument molt adient per avaluar actituds de difícil observació directa (Álvarez, i altres, 1999; Vega, 2004; Ocaña i altres, 2013) i en aquesta tesi s’ha emprat per avaluar les actituds envers el medi ambient de tot l’alumnat que ha realitzat el crèdit variable (unitats didàctiques de la tesi) entre els anys 2000 i 2008. Les respostes es recullen el dia que començava el crèdit i un cop acabat.

Es pretenia mesurar una qualitat de l’alumnat no directament observable, com era la seva actitud davant problemes ambientals i amb aquest objectiu l’alumnat havia de respondre als 25 ítems del qüestionari-1 tots ells relacionats amb actituds ambientals. Aquests ítems es recullen al quadre 3.2

El nombre d’ítems de l’escala és de 25 i per tant, la puntuació màxima assolida és de 100 i la mínima de 25. L’alumnat es classifica en funció de la puntuació obtinguda en diverses categories (apartat 3.5.3). Els ítems són estables, consistents i correlacionats entre ells. Estan redactats en forma d’opinió discriminant, per facilitar que els alumnes estiguin d’acord o en contra, també s’hi ha inclòs ítems repetitius d’una mateixa idea (per exemple els ítems 1 i 5) i d’altres que estan redactats en dos direccions, positiva i negativa (ítems A i B). També hi ha dos blocs d’ítems (l’1 i el 2) que mesuren actituds ambientals diferents.

Totes aquestes consideracions queden recollides de la següent forma:

Ítems (A): 1, 2, 4, 6, 9, 14, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 25, la resposta ambientalment correcta correspon als codis 3 i 4

Ítems (B): 3, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 20 i 21 les respostes ambientalment correctes corresponen als codis 1 i 2. A diferència de les anteriors a l’alumne que contesta la 1 se li assigna un 4 i al que contesta la 2 li se li assigna un 3. Aquest procediment s’aplica a tot qüestionari Lickert.

Blocs de preguntes per tal de detectar les actituds de l’alumnat:

Bloc 1: 3, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 20, 21 i 23

Alumnat amb actituds i actuacions responsables davant dels problemes ambientals. Una mitjana en les respostes als ítems per sobre de 2,5 (mitjana de les quatre opcions que té l'alumnat a cada ítem, 1, 2, 3 i 4) en les resposta dels ítems indica que l'alumnat té aquestes actituds.

Bloc 2: 1, 2, 4, 5, 6, 9, 14, 18, 21, 24 i 25

Alumnat que pensa que la responsabilitat i solucions dels problemes ambientals rau en les institucions o bé en la tecnologia.

Una mitjana en les respostes als ítems per sobre de 2,5 (mitjana de les quatre opcions que té l'alumnat a cada ítem, 1, 2, 3 i 4) en les resposta dels ítems indica que l'alumnat no pensa d'aquesta forma.

Quadre 3.2 : 1r qüestionari per recollir dades sobre actituds envers el medi ambient i forma de mesurar els resultats (del curs 2000 i 2008)

QÜESTIONARI -1			
Indiqueu, sincerament, de l'1 al 4 la vostra actitud personal respecte de les següents afirmacions:			
CODI	ACTITUD PERSONAL		
1	Completament d'acord		
2	D'acord		
3	No estic d'acord		
4	En total desacord		
1.- Amb la meva actitud mai no podré fer res per resoldre els problemes ambientals.			
1	2	3	4
2.- Penso que la contaminació és un problema de les indústries i els polítics.			
1	2	3	4
3.- Sempre intento consumir l'aigua necessària, mai més, ja que és un recurs que es pot acabar.			
1	2	3	4
4.- Les sancions contra les empreses contaminants no són una solució i fan perdre			

llocs de treball.

1 2 3 4

5.- Amb la meua actitud podria ajudar a resoldre els problemes ambientals.

1 2 3 4

6.- Penso que les indústries i els governs són els responsables de l'augment del CO₂.

1 2 3 4

7.- Sempre utilitzo productes que no ataquin la capa d'ozó.

1 2 3 4

8.- La recollida selectiva d'escombraries estalvia molts recursos naturals.

1 2 3 4

9.- El vidre és químicament inert, no cal recollir-lo selectivament, aquesta recollida és un negoci dels ajuntaments.

1 2 3 4

10.- Em preocupa més el soroll de la moto que no pas la velocitat que puc assolir.

1 2 3 4

11.- Les piles sempre les llenço al contenidor adient, i quan les compro vigilo que no tingui metalls contaminants.

1 2 3 4

12.- Encara que canviï els meus hàbits no m'importa, si amb això, redueixo la contaminació.

1 2 3 4

13.- Mai no llenço papers a terra, i recullo els que trobo.

1 2 3 4

14.- La ciència i la tecnologia resoldran els problemes ambientals.

1 2 3 4

15.- Sempre escric per les dues cares del full.

1 2 3 4

16.- Mentre em rento les dents tinc l'aixeta tancada.

1 2 3 4

17.- Sempre em banyo em relaxa més que la dutxa.

1 2 3 4

18.- El problema de l'escassetat de l'aigua es soluciona amb depuradores.

1 2 3 4

19.- Hi ha espècies animals que poden desaparèixer, no són útils als homes.

1 2 3 4

20.- Sempre em desplaço en transport públic; és més barat i contamina menys.

1 2 3 4

21.- La única solució per fer un Món sostenible, és el canvi de model social.

1 2 3 4

22.- Si una espècie animal perjudica a l'home s'ha d'eliminar.

1 2 3 4

23.- Si una fàbrica contamina el millor és tancar-la.

1 2 3 4

24.- La solució al efecte hivernacle és prohibir la tala d'arbres al Tercer Món, i dotar-los de tecnologia.

1 2 3 4

25.- El retorn a una societat sense avenços tecnològics és la solució als problemes de l'entorn.

1 2 3 4

Per garantir els resultats obtinguts en utilitzar aquest qüestionari, es va dur a terme un estudi pilot emprant una mostra control de 20 alumnes pertanyents al centre i agafats de forma aleatòria. Es va calcular l' α de Cronbach, (Cronbach, 1951) (Àlvarez, i altres, 2004) que és la mitjana ponderada de les correlacions entre els ítems i que presenta un valor màxim de 1 de manera que la fiabilitat augmenta en apropar-se a aquesta quantitat. L' α de Cronbach permet quantificar el nivell de fiabilitat d'una escala de

mesura per a una magnitud inobservable construïda, com s'ha comentat anteriorment i ve donada per l'expressió següent

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right)$$

on k representa el nombre de ítems. $\sum_{i=1}^k S_i^2$ representa la suma de la variància de cada ítem i S_t^2 és la variància dels valors totals observats.

En el nostre cas, a partir de les respostes dels 25 ítems, es van calcular les desviacions en les respostes de cada ítem (S_i), les variàncies (S_i^2) i també la variància (S_t^2) de la suma total de punts (de 25 a 100) de cada alumne. Els resultats obtinguts pels 20 alumnes de l'estudi pilot, es resumeixen a l'Annex-4. Posteriorment es va calcular l' α de Cronbach que en el nostre cas ha estat 0,694. Cal esmentar que valors d' α entre 0,6 i 0,7 es consideren acceptables segons George i Mallery (2003) i també Huh, Delorme & Reid (2006). Fins i tot s'accepta un valor de 0.5 si la mostra de població és petita (Morales, 2010)

b) Segon qüestionari

A partir de l'any 1999 es va introduir un **segon qüestionari** que pretenia detectar si l'alumnat coneixia els compromisos del centre, que ja era centre pilot del projecte "Escola Verda", i també quins eren els comportaments a casa seva en relació al medi ambient. Aquest qüestionari s'inclou al quadre 3.3.

Quadre 3.3 QÜESTIONARI-2 per recollir dades sobre actuacions de l'alumnat envers el medi ambient (de l'any 1999 al 2008)

<p>QÜESTIONARI -2</p> <p>1.- Sabies que el nostre Centre pertany a una xarxa d'escoles verdes?</p> <p>Si No</p> <p>2.- Saps què és l'Educació química i ambiental?</p> <p>Si No</p> <p>3.- A les tutories parleu d'Educació química i ambiental?</p>
--

Si No

4.- A casa feu recollida selectiva de residus?

Si No

5.- Al centre es fa recollida selectiva de residus?

Si No

6.- Vens al Centre en transport públic o caminant?

Si No

7.- Et preocupa la contaminació?

Si No

8.- Penses que estalviar aigua és important?

Si No

9.- Al Centre s'estalvia aigua?

Si No

10.- Fas quelcom per disminuir la contaminació?

Si No

Avaluació del segon qüestionari

Puntuació ambientalment correcte: entre **7 i 10** respostes afirmatives

c) Entrevista amb l'alumnat

Un altre instrument utilitzat en aquest estudi va ser una **entrevista personal**, en la que canviant el context, es preguntava a cada estudiant tant sobre aspectes relacionats amb coneixements de química com actitudinals. L'entrevista, el model de la qual s'inclou al quadre 3.4, es va realitzar cada curs una vegada acabat el crèdit i passat un cert temps i es van entrevistar tota la mostra dels 41 alumnes inclosos a l'estudi. El model d'entrevista s'ha mantingut en tota la recerca però les preguntes concretes s'han modificat i s'han anat adaptant tenint en compte les respostes de l'alumnat. Per aquesta raó, no sempre el total de l'alumnat que respon a cada pregunta (apartat 5.5 d'aquesta recerca), és de 41 sinó d'un nombre menor. Si la modificació de la

pregunta, com per exemple la 7, no afecta substancialment el que volíem detectar s'ha comptabilitzat com una única pregunta.

Quadre 3.4: Entrevista amb l'alumnat

Algunes de les preguntes plantejades a l'entrevista (amb petites variacions segons l'alumnat):

- Fa uns mesos el President dels Estats Units d'Amèrica va dir que no complirien els acords signats a Kyoto sobre la reducció de les emissions de CO₂ a l'atmosfera. Quina opinió et mereix aquesta decisió?

- Podries donar alguns arguments en contra o a favor? Quina opinió et mereix el documental UNA VERDAD INCOMODA?

- Coneixes quins efectes té, sobre el Planeta, l'augment a l'atmosfera de CO₂ ?

- Hi ha alguna relació entre els vehicles i l'efecte hivernacle?

- Què proposaries per evitar-ho?

- Els cotxes amb catalitzador contaminen menys, coneixes el per què?

- Alguns gasos que surten pel tub d'escapament també ataquen la capa d'ozó, com?

- Què entens per "smog" fotoquímic,?. Quins són els gasos que el provoquen, enumera'ls?

- Què penses de la afirmació següent: "La tecnologia solucionarà, en un futur, els problemes ambientals provocats pel desenvolupament"?

- Estàs d'acord amb l'afirmació següent: "L'aigua és un recurs inesgotable, com hem vis al seu cicle"?

- Tu estaries disposat a prescindir d'alguns dels avenços actuals si amb això disminuís la contaminació?

- Què et semblaria l'existència d'una "policia ambiental"?

Si tinguessis un vehicle que et preocuparia més, la velocitat que aconsegueix o el soroll i la contaminació que produeix?

A casa feu recollida selectiva?

De les tres "R" (4 segons alguns autors) quina és la més important per tu?

Estaries d'acord amb una major protecció de l'entorn, encara que això portés a un canvi de model social?

Penses que haver estudiat contaminació ha canviat la teva actitud?

De quins dels articles, què consumeixes actualment, estaries disposat a prescindir

per disminuir la contaminació?

Quin mitja de transport utilitzes habitualment el públic o el privat? Per què? Quin contamina menys?

Què opines de la següent afirmació: " Jo utilitzaré els transport públic quan em sigui igual de còmode que el privat"?

A més, l'any 2005 es va realitzar una entrevista addicional a una sèrie d'alumnes que havien acabat els estudis l'any 2004 i que havien cursat diferents crèdits amb continguts ambientals al llarg de la seva escolaritat. L'objectiu era detectar què recordaven de les activitats i aprenentatges duts a terme i quines actituds i comportaments encara mantenien. Les preguntes clau de l'entrevista es recullen al quadre 3.5.

Quadre 3.5: Entrevista amb alumnat que ja havia sortit del centre (2005)

Enquesta 2005

Nom:

1.- En cursar l'ESO i el batxillerat, vas estudiar Educació química i ambiental (variables, optatives, treball de recerca, etc.). Creus que el fet de conèixer els fonaments científics dels problemes ambientals, t'ha ajudat a canviar les teves actituds? els teus hàbits?

2.- El fet d'estudiar els fonaments químics dels problemes ambientals, et va fer entendre millor la química?. Entenies la química que vas estudiar?. T'ha servit en els teus estudis posteriors?. I per resoldre problemes de la vida real?.

3.- Sabries explicar-me l'efecte hivernacle?.

4.- Els teus hàbits van canviar després d'estudiar al centre?. En què?.

5.- Quant contestaves a les enquestes responies la veritat o volies fer content al professor?

d) Informació de l'expedient de l'alumnat

Finalment, també s'han recollit dades sobre l'estil motivacional de l'alumnat a partir de la fitxa tutorial, sobre la seva actitud en relació amb l'aprenentatge de la química a partir de l'observació del seu treball a l'aula i del dossier de treball, i del rendiment acadèmic, a partir de les notes de l'expedient de cada alumne.

3.5 Categories d'anàlisi per a la identificació dels canvis actitudinals

Per analitzar les dades recollides, l'alumnat s'ha classificat en quatre grups tant pel que fa referència al seu estil motivacional d'aprenentatge (Martín Diaz i Kempa 1991) com a la seva actitud ambiental (Dobson i Andrew, 1997). Pel que fa al rendiment acadèmic els estudiants s'han classificat en cinc grups, y en funció de la seva actitud en dos. Les dues darreres classificacions s'han fet seguint la normativa vigent (LOGSE), unint dues normatives (LOGSE o LOE) i també per experiència docent.

3.5.1 Estils motivacionals d'aprenentatge de l'alumnat

Martín Diaz i Kempa (1991), a partir d'un treball fet anteriorment pel mateix Kempa van identificar quatre categories d'estils motivacionals de l'alumnat: sociables, curiosos, conscienciosos i buscadors d'èxit. A Catalunya, Mirandes i Tarin (1992) van adaptar aquest estudi perquè la darrera categoria (*buscadors d'èxit*) era molt poc abundant i en canvi, van detectar que hi havia alumnes que no els movia cap motivació. En aquest estudi els hem anomenat *desmotivats*. Les principals característiques de cada classe són:

a) *Alumnat social*. Trets característics:

No li agrada estudiar sol. A les classes tradicionals o de treball més individual normalment s'avorreix i parla amb la resta dels companys o companyes. Li agraden les pràctiques i els treballs amb grup, tant a classe com a casa, ja que així pot estar amb la gent i parlar. És molt sociable i no li agrada estar assegut les hores de classe escoltant al professorat, o bé fent exercicis avorrits. Sovint participa en activitats al centre i sempre està fent coses.

b) *Alumnat curiós*. Trets característics:

Li agrada molt aprendre coses noves però fer-les al seu aire. No li agraden gaire les classes on sols parla el professorat, però intenta estar atent i relacionar les explicacions amb coses que li interessin i que voldria saber. Sent una gran curiositat per temes relacionats amb les ciències, però pensa que a classe mai es tracten. Li agrada que li facilitin material i llibres per treballar a casa pel seu compte. S'ho passa molt bé a les classes pràctiques i sobre tot si pot inventar-se experiments, construir aparells o descobrir que passa en fer alguna cosa nova.

c) *Alumnat Conscienciosos*. Trets característics:

Li agrada que el professorat expliqui les coses molt clares, especifiqui que s'ha de fer, i com s'ha d'estudiar. Li agrada fer les coses ben fetes, de no ser així s'ho passa malament. Intenta que els seus apunts estiguin bé i siguin clars i ordenats. Sempre estudia abans dels exàmens i intenta preparar-los bé, si no ho fa així pateix i s'ho passa malament. Prefereix que a les classes no es preguntin massa per tal de no dispersar el contingut explicat pel professorat.

d) *Alumnat Desmotivats*. Trets característics:

Li resulta poc interessant tot el que es fa normalment a les classes de ciències. Pensa que estudiar li seria profitós però el camí que ha de fer per aconseguir-ho no li agrada ni té cap al·licient. Sort que a l'institut pot trobar amics i amigues. De vegades està atent a classe o estudia a casa però li és difícil concentrar-se i sempre es distreu.

3.5.2 Actitud de l'alumnat en relació a l'aprenentatge de la Química

A més de diferenciar l'alumnat pel seu rendiment, també s'ha classificat segons la seva actitud en relació a l'aprenentatge de la Química. Els criteris per a distribuir l'alumnat en aquestes categories provenen de la LOGSE on es parla de valors actitud i normes. S'han distingit els següents grups:

a) *Alumnat amb actitud positiva*. Trets característics:

Té una bona actitud davant de la matèria: Està atent a les explicacions i participa activament a classe, fa preguntes, ajuda als seus companys, treballa cooperativament, assisteix a classe, presenta els treballs i realitza les pràctiques amb cura dels materials i reciclant el residu.

b) *Alumnat amb actitud negativa*. Trets característics:

No té una bona actitud cap a la matèria: No atén a les explicacions i tampoc participa activament a les classes, molesta als companys, treballa sol o simplement no treballa, falta a classe, no presenta els treballs i al laboratori no té cura ni recicla ni neteja.

3.5.3 Actitud ambiental de l'alumnat

Dobson i Andrew (1997) van classificar les persones en quatre grups segons la seva actitud davant els problemes ambientals. Aquesta classificació s'ha adaptat a la nostra situació ja que no s'ha detectat alumnat classificable com *integratista verd* (segons els autors, aquestes persones actuen únicament per adoctrinament i mai es plantegen, el

per què de les seves actuacions) i s'ha substituït aquest grup per un anomenat *verd verd*. Per tant, els grups identificats són:

a) *Alumnat Antiverd*. Trets característics:

No està preocupat ni poc ni molt pel seu entorn. Pensa que els problemes del medi són una invenció d'uns quants il·luminats, que no volen que la societat avanci i que en realitat aquests problemes no existeixen. També creu que els problemes ambientals estan magnificats per determinats interessos, ells en són aliens.

b) *Alumnat no verd*. Trets característics:

Pensa que el medi ambient té problemes però que es poden solucionar o bé amb la ciència i la tecnologia o bé per accions dels poders establerts. Ells no formen part dels problemes, normalment és un alumnat que es classifica a ell mateix com apolític, malgrat que les seves idees son conservadores.

c) *Alumnat verd*. Trets característics:

Està preocupat pel medi, però també ho està per altres problemes socials, polítics etc. Aquests alumnes, moltes vegades actuen moguts per consignes o per dinàmiques familiars o del seu cercle d'amics. Pensen que s'ha de treballar per millorar l'entorn i estan influïts per les actituds de partits progressistes. Les seves actitud personals de vegades no són gaire reflexives.

d) *Alumnat verd verd*. Trets característics:

Està molt preocupat pel medi i pensa que la degradació ambiental es deguda a les actituds de tota la població. Creu que s'ha d'actuar de forma responsable tant des d'una perspectiva personal com des de la societat en conjunt. Les seves actituds són reflexives i és un grup poc partidari de consignes.

Les valoracions s'han fet seguint els següents criteris a partir de les dades recollides en aplicar el qüestionari Lickert (veure apartat 3.4.1a).

Quadre 3.7: Actitud ambiental

	QÜESTIONARI -1
Alumnat Antiverd	0 a 25 punts
Alumnat no verd	25 a 49 punts
Alumnat verd	50 a 74 punts
Alumnat verd verd	75 a 100 punts

3.6 Rendiment acadèmic de l'alumnat

També s'ha diferenciat l'alumnat segons els seus resultats acadèmics. La classificació s'ha dut a terme, com s'ha esmentat anteriorment, intentant unificar criteris, ja que en començar l'estudi es qualificava amb notes-números, posteriorment en entrar en vigor la LOGSE es qualificava emprant conceptes (insuficient, suficient, bé, notable i excel·lent) i posteriorment amb la LOE de nou amb números. Les categories s'indiquen a continuació:

a) Insuficient (1, 2, 3 i 4)

Alumnat que acadèmicament no arriba a l'aprobat, per tant no assoleix els objectius.

b) Suficient (5)

Alumnat que aprova però amb dificultats, però que assoleix pràcticament els objectius.

c) Bé (6)

Alumnat que aprova amb poques dificultats, i que assoleix els objectius.

d) Notable (7 i 8)

Alumnat que aprova sense dificultats, i que assoleix els objectius.

e) Excel·lent (9 i 10)

Alumnat que supera la matèria sense problemes assoleix tots els objectius

Les dades per distribuir l'alumnat en aquestes categories provenen del seu expedient acadèmic i de qualificar-los a partir dels següents instruments:

Eines d'avaluació LOGSE
20% (Continguts conceptuals i procedimentals) Exàmens o probes orals o escrites
40% (Continguts procedimentals) Nota de llibreta Nota de treballs Nota de memòries de pràctiques Petites proves Dossier
40% (continguts actitudinals) Portar el material Participació a classe Deures Faltes d'assistència injustificades Incidències

A partir d'aquestes eines d'avaluació, i dels objectius pedagògics de la programació del crèdit variable, s'obtenia la nota de l'alumne en el període 1999-2007.

Eines d'avaluació LOE
40% Exàmens o probes orals o escrites
40% Nota de llibreta Nota de treballs Nota de memòries de pràctiques Petites proves Dossier
10% Portar el material Participació a classe Deures Faltes d'assistència injustificades Incidències

A partir d'aquestes eines d'avaluació i dels objectius pedagògics de la programació del crèdit variable, s'analitza si l'alumnat ha assolit la competència i en quin grau, la qual cosa permet deduir la nota o qualificació (apartat 4.5). Aquesta avaluació s'està aplicant a partir de l'any 2007.

Amb els resultats obtinguts de la mostra s'ha intentat trobar les relacions que hi ha entre els diferents tipus d'alumnat i els canvis experimentats, cercant les relacions entre les diferents categories d'anàlisi introduïdes i amb els objectius de la present recerca.

4. ANÀLISI DE L'EVOLUCIÓ EN EL DISSENY DE LES UNITATS DIDÀCTIQUES APLICADES AL CRÈDIT VARIABLE

4. ANÀLISI DE L'EVOLUCIÓ EN EL DISSENY DE LES UNITATS DIDÀCTIQUES APLICADES AL CRÈDIT VARIABLE

L'objectiu d'aquest capítol és identificar les raons que porten a un professor (en aquest cas, l'autor de l'estudi) a anar introduint canvis en la seva pràctica docent, els factors que actuen com a estímuls, les etapes que es succeeixen i les característiques dels canvis introduïts en cascuna d'elles, i les conseqüències en els aprenentatges de l'alumnat.

En ell s'analitzen les estratègies didàctiques més específiques de la recerca-acció duta a terme en relació a la planificació, disseny i experimentació de les diferents activitats d'ensenyament aprenentatge que conformen les unitats didàctiques (U.D.) que formen part, a la vegada, del crèdit variable d'Educació Química i Ambiental i identificar, d'aquesta forma, quines són més adients i com afectem a l'aprenentatge de l'alumnat. Van ser dissenyades i aplicades per l'autor i també per altres professors Departament de Ciències a partir de l'any 1991. La darrera versió s'inclou a l'Annex-3 (Material del crèdit variable per l'alumnat, programació del crèdit variable i dossier del professorat) i en relació a la resta de versions, algunes de les principals activitats es recullen quan s'analitza la etapa de la recerca corresponent.

Les unitats didàctiques van ser planificades en un inici en el marc de la Llei General d'Educació (LGE 1970) vigent fins al 1990 i totes les posteriors (Ley Orgánica del Estatuto de Centros Escolares (LOECE, 1980), la Ley Orgánica del Derecho a la Educación (LODE, 1985) i bàsicament després en el de la Llei d'Ordenació General del Sistema Educatiu (LOGSE, 1990) i formaven part d'assignatures o de crèdits variables optatius. La Ley Orgánica de Participación, Evaluación y Gobierno de los Centros Docentes (LOPEG, 1995)) no va afectar als currícula. Finalment a la darrera etapa es treballa i planifica amb la Llei Orgánica d'Educació (LOE, 2006). Tenien com a objectiu general la introducció de l'Educació Ambiental i els seus problemes en el currículum de Química dels alumnes, com a eina per afavorir l'estudi dels continguts químics a partir de temes i problemes que els hi fossin propers. En el present capítol es descriuen les circumstàncies i les raons dels canvis de tot tipus (canvis legislatius, formació i experiència personals, resultats obtinguts per l'alumnat i les seves, valoracions, tipus de centre on treballava i opinions i consells de companys del Departament de Ciències, grups de recerca dels que va formar part així com els rebuts de les directores de tesi) que es van anar introduint al llarg dels anys, tant en el disseny de les activitats, com en la pràctica docent. La finalitat sempre ha estat millorar

els coneixements de química de l'alumnat i la seva formació i actitud ambientals, objectius indicats a la introducció d'aquesta memòria, que anaren fent canviar els successius dissenys de les unitats didàctiques, les quals s'analitzen en funció dels referents teòrics sobre l'ensenyament de la Química i sobre l'Educació Ambiental recollits als capítols 1 i 2.

El quadre 4.1 recull els diferents materials elaborats des de l'any 1991 fins l'any 2008, repartits en funció de les diferents etapes evolutives que s'han diferenciat en l'anàlisi (veure l'apartat 3.2 de la metodologia de recerca), així com la principal temàtica tant química com ambiental treballada i les raons principals que van condicionar els canvis introduïts en el pas d'una etapa a una altra.

En aquesta memòria, cadascuna de les etapes d'evolució del crèdit variable, s'analitza com hem comentat a l'apartat 3.3:

- a) El punt de partida i les raons dels canvis introduïts.

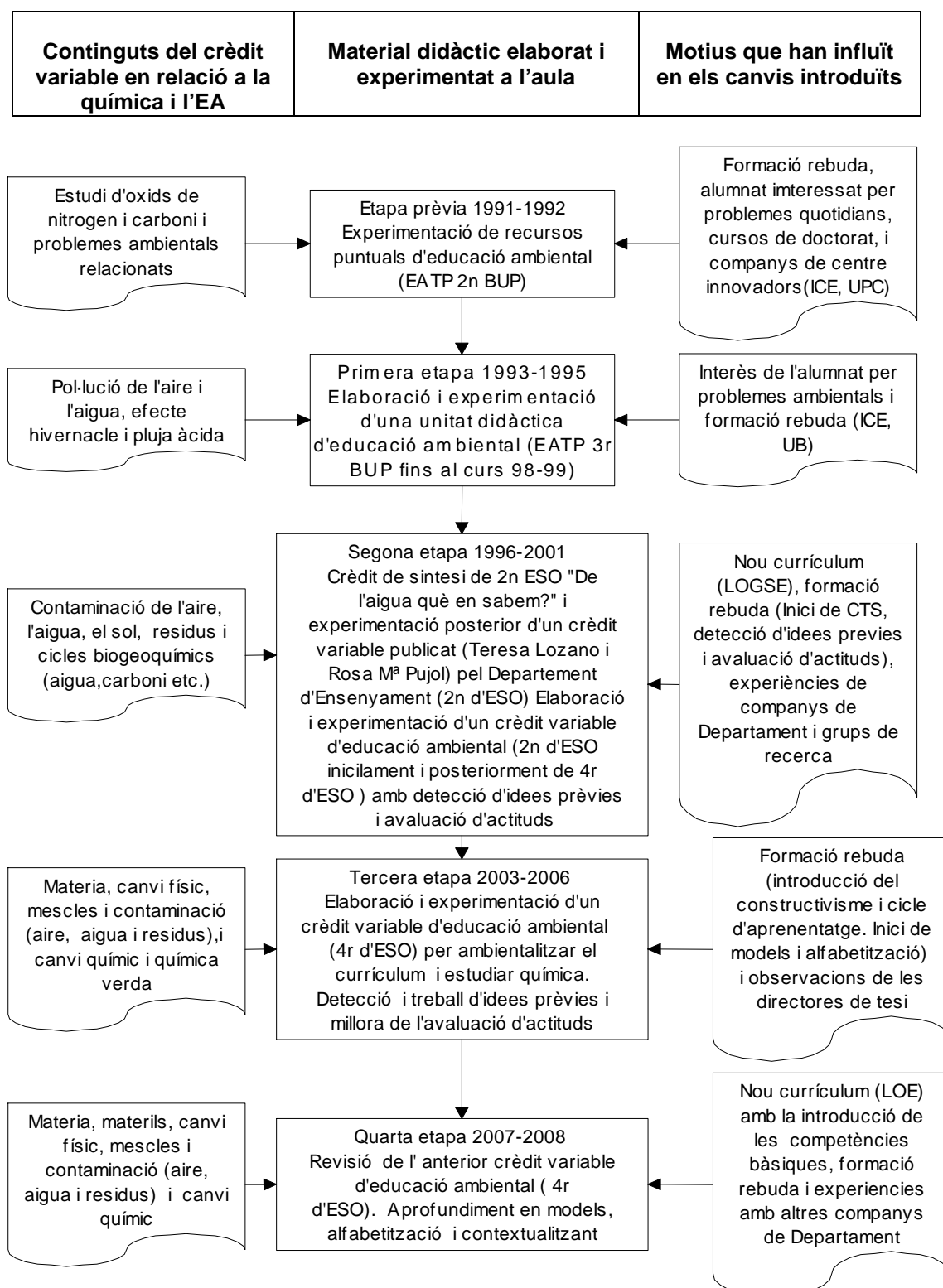
- b) Les principals característiques de les activitats de les unitats didàctiques així com les respostes de l'alumnat. Que constarà, segons les etapes explicades i la seva rellevància, dels següents apartats:
 - Contextualització dels aprenentatges de química
 - Selecció dels continguts clau i la seva interrelació
 - Metodologia de les activitats d'ensenyament-aprenentatge
 - Identificació de idees prèvies i treball a partir d'elles
 - Plantejament de les preguntes en les activitats
 - Activitat de síntesi
 - Activitats d'aplicació
 - Preguntes en la prova d'avaluació final

c) La justificació dels canvis des del punt de vista de la didàctica de la química (en relació al contingut del capítol 1), i des del punt de vista de l'educació ambiental (capítol 2).

d) Les conseqüències que es poden deduir a partir de l'aplicació a l'aula.

Cal dir, però, que de vegades, alguns d'aquests aspectes de l'anàlisi no s'han pogut separar completament, ja que s'encavalquen uns amb els altres. Així mateix, com hem dit anteriorment, les opinions i consells de les directores de tesis i d'altres companys dels Departaments de Ciències amb qui discutia els resultats, també van contribuir de manera decisiva amb l'evolució del crèdit variable.

Quadre 4.1: Evolució del crèdit variable



4.1 Etapa prèvia (1991-1992): “La vida real entra a les classes de química”

a) El punt de partida i les raons dels canvis introduïts

Com ja s'ha dit, els estudis inclosos en aquesta tesi s'inicien l'any 1991 quan, essent professor al IB Salvador Dalí de El Prat de Llobregat, i aprofitant la formació rebuda a l'escola d'estiu sobre el Projecte Nuffield i innovació a l'aula (canvis en la manera habitual d'orientar les activitats), així com la obtinguda realitzant cursos de doctorat sobre pol·lució de l'aire i de l'aigua, i també que formava part dels grup curricular de l'àrea de ciències naturals i experimentals de l'ICE de la UPC (que tenia com a objectiu canviar les activitats de l'aula per adaptar-les millor a la problemàtica de la vida real, canviant algunes activitats anteriors per d'altres més properes a l'alumnat) juntament amb una companya del centre, interessada en innovar a les seves classes, vam decidir aplicar a l'aula qüestions relacionades amb problemàtiques de l'entorn i quotidianes. Fruit d'aquests imputs vam decidir dissenyar, conjuntament, amb altres professors del departament de física i química, una nova EATP (Ensenyaments i Actituds Tècnico-Professionals) de segon de BUP per a alumnat entre 15 i 16 anys, on s'estudiaven tècniques de laboratori de física i química. La idea motriu era que la introducció de pràctiques relacionades amb la vida real i alguna amb el medi ambient, com per exemple fermentacions, oxidacions i reduccions de metalls, propietats de la coca-cola, contaminació, etc., que permetrien augmentar l'interès de molts dels alumnes per aquestes disciplines, en tractar temes propers a les seves experiències personals.

Cal recordar que aquest enfocament era ben llunyà del que es feia les classes de física i química de BUP i també que l'alumnat tenia unes característiques força diferents del que actualment cursa l'ESO. Per exemple, en principi estava interessat en les ciències, i pensava cursar matèries científiques a tercer de BUP, però sovint no reconeixia el sentit d'aprendre ciències més enllà de poder seguir superant cursos.

b) Les principals característiques i activitats de les unitats didàctiques així com les respostes de l'alumnat

- Contextualització dels aprenentatges de química

En aquesta etapa no es contextualitzàvem les activitats d'aprenentatge, tot i que en alguns casos es va plantejar alguns problemes quotidians relacionada amb la vida real i algun ambientals. Per exemple: es va incloure en les activitats d'aula l'estudi de temes de física i química relacionats amb l'automòbil i es van introduir dues pràctiques

relacionades amb la contaminació produïda pel transport: la formació d'òxids de nitrogen i la relació en volum dels òxids de carboni (CO_2 i CO) que s'emeten pels tubs d'escapament dels vehicles

- Selecció dels continguts clau i la seva interrelació

Els continguts eren una ampliació i aplicació dels estudiats en la matèria de física i química comú a tot l'alumnat de 2n de BUP, i a més suposàvem que l'alumnat havia assolit el nivell de química suficient per entendre els problemes que es proposaven i respondre les preguntes plantejades. Per exemple, en l'assignatura s'estudiaven les reaccions de síntesi en general, i en aquest EATP es feia una pràctica de la formació d'òxids de nitrogen en primer lloc s'explicava que el N_2 i el O_2 no reaccionen a baixes temperatures, però si que ho fan a temperatures elevades formant NO_x i que aquesta reacció química és la que es produeix a l'interior dels cilindres dels cotxes. Aquesta pràctica està inclosa al dossier del professorat (Annex-3 pg 160. Material del crèdit variable per l'alumnat, programació del crèdit variable i dossier del professorat) com a activitat d'ampliació, si els coneixements de l'alumnat ho permeten.

- Metodologia de les activitats d'ensenyament-aprenentatge

Les activitats eren experimentals s'organitzaven i es presentaven com un protocol que contenia diferents apartats tradicionals: ' objectiu, la informació teòrica necessària, el material, el procediment i algunes qüestions relacionades amb l'activitat. Tot es donava a l'alumnat. Per tant, eren experiments de nivell 1 de l'escala del Herron (1971).

Pel que fa a la resta dels apartats: identificació de idees prèvies i treball a partir d'elles

plantejament de les preguntes en les activitats, activitat de síntesi, activitats d'aplicació i preguntes en la prova d'avaluació final (no hi havia exàmens), no es treballaren en aquesta etapa.

- c) La visió del canvi des del punt de vista de la didàctica de la química i de l'EA

L'objectiu plantejat en aquestes activitats experimentals era doble. Per una banda que els alumnes apliquessin els coneixements introduïts pel professor i, per l'altra, que en observar el fenomen experimental recordessin millor les idees i augmentessin la seva motivació. Per tant, la visió de treball experimental corresponia a un plantejament

tradicional, en el que es donava una recepta per a ser duta a terme i centrada en l'aplicació de coneixements que se suposava l'alumnat ja havia après (1.3 c).

No es pretenia que mitjançant aquestes pràctiques s'aconguís un major grau de sensibilització cap el medi ambient tot i que, com s'ha dit, promovien l'interès de l'alumnat i que plantejessin algunes preguntes es plantejàvem entorn a les conseqüències ambientals que provocaven determinats fenòmens.

d) Resultats i conseqüències que es poden deduir a partir de l'aplicació a l'aula

Els resultats acadèmics dels diferents professors que férem el canvi, ens permet assegurar que la majoria dels alumnes aprenien molt més significativament els continguts químics, relacionant-los amb els problemes ambientals i reals, que no pas abans seguint els esquemes dels llibres de text. A més, molt d'ells comentaven que així la química era una matèria més interessant i més lligada a temàtiques que ells escoltaven als mitjans de comunicació, a casa, etc. Aquesta EATP la triàvem els alumnes voluntàriament, al curs següent la demanda per part de l'alumnat va augmentar molt, de forma que a la mateixa hora, i en laboratoris diferents, impartirem dos professors la mateixa matèria.

Aquestes pràctiques eren molt apreciades pels alumnes que feien moltes preguntes relacionades amb el medi ambient, tot i que no n'era un objectiu. Es pot concloure que els possibilitava revisar els coneixements de química i que els ajudava a entendre'ls força bé, si es prenen en consideració les respostes a les preguntes plantejades pel professor i recollides en els dossiers, ja que no hi havia exàmens. Eren unes classes molt participatives (el nombre màxim d'alumnes era de 16), i en aquest EATP els resultats d'aprenentatge eren, en general, molt millors que a les classes de física i química obligatòries (l'autor es reunia amb la resta de professorat que impartia la matèria per comentar els avenços i els possibles canvis ha introduir). Es constatava també que els resultats d'aprenentatge de l'alumnat que feia aquestes activitats era molt millor que el de la resta, ja que al grup classe hi havia entre 30 i 35 alumnes. Cal tenir en compte, però, que aquesta assignatura era optativa, i l'escollien els alumnes ja interessats, i, a més no hi havia exàmens.

4.2 Primera etapa (1993-1995): “Els problemes ambientals entren a les classes de química”

a) El punt de partida i les raons dels canvis introduïts

Passats dos cursos, i copsat l'interès dels estudiants pels temes de medi ambient, l'any 1993, canviem de centre i comencem a l'IES Marianao de Sant Boi de Llobregat i seguint les pautes del grup de ciències experimentals de l'ICE de la UB, es va dissenyar i impartir una EATP de tècniques de laboratori a 3r de BUP (amb alumnat de 16 o 17 anys que cursava el BUP de ciències). Durant el primer trimestre es realitzaven pràctiques generals de química (preparació de dissolucions, conservació de la massa, valoracions àcid-base, reaccions d'oxidació reducció) i en el segon, i el tercer trimestre, aplicant el que s'havia estudiat al primer es treballàvem temes com la contaminació de l'aire i de l'aigua. Es va elaborar un dossier sobre contaminació de l'aire que tenia poques pràctiques de laboratori (pràctica de determinació de partícules sedimentables i òxids de sofre) i un altre sobre l'aigua que incloïa mètodes d'anàlisi qualitativa i quantitativa de substàncies presents a l'aigua i alguns contaminants (DBO, DQO, duresa, clorurs, nitrits, fosfats etc.).

b) Les principals activitats de les unitats didàctiques així com les respostes de l'alumnat

En les activitats dissenyades en aquesta 1a etapa es van introduir canvis respecte l'anterior. Els més rellevants són:

- Contextualització dels aprenentatges de química

Continuàvem sense contextualitzar, però com hem esmentat abans utilitzàvem cada vegada més, exemples i problemes relacionats amb la vida real i amb l'entorn.

- Selecció dels continguts clau i la seva interrelació

Com a l'etapa anterior els continguts eren una ampliació dels estudiats en la matèria de física i química comú a tot l'alumnat, però introduint problemàtica ambiental.

- Metodologia de les activitats d'ensenyament-aprenentatge

Les activitats relacionades amb les unitats didàctiques que posteriorment conformarien el crèdit variable (corresponent al 2n i 3r trimestre), no estaven orientades a la modelització, es desenvolupaven al voltant de capítols que o bé disposàvem de pràctiques de laboratori a la bibliografia, o en publicacions de la Generalitat o també estudiades als cursos de doctorat, i els continguts clau plantejats en forma de preguntes eren els següents:

1. Què és la pol·lució?
2. Què és la pluja àcida?
3. Per què ens preocupa un gas incolor i inodor? (CO₂)
4. Pràctiques contaminació atmosfèrica (descrites anteriorment)
5. Anàlisi qualitativa i quantitativa de substàncies i contaminants presents a l'aigua del riu i l'aixeta (descrites anteriorment)

Es començava relacionant la contaminació amb la concentració dels contaminants, i com un mateix compost químic, depenent de la seva concentració, podia ser o no un contaminant, després es feia el mateix amb els àcids i el problema que representava el pH de la pluja, i també de com el CO₂ podia ser un gas imprescindible pels éssers vius però també un perill si augmentava la quantitat del mateix a l'atmosfera. Aquesta, pot ser era la part més innovadora, finalment aplicàvem els continguts estudiats a la classe de física i química i fèiem pràctiques relacionades amb els mateixos.

- Identificació idees prèvies i treball a partir d'elles

Començarem a introduir la detenció d'idees prèvies, però les contestacions de l'alumnat no es treballaven amb profunditat i de vegades s'obviaven. Tot seguit veurem un exemple d'activitat que no està continguda a l'annex-3 (Material del crèdit variable per l'alumnat, programació del crèdit variable i dossier del professorat).

Activitat 1. Què és la pol·lució?

La primera activitat tenia com a finalitat detectar que entenia l'alumnat per pol·lució i introduir el concepte, malgrat que una vegada detectada la idea prèvia no es treballava a partir d'aquesta per continuar. Amb aquest objectiu es lliurava als estudiants el dibuix reproduït a la figura 4.1. Les preguntes eren:

Q1: Fes una llista de tots els exemples de pol·lució que puguis veure al dibuix

Q2: De quines maneres, la pol·lució, fa la vida desagradable?

Figura 4.1: Què és la pol·lució



Les respostes a la primera pregunta incloïen:

Els fums de cotxes i fàbriques (50%, de l'alumnat)

Els papers (10% de l'alumnat)

Caques de gos (10% de l'alumnat)

Les llaunes (10% de l'alumnat)

Deixalles al riu. (10% de l'alumnat)

També un petit percentatge, al voltant d'un 10 % d'alumnes, indicava *la contaminació acústica i les calefaccions*. Tot seguit es feia una posada en comú i s'intentava que contestessin a la segona pregunta, que per als alumnes era més complexa. Les respostes més freqüents eren superficials com per exemple, *problemes per respirar, la brutícia etc.*

- Plantejament de les preguntes en les activitats

A continuació s'analitzen les principals característiques del procediment de treball en aquesta EATP, a partir de la descripció i explicació d'algunes activitats dissenyades i de les respostes de l'alumnat.

L'objectiu principal, com hem esmentat, era que l'alumnat reconegués que la contaminació és un problema de concentració i el seu possible doble origen. A més, a partir d'una taula sobre la composició de l'aire net, s'estudiava l'oxigen posant de manifest que és un gas imprescindible per una banda per la vida i, per l'altra, per a les reaccions de combustió que tenen lloc en els organismes vius i en la crema de combustibles fòssils. Les qüestions proposades estaven relacionades amb l'energia de les reaccions.

A l'alumnat li costava molt relacionar contaminació amb concentració, per exemple deien *"el CO₂ és un gas dolent"*, i es sorprenien quan els hi explicàvem que no era així, que també era un gas imprescindible per la vida (fotosíntesi), i que el problema era que la seva concentració havia augmentat a l'atmosfera per la crema de combustibles fòssils, entre d'altres motius. Per tant, era evident que el tema de la concentració s'havia de treballar més a fons ja que no és un coneixement intuïtiu i exigeix canviar concepcions prèvies simplistes.

La següent activitat implementada està relacionada amb la pluja àcida. Aquest tema s'estudiava des d'un punt de vista químic, i l'alumnat havia de buscar a la biblioteca informació sobre la pluja àcida, els seus efectes sobre animals, vegetals i materials, així com els compostos que la produïen. També es donava informació sobre com la pluja àcida afecta a la vida. Per exemple es va incloure una activitat en la qual es descrivia quines espècies morien a partir del pH de l'aigua dels aqüífers on tenien el seu habitat, i tot seguit havien de contestar la següent qüestió:

"Mireu la taula anterior i digueu quines espècies són més resistents a la pluja àcida i quines són menys resistents?. Feu un llistat de les espècies de menys a més resistent".

A més, els alumnes havien de deduir mitjançant unes taules i uns gràfics, que els hi facilitàvem, l'acidesa de la pluja a diverses zones o països d'Europa, per tot seguit escriure les reaccions que es produïen i igualar-les.

També es van dissenyar diversos experiments per comprovar al laboratori els efectes de la pluja àcida sobre vegetals i materials. Per exemple, l'efecte sobre materials s'avaluava col·locant diferents materials (guix, marbre, ferro, coure, alumini, vidre etc.) dins de vasos de precipitats i afegint solucions salines, àcides o compostos sòlids com clorur de calci anhidre. Passada una setmana s'observaven els resultats i a partir d'aquí els alumnes havien de relacionar els efectes observats amb materials d'us

quotidià i constatar l'efecte de la contaminació sobre aquests. Alguns dels alumnes relacionaven aquestes fets amb d'altres que coneixien. Per exemple, preguntaven sobre estàtues que havien vist amb un color blau verdós per sobre, igual que el coure que posàvem als vasos de precipitats per fer la pràctica.

Pel que fa a l'acció sobre els vegetals, es feien activitats amb llavors de soja i plantes (s'inclouen a l'activitat 8 de l'apartat 3.3 de l'Annex-3, pg 55. Material del crèdit variable per l'alumnat, programació del crèdit variable i dossier del professorat). Aquesta pràctica resultava molt profitosa per l'alumnat ja que, a més de preparar dissolucions de diferents concentracions, comprovaven el seu efecte en la germinació de les llavors de soja (a més concentració menys germinaven). També agradava molt als alumnes pel fet que les diferències entre el creixement de les llavors de soja amb medi cada vegada més àcid era força espectacular, així com la disminució en la germinació que de vegades feia que les llavors quedessin grogues i no germinessin. Tot el professorat que realitzava la pràctica aconseguia que un percentatge molt gran de l'alumnat (el 75%) l'entengués, i que presentés l'informe final amb les conclusions correctes. Finalment havien de redactar de forma raonada una activitat que els hi demanava justificar com seria un bosc amb o sense pluja àcida.

Exemples de canvis en les explicacions més habituals es constataren comparant què escrivia l'alumnat a l'inici i al final de l'activitat en els dossiers. Inicialment al parlar de la pluja àcida deien:

Núvols plens d'àcid que fan malbé els materials.

Aigua que si ens cau a sobre ens pot cremar.

Núvols d'àcid que cremen les llavors.

I al final, un exemple de les respostes va ser:

"Pluja que degut al seu pH per sota de 6,5, crema les plantes, no deixa germinar les llavors i fa malbé els materials"

Així mateix fèiem la activitat (indicada a l'Annex 3. Material del crèdit variable per l'alumnat, programació del crèdit variable i dossier del professorat) d'identificació d'òxids de nitrogen, esmentada anteriorment i es mesurava amb un pH-metre l'acidesa de diferents aigües de la població, així com de la pluja. Els estudiants havien d'elaborar taules per comparar els resultats dels diferents mesos en els que es feien les mesures amb les del curs anterior per veure si havien variat. A Sant Boi en aquell

moment l'aigua de pluja tenia un pH de 6,5 de mitjana, la de les diferents fonts oscil·lava entre 6 i 7,5. Algunes dades mostren l'interès que va despertar en l'alumnat. Per exemple, un 50 % dels estudiants van portar aigua de llocs on havien anat o de fonts on recollien la que utilitzaven a casa seva. Fins i tot un alumne va portar aigua d'un aljub del seu avi, per veure si tenia un pH semblant al de la seva població. Per tant, el pH va passar de ser "alguna cosa" que es mesurava a les piscines a tenir un significat més proper i amb més aplicacions, fins i tot en el seu context familiar.

En la següent activitat s'estudiava el CO₂ i la seva relació amb l'efecte hivernacle. En primer lloc es proporcionava als alumnes diversos articles sobre la contaminació de l'aire pel CO₂ i les seves conseqüències (per exemple, *"El dióxido de carbono en la atmosfera"*, Mundo Científico, 72, septiembre 1987), i després havien de contestar una sèrie de qüestions:

- Escriviu la reacció d'absorció del CO₂ per les plantes?.
- La presència de CO₂ a l'atmosfera és bona o dolenta?.
- Intenteu fer un diagrama on es representi com es reparteix l'energia que arriba del Sol a la Terra.
- Intenteu explicar l'efecte hivernacle.

A més, els alumnes feien una pràctica en la que identificaven el CO₂ (obtenció de CO₂ fent reaccionar carbonat de calci i àcid clorhídric, i el CO₂ format es passa per una dissolució d'aigua de calç transparent que es torna blanca per la formació de carbonat de calci insoluble). Els alumnes havien d'escriure l'equació química de les reaccions, explicar el procés que tenia lloc a l'experiència, cercar propietats físiques i químiques del diòxid de carboni i fer una posta en comú. Un 80 % de l'alumnat presentava l'informe de forma correcta, però sols un percentatge molt petit, menys de la meitat, sabien relacionar o aplicar aquest coneixement en la interpretació d'altres canvis químics (pag. 166 del dossier del professorat a l'Annex-3).

Per acabar aquesta activitat els alumnes havien de buscar notícies sobre el canvi climàtic. Van ser capaços de trobar-ne diverses i, entre elles, una entrevista de la periodista Johanna Cáceres a Tony Cooper i Aubrey Meyer titulada *"El canvi climàtic s'avalua des de l'economia del genocidi"* publicada a la revista "El temps", on els autors comentaven que als EEUU, per veure les despeses que provocaria el canvi climàtic, valoraven les vides humanes segons els preus de les assegurances de vida

en els diferents països. Aquesta entrevista va permetre dedicar una estona a treballar en valors i actituds, cosa que rarament havia succeït abans en el nostre context de treball. Els resultats d'aquesta lectura mostraven que l'alumnat es preguntava com era que enlloc d'intentar solucionar el problema, sols es pensés amb les despeses econòmiques que generava i no en les greus conseqüències per a la població afectada.

Aquest conjunt de pràctiques eren molt ben valorades per l'alumnat. A cada grup hi havia 15 o 16 alumnes (més no hi cabien al laboratori), dels quals únicament 2 o 3 no demostraven un bon rendiment. La resta demostraven un gran interès per anar al laboratori cada dia, verbalitzaven que així aprenien millor el que s'explicava a classe, i alguns comentaven que mai havien pensat que la química era útil per alguna cosa més que per contaminar i fer que els aliments no fossin "naturals".

En les dedicades a la contaminació de l'aigua, l'objectiu era que la teoria vista a l'aula sobre els diferents tipus de reaccions l'apliquessin a l'analítica d'aigües. Consistien en realitzar algunes anàlisis qualitatives i/o quantitatives de l'aigua del riu i de les fonts de la població. L'alumnat recollia mostres de les fonts naturals i del riu al seu pas per la població i tot seguit les analitzava al laboratori: primer, com ja hem comentat, es mesurava el pH amb un pH-metre i després es determinava la concentració d'una sèrie compostos químics. Per exemple, s'identificaven els clorurs i per a la seva anàlisi s'emprava una volumetria de precipitació amb nitrat de plata utilitzant com indicador el CrO_4^{2-} que en precipitar donava un color roig (cromat de plata). Aquesta pràctica permetia observar i aprofundir en les reaccions de precipitació i en el producte de solubilitat.

Entre les dedicades a la contaminació atmosfèrica, la de "*Determinació partícules sedimentables i d'òxids de sofre a l'aire*" començava amb la determinació gravimètrica de les partícules sedimentables i amb una valoració red-ox els òxids de sofre a l'aire. Aquesta pràctica permetia l'estudi de dos dels paràmetres que és mesuren en l'avaluació i control de la qualitat de l'aire, ja que el centre disposa d'un "Standard de Gauge" (Figura 4.2) per a la determinació de les partícules sedimentables i d'un captador de baix volum que permet la recollida de mostres per a la determinació dels òxids de sofre. Tots els alumnes volien participar en les determinacions, preguntaven sovint quant la farien i una vegada acabat l'EATP, quatre alumnes, per torns,, s'emportaren a casa seva el captador de baix volum, per veure si en altres zones de la població on vivien la concentració d'òxids de sofre era diferent. El tema els va interessar prou perquè, posteriorment, sis alumnes fessin treballs de recerca

comparant resultats de les mesures fetes en dos o tres anys per altres companys, i n'estudiaren les variacions.

Figura 4.2: Standard de Gauge



Es pot concloure que el plantejament de les activitats va motivar a la majoria de l'alumnat, fins i tot a alguns estudiants que inicialment no estaven interessants en aprendre, i que van canviar la seva percepció sobre la química i les actituds cap el seu aprenentatge. Com hem dit abans, tan sols, 2 o 3 per grup no van fer aquest pas. També va millorar el coneixement de procediments i tècniques de treball experimental, van aprendre a estar al laboratori i van saber establir connexions entre el que aprenien i fets de la seva vida quotidiana. Pel que fa als coneixements, els resultats acadèmics obtinguts per l'alumnat que cursava l'EATP va millorar molt, i els resultats es van observar també en les matèries de física i química comunes, tant de segon com de tercer de BUP. Els alumnes que havien fet l'EATP van obtenir més bons resultats que els seus companys, amb professor diferents. Tanmateix cal tenir en compte dues variables: la primera, que al ser l'EATP una matèria optativa, és possible que la majoria de l'alumnat que la cursaven ja estiguessin d'entrada més motivats per aprendre química. En aquest sentit, l'assignatura els va ajudar a fer més significatiu aquest aprenentatge. Però en segon lloc, cal tenir present que els resultats acadèmics, en aquell moment, es mesuraven a partir de preguntes força reproductores del coneixement treballat i encara no es valorava la transferència de continguts apresos a d'altres situacions diferents de les plantejades a l'aula.

La resta de punts d'aquest apartat , síntesi, aplicació i canvis en la prova d'avaluació final, no es treballaren en aquesta etapa.

c) La visió del canvi des del punt de vista de la didàctica de la química i l'EA

El canvi en aquesta etapa es va centrar en intentar escollir contextos d'aprenentatge que poguessin interessar als nois i noies i relacionats amb problemàtiques ambientals. En aquesta línia la innovació va ser important, especialment en la cerca d'experiments.

Però el procediment general de treball per aprendre els conceptes de química es va continuar concretant, bàsicament, en donar a l'alumnat, oralment o per escrit, la informació necessària per respondre les preguntes de l'activitat programada. L'objectiu era que es recordessin els conceptes, sense que es diferenciés massa aquest treball del que es feia en d'altres etapes anteriors. A més, des d'un punt de vista didàctic, les activitats eren molt repetitives: sempre es donava un text, es feia un resum, es contestaven preguntes, i/o es feien pràctiques de laboratori. Aquestes eren de tipus "recepta".

En cap moment es va plantejar la detecció i tractament d'idees prèvies (com hem comentat, només es recollien algunes, però s'ensenyava al marge d'elles, sense tenir-les en compte), ni es va promoure la recerca de possibles solucions als problemes plantejats. No hi havia activitats de síntesi i cada contaminant s'estudiava per separat, sense buscar possibles connexions.

Des del punt de vista d'educació ambiental, l'aproximació només es feia en funció del que podia sortir en les converses a partir dels contextos escollits i no hi havia objectius específics més enllà de "sensibilitzar". Responia a una visió força conservacionista de l'EA, centrada en mantenir i cuidar la natura, que està fora de les ciutats, mentre que a dintre, excepció feta de la contaminació de l'aire i aigua, no es treballàvem possibles accions a fer.

d) Les conseqüències que es poden deduir a partir de l'aplicació

Poc a poc, algunes de les innovacions es van traspasar a la pràctica d'altres assignatures obligatòries. Així, en aquesta etapa no únicament parlem de temes ambientals, relacionats amb la química, al EATP; també començarem a introduir-los a les classes de física i química de BUP, sempre que fos adient. Per exemple, en estudiar el motor d'explosió s'analitzava quina contaminació provocaven, i s'intentava buscar alguna solució. En parlar d'àcids apareixia la pluja àcida, en parlar dels òxids

d'elements no metàl·lics, com els òxids de carboni o d'altres s'introduïa l'efecte hivernacle, el "forat" a la capa d'ozó, etc. En general, en parlar de les propietats dels gasos es feia referència a problemes relacionats amb l'entorn, i en parlar de l'energia s'introduïen algunes nocions sobre energies alternatives. Això va fer que l'alumnat, en general, millorés el seu interès per la química, tot reconeixent relacions entre el que es parlava a classe i problemàtiques que escoltava a casa, als mitjans de comunicació, etc.. Globalment, els resultats obtinguts al respondre les preguntes plantejades als treballs o als exàmens van ser millors que a cursos anteriors (però cal recordar que eren de reproducció de les informacions donades).

4.3 Segona etapa (1996-2001): "Ens proposem educar ambientalment"

a) El punt de partida i les raons dels canvis introduïts

En aquesta etapa l'objectiu a assolir era intentar ambientalitzar la química i també la física. La introducció de la reforma (LOGSE), i amb ella els nous currículums amb crèdits comuns, variables i de síntesi, van permetre re-enfocar l'ensenyament amb l'objectiu que l'alumnat, a més d'aprendre química, adquirís una consciència ambiental compromesa. Al mateix temps els cursos de formació, oferts pel Departament d'Ensenyament i els ICEs (comencem a formar part del grup de treball "Coordinació del Programa d'Educació Ambiental" de l'ICE de la UB i al final d'aquesta etapa del grup GREDA de la UAB) , també vam canviar de continguts. A la nova llei es propugnava un nou paper del professorat, els exàmens ja no eren l'única eina d'avaluació, la participació de l'alumnat a la classe havia de ser més activa i es començava a parlar d'un enfocament CTS del currículum i es van començar a oferir cursos, que si bé no eren d'educació ambiental, al acostar-los al nostres interessos van promoure noves innovacions en la pràctica d'aula.

La primera acció orientada a aplicar alguns principis de la LOGSE fou l'elaboració, en col·laboració amb un petit grup de 5 professors (en total erem uns 40 professors) de IES Marianao, com a coordinador del grup de treball de l'ICE de la UB, d'un crèdit de síntesi interdisciplinari sobre l'aigua: "De l'aigua que en sabem", en el que s'intentava donar una visió més transversal de l'educació ambiental. A més, en aquesta mateixa línia, en aquell moment en el centre dos professors del departament de ciències treballàvem en dos projectes. Per una banda, es preparava un crèdit variable amb el títol "**Les activitats humanes i la contaminació**" per a **2n d'ESO**, crèdit variable tipificat pel Departament d'Ensenyament del moment i amb diversos manuals per impartir-lo (d'autores com Teresa Lozano, Rosa M^a Pujol i altres), i per l'altra es

treballava en una matèria optativa de **1r de batxillerat sobre “Química Ambiental”**. Finalment es va elaborar un crèdit variable a 2n d'ESO, que posteriorment es va adaptar també al nivell de 4t d'ESO, que amb l'educació ambiental com a fil conductor permetés aprendre química i al mateix temps adquirir una conducta ambientalment i socialment responsable i crítica.

b) Les principals activitats de la unitat didàctica així com les respostes de l'alumnat

En aquesta 2a etapa es van introduir molts canvis respecte l'anterior, pels motius explicats a l'apartat anterior. Els més rellevants són:

- Contextualització dels aprenentatges de química

Continuàvem sense contextualitzar, però es va anar aprofundint amb exemples i problemes relacionats amb la vida real i sobre tot amb l'entorn i els problemes ambientals.

- Selecció dels continguts clau i la seva interrelació

A partir de tots els materials que es van anar consultant, que es citen a l'apartat anterior, es va elaborar un crèdit variable segons la nomenclatura de la LOGSE, de 2n d'ESO, que constava de quatre unitats didàctiques, l'aigua, l'aire, el sòl i els residus. L'esquema de tots els apartats de les unitats sempre era el mateix:

1. Introducció
2. Propietats físiques i químiques
3. Contaminació
4. Efectes de la contaminació

Els continguts dels apartats 1 i 2 no variaven gaire en relació amb les anteriors etapes, el 3 i sobre tot el 4 com veurem posteriorment eren els més innovadors.

- Metodologia de les activitats d'ensenyament-aprenentatge

En aquesta etapa detectarem que l'alumnat tampoc no era capaç de generalitzar els conceptes estudiats. Per exemple en relació al canvi químic no tenien un model teòric que fos útil per ser aplicat i generalitzat de manera que permetés la interpretació de fets i problemes diferents. Cal però, indicar que el professorat que impartíem el crèdit

teníem tota la percepció, que la major part de l'alumnat gaudia amb els continguts del crèdit i el tema cada vegada els interessava més.

- Identificació idees prèvies i treball a partir d'elles

En la seva primera versió hi havia una pluja d'idees inicial, una introducció i aprofundiment en continguts conceptuals i procedimentals, i preguntes relacionades sempre directament amb les lectures que rebia l'alumnat. Es van planificar activitats diverses per propiciar la participació de l'alumnat i tot i que inicialment no n'hi havia cap sobre l'estudi de possibles solucions als problemes ambientals que s'anaven estudiant, de mica en mica, s'hi van anar introduint, ja que la dinàmica de les classes feia necessari que se'n parlés.

Es va constatar que, fins aquell moment, la manera de treballar permetia detectar les idees prèvies dels alumnes, però no es treballava a partir d'elles ni s'ajudava a que les canviessin.

Normalment, com hem dit, tampoc feien gaires reflexions, ni hi aprofundien. Es podria dir que els coneixements químics, tal com els aprenien, no els ajudaven a explicar els fets d'una manera més fonamentada que la pròpia del raonament comú, ni a aplicar un pensament més complex per interpretar els problemes. Tampoc el treball dut a terme els ajudava a entendre que ells també contaminaven, que utilitzaven els productes produïts per les empreses contaminants, i que la química no tenia per que enverinar a la gent.

Després dels primers dos cursos, el professorat que impartíem el crèdit variable a 2n d'ESO, decidíem impartir-lo a 4t d'ESO amb els mateixos quatre capítols: l'aire, l'aigua, el sol i els residus. La diferència amb les activitats de l'etapa anterior consistia fonamentalment en que el crèdit s'iniciava amb una pluja d'idees, que tenia la finalitat de detectar les concepcions prèvies dels alumnes, en lloc de començar amb una introducció teòrica com s'havia fet fins al moment, així mateix els continguts químics eren més complexos. Malgrat tot dedicaven poc de temps a aquestes discussions. L'alumnat havia estudiat tot el que es preguntava, però, constatàvem que la majoria de respostes no eren correctes.

- Construcció de noves idees i canvis en el plantejament de les preguntes en els exercicis

Les activitats eren més obertes (lectura de textos no acadèmics, jocs de rol, etc.) i van propiciar que l'alumnat s'expressés més lliurement i que les respostes que donaven fossin més personals i més lligades al seu pensament, i no tant repeticions del que se'ls donava escrit. Així, a l'analitzar els dossiers lliurats pels estudiants i també les converses i respostes a qüestions plantejades a l'aula, s'observa que els nois i noies tenien les seves pròpies idees sobre contaminació i sobre les solucions als problemes que sorgien. Però en general aquestes idees eren força catastrofistes, ja que segons ells no hi havia solucions i tampoc eren responsables de res. Com a conseqüència, no podien fer res per evitar els problemes ambientals. Els seus comentaris eren molt simples:

Si una fàbrica contamina es tanca i prou.

La responsabilitat està en mans dels polítics, que deixen que les fàbriques contaminin.

La culpa és dels empresaris que s'enriqueixen.

La química ens va enverinant de mica en mica (idea molt estesa entre l'alumnat que mai identifica la química com la responsable, per exemple, de salvar vides, sinó com quelcom dolent; "això té molta química" és una expressió comuna entre l'alumnat).

Les frases que majoritàriament, els nois i noies, escrivien en els seus dossiers sobre contaminació deien:

És la porqueria que tiren les fàbriques

És la química de les indústries

És l'aigua bruta del riu

Els escrits de l'alumnat recollits als dossiers, pel diferent professorat que feia les activitats, van ajudar a posar de manifest diversos problemes d'aprenentatge que el plantejament didàctic inicial no ajudava a solucionar. Per exemple, bona part del l'alumnat confonia el concepte de contaminació amb l'efecte que provoca. Encara que tots havien estudiat química en el moment de realitzar el crèdit, cap d'ells era capaç de parlar de concentració, ni de relacionar-la amb la contaminació. Per tant, continuava

sent un problema l'aprenentatge del concepte de concentració. A més, tot i que s'analitzaven exemples de reaccions químiques implicades en les activitats programades, cosa que havia permès obtenir informació sobre la contaminació, eren incapaçs de generalitzar aquest coneixement. En conseqüència, la major part de l'alumnat si es plantejava un procés similar amb compostos diferents no identificaven ni sabien escriure la reacció química que tenia lloc i, per tant, no identificaven possibles conseqüències.

Les quatre unitats didàctiques del crèdit es van anar elaborant i experimentant de forma gairebé simultània durant dos cursos i es van introduir modificacions d'un curs a l'altre.

Després d'aquesta activitat inicial, en aquesta etapa se'n plantejaven d'altres orientades a l'aprenentatge dels continguts que es volien treballar. Per tal que aquests continguts tinguessin coherència i no fossin un seguit d'activitats independents entre sí es va elaborar una unitat didàctica, escollint com a model la unitat "*Com són les substàncies: el comportament de la matèria*" (autors: Xavier Bohigas i Antònia Via, 1990) que ja s'havia utilitzat a l'aula en altres ocasions i que considerarem que era una proposta interessant. La unitat començava amb la definició de matèria, la qual es classificava segons la seva composició i el seu aspecte o bé la seva procedència i posteriorment s'estudiaven les mescles.

En el nostre cas, per estudiar les mescles, es partia d'aquelles que més es troben a l'entorn com són l'aire i l'aigua natural. Això permetia introduir el concepte de components d'una mescla i els mètodes per separar-los. Aquest plantejament també facilitava arribar al canvi químic per explicar que els compostos químics estan formats per elements (Taula Periòdica) enllaçats fortament entre si (Enllaç Químic) i que no es poden separar emprant els mètodes físics estudiats fins al moment. Finalment s'introduïa, el concepte de canvi químic, i es relacionava amb problemes ambientals.

Per tant, la unitat didàctica segueix l'estructura de la de referència (Bohigas i Via, 1990) però les mescles i dissolucions estudiades són l'aire i l'aigua natural, els mètodes de separació estudiats són els que s'utilitzen a les plantes depuradores i potabilitzadores, i els canvis físics i químics es relacionen amb canvis en aquest materials que tenen a veure amb el medi ambient i la seva problemàtica. És a dir, els coneixements conceptuals i procedimentals s'intentaven introduir a mida que ens calien per explicar els problemes ambientals. També es començaven a modificar els

enunciats de les preguntes i s'intentava que les situacions plantejades fossin properes als estudiants.

En el Quadre 4.2 es comparen unes activitats fetes en dos cursos consecutius, per identificar com van evolucionant dins de l'etapa. En primer lloc s'observa un canvi en el títol, buscant que l'alumnat es representi a partir d'ell quin és el contingut que es treballa. En segon lloc, en totes dues es detecten i no es treballen gaire les idees prèvies, però a la unitat inicial la informació i les definicions es donen a l'alumnat, mentre que a la unitat final els estudiants s'impliquen en la seva cerca i elaboració. Així per exemple, en la versió final de la UD aplicada en aquesta etapa, el concepte d'hidrosfera es va discutint fins que s'aconsegueix la seva definició, o bé en relació amb el cicle de l'aigua, enlloc d'explicar-lo de manera tradicional, i fer que l'alumnat dibuixi un cicle "ideal", que mai entenia que volia dir, es demana que dibuixin i s'analitzin les modificacions produïdes per l'activitat humana a partir de la cerca de dades i informacions sobre l'aigua que l'alumnat necessita per explicar cada part del cicle i identificar com l'activitat humana el modifica (veure quadre 4.3). La finalitat és aconseguir que l'alumnat després d'estudiar el cicle de l'aigua sigui capaç d'aplicar posteriorment la idea de cicle apresada a la interpretació d'altres cicles biogeoquímics

Quadre 4.2: Comparació entre les activitats del crèdit variable dutes a terme en els cursos inicial i final de la segona etapa

Crèdit variable inicial (primer curs d'experimentació)	Crèdit variable final (segon curs d'experimentació)
<p>INTRODUCCIÓ</p> <p>Pluja d'idees</p> <p>L'aigua és un compost químic format per dos elements que són l'hidrogen i l'oxigen, i la seva fórmula química és H₂O. És una substància fonamental per als éssers vius, per exemple un 65% del cos humà és aigua i algunes plantes poden tenir-ne fins un 99%.</p> <p>El conjunt de totes les aigües del planeta s'anomena hidrosfera, i està formada pels oceans, els mars, els llacs, els rius, els casquets polars, les aigües subterrànies, l'aigua de l'atmosfera i les aigües contingudes en els éssers vius. A la següent taula s'indiquen les quantitats en km³ de tots aquests tipus d'aigües.</p>	<p>L'AIGUA NATURAL (la hidrosfera)</p> <p>Pluja d'idees</p> <p>L'aigua és un compost químic format per la unió de dos elements que són l'hidrogen i l'oxigen, i la seva fórmula química H₂O. És una substància fonamental per als éssers vius, un 65% del cos humà és aigua i algunes plantes poden tenir-ne fins un 99%</p> <p>Doneu una definició d'hidrosfera:</p> <div data-bbox="836 1890 1374 1960" style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div>

Tipus	Quantitat (km ³)
Gel polar i glaceres	2,2 · 10 ⁷
Aigua subterrània	8,5 · 10 ⁶
Rius	1,5 · 10 ³
Llacs	1,3 · 10 ⁵
Humitat a l'atmosfera	1,5 · 10 ⁵
Humitat al sòl	7 · 10 ⁵
Oceans	1,35 · 10 ⁹
Mars i llacs	1,05 · 10 ⁵

L'aigua de la hidrosfera segueix un cicle, l'energia solar transforma 565.000 km³ en vapor d'aigua, dels quals 500.000 km³ són dels oceans i 65.000 km³ dels continents, ja sigui per evaporació de rius, llacs, oceans etc., o per transpiració dels éssers vius. Els oceans contenen el 97 % de l'aigua del nostre planeta, però tan sols el 0,5 % flueix pels continents i és potencialment utilitzable.

El vapor d'aigua que conté l'atmosfera es refreda i condensa formant els núvols, que tornen l'aigua a la superfície de la terra en forma de pluja o neu segons la temperatura. Als oceans hi tornen 365000 km³ dels que s'havien evaporat i als continents uns 100000 km³; això representa pels continents un volum anual de precipitacions 35000 km³ superior al volum evaporat. Aquesta diferència és la que crea el cabal dels rius, la resta d'aigües continentals estableixen el contingut total i actuen de reserva.

El cicle de l'aigua divideix el Planeta en zones, segons la disponibilitat d'aigua. La repartició de les precipitacions genera diferents ecosistemes i tipus d'adaptació de

Compareu la vostra definició amb la dels altres grups, discutiu-les i doneu una definició consensuada:

Compareu la definició del professor amb la consensuada i indiqueu en que són iguals i en que diferents:

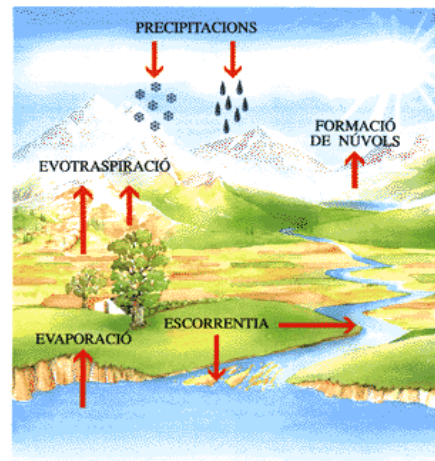
A la següent taula s'indiquen les A quantitats en milions de km³ de diferents tipus d'aigües

Tipus	Quantitat (km ³)
Gel polar i glaceres	2,2 · 10 ⁷
Aigua subterrània	8,5 · 10 ⁶
Rius	1,5 · 10 ³
Llacs	1,3 · 10 ⁵
Humitat a l'atmosfera	1,5 · 10 ⁵
Humitat al sòl	7 · 10 ⁵
Oceans	1,35 · 10 ⁹
Mars i llacs	1,05 · 10 ⁵

Els oceans contenen el 97 % de l'aigua del nostre planeta, però tan sols 0,5 % flueix pels continents i és potencialment utilitzable.

L'aigua de la hidrosfera segueix el seu cicle.

diferents societats humanes.



El vapor d'aigua de l'atmosfera es refreda i condensa formant els núvols, que tornen a la superfície en forma de pluja o neu segons la temperatura. Als oceans hi torna menys aigua de la que s'havia evaporat i és als continents on en torna més, això representa pels continents un volum anual de precipitacions 35.000 km^3 superior a l'evaporació. Aquesta diferència és la que crea el cabal dels rius, la resta d'aigües continentals estableixen el contingut total i actuen de reserva.

Al quadre anterior es pot observar que a la primera columna es dona molta informació a l'alumnat, però al mateix temps participa poc a l'activitat, cosa que intentàvem solucionar a la elaboració final del crèdit, on és l'alumnat qui defineix la hidrosfera i la informació és posterior. Inicialment l'alumnat escrivia molt poc:

L'aigua de la Terra

Els mars i rius

Mars rius i pols

Unes definicions s'anaven completant amb les altres fins donar la més adient, l'alumnat l'entenia molt millor, que abans quan simplement la donava el professorat.

Com s'ha comentat anteriorment, un altre exemple de l'evolució de les activitats d'ensenyament aprenentatge es pot comprovar en la taula comparativa següent (quadre 4.3) on es dona un exemple de com es modifica l'enunciat de les qüestions (proposta d'activitat a fer per l'alumnat) incloses a les dues versions, inicial i final. De

la comparació es pot veure com a la nova redacció es persegueix que l'alumnat no contesti les qüestions de forma mecànica i repetint el que ha explicat el professor o troba en els llibres, sinó de manera argumentada i pensada i que, a més, connecti les idees amb problemàtiques ambientals. Per exemple, en la unitat didàctica inicial del crèdit variable no havia de pensar res, a més demanar un cicle ideal de l'aigua no era gaire adient, tan sols cal dibuixar la informació donada al text, en canvi en la versió final l'alumne ha d'introduir en el cicle de l'aigua donat, l'efecte de l'acció humana sobre l'aigua i les possibles accions per minimitzar la contaminació (quadre 4.3).

Quadre 4.3: Taula comparativa de les qüestions plantejades als estudiants

Crèdit variable inicial (primer curs)	Crèdit variable final (segon curs)
QÜESTIONS	QÜESTIONS
Dibuixeu un cicle de l'aigua real i un que fos ideal per a vosaltres.	Dibuixeu un cicle de l'aigua alterat per l'acció de l'home (les alteracions que provoca l'acció de l'home al cicle de l'aigua i possibles solucions).
Busqueu informació sobre la distribució de precipitacions al planeta i la relació amb el tipus d'ecosistema generat.	Busqueu informació sobre la relació que hi ha entre pluja, vegetació i entorn.

En aquesta etapa comencem a passar, a final del EATP o posteriorment del Crèdit Variable l'entrevista del quadre 3.4, les respostes de la qual queden recollides a l'annex-2.

Com a l'etapa anterior la resta de punts d'aquest apartat ,Síntesi, Aplicació i Canvis en la prova d'avaluació final, tampoc es treballarem en aquesta.

c) La visió del canvi des del punt de vista de la didàctica de la química i l'EA

En les versions de les unitats didàctiques experimentades en aquesta etapa es va començar a introduir a les classes l'enfocament Ciència-Tecnologia-Societat, essencialment des del punt de vista de l'educació ambiental. Malgrat que no totes les experiències de classe eren d'aquest àmbit, al final sempre apareixien aplicacions relacionades amb l'educació ambiental. Per exemple, les fermentacions podien donar peu a parlar de catalitzadors i això a la vegada permetia veure perquè els cotxes portaven catalitzadors i quina és la seva utilitat, així com si els catalitzadors permetien eliminar tota "la contaminació", com deia l'alumnat. L'obtenció de sabó es treballava com exemple de utilització d'un residu i els greixos permetien parlar de detergents i de

contaminació de l'aigua, etc. Per tant s'establien relacions entre fets i problemàtiques diverses i es buscava que l'alumnat compregués que per explicar-los diferents conceptes químics els eren útils

També es començava a treballar els temes a partir de les idees prèvies de l'alumnat tot i que en bona part, posteriorment es treballava a l'aula o es donaven explicacions sense tenir massa en compte aquesta detecció. En la segona versió del crèdit variable, ja es comença donar una orientació més constructivista a alguna de les activitats. Per exemple, quan els alumnes elaboraven alguna definició a partir de la que havien fet ells inicialment ja no es considerava que els estudiants aprenien a partir de repetir què havia dit el professor o estava escrit en els documents lliurats, sinó de contrastar les seves pròpies idees amb informacions que cercaven i/o comparaven amb les dels companys.

Les modificacions d'aquesta part de la unitat no implicaven cap canvi en els coneixements de química però sí que variava el plantejament es tendia a que ara fos més contextualitzat i proper a l'alumne que en l'etapa anterior (apartat 4.2), malgrat que no seria fins la darrera etapa quan s'aconseguiria. Les preguntes referides a conceptes químics eren menys repetitives i menys memorístiques que abans. Encara no s'introduïen els models de substància i el de canvi químic, però ja es fa més referència al de cicle, en aquest cas, en relació als biogeoquímics.

També es va canviar el disseny de les pràctiques de laboratori, de manera que enlloc de donar als alumnes el protocol de treball, en algunes pràctiques es promovia que el busquessin, el discutissin i l'adoptessin. A més, al final, els alumnes havien d'explicar el què havien fet, i no tan sols la mecànica de com ho havien fet.

Pel que fa a l'educació ambiental, es va iniciar un canvi de plantejament en la línia dels treballs de Lucas (2001) i, posteriorment de Breiting (2002). La idea d'educació ambiental de Lucas, **sobre** el medi i **en** el medi ja s'havia implantat força però la idea de **per al** medi ho estava en molt menor mesura. En el plantejament d'aquesta versió del crèdit variable es comença a passar d'una concepció conservacionista de la finalitat de l'EA a una altra més ambientalista, en la qual a més d'estudiar els problemes s'animava a pensar en solucions i també a que el pensament no fos tan catastrofista. També es buscava que l'aprenentatge no es reduís a una simple descripció i estudi de les causes i conseqüències del problema ambiental, que moltes vegades portava l'alumnat a pensar que ell no formava part del problema i que, per tant, la possible solució o solucions estaven en mans de governs i empresaris però mai

en les seves. Conseqüentment, en aquesta etapa es comencen a aplicar propostes didàctiques orientades a la capacitat per a l'acció en el sentit de pensar-hi, tot ajudant els alumnes a reconèixer que ells també poden dur a terme accions per fer que el futur sigui més sostenible. Per tant, es va incidir molt més en el treball de les actituds.

Per tal d'avaluar el seu canvi es van elaborar els dos qüestionaris que s'han inclòs al capítol 3 i que els estudiants havien de respondre tant a l'inici com al final del crèdit (i que són els que s'han emprat per analitzar canvis en l'alumnat al capítol 5, juntament amb l'enquesta que fèiem a cada alumne al final del crèdit). Els nois i noies responien dos qüestionaris, el primer sobre actituds (Quadre 3.2), el segon sobre qüestions generals relacionades amb l'entorn (Quadre 3.3) i al final, com hem comentat abans, una entrevista personal sobre coneixements conceptuals i actituds en relació a la química i al medi ambient, a fi i efecte d' esbrinar més a fons si els canvis detectats cap a actituds ambientalment més compromeses eren reals (quadre 3.4 del capítol 3). Com s'ha dit, avaluar les actituds de l'alumnat és difícil i encara ho és més avaluar el seu canvi, i l'entrevista final va ser un instrument per identificar-ne i aprofundir en les raons.

d) Les conseqüències que es poden deduir a partir de l'aplicació

A partir de les dades recollides es va poder constatar que una part de l'alumnat mentre aprenia química, en alguns casos, canviava la seva consciència ambiental, molt especialment pel que fa referència als problemes derivats de la contaminació, ja que en aquesta etapa els problemes relacionats amb l'energia (termodinàmica) van ser poc estudiats. Els canvis introduïts van promoure una autonomia més gran en l'alumnat a l'hora d'aprendre i es podria deduir que es començava a plantejar una visió de l'aprenentatge més centrada en l'alumnat. Ara bé, la pregunta la continuava fent el professor i la forma de fer les classes va continuar sent molt descriptiva i poc holística, no es treballaven els models (és a dir, es continuaven treballant els conceptes químics de forma força atomística i no des de les seves interrelacions en funció d'uns models teòrics bàsics), i es donava molta informació però es treballava poc a partir d'ella.

Aquesta manera de fer respon al convenciment que teníem en aquell moment de que en augmentar la informació sobre els problemes de l'entorn, les actituds dels estudiants i les seves capacitats per a l'actuació millorarien. Però els resultats no van anar en aquesta direcció, ja que a l'aula es va comprovar que ni les respostes, ni les explicacions dels estudiants, ni les preguntes que feien donaven a entendre de manera

significativa un canvi d'actitud. La major part dels estudiants podien trobar fàcilment la informació que abans se'ls subministrava a internet, de manera que el fet de no donar-los la informació no semblava presentar cap canvi real, ja que continuaven, en alguns casos, copiant-la.

Per tant, es constava que calia donar resposta al problema didàctic d'aconseguir ajudar a l'alumnat a interpretar la informació i a adquirir un criteri crític per fonamentar formes d'actuar davant de nous problemes que no s'haguessin estudiat prèviament.

4.4 Tercera etapa (2003-2006): “S’incorpora la visió constructivista al disseny del crèdit variable”

a) El punt de partida i les raons dels canvis introduïts

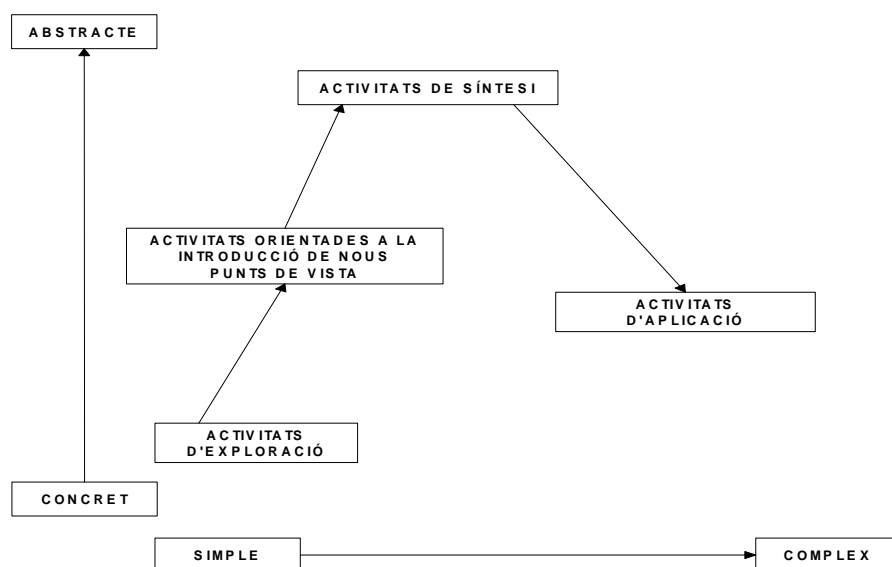
En aquesta etapa, la formació personal rebuda i el treball fet sobre educació ambiental en el marc del grup de recerca en EA de l'ICE de la UB i dels grup GREDA de la UAB, així com la cerca de materials i articles relacionats amb la química i l'EA ens va fer modificar l'estructura de les unitats didàctiques del crèdit variable a partir d'aplicar una visió que es podria valorar com més constructivista en relació l'ensenyament de les ciències i l'educació ambiental. Es volia aconseguir que l'alumnat fos més protagonista del seu aprenentatge i que deixés de creure que aprendre es redueix a repetir idees donades per d'altres o aplicació de procediments de treball. També es volia aconseguir que l'EA fos no només l'excusa per introduir conceptes químics, sinó que de forma explícita es treballessin les causes i possibles solucions associades als problemes objecte d'estudi.

En aquest context, el treball a l'aula s'orienta de manera que a partir de l'anàlisi d'un problema real i de promoure que es possessin de manifest les idees dels alumnes, es van introduint poc a poc noves maneres de veure i de pensar els fenòmens, així com de comunicar-se, de comprendre i d'actuar. El model seguit es mostra a la figura 4.3 i en la seva aplicació sempre es parteix de continguts concrets i simples, en relació als quals tots els alumnes puguin expressar què entenen i que en saben, i poc a poc es van proposant activitats que els permetin anar construint i entenent continguts més abstractes i fenòmens més complexos.

b) Les principals característiques de les activitats de les unitats didàctiques així com les respostes de l'alumnat.

En les quatre unitats didàctiques del crèdit variable dissenyades en aquesta 3a etapa es van introduir canvis respecte l'anterior. Els més rellevants són: introduïm per primera vegada l'anomenat cicle d'aprenentatge en l'adaptació de feta per Sanmartí i Tarín (1996) amb la finalitat de interrelacionar educació científica i educació ambiental (figura 4.3). Aquest cicle es dividia en quatre fases que a continuació es descriuen incidint en els aspectes que es van tenir en compte en funció de l'experiència acumulada a les etapes anteriors i la formació rebuda.

Figura 4.3: Seqüenciació d'activitats d'aprenentatge al llarg d'una unitat didàctica. (Font: Sanmartí i Tarín, 1996)



- Contextualització dels aprenentatges de química

S'aprofundeix molt més amb exemples i problemes relacionats amb la vida real i sobre tot amb l'entorn i els problemes ambientals.

- Selecció dels continguts clau i la seva interrelació

La implantació de la LOGSE, que tenia lloc paral·lelament en el temps, ja es promovien alguns d'aquests tipus de canvis als continguts, per la qual cosa, donada la trajectòria anterior, el que es deia des de la nova llei era coherent amb les necessitats que s'havien detectat amb els estudiants la d'introducció de millores en el plantejament de les unitats didàctiques.

Els continguts químics que ens calien per poder interpretar els diferents problemes relacionats amb la contaminació, s'anaven introduint detectant primer els

coneixements previs per tal de discutir-los, per després revisar-los i conèixer com es formulen des de la ciència actual, i així poder avançar en l'ampliació de continguts que ens eren necessaris. Al quadre 4.5 es compara la seqüenciació de continguts de la segona i tercera etapa.

Quadre 4.5: Continguts conceptuals i seqüenciació canviats en aquesta etapa (segon nivell de concreció)

Seqüenciació de continguts del crèdit variable de la segona etapa.	Seqüenciació de continguts del crèdit variable de la tercera etapa, amb la introducció de més continguts químics.
<p>1.3.- Les mescles</p> <p>1.3..2.- L'aigua natural</p> <p>2.- Mètodes de separació</p> <p>3.-Contaminació</p> <p>3.1.- Què sabem de la contaminació de l'aigua</p> <p>3.1.1- Contaminants a l'aigua</p> <p>3.1.1.1.- Productes químics inorgànics</p> <p>3.1.1.2.- Productes químics orgànics</p> <p>3.1.1.5.- Els detergents.</p> <p>3.3-Contaminació atmosfèrica: què en saps?</p> <p>3.4.- Fenòmens que produeix la contaminació atmosfèrica</p> <p>4.- Els residus</p>	<p>1.3.- Mètodes de separació (canvi físic)</p> <p>2.- Les mescles (homogeneïtat i heterogeneïtat de la matèria, dissolucions concentració, element i compost), (Introducció de l'estructura de la matèria)</p> <p>2.2.- L'aigua natural (cicle de l'aigua)</p> <p>3.- Contaminació (formes de mesurar la concentració)</p> <p>3.1.- Què sabem de la contaminació de l'aigua</p> <p>3.1.1- Contaminants a l'aigua</p> <p>3.1.1.1.- Productes químics inorgànics (introducció a la formulació inorgànica)</p> <p>3.1.1.2.- Productes químics orgànics (introducció a la formulació orgànica)</p> <p>3.1.1.4.- Els detergents (cicle del fòsfor)</p> <p>3.1.2.- A part de no contaminar és molt important estalviar. Per què és tant important l'estalvi de l'aigua? (cicle de l'aigua)</p> <p>3.2- Contaminació atmosfèrica: què en saps?</p> <p>3.2.1.- Fenòmens que produeix la contaminació atmosfèrica (canvi químic)</p> <p>3.2.1.3.- L'efecte hivernacle (cicle del carboni)</p>

	<p>3.2.1.4.- La pluja àcida (formulació d'àcids, bases i sals. Cicles del sofre i el nitrogen)</p> <p>3.2.2.- Efectes de la contaminació atmosfèrica</p> <p>4.5.- Processos de tractament (físics i químics)</p>
--	---

- Metodologia de les activitats d'ensenyament-aprenentatge

De igual manera que a l'etapa anterior detectarem que l'alumnat tampoc no era capaç de generalitzar els conceptes estudiats. Continuem sense un model de canvi químic que fos útil per ser aplicat i generalitzat de manera que permetés la interpretació de fets i problemes diferents als plantejats a l'aula.

- Identificació de idees prèvies i treball a partir d'elles

Activitats d'exploració

En la nostra proposta de treball són activitats que volen situar l'alumnat davant d'un problema ambiental determinat i consisteixen en promoure que expressi els coneixements que es tenen sobre el tema, així com reflexionin sobre les possibles interpretacions del problema, sobre les seves formes de sentir (emocions que els desperta) i sobre les possibles maneres d'actuar.

En aquest context, es parteix de demanar l'alumnat que expressi els seus coneixements previs. En aquest sentit, el formulari KPSI (que veurem exemples més endavant) i el plantejament de preguntes obertes han estat les eines utilitzades, però evitant promoure pràctiques mecanicistes, ja que si totes les activitats d'exploració són iguals, com hem comentat abans, l'alumnat generalment les omple de forma repetitiva i sense pensar gaire (encara que sempre hi poden haver excepcions).

La diferència amb les activitats de l'etapa anterior consistia fonamentalment en que el crèdit s'iniciava amb un test KPSI, que tenia la finalitat de detectar les idees prèvies dels alumnes, en lloc de començar amb una introducció teòrica. S'utilitzava un test per cada tipus de coneixement, conceptual, procedimental i actitudinal. Els alumnes responien el test al principi i al final de cada capítol. A mode d'exemple a continuació

es reproduïen els tests relacionats amb conceptes, procediments i actituds corresponents a l'estudi de l'aigua (Quadres 4.6, 4.7 i 4.8).

Quadre 4.6: KPSI Conceptes

Conceptes:

Indiqueu en el lloc corresponent:

a.- Heu estudiat alguna vegada el concepte enunciat?

1=SI 0=NO

b.- Ho coneixeu i ho compreneu bé?:

1= no ho conec ni ho comprenc

2= ho conec però no ho comprenc

3= ho conec i comprenc en part

4= ho podria explicar a un company

Concepte	a		b	
	I	F	I	F
L'aigua				
La hidrosfera				
Cicle de l'aigua				
Propietats de l'aigua				
Potabilització de l'aigua				
Depuració de l'aigua				
Contaminació de l'aigua				
Substàncies orgàniques				
Sabons i detergents				
TOTAL				

El test permetia fer una discussió posterior a l'aula i copsar els coneixements conceptuals que tenia l'alumnat relacionats amb l'aigua (malgrat tot dedicaven poc de temps a aquestes discussions). L'alumnat havia estudiat tot el que es preguntava, però

la majoria de respostes inicials eren 2 o 3 de puntuació, les respostes finals milloraven sensiblement i fins i tot apareixien puntuacions de 4, i les explicacions fetes pels alumnes eren força correctes.

Tot seguit podem veure alguns exemples de respostes inicials al voltant del que consideraven que era la hidrosfera:

Capa de la terra que conte aigua

Aigua que hi ha a la Terra

Aigua al aire com micropartícules

Aigües que formen la Terra

Capa de la Terra

Els Mars i Oceans

Capa d'aigua

Vapor d'aigua

Capa d'aigua en petites partícules

En canvi, les respostes finals eren més elaborades:

La hidrosfera és el conjunt de les aigües del planeta.

La hidrosfera està composta per les aigües dolces, les salades i els núvols.

La formen els oceans, els mars, les aigües dolces i els casquets polars.

La formen els mars, oceans, les aigües subterrànies, l'aigua de l'aire i les aigües dels animals i plantes

Pel que fa al KPSI de procediments (veure Quadre 4.7), es van introduir coneixements no només lligats a les tècniques (relacionades amb pràctiques fetes alguna vegada per

alumnat, però aplicades a l'aigua) sinó també a processos científics, o al pensament crític.

Quadre 4.7: KPSI Procediments

Procediments:

Indiqueu en el lloc corresponent:

a.- Heu practicat alguna vegada l'activitat enunciada?

1=SI 0=NO

b.- Nivell en què la podríeu portar a terme:

1= no sé fer res

2= sé fer alguna cosa

3= la sé fer bé

4= la podria ensenya a fer

Activitat	a		b	
	I	F	I	F
Filtració de l'aigua del riu				
Descripció de materials a partir de l'observació				
Anàlisi crítica d'un experiment científic				
Detecció d'organismes vius a l'aigua				
Anàlisi de contaminants de l'aigua				
Mesurar l'acidesa de l'aigua				
Participació en un debat sobre temes científics				
Redacció sobre un tema científic				
TOTAL				

Igual que en el test de conceptes es feia una discussió posterior a l'aula i això permetia copsar els coneixements procedimentals que tenia l'alumnat relacionats amb l'aigua (com hem dit dedicaven pot de temps a aquestes discussions). L'alumnat normalment, a diferència del que passava amb els continguts conceptuals, no havia estudiat tot el

que es preguntava, i la majoria de respostes inicials eren 0 o 1 de puntuació, les respostes finals també milloraven sensiblement i fins i tot, igual que en els conceptes, apareixien puntuacions de 4, i les explicacions fetes pels alumnes també eren força correctes.

En aquesta etapa es va 'intentar per primera vegada, avaluar actituds i hàbits previs, cosa complexa, sobre tot pel que fa referència als valors i normes. Per a aquesta avaluació es van emprar KPSI (**Actituds, valors i normes**); a mode d'exemple s'inclou un KPSI que permet avaluar actituds prèvies (Quadre 4.8).

Quadre 4.8: KPSI Actituds

Actituds:

Indiqueu en el lloc corresponent:

a.- Teniu l'actitud enunciada?

1=SÍ 0=NO

b.- La poseu en pràctica amb fets concrets?

1= no la practico gens

2= la practico una mica

3= la practico molt

4= Puc ensenyar a practicar-la

Actitud	a		b	
	I	F	I	F
Participar activament en mesures de protecció del medi ambient				
Adonar-se de les repercussions que sobre el medi ambient tenen indústries, centrals tèrmiques, persones, agricultura etc.				
Evitar la contaminació de l'aigua i el medi amb actuacions personals				
Conscienciar a la comunitat escolar sobre l'escassetat de l'aigua				

Interessar-se pel coneixement dels procediments de protecció del entorn realitzada pels individus, les institucions i les empreses				
TOTAL				

A diferència del test de conceptes i de procediments, la puntuació a les respostes inicials eren 0, cosa coherent amb el fet que les actituds es treballaven poc a l'aula. La discussió posterior a l'aula era més completa que en el cas dels dos KPSI anteriors, perquè calia aprofundir-hi més. Les respostes finals milloraven sensiblement i fins i tot, igual que en els conceptes i procediments, apareixien puntuacions de 4. Els debats fets a l'aula entorn aquests continguts va resultar ser força enriquidors per a l'alumnat.

De l'aplicació d'aquests KPSI, després d'analitzar l'actuació de l'alumnat, podem concloure en primer lloc que es demanava per massa continguts ja que als primers ítems es responien pensant però després ja es feia de forma mecànica. I en segon lloc, en molts casos l'alumnat no entenia què volia dir saber el contingut de cada ítem, ja que la seva redacció es a referia a continguts que, com no havien treballat, no se'ls representaven. També el fet de repetir l'ús de l'instrument a cada tema va comportar que l'activitat es fes monòtona i rutinària, i va contribuir a que l'alumnat respongués sense pensar. I també, com hem dit anteriorment, el poc temps dedicat a la posterior valoració del test feia que l'autoavaluació i la possible autoregulació de l'alumnat pràcticament eren inexistents.

Una vegada detectades les idees prèvies es passava a les activitats orientades a la introducció de nous punts de vista, aquestes es van concretar en el disseny del tercer nivell de concreció (segons la nomenclatura LOGSE), d'un nou crèdit variable en la que podem veure com el material que l'alumnat té al seu abast per realitzar les activitats d'ensenyament-aprenentatge, és molt diferent en el dos cursos, al del segon curs partim de l'aigua del riu, que hem recollit i no d'un concepte més abstracte i complex com seria la matèria, pot ser és un dels canvis més significatius, i continuem amb plantejaments més propers als alumnes. En el quadre 4.9 es compara una seqüència d'activitats d'ensenyament-aprenentatge en el crèdit anterior i el nou.

- Plantejament de les preguntes en les activitats

Activitats orientades a la introducció de nous punts de vista

Les activitats orientades a la introducció de nous punts de vista pretenen que l'alumnat, a partir de les idees inicials expressades, identifiqui noves variables no considerades prèviament que puguin influir en el problema, recullin noves informacions i dades, i construeixin nous conceptes que permetin augmentar la complexitat dels seu pensament i generalitzar l'anàlisi inicial. En el nostre cas, han estat importants els experiments, la consulta d'informació i els debats sobre les diferents idees que es van expressant.

Com es pot observar al quadre 4.9 tot i que els continguts dels dos crèdits variables i les seves unitats didàctiques són semblants, en la segona versió s'introdueixen d'una forma i en un ordre diferent, intentant seguir la seqüenciació indicada a la figura 4.3.

Així, en lloc de començar buscant i reflexionant sobre la definició de la matèria, s'organitzava una sortida a un espai proper com per exemple el riu de la població, on s'agafaven mostres d'aigua que s'analitzen posteriorment. Quan la sortida per agafar mostres en el riu va ser difícil d'organitzar, es van afegir diverses substàncies a una aigua neta en el laboratori. També ens va donar molt bons resultats i va interessar molt a la majoria de l'alumnat fer una visita a una planta depuradora d'aigües i també a una depuradora o potabilitzadora per internet. Aquest canvi de començar per una sortida va afavorir que es despertés l'interès per saber-ne més i que l'alumnat fes preguntes i pensés en les seves idees prèvies.

Les respostes de general l'alumnat en relació a que tenia l'aigua del riu eren:

Aigua bruta, fang, plàstics, oli, fulles seques, algues, terra, sal, petroli etc.

A la pregunta de com podrien separar els diferents components de l'aigua del riu, les respostes eren:

Per filtració, així l'aigua quedaria neta.(70 % de l'alumnat)

Deixant-la en repòs, i després abocant-la amb molta cura.(20% de l'alumnat)

Colant-la amb un colador molt "fi". (10% de l'alumnat)

Poques vegades, algun alumne deia que hi havia substàncies que no és podien separar per filtració.

Quadre 4.9: Taula de comparació de dues versions del tercer nivell de concreció (activitats a l'aula amb l'alumnat)

Seqüenciació d'activitats i continguts del crèdit variable (curs 2000).	Seqüenciació d'activitats i continguts del crèdit variable (curs 2003).				
<p>1.1- INTRODUCCIÓ</p> <p>Expliqueu què enteneu per matèria:</p> <div data-bbox="210 644 1025 715" style="border: 1px solid black; height: 44px; width: 364px;"></div> <p>Compareu la vostra definició amb les altres de la classe i doneu una definició consensuada:</p> <div data-bbox="210 879 1025 949" style="border: 1px solid black; height: 44px; width: 364px;"></div> <p>Trobeu coincidències i diferències entre la vostra definició i la del professor:</p> <table border="1" data-bbox="188 1077 1048 1217"> <thead> <tr> <th data-bbox="188 1077 593 1150">Coincidències</th> <th data-bbox="593 1077 1048 1150">Diferències</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="188 1150 593 1217"></td> <td data-bbox="593 1150 1048 1217"></td> </tr> </tbody> </table> <p>2.- Mètodes de separació (Explicats sense cap relació amb el canvi</p>	Coincidències	Diferències			<p>1.1- INTRODUCCIÓ</p> <p>Hem visitat, per tal d'agafar mostres d'aigua, el riu Llobregat, al pas per la nostra població, per estudiar quins materials té l'aigua del riu.</p> <p>Posa una part de l'aigua del riu en un vas de precipitats i explica quins materials creus que té, mirant-la a ull nu.</p> <div data-bbox="1167 815 1935 885" style="border: 1px solid black; height: 44px; width: 343px;"></div> <p>Com classificaríeu la mostra d'aigua recollida al riu?</p> <p>1.3.- MÈTODES DE SEPARACIÓ</p> <p>Expliqueu que enteneu per un canvi físic:</p> <div data-bbox="1167 1150 1912 1220" style="border: 1px solid black; height: 44px; width: 333px;"></div> <p>Els mètodes de separació de mesclures són canvis físics o sigui no canvien l'estructura interna de la matèria, malgrat que de vegades</p>
Coincidències	Diferències				

físic, eren filtracions, evaporacions etc. seguint un protocol).

es produeix un canvi d'estat, per exemple l'aigua en estat líquid.
Descriviu breument cinc canvis físics:

Expliqueu què és la matèria :

Compareu la vostra definició amb les altres de la classe i doneu una definició consensuada:

Trobeu els punts en comú entre la vostra definició i la del professor:

Coincidències	Diferències
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Tot seguit, per introduir nous coneixements, s'escullen una sèrie de materials que poden embrutar l'aigua i es descriuen les seves característiques, s'estudien maneres de classificar-los i mètodes físics per a separar-los de l'aigua. Posteriorment i en relació amb els materials es posen exemples de mescles homogènies (dissolucions) i heterogènies. És a dir, es parteix d'un fet concret, la presència de diversos materials a l'aigua, i la definició de matèria (abstracció) es construeix més endavant.

Una vegada hem estudiat els mètodes físics de separació l'alumnat també canvia les seves respostes:

Primer filtraria amb un paper de filtre, i després si veies oli decantaria. (40% de l'alumnat).

Primer filtració, després decantació i pot ser evaporació també. (30% de l'alumnat)

Depèn de com estigui de bruta, de totes formes primer filtraria, la deixaria en repòs un temps per veure si te oli i evaporaria una mica d'aigua amb una espàtula per veure si hi ha sal. (20 % de l'alumnat).

Sempre hi havia un petit percentatge d'alumnat que contestava el mateix que al principi

Es feia així perquè vam detectar que l'alumnat entenia millor què eren l'aire i l'aigua natural si havia treballat al laboratori altres dissolucions (aigua bruta, vi, aigua i sal, tinta de retoladors etc.) i n'havia separat o identificat els components, en lloc de tractar el tema únicament amb activitats a l'aula i definicions. Això permetia canviar l'associació que fa bona part de l'alumnat entre "natural" i "pur". Finalment s'establia el concepte de matèria a nivell abstracte.

Així mateix, en les unitats didàctiques finals de l'etapa, tal i com hem esmentat que havíem començat a fer a l'etapa anterior, els continguts químics s'anaven introduint a mida que es necessitaven per anar ampliant els coneixements dels alumnes i entendre allò que observaven i experimentaven. Primer, com hem comentat, s'estudiaven els canvis físics lligats als mètodes de separació de substàncies químiques, per tot seguit definir i classificar les mescles. S'intentava anar del més concret al més abstracte i del més simple al més complex, fins arribar a les substàncies que no es podien descompondre en d'altres per mètodes físics ja que estaven formades per un únic

component. Les substàncies d'aquestes característiques que són compostos eren les que s'utilitzaven posteriorment per introduir el concepte de canvi químic.

Com ja s'ha esmentat anteriorment, tots els exemples estudiats tenien alguna relació amb l'entorn, mescla homogènia de gasos (l'aire) i dissolució (l'aigua natural). S'observava per exemple, com l'aigua natural neta (però no pura) canviava d'aspecte (canvien algunes de les seves propietats) un cop utilitzada i, per tant, per a que torni a tenir les propietats inicials cal aplicar els mètodes de separació estudiats per a la seva depuració i potabilització. També es diferencia entre aigua natural i aigua pura (destil·lada). Sempre s'acabava cada seqüència entorn l'aprenentatge d'un concepte bàsic amb una síntesi de les principals idees tractades, ja sigui una definició o un resum.

A continuació es treballava el concepte de contaminació i es relacionava amb la concentració de substàncies químiques contaminants que conté l'aire o l'aigua natural. Per tal de poder nomenar els contaminants amb el llenguatge de la química s'introduïa la formulació sistemàtica de compostos inorgànics i orgànics, principalment òxids i hidrocarburs. Els àcids i les sals s'introduïen en parlar de la pluja àcida.

En resum es planteja als alumnes un dels objectius de la unitat didàctica que és explicar què passa i perquè passa, en cada un dels canvis i fenòmens estudiats.

- Activitats de síntesi

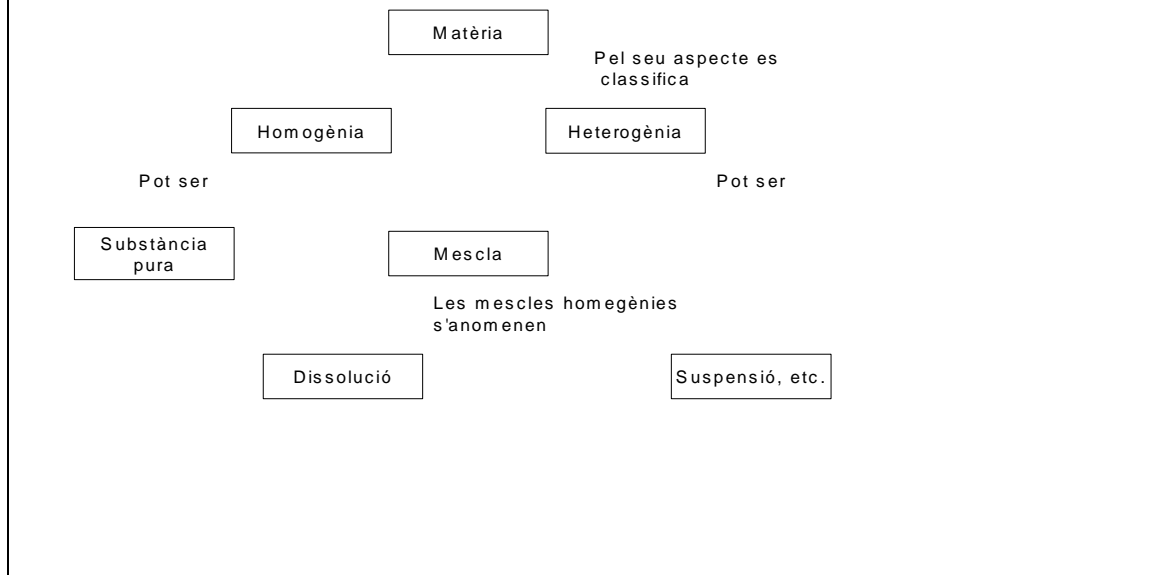
En aquesta fase es plantegen activitats de sistematització i estructuració dels nous plantejaments i idees, i en el cas de problemes ambientals també de possibles actuacions. Són activitats on els alumnes han de resumir i abstrure de forma esquemàtica i sintètica el què han après. Aquestes activitats inicialment consistien en crear mapes conceptuals amb el continguts apresos o bé presentacions del que havien estudiat a l'aula.

Per exemple el mapa conceptual del quadre 4.4, relacionat amb la classificació de la matèria, pel seu aspecte, mescles i dissolucions. O també en anar avançant preguntàvem:

Dibuixa un esquema similar a l'anterior amb el següents conceptes: DISSOLUCIÓ, SOLUT, DISSOLVENT, CONCENTRACIÓ, DILUIDA I CONCENTRADA.

Quadre 4.4: Mapa conceptual

A l'esquema anterior col·loca fletxes relacionant els conceptes com creguis que s'han de relacionar.



- Activitats d'aplicació

Aquestes activitats consisteixen en l'elaboració i execució de plans d'acció conseqüents amb els nous punts de vista i que siguin aplicables a la realitat, al problema o situació inicial i/o a d'altres que tinguin el mateix fonament conceptual que el que s'ha treballat. Aquests plans d'acció han d'estar justificats en funció dels coneixements apresos i han de correspondre a un nivell de complexitat més alt que l'inicial. En aquesta etapa les activitats d'aplicació érem en principi poc importants, i sobre tot estaven presents en algunes preguntes dels exàmens, a la següent etapa les elaborarem amb molta més cura.

- Preguntes en la prova d'avaluació final

Comencem a fer activitats d'autoavaluació com per exemple:

Quadre 4.10: Autoavaluació

AUTOAVALUACIÓ

1.- Raoneu si són certes o falses les afirmacions següents, i redacteu les darreres correctament:

- 1.1.- La pluja àcida és causada pels òxids de carboni.
- 1.2.- La vida en un llac no es veu afectada per l'acidesa.
- 1.3.- A pH per sota de 5 molts peixos moren.
- 1.4.- La pluja àcida deteriora les construccions de pedra calcària.
- 1.5.- Els òxids de sofre i nitrogen són els responsables de la pluja àcida.

La fase d'aplicació de continguts en aquesta etapa era molt minsa, sobre tot a les preguntes dels controls, però activitats d'aplicació, excepció feta d'alguna d'educació ambiental, per tal de capacitar per l'acció, no en fèiem gaires.

Després d'estudiar la contaminació de l'aigua fèiem una activitat d'aplicació que els alumnes contestaven força bé i era la següent:

Quadre 4.11: Contaminació i productes de neteja

Busqueu productes de neteja de casa teva i omple la següent taula:

PRODUCTE	UTILITAT	ETIQUETA	CONTAMINANTS	ÉS NECESSARI?
Detergent				
Rentavaixelles				
Viakal				
Gel				

Suavitant				
Altres				

O també una sobre recollida selectiva:

Quadre 4.12: Avantatges i inconvenients de la recollida selectiva

Fracció d'escombraries	Recollida selectiva	Tipus de contenidor	Avantatges que comporta	Inconvenients
Fracció orgànica				
Paper				
Vidre				
Llaunes				
Envasos				
Piles				
Oli usat				
Medicaments				

Material informàtic				
Roba usada				

c) La visió del canvi des del punt de vista de la didàctica de la química i de l'EA

El disseny d'aquest crèdit incorpora molts més aspectes de la visió constructivista propugnada a la LOGSE, en concret, les unitats didàctiques dissenyades i aplicades es caracteritzen perquè es comença fent l'anàlisi d'uns fets o problemàtiques (recull de mostres d'aigua, visitar una depuradora etc.) i, a partir d'ells es detecten les idees prèvies sobre els conceptes que es treballaran posteriorment. Les activitats per fer-ho són similars moltes vegades a les de l'etapa anterior, però redactades i plantejades de forma diferent (quadre 4.8). A més, comencem a tenir-les en compte a mesura que es van treballant i l'activitat de detecció no queda separada de la resta. Els diferents conceptes es van introduint poc a poc, i a la definició o abstracció s'hi arriba en el moment de la síntesi. En la fase d'aplicació es plantegen problemes ambientals en els que per explicar-los han de utilitzar els continguts que han anat aprenent.

El procés facilita millor el procés de construcció dels nous coneixements, l'afirmació la podem fer per que comparem els resultats de l'alumnat que fa el crèdit variable, amb els resultats que obtenen al crèdit comú de ciències, i tot el professorat que impartim el crèdit comú hem comprovat que els resultat acadèmics milloren molt entre l'alumnat que fa el crèdit variable, com explicarem al capítol 5, fins i tot per els alumnes que tenen més dificultats, ja que no es perden tan aviat, i per una altra banda la resta de l'alumnat pot anar ampliant els seus coneixements.

En aquesta etapa comencem a aplicar els dotze principis de la Química Verda (Anastas i Warner , 1998) (apartat 1.4.1), es retiren del laboratori productes molt contaminants o perillosos per la salut (mercuri, benzè, tetraclorur de carboni i d'altres), així mateix recollim els residus químics contaminants que generem a les pràctiques en recipients especials, que posteriorment retira una empresa autoritzada, també és canvien les reixetes d'amiant dels becs. Una altra millora que fem és en adquirir material de vidre pels laboratoris cada vegada la capacitat dels estris va disminuint, les pràctiques, excepció feta d'algunes que tenen un protocol establert, es preparen i es

realitzen amb una quantitat més petita de reactius, el que fa disminuir la generació de residus.

Pel que fa als canvis en relació a la visió d'educació ambiental que es va promoure l'anàlisi del disseny del crèdit variable mostra que es van consolidar els canvis iniciats en l'etapa anterior, en la línia dels treballs de Lucas (2001) i, sobretot, de Breiting (2002) i per tant es va aprofundir en una educació ambiental **per al medi**. En aquesta versió del crèdit variable el plantejament és més orientat a capacitar per a l'acció, ja que a més d'estudiar els problemes s'animava a pensar en solucions i es promou superar la visió catastrofista tan pròpia de l'edat. Com a conseqüència les propostes didàctiques estan orientades a fer que els alumnes se sentin protagonistes d'un futur més sostenible. Hi havia algunes respostes de l'alumnat que costava molt canviar:

No hi ha cap solució, ens hem carregat la Terra.

Si l'efecte hivernacle afecta a tot el Planeta, i EEUU no vol signar res que podem fer nosaltres?.

Els polítics i empresaris mai faran res, nosaltres no podem anar contra ells.

d) Les conseqüències que es poden deduir a partir de l'aplicació

En aquesta etapa els canvis didàctics més significatius es relacionen amb la manera de començar les unitats didàctiques, la formació que anem rebent i el professorat que impartim el crèdit comú, ens confirmen que canviar la forma de començar els temes fa que els resultats milloren força, en concret s'intenta contextualitzar el que fem (anar a recollir aigua al riu, anar a una depuradora, visites virtuals a potabilitzadores etc.) i també com es fa la detecció de les idees prèvies i posterior posada en comú, cosa que possibilita connectar amb el que han estudiat anteriorment, revisar aquestes idees i aprendre a partir d'elles. Un altre canvi important és l'autoavaluació que es va promoure en algunes activitats, i també per què al final ells mateixos, en alguns casos, com s'ha comentat, poden avaluar la qualitat del seu nou coneixement i reconèixer en què han canviat, què han après. Així mateix les actituds es treballen a classe i s'avaluen, es reflexiona amb l'alumnat en general i un a un, cosa que ajuda al professorat a valorar millor els canvis produïts, i a l'alumnat a fer un aprenentatge més significatiu. Tots aquests canvis era important mantenir-los en nous dissenys. Si que detectem que l'alumnat de vegades com que els KPSI són molt repetitius, el contesta de forma mecànica, per tant a la darrera etapa canviem el mètode de detecció d'idees prèvies. Així mateix el treball dels diferents continguts es fa, moltes vegades, de forma

aïllada, un rere altre, però sense interrelacionar-los de manera explícita. La forma de seqüenciar les activitats també canvia, els alumnes aprenien sobre “matèria”, “dissolucions”, “mètodes de separació de mescles”, i “canvis químics”, però sense establir connexions explícites entre ells. Per replantejar-ho, i ja a la següent etapa es buscava treballar-los en funció de grans models teòrics químics. Apart de comparar el canvi a les activitats amb la resta de professorat dels Departament de Ciències també copubliquen la unitat didàctica de l'aigua (*Guia praxis para el profesorado de ESO Ciencias de la naturaleza*).

D'altra banda, el pas fet en relació a l'EA en el sentit d'orientar el treball a l'aula cada vegada més cap a la capacitació per a l'acció, es valora, és cert que si bé les actituds ambientals ja es treballaven seguint les pautes de Breiting, de capacitar per l'acció, no serà fins la darrera versió, amb l'entrada en vigor de la LOE, quant l'ensenyament per competències el farem de forma generalitzada i aplicada a tots els tipus de continguts.

Per tant i pel que es refereix a l'educació ambiental en aquesta etapa ja està molt consolidada i excepció feta d'algunes activitats competencials, introduïdes a la darrera etapa com la obtenció del biodièssel, la mantindrem igual.

Posteriorment explicarem com en l'etapa següent vam considerar que era millor plantejar l'inici de les activitats en forma de pregunta.

4.5 Quarta etapa (2007-2008): “S’incorpora el treball de les competències bàsiques”

a) El punt de partida i les raons dels canvis introduïts

Aquesta etapa coincideix amb la implantació de la LOE, llei que introdueix el treball per competències (apartat 1.2). Per aquest motiu es van modificar totes les activitats, des de les d'exploració a les d'aplicació, tot i que l'esquema de seqüència al llarg del cicle d'aprenentatge es va mantenir ja que, com s'ha indicat en l'anàlisi de l'etapa anterior, els diferents professors que impartien el crèdit havien valorat que funcionava de manera força idònia i l'alumnat aprenia de forma més significativa (4.4 apartat d).

El canvi més significatiu és que a les diferents UD es partia d'una pregunta, com per exemple: “De l'aigua què en sabem?”, “Podem obtenir energia a partir d'un residu?”, que comportaven pensar en l'ús del coneixement que anaven a aprendre, és a dir, la pregunta contextualitzada s'havia d'anar contestant a mida que l'alumnat adquiria nous continguts, i amb això podíem mesurar l'assoliment competencial adquirit.

Des de l'inici també es va valorar l'interès d'una visió competencial de l'aprenentatge ja que era molt coherent amb la visió d'EA que volíem promoure en les nostres classes relacionada amb ser capaç d'actuar. Aquesta visió queda molt reforçada en la nova versió del crèdit, perquè es pretenia treballar sempre amb activitats que afavorissin el desenvolupament de les competències.

Un altre dels canvis es centrava en treballar els continguts no de forma aïllada, sinó al voltant d'un procés orientat a la construcció de models teòrics (explicat a l'apartat 1.5 b d'aquesta memòria) i en concret de dos models que considerem bàsics en la química, com són el de substància i de canvi químic (figures 4.4 i 4.5).

Les raons d'aquest canvi estan en la formació rebuda en aquests anys amb motiu dels canvis curriculars, especialment en el marc de durant dos anys assistir a cursos sobre competències bàsiques basats amb la pràctica reflexiva i organitzat per l'ICE de la UB, així com l'assistència a conferències i també lectures relacionats amb les competències.

b) Les principals característiques de les activitats de les unitats didàctiques així com les respostes de l'alumnat

- Contextualització dels aprenentatges de química.

En aquest crèdit per iniciar la UD es partia d'algun problema ambiental concret, és la primera vegada que comencem visualitzant i discutint amb l'alumnat un documental (Una veritat incomoda, Home) o també alguna pel·lícula (El dia de demà), aquesta activitat ens ajudava a contextualitzar i detectar idees prèvies. Per exemple, el model de "canvi químic" s'introduïa a partir d'analitzar les causes de la contaminació atmosfèrica i reconèixer que les substàncies que la provocaven eren el resultat d'un tipus de canvis que encara no s'havien treballat (ja que fins aleshores només s'havien analitzat canvis físics). Entre les causes detectades hi havia els gasos que surten dels tubs d'escapament d'un cotxe, així com la diferència entre els cotxes amb catalitzador i els que (no eren obligatoris per llei els catalitzadors) no en tenien, aquest fet ens donava peu a parlar dels catalitzadors dels cotxes (veure activitat a l'Annex-3 pg 48. Material del crèdit variable per l'alumnat, programació del crèdit variable i dossier del professorat) i aprofundir en les variables que influeixen en la velocitat de les reaccions químiques.

Per tant, la contextualització no era només una excusa per motivar a l'inici de la UD sinó que impregnava totes les activitats, ja sigui les lectures, els experiments, les preguntes per aplicar els nous coneixements que s'anaven construint, etc.

A vegades, donat que no es podia sempre experimentar amb les substàncies concretes a les que es refereix el problema, se n'utilitzaven d'altres com analogia. En aquest cas dels catalitzadors, com hem comentat anteriorment, es va observar experimentalment el seu efecte a partir de la fermentació de la glucosa utilitzant com a catalitzador "Sacharomyces ellipsoideus" de la pell del raïm (activitat inclosa a l'Annex 3 pg 47. Material del crèdit variable per l'alumnat, programació del crèdit variable i dossier del professorat).

També va canviar de manera substantiva la formulació de les preguntes en els exercicis i diferents activitats. Al quadre es pot comparar les maneres diferents de redactar-les i comprovar que en la primera versió es demanava per definir o recordar... i, en canvi, en la corresponent a aquest crèdit havien d'utilitzar el coneixement per opinar i posicionar-se, aspectes molt més competencials.

Quadre 4.11: Comparació entre el plantejament de qüestions

Crèdit variable inicial	Crèdit variable final i Crèdit variable de l'Annex-3
<p>QUESTIONS:</p> <p>1.- Definiu què és una substància homogènia i què és una heterogènia. Poseu 3 exemples de cadascuna</p> <p>2.- Les substàncies homogènies estan formades per una sola espècie química?.</p> <p>3.- Per què classifiquem les substàncies pel seu aspecte?</p>	<p>QUESTIONS:</p> <p>1.- En Jordi diu al seu amic Pere que totes les substàncies heterogènies són mesclades, però en Pere diu que no, que hi ha mesclades que són homogènies? Qui dels dos penseu que està més encertat? Per què?</p> <p>2.- L'Anna diu que les substàncies homogènies estan formades per una única espècie química perquè si en tinguessin més es veurien totes. Esteu d'acord amb l'Anna? Per què?</p> <p>3.- Justifiqueu els criteris que s'utilitzen científicament per classificar les substàncies. Per què no és un bon criteri classificar-les pel seu estat d'agregació?</p>

Aquests canvis van fer que l'alumnat, inicialment, no entengués bé què se'ls demanava, ja que estaven acostumats a repetir respostes. Sobretot en les proves escrites es queixaven de que preguntaven "coses" que no havíem explicat a l'aula, que era tot molt difícil, i que per molt que estudiaven no sabien resoldre bé les qüestions plantejades. Però poc a poc, valoren aquest plantejament, ja que diuen que "*veiem perquè serveix això que estudiem*", o també "*això que hem vist ho vaig fer jo a casa*" i també en alguns casos "*aquests experiment va sortir a la televisió al programa...*".

- Selecció dels continguts clau i la seva interrelació

Un altre dels aspectes que va condicionar el nou disseny de les unitats didàctiques del crèdit variable (Annex-3. Material del crèdit variable per l'alumnat, programació del crèdit variable i dossier del professorat) va ser la reflexió entorn a les idees importants a aprendre. Es va incidir en treballar, d'una banda al voltant del model "substància" i de l'altre, al voltant del model "canvi químic" (figures 4.4 i 4.5), amb l'objectiu que els alumnes relacionessin tots els conceptes (i procediments experimentals, llenguatge, vivències, etc.) que hi estaven associats.

Els conceptes eren similars però abans s'ensenyaven un rere l'altre sense connectar-los explícitament i ara buscaven que es reconegués la interrelació. És a dir, es va passar d'un enfocament "atomístic" de les idees, a un que en podríem dir més "holístic".

- Metodologia de les activitats d'ensenyament-aprenentatge

Per concretar les idees i les seves interrelacions es va partir de dissenyar un mapa conceptual per visualitzar-ho. Aquests mapa es planteja ja des de l'inic a l'alumnat i quan s'anava parlant de cadascun dels conceptes, sempre s'intentava fer de manera que es veies la interrelació amb els altres. En les figures 4.4 i 4.5 es recullen els dos mapes conceptuals utilitats.

El pas del model de substància al de canvi químic es va fer quan va ser necessari interpretar fenòmens, que per explicar-los calia utilitzar aquest el segon model. En relació a aquest model analitzava què es conserva - com la massa, els elements i els seus àtoms i l'energia-, i què canvia, quina diferència hi ha entre reactius i productes i com els mateixos elements, units de forma diferent, formen compostos amb característiques i propietats químiques completament diferents, o per què les substàncies químiques reaccionen amb relacions de massa constants. En aquest punt es feia esment que el resultat dels enllaços entre els àtoms no sempre són molècules

discretes, sinó que també es poden formar estructures gegants i es discutia per exemple com era que malgrat que el àcid clorhídric (HCl) i el clorur de sodi (NaCl) tenien fórmules químiques semblants eren compostos amb característiques molt diferents.

Figura 4.4: Model de substància

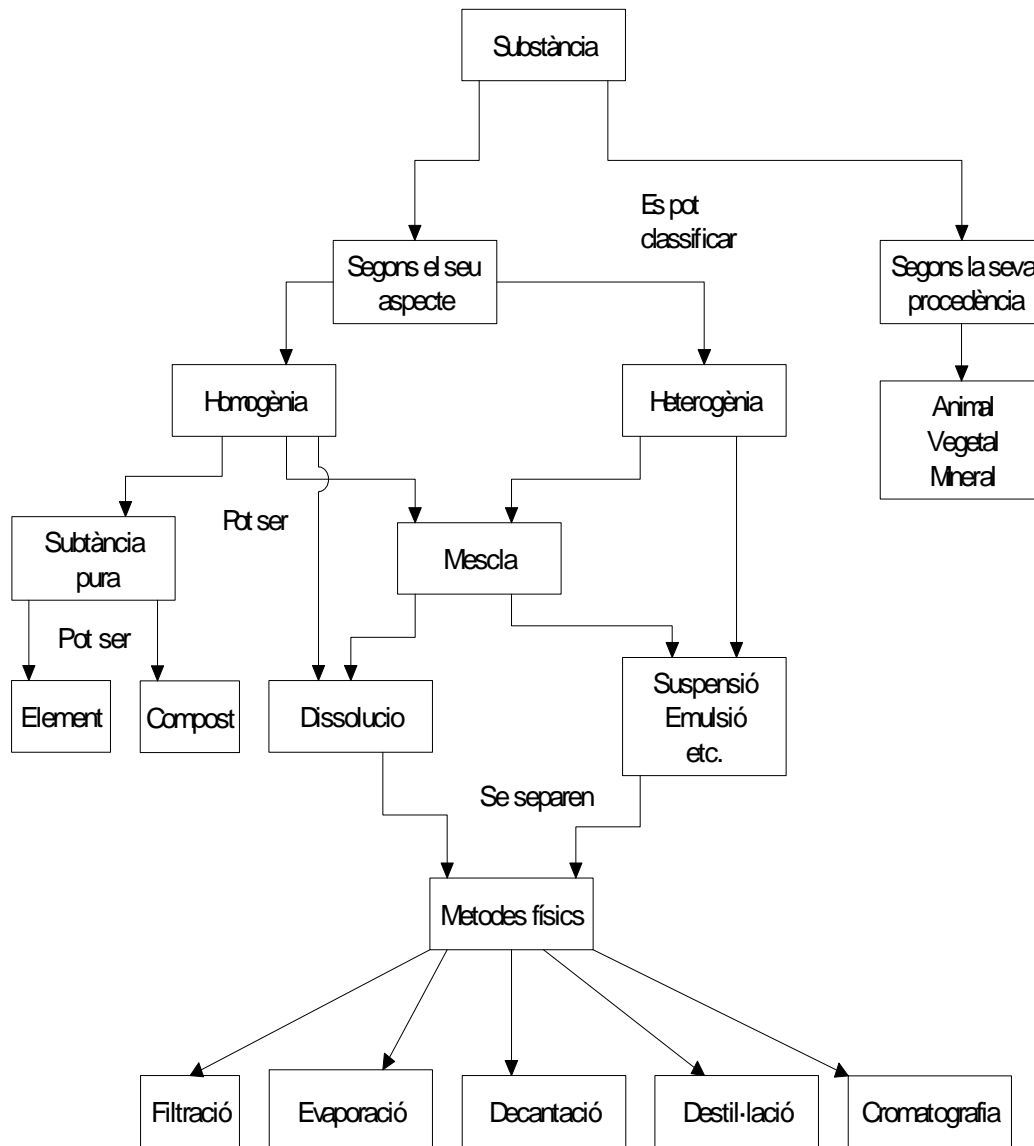
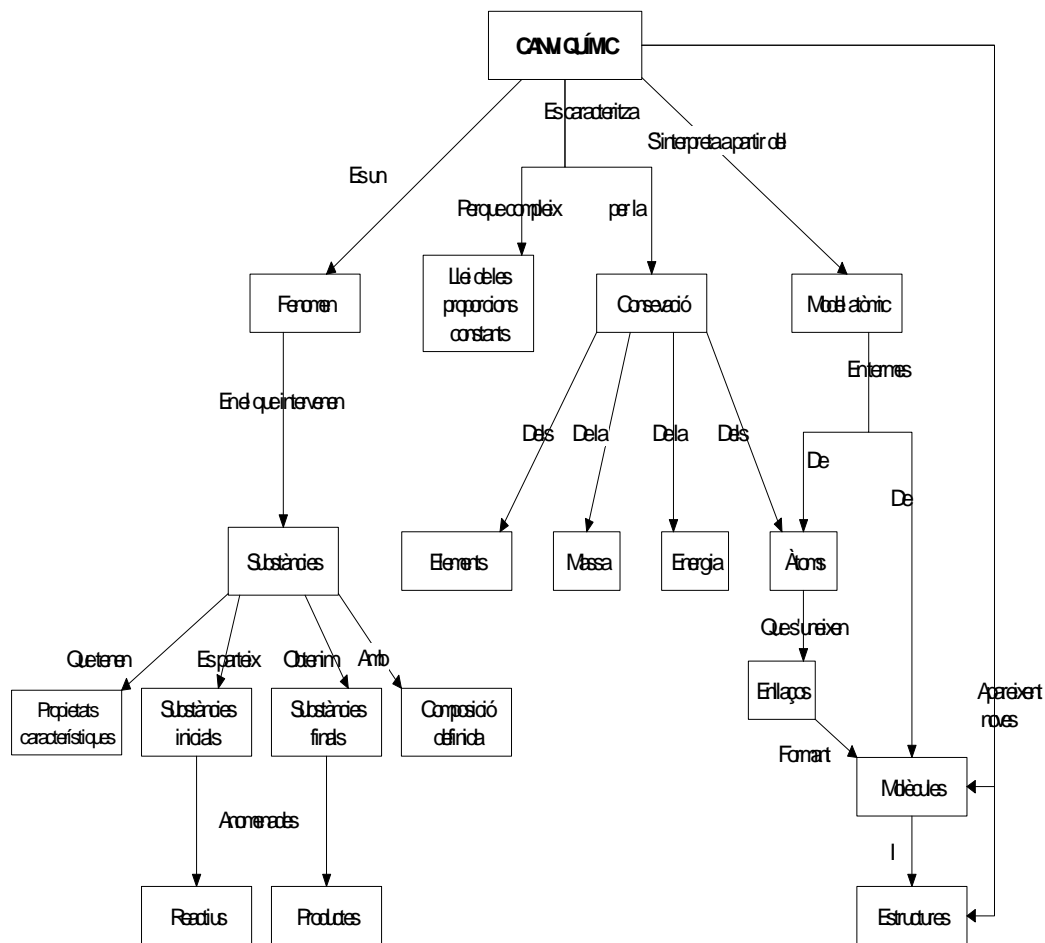


Figura 4.5: Model de Canvi químic



- Identificació idees prèvies i treball a partir d'elles

Tant el fet de plantejar UD contextualitzades com que la selecció dels continguts es va fer en funció de models teòrics va comportar el disseny de noves activitats i qüestions per afavorir el procés de modelització i el desenvolupament de competències. Tot seguit anirem analitzant els canvis introduïts i els resultats de l'alumnat.

Les activitats inicials van canviar en profunditat. Per exemple, en anteriors UD ja havíem començat a fer inicialment d'una visita al riu Llobregat, on es recollien mostres d'aigua a partir de les quals després es feien experiments de separació de substàncies. En aquesta etapa a més es va incloure una pregunta inicial: **què hi ha a l'aigua del riu Llobregat?**, a partir de la qual es discutien els diferents punts de vista i s'anaven concretant els objectius a assolir. Tot amb la finalitat de que allò que anaven

a aprendre tingues sentit per als alumnes, ja que ho relacionaven amb observacions i amb el que ells pensaven sobre el tema.

En d'altres casos, es començava per la lectura d'un article i havien de respondre a qüestions com:

Idea principal

Preguntes què planteja la notícia

Preguntes què contesta la notícia

Preguntes més enllà de la notícia

L'alumnat, com estava poc habituat a aquest tipus d'activitats, a la pregunta sobre la idea principal responien copiant el títol de l'article. Per exemple, si aquest era "Biodièsel: una realitat amb moltes virtuts... i alguns inconvenients", la idea principal que donaven era la mateixa del títol o com a màxim: "*El biodièsel un combustible artificial que substituirà a la gasolina*". I en quan a les preguntes què planteja la notícia, es reduïen a "*Es veritat?*" "*El biodièsel no contamina?*" "*És car?*" Les altres dues darreres preguntes les deixaven en blanc. En funció d'aquests resultats es plantejava un intercanvi de punts de vista i així anaven sorgint altres preguntes i idees més interessants: "*L'escalfament global i la pujada del petroli faran què el biodièsel sigui el combustible del futur?*" "*És veritat però la producció és molt cara i l'obtenció massiva de biodièsel encareix productes bàsic com la farina de blat de moro, que s'utilitza al Països del Tercer Mon?*"

Aquestes activitats a vegades es complementaven amb la resposta a un KPSI per identificar les idees prèvies, però també es van introduir canvis en relació als redactats anteriors en la manera de formular els diferents ítems. Es buscava que no fossin tan igual sempre i promoure que l'alumnat respongués de forma menys mecànica ja que en els cursos anteriors s'havia detectat que contestaven de forma repetitiva i sense fixar-se gaire amb la resposta. La diferència important va ser plantejar els ítems en forma de pregunta al voltant dels conceptes clau que varem considerar important aprendre.

Per exemple, el quadre 4.12 compara la formulació d'alguns ítems abans i després,

Quadre 4.12. Comparació ítems KPSI

Ítems etapa tercera	Ítems etapa quarta
La matèria	Com podries definir la matèria?
Substància pura	Com sabries distingir una substància pura d'una mescla?
Sintètic	Com podries identificar un material sintètic o artificial?
Geològic	Què vol dir origen geològic?

Però l'activitat no acabava amb la resposta al KPSI sinó que es plantejava una discussió per aclarir alguns dels punts de vista divergents. Aquests ara quedaven més ben explicats i els temes conflictius o no clars quedaven oberts, per després anar-los discutint al llarg del crèdit variable i re-aprenent. Per exemple, l'alumnat no tenia dificultats per classificar materials segons el seu origen però, en canvi, no ho feia mai diferenciant si eren homogenis o heterogenis. També es podia anar aclarint la definició de substància pura i la diferència entre una substància natural i una pura a partir de plantejar-los la pregunta sobre quina era la seva composició. Per tant, la connexió entre aquesta activitat de detecció d'idees prèvies i la resta del crèdit era més evident. També , continuem utilitzant en alguns caos la pluja d'idees.

Un altra manera de promoure la revisió de les seves idees prèvies era a partir de la discussió conduïen a resultats que no coincidien amb els acceptats per la comunitat científica, es promovia la discussió per tal de revisar-los sense buscar que ja des de l'inici copiessin les idees d'un text donat o d'internet.

Per exemple, la discussió sobre els criteris de classificació inicials en que es centraven en els estats d'agregació, portava a discutir si les substàncies eren iguals o diferents tot i que les observéssim en diferents estats i a pensar en d'altres criteris de classificació com era diferenciar entre mescles i substàncies pures i, en aquestes darreres, entre compostos i elements, i en aquest procés els alumnes anaven reconeixent i entenent que existeix una certa arbitrarietat en l'elecció dels criteris de classificació de la matèria, que depenen de per a què es fa una determinada classificació. Per exemple en biologia s'utilitza com a criteri la procedència (animal, vegetal, etc.) mentre que en química s'empra la composició o les propietats. Això permet introduir posteriorment continguts químics més complexos.

El tipus d'activitats inicials eren molt més variades, i ja formaven part del procés de modelització. Es podria afirmar que es va perdre por a perdre el temps i en canvi, es va donar importància al temps dedicat a que els alumnes s'expressessin. Es començava a canviar el punt de vista sobre que el més important a l'ensenyar: explicar bé les idees, o bé canviar les que tenien prèviament.

- Plantejament de les preguntes en les activitats

Les activitats per anar modelitzant es caracteritzaven per estudiar i aplicar els continguts en contextos diversos i posteriorment els alumnes contrastaven tot això amb els punts de vista que introduïa el professor. S'estudiava la matèria, després l'aigua, també més tard s'estudiava l'aire, cosa que permetia ampliar l'ús del model de substància per interpretar què era l'aire (mescla homogènia) i quines eren les substàncies que el formaven. Al mateix temps, per poder explicar propietats de les substàncies i els canvis que experimentaven, es van introduir els àtoms, les molècules o les estructures que les formen i com estan enllaçats (escala microscòpica).

En conseqüència, les activitats orientades a modelització, es van dissenyar de forma que no fossin tan mecanicistes ni repetitives, sinó que tinguessin en compte què pensaven en els alumnes i en trobar proves a partir d'experiments que confirmessin o no els seus punts de vista. Per exemple, en una de les pràctiques inicials de la unitat didàctica, els estudiants havien de separar (utilitzant mètodes de separació físics) els diferents tipus de substàncies que conté l'aigua bruta del riu, identificar-les i proposar maneres de classificar-les. Posteriorment es comparaven els criteris de classificació utilitzats pels alumnes a l'inici i es discutien en funció del que havien observat. Moltes vegades els alumnes classificaven les substàncies en funció de l'estat d'agregació, però quan el professor comentava que una mateixa substància es podia trobar en diferents estats, es posava de manifest que aquest no era un bon criteri de classificació de substàncies i se n'havia de proposar d'altres.

- Activitats de síntesi.

Per sintetitzar el que s'havia après, els alumnes havien de proposar una definició de matèria, de substància pura, de mescla heterogènia i de dissolució. Una vegada discutides a classe totes les definicions es comparaven amb les acceptades pels científics que donava el professor. Els alumnes havien de trobar els punts en comú entre la seva definició i la donada pel professor i quines eren les diferències. Ara bé, tot i el contingut de les qüestions que havien de respondre els alumnes pràcticament

no havien canviat, en canvi si, i molt, la seva redacció per tal de donar-los un plantejament més competencial, com es pot observar al quadre 4.9.

- Activitats d'aplicació

Per fer la transferència a noves situacions podem veure alguns exemples als quadres del 4.13 al 4.15 de preguntes fetes a l'alumnat i les seves respostes abans i després d'explicar, discutir amb ells i corregir diverses activitats.

En parlar d'energia podem veure un exemple que l'alumnat no sabia respondre:

Quadre 4.13: Exemple d'activitat de l'energia

Què penses de l'afirmació següent: "Si l'energia no es crea ni es destrueix per què hem d'estalviar energia?" Justifica raonadament la teva resposta.

Les respostes eren:

Per què l'energia és molt cara (60%)

Per què el petroli s'acabarà (30%)

Per què augmenta el CO₂ (10%)

Calia explicar i aclarir els continguts amb més profunditat a l'aula, cercar la relació entre energia calorífica i treball, i relacionar-ho amb el funcionament de les màquines tèrmiques per que l'alumnat dones respostes més correctes.

Una vegada corregit a l'aula canviàvem molt les respostes de l'alumnat a la mateixa pregunta.

L'energia no es destrueix, però no la podem tornar a utilitzar. (50%)

L'energia es degrada i no es pot utilitzar una segona vegada.(30%)

L'energia quan s'utilitza en una màquina es transforma en calor i no es pot tornar a utilitzar.(20%)

Uns altres exemples:

Quadre 4.14: Pluja àcida

A prop de casa vostra s'ha instal·lat una indústria que provoca acidesa a la pluja. Un grup ecologista, l'associació de veïns i l'ajuntament estan enfrontats pel problema. Els dos primers diuen que es malmetrà l'entorn, l'ajuntament que es crearan llocs de treball. Proposeu una solució argumentada que pugui satisfer a uns i altres.

Les respostes textuais eren les següents i es pot apreciar que raonaments no hi havia gaires:

Canviar la indústria de lloc (80%)

Acompliment de normes i filtres per que els gasos no arriben a l'atmosfera (10%)

Tancar si contaminen (2%)

Que l'aire que surti estigui depurat (4%)

Depurar l'aigua (4%)

Una vegada corregit a l'aula, seguint l'exemple anterior, canviàvem molt els percentatges de les respostes.

Canviar la indústria de lloc (40%)

Acompliment de normes i filtres per que els gasos no arriben a l'atmosfera (30%)

Tancar si contaminen (0%)

Que l'aire que surti estigui depurat (15%)

Depurar l'aigua (15%)

Quadre 4.15: Depuració de l'aigua

La Raquel i el Pere estan molt preocupats per la contaminació de l'aigua i els diners que costa depurar-la, la Raquel és optimista i pensa que tots podem contribuir a disminuir la contaminació, en Pere dona la culpa a les indústries i a als governs. Expliqueu amb qui dels dos estariu d'acord? Com contamineu vosaltres l'aigua?

Els dos tenen raó per diferents raons(20%)

La Raquel és veritat tots podríem contaminar menys(20%)

El Pere, i clar a més el govern cobra "la neteja" de l'aigua (60%)

No donaven cap explicació a la primera pregunta.

A la segona:

Contaminen les indústries, nosaltres no (25%).

Nosaltres contamineu amb sabó i gel, detergents etc. però no se com podem deixar de fer-ho (30%).

Contamineu molt poc i a més l'aigua costa molts euros, que paguem als governs

(30%)

La natura neteja l'aigua (15%)

Després de la discussió a l'aula els percentatges canviàvem també.

Els dos tenen raó per diferents raons(20%)

La Raquel és veritat tots podríem contaminar menys(50%)

El Pere, i clar a més el govern cobra "la neteja" de l'aigua (30%)

No donaven cap explicació a la primera pregunta.

A la segona:

Contaminen les indústries, però nosaltres també (50%).

Nosaltres contaminen amb sabó i gel, detergents etc. però podríem fer accions per no contaminar tant (40%).

Contaminen molt poc i a més l'aigua costa molts euros, que paguem als governs (5%)

La natura neteja l'aigua (5%)

- Preguntes en la prova d'avaluació final

Com ja s'ha esmentat, l'activitat d'avaluació final escollida fou l'estudi del biodièsel, per tal que els estudiants interpretessin fets relacionats amb altres substàncies o bé temàtiques diferents a les estudiades, tot aplicant els continguts apresos al crèdit variable i així feren la transferència, l'activitat estava contextualitzada, al centre es fa recollida d'olis usats. Així les activitats d'exploració es fan a partir de la lectura d'un conjunt de notícies i titulars de diaris, els alumnes han de demostrar la seva competència en utilitzar els continguts apresos per trobar informació a Internet, triar pàgines web que siguin fiables, que identifiquin qui les ha elaborat i que finalment els permeti comprendre les activitats orientades a la introducció de nous punts de vista: què és el biodièsel, com s'obté tant a la indústria com al laboratori i quins avantatges i inconvenients té la seva utilització en relació a altres combustibles fòssils. Han de fer una exposició sobre què han après (activitat de síntesi) i, finalment, prendre una posició argumentada, pel que fa referència a l'ús del biodièsel com a combustible (veure annex-3 pág. 73. Material del crèdit variable per l'alumnat, programació del crèdit variable i dossier del professorat) i han de treballar fent la transferència dels continguts apresos a una situació diferent, i posicionar-se des del punt de vista ambiental, sobre la utilització dels biocarburants. Totes les activitats estan dissenyades

per veure si l'alumnat ha assolit les competències, però aquesta, de manera especial per avaluar el nivell d'assoliment de les competències.

Un exemple, que també vam utilitzar per fer l'avaluació final i que podríem estudiar és el proposat a l'apartat 4.1 del crèdit variable on es parla de les etapes del cicle de la vida dels materials, després de discutir a l'aula l'esquema, l'alumnat havia de cercar informació per internet i explicar raonadament el cicle de la vida de les silicones, si agafem una resposta de les donades pels alumnes, eren totes bastant semblants, una d'elles deia el següent:

Quadre 4.16: Exemple cicle de la vida dels materials (inicial)

Cicle de vida de la silicona

Procés d'extracció :

La silicona esta formada per la unió de molècules amb un tamany mes petit anomenats polímers. Fet principalment de silici, un element químic metal·loide, es presenta en forma amorfa i cristal·litzada. La silicona és inerta i estable a altes temperatures, això la fa útil en gran varietat d'aplicacions industrials. El producte primari per a l'elaboració de silicones és el diòxid de silici, bastant abundant a la sorra de platja i altres roques semblants. Les silicones s'elaboren a partir de clorosilans, tetraetoxisilà i altres compostos de silici . Depenent de les condicions de la seva obtenció i de posteriors processos químics, la silicona pot prendre una varietat de formes físiques.

Procés de producció:

Varia d'un fabricant a un altre. La A.D.A estableix un temps entre 3 o 5 minuts. La temperatura i la humitat gairebé no varien en el temps d'enduriment en les silicones per condensació i si influeixen de manera important en què polimeritzen per addició.

Procés de distribució:

Les silicones s'utilitzen en molts productes, i s'inclouen com a components d'altres. Les silicones s'utilitzen en segellat d'aquaris, en la indústria automotriu, recobriments, articles de cuina, dissolvent de neteja en sec, electrònica, lubricants, etc.

Usos de la silicona:

- Joguines*
- Indústria automotriu, en el camp automotriu, el greix de silicona s'utilitza normalment com un lubricant per als frens*
- Medicina, les silicones s'utilitzen en implants quirúrgics*
- Recobriments, moltes teles poden ser recobertes o impregnades amb silicona per formar un compost fort i resistent a l'aigua*
- Segellador, els segelladors de silicona són molt utilitzats en la fabricació d'aquaris*

- Estris de cuina

- Electrònica

Procés de rebuig:

La goma i el diòxid de silicona no només són classificats com residus no perillosos , sinó que també són comuns en la nostra vida diària. La goma de silicona és present en molts productes comuns d'us quotidià.

En veure els resultats i comprovar que havien fet la cerca per internet però que a part de copiar no havien pensat ni raonat gaire, vam decidir també fer una exposició conjunta i que després tornessin a escriure el cicle de la vida, el mateix alumne anterior el va canviar la seva primera versió per la següent:

Quadre 4.17: Exemple cicle de la vida dels materials (final)

SILICONES

ENTRADES:

Primeres matèries i energia.

La silicona és un polímer inodor i incolor fet principalment de diòxid de silici. En aquest cas estem parlant d'un polímer sintètic , que és aquell que ha estat dissenyat i fabricat per l'ésser humà. La silicona és inerta i estable a altes temperatures, el que la fa útil en gran varietat d'aplicacions. Les silicones s'elaboren a partir de clorosilans, tetraetoxisilà i altres compostos de silici similars.

En el cas de les silicones, el coure també és una de les primeres matèries.

En el procés de Grignard, les primeres matèries són: tetraclorur de silici, encenalls de magnesi metàl·lic i èter com ha dissolvent.

Els polimers són macromolècules formades per una o més unitats estructurals unides amb enllaços covalents.

En l'obtenció de les silicones, s'utilitza l'energia tèrmica, química i cinètica.

Límits del sistema

-Adquisició de matèries primeres

El producte primari per a l'elaboració de silicones és el diòxid de silici, que el podem obtenir del gres, la sorra de la platja i altres roques. Depenent de les condicions de la seva obtenció i de posteriors processos químics, la silicona pot prendre una varietat de formes físiques que inclouen oli, gel i sòlid.

PRODUCCIÓ I UTILITZACIÓ

Hi ha diversos processos de producció:

-Procés directe

-Procés de Grignard

-Hidròlisi i polvorització

PROCÉS DIRECTE

En aquest mètode es fa reaccionar òxid de silici finament polvoritzat amb clorur de metil o monoclorobenceno (si es vol obtenir fenilclorosilanos). La reacció es porta a terme a 300 ° C i en presència de pols de coure, que actua com a catalitzador.

Perquè hi hagi bon contacte entre el vapor de clorur de metil i els reactius sòlids, el procés es realitza en un recipient que gira poc a poc sobre un eix horitzontal. D'aquesta manera, els sòlids polvoritzats cauen contínuament a través d'un espai ple amb vapor de clorur de metil. Els productes de la reacció, juntament amb clorur de metil que no ha reaccionat, passen a una sèrie de condensadors i columnes de destil·lació, en què se separa el clorur de metil per a ser utilitzat de nou.

PROCÉS DE GRIGNARD

És essencial que els productes estiguin absolutament secs abans de afegir-los al reactor, perquè la presència de vestigis d'aigua altera les reaccions. El magnesi, perfectament net, s'afegeix sobre l'èter sec en el recipient. Si el que es va a preparar és triclorofenilsilano, s'agrega monoclorurobenceno, fins que es consumeix el magnesi en la formació de clorur de fenilmagnesio. Aquesta suspensió es passa a un altre recipient semblant, que conté una dissolució de tetraclorur de silici en èter sec. Aquí, el clorur de fenilmagnesio reacciona amb el tetraclorur de silici, per donar triclorofenilsilano. El clorur magnèsic se separa filtrant la suspensió, i el filtratge es destil·la, per separar el triclorofenilsilano l'èter.

HIDROLISIS I POLVORTIZACIÓ

Després de separar els productes dels processos " directe" o " de Grignard " per destil·lació fraccionada , poden convertir-se en polímers. Per fer una determinada silicona , es barregen amb cura diversos clorosilans en les proporcions adequades . Després d' agitar-los completament , s'afegeixen a un altre recipient que conté aigua . En aquesta s'obté l'oli de silicona i es desprèn àcid clorhídric. La temperatura del vas , la quantitat d'aigua que conté i el mètode d'eliminar l'àcid afecten al producte final . L'àcid s'ha d'eliminar per rentat o es pot neutralitzar primer i eliminar la sal . Finalment , l'oli hidrolitzat s'equilibra escalfant amb un catalitzador apropiat, fins que s'arriba al grau de polimerització correcta. El catalitzador s'ha de separar en aquest moment . En alguns casos s'eliminen compostos volàtils que no interessin. Per a algunes aplicacions (per exemple , resines) , les silicones es polimeritzen només parcialment en l'etapa de fabricació.

ÚS, REÚS, MANTENIMENT

- La silicona és inerta i estable a altes temperatures, el que la fa útil a gran varietat d'aplicacions industrials, com lubricants, adhesius, impermeabilitzants.

-Per la seva versatilitat a tingut un èxit múltiple en productes de consum diari: laques per el cabell, protectors labials, protectors solars i cremes humectants.

-Donada la seva baixa reactivitat ha estat àmpliament usada en la indústria farmacèutica en confecció de càpsules per facilitar la ingestió d'alguns medicaments , en antiàcids sota la designació de meticona. Hi ha més de 1000 productes mèdics en els quals la silicona és un component .

-És una substància comunament usada com lubricant a la superfície interna de les xeringues i ampolles per a la conservació de derivats de la sang i medicaments intravenosos. Els marcapassos, les vàlvules cardíaques usen recobriments de silicona.

- També és utilitzada per fabricar artefactes implantables com les articulacions artificials (genolls, malucs), catèters per quimioteràpia o per a la hidrocefàlia, sistemes de drenatge, implants .

Una altra aplicació és la silicona per motlles com a alternativa al làtex en la fabricació de motlles per les seves propietats flexibles i antiadherents. Un dels derivats de la silicona és la silicona platí . Un material comú per a ús mèdic (tetines dels biberons) i que en els últims anys s'ha aplicat en productes per a la cuina.

RECICLATGE, GESTIÓ DEL RESIDU

Les silicones a l'hora de la gestió de residus es troba en els residus de processos químics orgànics, i dintre d'aquest grup en el de residus de la FFDU de plàstics, cautxú sintètic i fibres artificials.

SORTIDES:

Emissions atmosfèriques, compostos volàtils que hem enumerat anteriorment, aigües residuals, residus sòlids, coproductes ja que en sintetitzar silicona s'usa acetat de silici en lloc de clorur de silici. La hidròlisi de l'acetat de silici produeix un àcid acètic menys perillós que és el que trobem en el vinagre. I en la combustió apareixen silici, gasos i altres productes.

FONTS:

-Viquipèdia

- LISTA EUROPEA DE RESIDUS

<<<http://www.cma.gva.es/areas/residuos/res/CER2002a.htm>>>

-RCiCLO

<<<http://www.rciclo.es/content/11-como-reducir-la-generacion-de-residuos>>>

-TECNOLOGIA IDONEOS

<< http://tecnologia.idoneos.com/index.php/Como_se_fabrican_los_silicones>>

A les classe de físic i química de 4t d'ESO havíem estudiat les ones, al crèdit variable després d'estudiar l'efecte hivernacle o la capa d'ozó fèiem algunes preguntes a l'alumnat per veure si tenien assolit els continguts estudiats, per exemple els hi fèiem aquestes preguntes:

Quadre 4.18: Activitats d'ones

4t.- La Carla s'està banyant al mar amb el seu germà Àlex. Ella té el cap fora de l'aigua i mira cap a la platja, mentre que ell contempla els peixos amb el cap dins de l'aigua. De cop, l'Àlex treu el cap i diu: "Vigila, Carla! S'acosta una llanxa." La Carla està sorpresa perquè no l'ha sentida. Explica raonadament per què el noi, que té el cap dins l'aigua, ha pogut sentir la llanxa abans que la noia des del punt de vista de les propietats de la propagació del so.

5è. Un dia d'hivern arribeu a l'institut a un quart de nou i encara és fosc, els llums dels passadissos estan encesos, entreu a classe i els llums son apagats, seieu sense encendre'ls, un professor us crida des del passadís. Sentireu al professor?. La Classe estarà il·luminada? Per què?. Explica raonadament la teva resposta.

Uns 14 alumnes del total de 16 o 17 que cursaven el crèdit variable explicava de forma correcta les dues preguntes en un cas parlant de la velocitat del so segons el medi de propagació i en l'altre per la difracció de les ones.

A classe de física i química havien fet qüestions semblants a aquestes com:

Quadre 4.19 Exemple activitats d'ones fetes a la classe de física i química

4 (1p).- Malgrat el fet d'estar separat del mar obert per esculleres que només hi permeten l'accés a través d'una bocana estreta, les onades arriben a tots els punts de l'interior d'un port. Per què?

8 (1p).- Un arquitecte de renom rebutja un projecte d'un auditori que li ofereix l'ajuntament de Sant Pistras de la Quintaforca perquè un dels requeriments és que ha de ser un espai ampli de parets llises. L'arquitecte diu que, com auditori, un lloc d'aquestes característiques seria un fracàs absolut. En quin fenomen es basa l'afirmació de l'arquitecte? Justifica la resposta.

En química també redactem les proves d'avaluació i els problemes a l'aula de forma diferent. La primera vegada que redactarem uns problemes de forma diferent els resultats van ser de 2 d'alumnes de 16 feren bé els problemes següents:

Quadre 4.20: Activitats de canvi químic

1.- A la cuina de casa teva, moltes vegades, "encens el gas", pels forats del fogons surt metà (CH_4) que en contacte amb l'oxigen molecular de l'aire i una guspira, es crema i dona energia calorífica, amb la qual, per exemple, es poden escalfar els aliments. Una vegada cremat el metà amb l'oxigen molecular es forma diòxid de carboni i aigua. Explica com s'anomena aquesta reacció química?. Raona per què ens cal la guspira?. En quin estat d'agregació estan cada un dels productes i reactius?.

Calcula el volum de diòxid de carboni en condicions normals (273 K i 1atm) així com

els grans d'aigua que es formaran en cremar 1 kg de metà.

(Masses atòmiques: C=12 ; O=16 i H=1)

2.- Explica raonadament, com podeu deduir el tipus d'enllaç de les substàncies A, B i C:

	Estat d'agregació a 25°	Punt fusió	Punt d'ebullició	Soluble amb aigua	Soluble amb hexà	Condueix el corrent (solució)	Condueix el corrent (sòlid)	Tipus Enllaç
A	Sòlid	Alt	Alt	No	No	No	Si	
B	Gas	Baix	Baix	No	Si	No	No	
C	Sòlid	Alt	Alt	Si	No	Si	No	

3.- Hom explica que si mescles sulfamat (solució aquosa de clorur d'hidrogen) i alumini, el metall "desapareix", en química aquest canvi com s'anomena?. El metall desapareix?.

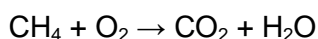
Això passa per que el clorur d'hidrogen reacciona amb l'alumini i es forma triclorur d'alumini i hidrogen molecular. Calcula la quantitat de sulfamat necessària per reaccionar amb 108 g d'alumini. Com identificaries l'hidrogen?. En quin estat d'agregació estan cada un dels productes i reactius?.

(Masses atòmiques: Cl=35,5 ; Al=27 i H=1)

Sense corregir les respostes a classe, tornarem a fer les preguntes redactades de forma diferent (Quadre 4.21); un 80 % de l'alumnat contesta correctament:

Quadre 4.21: Activitats canvi químic

1 Calcula el volum de diòxid de carboni en condicions normals (273 K i 1atm) així com els grans d'aigua que es formaran en cremar 1 kg de metà.



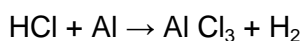
(Masses atòmiques: C=12 ; O=16 i H=1)

2.- Quins tipus d'enllaç tenen les següents substàncies A, B i C:

	Estat	Punt	Punt	Soluble	Solu le	Condueix	Condueix	Tipus
--	-------	------	------	---------	---------	----------	----------	-------

	d'agregació a 25°	fusió	d'ebullició	amb aigua	amb hex	el corrent (solució)	el corrent (sòlid)	Enllaç
A	Sòlid	Alt	Alt	No	No	No	Si	
B	Gas	Baix	Baix	No	Si	No	No	
C	Sòlid	Alt	Alt	Si	No	Si	No	

3.-. Calcula la quantitat de sulfurat necessària per reaccionar amb 108 g d'alumini. Com identificaries l'hidrogen?. En quin estat d'agregació estan cada un dels productes i reactius?.



(Masses atòmiques: Cl=35,5 ; Al=27 i H=1)

El curs següent canvien la forma d'impartir les classe des del primer dia, i en lloc de 2 alumnes que fan bé el problemes competencials un 75% de l'alumnat els contesta correctament.

c) La visió del canvi des del punt de vista de la didàctica de la química i de l'EA

En aquesta darrera etapa, per tant, es va aplicar el que s'ha exposat a l'apartat 1.5 de la memòria en relació a la modelització.

Al mateix temps que s'intentava alfabetitzar a l'alumnat en química tal com s'ha exposat a l'apartat 1.2., relacionat amb la desenvolupament de competències. Tractar problemes reals, i complexos.

També treballem la visió competencial, lligada a l'actuació, la competència en el coneixement i la interacció amb el món físic, i en menor mesura i la competència social i ciutadana. El canvi es basava en modificar les activitats d'ensenyament aprenentatge, per fer-les més contextualitzades, amb enunciats més propers a l'alumnat i intentant que totes les respostes estiguessin argumentades. Així mateix es canviaren les preguntes dels exàmens.

Aquests aspectes (complexitat i actuació) són important en relació al que representava com a canvi en el punt de vista de tractar les problemes ambientals ja que aquests

són complexos tant pels factors que els condicionen com pel fet de la complexitat dels problemes ambientals i posar de manifest que moltes vegades no hi ha una única solució si no moltes i amb matisos, i que ells també poden actuar per trobar-les.

Un altre aspecte a remarcar és la connexió amb continguts d'altres matèries i el treball en diferents àmbits competencials. Per exemple també es treballa és la competència digital, sobre tot com a TAC (Tècniques de l'Aprenentatge i el Coneixement). De fet, l'activitat sobre el biodièsel es duia a terme amb ordinador, excepció feta de la obtenció de biodièsel al laboratori, la comprensió lectora (articles), la social i ciutadana (aspectes socials i econòmics dels problemes ambiental) i la matemàtica.

d) Les conseqüències que es poden deduir a partir de l'aplicació

L'alumnat, inicialment, durant aquesta etapa, no entenia massa bé l'objectiu que perseguíem, a més a la resta de matèries (inclosa de vegades la física i química de 4t d'ESO) no es treballaven per competències i també nosaltres mateixos a l'aula de vegades teníem dificultats per fer-ho, això ens va fer pensar que no únicament havíem de dissenyar de manera més competencial les activitats d'ensenyament d'aprenentatge, nosaltres també havíem de canviar el nostre rol a l'aula, si volíem que l'alumnat obtingués millors resultats.

A part dels cursos de formació, abans esmentats, també ens va ajudar molt que altres companys del centre també es formessin en competències i s'interessin per fer activitats competencials a l'aula, de fet la formació continua a hores d'ara i el centre pertany a la Xarxa de Competències Bàsiques del Departament d'Ensenyament. El canvi, com tots, requereix temps no sols per l'alumnat sinó també pel professorat, canviar l'avaluació per continguts per l'avaluació per competències costa molt, així mateix tant pel professorat com per l'alumnat entendre que aprendre no és repetir, com sempre havien fet és molt complicat.

4.6 Resum i discussió del resultat

Tot el que hem explicat en aquesta part de la recerca no hauria estat possible sense la suma de moltes circumstàncies, treballar amb centres on hi havia una gran inquietud per part d'alguns membres del professorat per millorar els resultats de l'alumnat i la pràctica docent, la satisfacció de l'autor per aplicar a l'aula la formació que rebia, les reflexions fetes als grups de treball dels que formava part i les imprescindibles orientacions de les persones expertes, en especial de les directores de la tesi.

En aquest capítol s'ha analitzat com han anat evolucionant les activitats a l'aula i la pràctica docent, així com els seus referents teòrics, per orientar-les, d'acord amb el primer objectiu de la recerca, a la comprensió de la química i a la seva contextualització mitjançant l'educació ambiental, amb la finalitat d'aconseguir que l'alumnat pugui aplicar els continguts apresos a problemes ambientals reals. Al mateix temps hem estudiat i analitzat l'evolució de les activitats d'ensenyament aprenentatge dissenyades en aplicar nous marcs teòrics al voltant de l'educació en química i l'educació ambiental, que anàvem assimilant mitjançant la formació personal i l'experiència a l'aula, en relació a ensenyar la química de manera que es promogui en els estudiants de secundària un coneixement científic significatiu (d'idees químiques importants i bàsiques) i rellevant socialment (relacionat amb situacions i problemes que tenen sentit per als alumnes) i que comporten aprendre a actuar responsablement i de manera sostenible en el seu entorn per tal de poder avaluar, d'acord amb el segon objectiu de la recerca, si l'aprenentatge de continguts científics relacionats amb els problemes ambientals facilita l'adquisició, com a mínim, d'actituds responsables envers el medi i la seva consistència i perdurabilitat. Tot el que hem dit s'ha anat integrant al crèdit variable.

a) Etapes identificades

En aquesta memòria l'evolució del crèdit variable s'ha separat en cinc etapes encara que a la pràctica aquesta separació no ha estat tan clara ni del tot completa ja que unes etapes s'han encavalcat amb les altres. Ara be, si que han existit cinc punts d'inflexió en la unitat que defineixen i expliquen un itinerari de progressió, que s'han identificat amb el títols següents:

Etapa prèvia: "La vida real entra a les classes de química". S'ha anomenat així per que en aquesta etapa intentem apropar les continguts químics, a la problemàtica real i preguntes que de vegades es plantejava l'alumnat i no rebien resposta a l'aula.

Primera etapa: "Els problemes ambientals entren a les classes de química". S'ha anomenat així per que en aquesta etapa comencem a primar, dintre dels interrogants que es plantejava l'alumnat i també nosaltres mateixos, els problemes quotidians relacionats amb l'entorn.

Segona etapa: "Ens proposem educar ambientalment". S'ha anomenat així per que en aquesta etapa no únicament es fa una descripció de la problemàtica ambiental i la seva

relació amb els continguts químics, si no que també comencem a influir sobre les actituds envers l'entorn que tene els estudiants.

Tercera etapa: "S'incorpora la visió constructivista al disseny de la unitat didàctica". La formació rebuda ens anima a introduir la visió constructivista, de la qual podem estudiar molts exemples esperimentas, a la nostra pràctica docent.

Quarta etapa: "S'incorpora el treball de les competències bàsiques". S'ha anomena així per que en aquesta etapa, per que la comencen amb la implantació de la LOE i per que des de la segona etapa ja intentavem capacitar a l'alumnat per l'acció, per tant la introducció de les competències a totes les activitats de l'aula ens va semblar molt enriquidora.

b) Raons que expliquen els canvis d'etapa

Es podem reconèixer quatre causes que expliquen els canvis, totes interrelacionades:

- En primer lloc, hem constatat, a partir de les dades recollides, que haver estat interessat en les temàtiques ambientals i també amb els canvis didàctics, que anava coneixen per la formació rebuda, així com les noves lleis educatives, ens ajudava a aconseguir que a l'alumnat li agrades més la química i que a la vegada fes un aprenentatge significatiu, sense aquestes consideracions hagués estat difícil que es donessin les condicions per al canvi.

- En segon lloc, la participació en cursos i activitats de formació. En relació a la temàtica ambiental va ser un detonant inicial els cursos de doctorat sobre pol·lució de l'aire i l'aigua que ens feren relacionar la química amb els problemes ambientals, i també una cosa més important que podiem portar, els coneixements adquirits, a l'aula i facilitar l'aprenentatge de la química. També va influir la bona disposició al canvi dels companys de feina (etapes prèvia i primera). En les posteriors etapes es va sumar la formació relacionada amb didàctica de les ciències, i també va ser molt profitós la participació en grups de recerca com el GREDA (UAB) o el grup d'educació ambiental de l'ICE (UB) en les primeres etapes, així mateix també va contribuir la formació rebuda als cursos d'estiu, la formació en ciències durant tot el temps que va estar en vigor la LOGSE, experiències d'altres companys i finalment la formació en competències molt abans en entrar en vigor la LOE.

- En tercer lloc, i relacionat amb els fets anteriors, la reflexió feta a partir dels resultats de la pròpia pràctica que portava a reconèixer quines activitats i aspectes no acabaven

de funcionar i, en funció de les idees aportades en la formació i d'altres de pròpies, provar alternatives. Moltes vegades, el fet de no obtenir bons resultats, per part de l'alumnat, ens deixava insatisfets, pot ser havíem de canviar la nostra forma d'impartir les classes, per tal d'adaptar-nos millor a les necessitats de l'alumnat. Això és possible fer-ho si perds la por per provar maneres de fer noves. Que l'alumnat aprengui no es considera que sigui només una conseqüència de les seves aptituds i actituds, sinó també de la tasca de la persona que ensenya, per mi sempre ha estat molt important més que el que jo explicava el que els alumnes aprenien i els resultats que obtenien en concursos externs al centre o a la selectivitat.

- En quart lloc, com hem esmentat a la primera raó, l'estímul que d'alguna manera representaven els canvis impulsats des de l'administració educativa, sobretot quan les noves lleis recollien aspectes que es valoraven d'interès i coherents amb la pròpia visió de l'ensenyament i de l'aprenentatge. Per tant, a diferència del que s'acostuma a dir, aquests canvis curriculars, si es fan amb la formació adient del professorat i d'acord amb les tendències que millor resultats han donat a altres llocs, poden ajudar a transformar la pràctica, sempre que "ressonin" amb el que el professorat creu i ja està aplicant a l'aula. És a dir, els canvis promoguts des de l'administració poden ser un estímul sempre que connectin amb idees i pràctiques més o menys incipients del professorat, ja que en cas contrari, seran rebutjats i no aplicats.

L'anàlisi fet de l'evolució també posa de manifest que els canvis no són revolucionaris, que més bé són lents i que no es canvia globalment un model educatiu per un altre, sinó que conviuen pràctiques que es podrien associar a visions teòriques diferents. A vegades s'incorporen instruments propis d'un model "nou", però des de perspectives que més bé corresponen a d'altres antics. Exemples mostrats serien el cas de l'ús del KPSI o la connexió que hauria d'haver entre identificar les idees prèvies de l'alumnat a l'inici d'un procés d'aprenentatge i mentre té lloc.

Però al mateix temps, es constata amb les dades aportades, que si bé és cert que inicialment consta bastant treballar a l'aula per competències, si es fa de forma coordinada des de totes les àrees, es discuteix amb l'alumnat les respostes donades a les diferents activitats des del principi i s'explica molt clarament els criteris i eines que utilitzarem per avaluar si l'alumnat ha assolit els objectius programats, els resultats millorem sensiblement, com hem comentat anteriorment, inicialment l'alumnat sol percebre que el que expliquem a l'aula i les qüestions plantejades no es corresponen, es una tasca difícil canviar aquesta percepció però el professorat, en canviar la forma d'impartir docència a l'aula ho pot aconseguir.

Quadre 4.22 Resum del capítol

	Etapa prèvia: “La vida real entra a les classes de química”	Primera etapa: “Els problemes ambientals entren a les classes de química”	Segona etapa: “Ens proposem educar ambientalment”	Tercera etapa: “S’incorpora la visió constructivista al disseny de la unitat didàctica”	Quarta etapa: “S’incorpora el treball de les competències bàsiques”
El punt de partida i les raons dels canvis introduïts.	Formació rebuda, cursos de doctorat i Escola d’Estiu i grup de treball de ICE (UPC), que tenia com objectiu introduir a l’aula activitats més properes a l’alumnat a l’ensenyar F i Q.	Satisfacció amb les experiències de l’etapa anterior. Formar par d’un grup l’ICE de la UB, que tenia com a objectiu l’augment dels treballs pràctics i la introducció de problemes ambientals a l’aula.	Fem canvis a partir de l’experiència anterior. Implantació de la LOGSE i nous dissenys curriculars, començar a formar part d’un grup d’EA a l’ICE de la UB i el GREDA a l’UAB, i cursos de formació a l’Escola d’estiu, d’ensenyament de les Ciències en context.	Millorar l’experiència anterior. La formació personal rebuda i el treball fet sobre educació ambiental en el marc del grup de recerca en EA de l’ICE de la UB (que feia un estudi sobre l’educació ambiental als centres de Catalunya) i dels grup GREDA de la UAB (grup de recerca i reflexió sobre l’educació ambiental) , així com la cerca de materials i articles relacionats amb la química i l’EA	La formació rebuda en competències bàsiques, basats amb la pràctica reflexiva i organitzat per l’ICE de la UB, amb la implantació de la LOE.
Les principals característiques de les activitats de les unitats didàctiques i de les respostes de	En aquesta etapa no contextualitzàvem, la selecció dels continguts clau i la seva interrelació es limitava a la introducció de pràctiques relacionades amb	Primers intents de contextualitzar. Selecció dels Continguts clau i la seva interrelació Plantejament d’activitats directament	Intentem contextualitzar aprofundint amb exemples i problemes relacionats amb la vida real i sobre tot amb l’entorn. Selecció dels Continguts clau i la seva interrelació.	Introducció de l’anomenat cicle d’aprenentatge en l’adaptació de feta per Sanmartí i Tarin. Contextualització exemples i problemes relacionats amb la vida	Contextualització En aquest crèdit per iniciar la UD es partia d’algun problema ambiental concret i contextualitzat, com podia ser un documental o una

<p>l'alumnat.</p>	<p>l'entorn i la vida real, tot i que de tipus "recepta". No es treballaven ni El plantejament de les activitats d'aprenentatge orientades a la modelització, ni la identificació idees prèvies, així com tampoc la construcció de noves idees i canvis en el plantejament de les preguntes en els exercicis, no hi havia activitats de síntesi, ni d'aplicació i ni cap canvi a l'hora d'avaluar.</p>	<p>relacionades amb problemes ambientals i continguts en química. Identificació d'idees prèvies. Detecció d'idees prèvies, però poc de treball sobre les mateixes. Construcció de noves idees i canvis en el plantejament de les preguntes en els exercicis. Introduïm el concepte de contaminació i la seva relació amb la concentració. No es treballaren en aquesta etapa. Síntesi, Aplicació i Canvis en la prova d'avaluació final,</p>	<p>Estudiem l'aigua, l'aire, el sòl i els residus i introduïm continguts conceptuals i procedimentals, amb activitats més obertes. Iniciem el treball sobre les actituds ambientals, sense massa avaluació posterior. Introduïm el cicle de l'aigua per construir el concepte de cicle com idea-clau en EA Plantejament de les activitats d'aprenentatge orientades a la modelització l'alumnat tampoc no era capaç de generalitzar els conceptes estudiats Introducció d'una pluja d'idees inicial (no treballem gaire aquest apartat), Construcció de noves idees i canvis en el plantejament de les preguntes en els exercicis Les activitats son més obertes (lectura de textos no acadèmics, jocs de</p>	<p>real i sobre tot amb l'entorn i els problemes ambientals. Selecció dels continguts clau i la seva interrelació Els continguts químics que ens calien per poder interpretar els diferents problemes relacionats amb la contaminació, s'anaven introduint detectant primer els coneixements previs per tal de discutir-los, per després revisar-los i conèixer com es formulen des de la ciència actual, i així poder avançar en l'ampliació de continguts que ens eren necessaris Plantejament de les activitats d'aprenentatge orientades a la modelització Identificació idees prèvies d'instruments i estratègies com el KPSI Construcció de noves idees i canvis en el plantejament de les preguntes en els exercicis</p>	<p>pel·lícula relacionats amb problemes ambiental i també altres vegades d'una pregunta Selecció dels continguts clau i la seva interrelació. Es va incidir en treballar, d'una banda al voltant del model "substància" i de l'altre, al voltant del model "canvi químic" Plantejament de les activitats d'aprenentatge orientades a la modelització. Treballar els continguts orientats a la construcció de models teòrics. Identificació i treball posterior de les idees prèvies. Canviem els KPSI i introduïm lectura d'articles o sortides de camp Construcció de noves idees i canvis en el</p>
--------------------------	--	--	---	---	---

			<p>rol, etc.) van propiciar que l'alumnat s'expressés més lliurement</p>	<p>Introduïm continguts de química i educació ambiental més holístics Síntesi Mmapes conceptuais Activitats d'aplicació Aquestes activitats consisteixen en l'elaboració i execució de plans d'acció conseqüents amb els nous punts de vista i que siguin aplicables a la realitat, al problema o situació inicial i/o a d'altres que tinguin el mateix fonament conceptual que el que s'ha treballat i Canvis en la prova d'avaluació final l'autoavaluació..</p>	<p>plantejament de les preguntes. Les activitats per anar modelitzant es caracteritzaven per estudiar i aplicar els continguts en contextos diversos i posteriorment els alumnes contrastaven tot això amb els punts de vista que introduïa el professor Aprofundiment en les activitats d'ensenyament aprenentatge de síntesi i aplicació Canvis en la prova d'avaluació final l'activitat d'avaluació final escollida fou l'estudi del biodièsel, per tal que els estudiants interpretessin fets relacionats amb altres substàncies o bé temàtiques diferents a les estudiades, tot aplicant els</p>
--	--	--	--	--	---

					continguts apresos al crèdit variable i així feren la transferència
La visió dels canvis des del punt de vista de la didàctica de la química (en relació al contingut del capítol 1), i des del punt de vista de l'educació ambiental (capítol 2).	Idea del treball pràctic com aplicació de la teoria ensenyada de manera tradicional a l'observació de fenòmens químics relacionats la vida real i alguns amb problemes ambientals, a partir de receptes. Aplicació dels continguts de química (ensenyats de manera tradicional) a problemes reals i ambientals. Idea d'EA com a conscienciació ambiental de l'alumnat.	Primers intents d'introduir experiments de laboratori relacionats directament amb els continguts estudiats, relacionats amb problemes de l'entorn, des de un punt de vista conservacionista.	Enfocaments CTS. Comencem a introduir una orientació més constructivista de les activitats. Treballem l'EA seguint els models de Lucas (2001) i, posteriorment de Breiting. Es passen els primers Qüestionaris	Incorporació de més aspectes de la visió constructivista propugnada a la LOGSE, , les unitats didàctiques es caracteritzen perquè es comença fent l'anàlisi d'uns fets o problemàtiques (recull de mostres d'aigua, visitar una depuradora etc.) per a partir d'ells es detectar les idees prèvies sobre els conceptes que es treballaran posteriorment. Les activitats són similars moltes vegades a les de l'etapa anterior, però redactades i plantejades de forma diferent. Consolidació dels canvis iniciats en l'etapa anterior, en la línia dels treballs de Lucas i de Breiting per tat d'aprofundir en l'educació ambiental	Modelització i alfabetització química de l'alumnat. Canvi i modificació de les activitats d'ensenyament aprenentatge, per fer-les més contextualitzades, amb enunciats més propers a l'alumnat. Complexitat i actuació en tractar les problemes ambientals. Connexió amb continguts d'altres matèries.
Les conseqüèncie	Es percep un augment de la participació de	Millora dels resultats obtinguts per	Es percep un augment de l'autonomia de	Millora la percepció de l'alumnat a l'hora	Desconcert inicial de l'alumnat, que no

<p>s que es poden deduir a partir de l'aplicació a l'aula.</p>	<p>l'alumnat a l'aula així com el seu interès per la química, a partir de que troba justificació als continguts ensenyats així com satisfacció personal i millora dels resultats acadèmics dels estudiants, contrastants als altres companys del Departament de Ciències</p>	<p>l'alumnat del grup de l'EATP (assignatura optativa), en l'aprenentatge de la química que la resta. , això fa que alguns dels canvis metodològics es comencen a aplicar també en les classes de física i química de les assignatures obligatòries degut a la millora experimentada pels alumnes que fan l'EATP i que corroboren els companys de departament.</p>	<p>l'alumnat, així ,mateix es constata que la seva consciència ambiental, canvia poc. No aconseguim ajudar a l'alumnat a interpretar la informació i a adquirir un criteri crític.</p>	<p>d'avaluar els nous continguts apresos, així mateix començarem a treballa, a partir d'ara, intentant introduir models teòrics químics. El treball a l'aula cada vegada, està més orientat cap a la capacitat per a l'acció</p>	<p>entenia massa bé l'objectiu que perseguíem. La resta de matèries no es treballaven per competències i també nosaltres mateixos, a l'aula, de vegades teníem dificultats per fer-ho. Canvi del nostre rol a l'aula, si volíem que l'alumnat obtingues millors resultats.</p>
---	--	--	--	--	--

5.ANALISI DE L'EVOLUCIÓ DE L'ALUMNAT

5. ANÀLISI DE L'EVOLUCIÓ DE L'ALUMNAT

En aquest capítol s'analitzen els resultats obtinguts per l'alumnat en relació als objectius de la tesi. La finalitat és comprovar si s'han produït canvis en els coneixements de l'alumnat i en les actituds en relació a l'aprenentatge de la química i envers al medi ambient a partir de contextualitzar els continguts del currículum en funció de problemàtiques ambientals. En el primer apartat del capítol s'inclouen les característiques de la mostra d'alumnat estudiada, i posteriorment s'analitza la seva evolució en relació a les variables que s'han pres en consideració en aquest estudi, que són: els resultats de l'avaluació dels coneixements de química, de la seva actitud en relació a l'aprenentatge de la química i al medi ambient així com de l'estil motivacional d'aprenentatge. A l'Annex-4 s'inclouen la puntuació, per ítems, de les respostes de l'alumnat al qüestionari-1, les dades per calcular α de Cronbach i l'avaluació de les entrevistes personals.

5.1 Resum dels resultats obtinguts per l'alumnat de la mostra

Cal constatar que, com ja s'ha esmentat al capítol 3, les dades i eines utilitzades per avaluar els continguts de química i les actituds de l'alumnat en relació al medi ambient i la química s'han recollit durant un període relativament llarg i, per tant, alguns dels instruments emprats per a la seva anàlisi s'han anat modificant amb el temps. En el capítol 3 s'han comentat els instruments utilitzats per recollir dades així com les categories d'anàlisi per a cadascuna de les variables que s'han tingut en compte en aquest estudi. En el quadre 5.1 se'n recull un resum.

Cal esmentar que els nivells educatius de partida i els estudis cursats posteriorment pels alumnes de la mostra (quadre 5.2 obtingut a partir del quadre 3.1) no són comparables perquè varien les assignatures impartides i avaluades cada curs. Tot i així, es considera que els resultats, tant les millores en els coneixements com els canvis en les actituds, es poden valorar de manera global, tot i que hagi anat canviant tant el contingut com el procediment d'ensenyament i avaluació.

Quadre 5.1: Instruments de recollida de dades i categories d'anàlisi en relació a les variables d'aquest estudi.

Variable	Instruments	Qualificació/Quantificació	
Avaluació final de continguts	Dossiers, exàmens, entrevistes (Annex 2 i 4) i preguntes a classe	Insuficient	1, 2, 3 i 4
		Suficient	5
		Bé	6
		Notable	7 i 8
		Excel·lent	9 i 10
Actitud de l'alumnat per l'aprenentatge de la química	Continguts actitudinals (LOGSE) i 10% eines d'avaluació (LOE)	Positiva	1
		Negativa	0
Actitud ambiental	A(Inicial) i F(Final) Qüestionari-1 passat en iniciar i finalitzar el crèdit variable (Quadre 3.3)	Anti Verd	0-24
		No Verd	25-49
		Verd	50-74
		Verd-Verd	75-100
Estil motivacional d'aprenentatge	Fitxa tutorial, informació rebuda i confirmada d'altres professors i observació	Alumnat consciencios Alumnat social Alumnat curiós Alumnat desmotivats	

Quadre 5.2: Resum de nivell educatiu i assignatures amb contingut ambiental que ha cursat l'alumnat.

Curs	Alumnes	Nivell educatiu (o assignatures amb contingut ambiental que han cursat)
98-99	1, 2 i 3	EATP (Ensenyaments i Actituds Tècnico-Professionals)
98-99	4, 5 i 6	Matèria optativa 1r Batxillerat química ambiental
99-00 00-01	7, 8 i 9	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental (A partir d'aquest curs es passen els tres qüestionaris – el primer el del quadre 3.3 - a tot l'alumnat que fa el crèdit variable) Matèria optativa 1r Batxillerat química ambiental (no es passen els qüestionaris)
00-01	10, 11 i 12	Matèria optativa 1r Batxillerat química ambiental (no es passen els qüestionaris)
00-01	13, 14 i 15	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental
01-02		Per problemes d'horari no s'imparteix el crèdit variable ni la optativa de química ambiental de batxillerat
02-03		Per problemes d'horari no s'imparteix el crèdit variable ni la optativa de química ambiental de batxillerat
03-04	16,17, 8 i 19	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental

		UAC 3r
03-04	20 i 21	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental UAC 4t
04-05		Per problemes d'horari no imparteixo el crèdit variable ni la optativa de química ambiental de batxillerat
05-06	22,23, 24,25,26 i 27	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental
06-07		Per problemes d'horari no s'imparteix el crèdit variable ni la optativa de química ambiental de batxillerat
07-08	28 al 41	Crèdit variable de 4t D'ESO Educació química i ambiental

Al quadre 5.3 es recullen els resultats obtinguts pels alumnes de la mostra, la seva categorització segons els paràmetres indicats al quadre 5.1, així com les qualificacions/quantificacions obtingudes a partir de les quals es duu a terme l'anàlisi dels resultats.

En l'avaluació del comportament acadèmic i ambiental de cada alumne s'ha tingut en compte, a més del que s'ha especificat anteriorment al quadre 5.2, les consideracions següents:

- a) En relació amb el punt de partida s'han considerat, tant des d'un punt de vista acadèmic com en relació a les actituds ambientals, les particularitats de l'alumnat (dificultats d'aprenentatge, situacions problemàtiques, informació tutorial) i historial acadèmic.
- b) S'han tingut en compte les característiques de l'estil d'aprenentatge de cada alumne (estil motivacional d'aprenentatge, actitud davant l'aprenentatge de la química i actitud

ambiental). Convé que aquestes característiques es prenguin en consideració atès que el treball s'ha dut a terme amb alumnes amb diferents perfils acadèmics com es posa de manifest al quadre 5.2.

Els colors diferents del següent quadre indiquen els cursos acadèmics, les matèries estudiades i explicitades al quadre 5.2

Quadre 5.3 Resum des resultats assolits per de l'alumnat.

Curs	Alumne	Avaluació de continguts inicials	Avaluació de continguts finals	Actitud de l'alumnat per l'aprenentatge de la química	Actitud inicial ambiental	Actitud final ambiental	Qüestionari d'actitud ambiental		Estil motivacional d'aprenentatge
							(I)	(F)	
98-99	1	Suficient	Notable	Positiva	Verd	Verd-Verd			Curiós
98-99	2	Insuficient	Suficient	Negativa	No verd	No verd			Desmotivats
98-99	3	Suficient	Notable	Positiva	Verd	Verd-Verd			Conscienciosos
98-99	4	Suficient	Notable	Positiva	Verd	Verd-Verd			Social
98-99	5	Notable	Excel·lent	Positiva	No verd	Verd			Conscienciosos
98-99	6	Bé	Excel·lent	Positiva	Verd	Verd-Verd			Social
99-00	7	Notable	Excel·lent	Positiva	Verda	Verda-Verda	73	75	Conscienciosa
99-00	8	Bé	Notable	Positiva	Verda-Verda	Verda-Verda	78	81	Conscienciosa
99-00	9	Notable	Excel·lent	Positiva	Verda	Verda	71	74	Conscienciosa
00-01	10	Bé	Notable	Positiva	Verda	Verda-Verda			Conscienciosa

00-01	11	Notable	Excel·lent	Positiva	Verda	Verda-Verda			Social
00-01	12	Bé	Notable	Positiva	Verda	Verda-Verda			Conscienciosa
00-01	13	Bé	Excel·lent	Positiva	Verda	Verda-Verda	72	81	Curiosa
00-01	14	Bé	Notable	Positiva	Verda-Verda	Verda-Verda	77	86	Conscienciosa
00-01	15	Insuficient	Suficient	Negativa	Verd		64	0	Desmotivat
03-04	16	Insuficient	Suficient	Positiva	Verd	Verd-Verd	71	76	Desmotivat
03-04	17	Insuficient	Insuficient	Positiva	Verd		64	0	Desmotivat
03-04	18	Insuficient	Suficient	Positiva	Verd	Verd-Verd	67	77	Desmotivat
03-04	19	Insuficient	Suficient	Negativa	Verd		70	0	Desmotivat
03-04	20	Insuficient	Bé	Positiva	Verd-Verd	Verd-Verd	79	78	Curiós
03-04	21	Insuficient	Bé	Positiva	Verd	Verd-Verd	69	75	Conscienciós
05-06	22	Bé	Notable	Positiva	Verd	Verd	71	71	Conscienciós
05-06	23	Suficient	Bé	Positiva	Verda	Verda	59	63	Conscienciosa
05-06	24	Suficient	Bé	Positiva	Verda	Verda	66	73	Conscienciosa
05-06	25	Suficient	Notable	Positiva	Verda	Verda	65	68	Conscienciosa
05-06	26	Suficient	Bé	Positiva	Verda	Verda	69	63	Conscienciosa

05-06	27	Suficient	Bé	Positiva	Verda	Verda	63	68	Conscienciosa
07-08	28	Suficient	Notable	Positiva	Verd	Verd	67	73	Conscienciós
07-08	29	Notable	Excel·lent	Positiva	Verda	Verda-Verda	72	77	Conscienciosa
07-08	30	Suficient	Bé	Positiva	Verd	Verd	61	66	Curiós
07-08	31	Bé	Notable	Positiva	Verda	Verda	67	66	Social
07-08	32	Bé	Bé	Positiva	Verd	Verd	68	70	Curiós
07-08	33	Bé	Notable	Positiva	Verda	Verda	67	72	Social
07-08	34	Bé	Bé	Positiva	Verda	Verda	74	72	Conscienciosa
07-08	35	Bé	Notable	Positiva	Verda	Verda	63	71	Conscienciosa
07-08	36	Bé	Notable	Positiva	Verda	Verda	66	70	Conscienciós
07-08	37	Bé	Bé	Positiva	Verd	Verd	67	68	Social
07-08	38	Insuficient	Suficient	Positiva	Verd	Verd	60	61	Desmotivat
07-08	39	Insuficient	Suficient	Positiva	Verd	Verd-Verd	70	75	Desmotivat
07-08	40	Insuficient	Suficient	Positiva	Verd	Verd	53	59	Desmotivat
07-08	41	Insuficient	Suficient	Positiva	Verd	Verd	63	67	Desmotivat

5.2 Anàlisi dels resultats sobre l'actitud ambiental

Els instruments utilitzats en aquesta tesi per avaluar les actituds ambientals de l'alumnat han estat com ja s'ha comentat al capítol 3, el qüestionari-1 (Quadre 3.2) completat amb el qüestionari-2 (Quadre 3.3) i una entrevista personal. Pel que fa referència al qüestionari-1 sobre les actituds de l'alumnat envers el medi ambient, els resultats globals obtinguts posen de manifest que no hi ha diferències significatives entre la puntuació assolida per l'alumnat en començar el crèdit i en acabar-lo. La puntuació obtinguda a l'inici ja és superior a 50 la qual cosa indica que tenen ja d'entrada, una certa actitud positiva envers el medi ambient. A més, la major part de l'alumnat tan sols mostra una lleugera millora en la puntuació obtinguda en les respostes del qüestionari al final. Fins i tot 4 estudiants obtenen una puntuació més baixa.

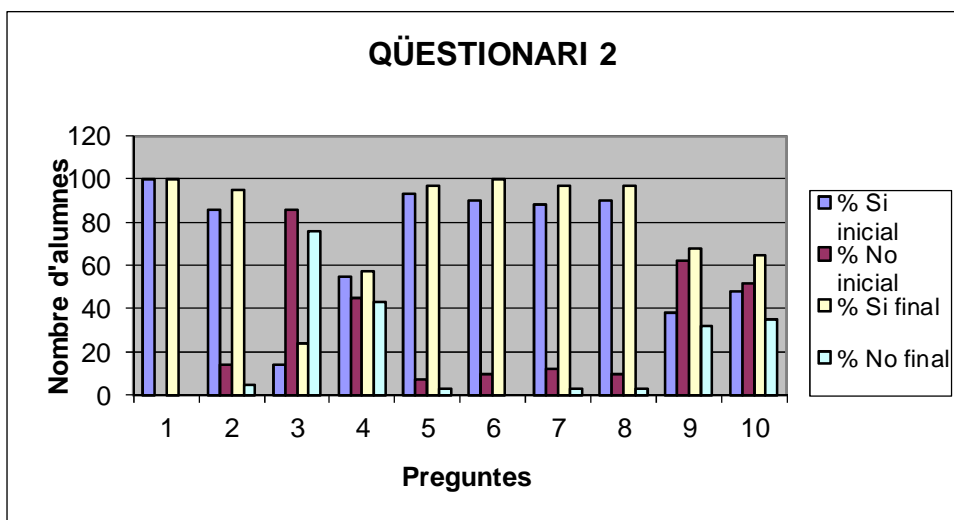
L'absència de millora en la puntuació i fins i tot l'empitjorament podria explicar-se si es té en compte que, com s'ha comentat anteriorment, els estudiants provenen d'una població on tant l'Ajuntament com diverses associacions locals treballen des de fa temps i de forma continuada a favor de la sostenibilitat (Agenda 21, Xarxa d'Escoles Sostenibles de Catalunya –XESC-, Centre d'Educació química i ambiental, diades ambientals etc.). A més, tant el centre de secundària, on s'ha realitzat el treball de recerca, (INS Marianao) com tots els centres de primària adscrits a aquest centre són Escoles Verdes, formen part de la XESC, i des de fa anys realitzen accions conjuntes relacionades amb l'entorn. Això comporta que l'alumnat de la mostra comparteixi d'un cert nivell de sensibilització en relació a les temàtiques ambientals i per tant, és possible que ja tingui una certa idea de com i què s'espera que respongui (és a dir, quina és la resposta que el professorat donarà com a bona). Tampoc es pot descartar l'"efecte Hawthorne" (Landsberger, 1955) forma de reactivitat psicològica per la qual els individus d'un experiment mostren un canvi en algun aspecte de la seva actitud, com a conseqüència d'estar sent analitzats que no és degut a cap mena de manipulació de l'estudi dut a terme. Una altra interpretació podria ser que inicialment l'alumnat mostri una actitud ambiental millor de la que té realment, situació que es podria corregir després de realitzar les activitats d'aprenentatge que indueixen a augmentar la seva capacitat crítica i a reconèixer que les seves actituds potser no eren exactament les que ells pensaven. Als apartats 5.2.1 i 5.2.2 es comenten més exhaustivament aquests resultats.

Els resultats obtinguts de les respostes al QÜESTIONARI-2 (Quadre 3.3) que fa referència als compromisos del centre amb temes ambientals i als comportaments ambientals a casa seva, confirmen que l'alumnat de la mostra és conscient que el seu institut està compromès en una educació per la millora del medi ambient. L'alumnat també ha hagut de respondre aquest qüestionari al principi i al final del crèdit variable. A la taula 5.1 a la primera columna s'indiquen el número de la pregunta, a la segona i tercera columna el percentatge de respostes afirmatives o negatives del qüestionari a l'inici del crèdit i a la cinquena i sisena columnes el percentatge de respostes afirmatives o negatives del qüestionari al final del crèdit.

Taula 5.1 % de Respostes a les 10 preguntes del QÜESTIONARI-2

	% Si inicial	% No inicial	% Si final	% No final
1	100	0	100	0
2	86	14	95	5
3	14	86	24	76
4	55	45	57	43
5	93	7	97	3
6	90	10	100	0
7	88	12	97	3
8	90	10	97	3
9	38	62	68	32
10	48	52	65	35

Figura 5.1 Respostes en % a les preguntes del QÜESTIONARI-2



Només els resultats de les preguntes que fan referència a si el centre estalvia aigua i si l'alumne fa personalment quelcom per disminuir la contaminació (9 i 10) mostren canvis importants entre la situació inicial i la final, fet que s'explica perquè l'alumnat va anar rebent informació al llarg del curs sobre la gestió del centre la qual cosa ha comportat que sigui més conscient de les accions que el centre duu a terme per disminuir el consum d'aigua i de que les actituds personals poden tenir efecte en la disminució de la contaminació.

Malgrat tot, com és sabut (Torras, 1995), la valoració de les actituds ambientals és quelcom molt complex, ja que l'alumnat sovint amaga les seves opinions reals i tendeix a expressar les que percep com "socialment correctes". En estudis similars (Vega, 2004), els resultats dels qüestionaris finals no acostumen a baixar les puntuacions en relació als inicial però en el nostre cas, un 10% de l'alumnat de la mostra (posteriorment s'analitzen els quatre alumnes implicats), disminueix la puntuació. Probablement l'explicació d'aquests resultats es pot deure a la creació d'un clima de confiança a l'aula que permet expressar el propi pensament, o a que l'alumnat ha estat capaç de reconèixer a través del procés educatiu desenvolupat que les seves actituds inicials cap el medi ambient eren menys favorables que les que havia expressat. Sigui una raó, l'altre o ambdues, aquest fet mostra un efecte positiu del procés educatiu en les actituds de l'alumnat.

5.2.1 Resultats obtinguts del QÜESTIONARI-1

L'estudi de l'avaluació dels canvis en les actituds ambientals de l'alumnat només s'ha pogut fer amb 29 alumnes dels 41 de la mostra ja que són els únics dels quals es disposa de les respostes als qüestionaris inicials i finals (Annex-4 puntuació, per ítems, de les respostes de l'alumnat al qüestionari-1, les dades per calcular α de Cronbach i l'avaluació de les entrevistes personals). A la Taula 5.2 s'inclouen les puntuacions de les respostes on et terme valor indica la puntuació obtinguda sobre 100; freqüència indica el nombre d'alumnes que obtenen la mateixa puntuació i total es refereix al producte en cada cas, del valor per la freqüència.

Taula 5.2 Puntuacions de les respostes al QÜESTIONARI-1 inicial i final.

Qüestionari-1 inicial			Qüestionari-1 final		
Valor	Freqüència	Total	Valor	Freqüència	Total
53	1	53	59	1	59
59	1	59	61	1	61
60	1	60	63	2	126
61	1	61	66	2	132
63	3	189	67	1	67
65	1	65	68	3	204
66	2	132	70	2	140
67	5	335	71	2	142
68	1	68	72	2	144
69	2	138	73	2	146
70	1	70	74	1	74
71	3	213	75	3	225
72	2	144	76	1	76

73	1	73	77	2	154
74	1	74	78	1	78
77	1	77	81	2	162
78	1	78	86	1	86
79	1	79			
	29	1968		29	2076

Qüestionari-1 inicial		Qüestionari-1 final	
Mitjana	67,86	Mitjana	71,58
Variància	32,49	Variància	37,69

Com es pot observar a la taula anterior entre els valors de les mitjanes inicial i final hi ha un augment de 3,72 unitats la qual cosa indicaria una certa millora al final tot i que també ha augmentat la dispersió.

Un altre fet a destacar és que també varien els resultats dels ítems (a Annex-4 s'inclouen la puntuació, per ítems, de les respostes de l'alumnat al qüestionari-1, les dades per calcular α de Cronbach i l'avaluació de les entrevistes personals). Per exemple, al qüestionari-1 inicial la mitjana general de les respostes dels ítems està en 2,71 valor que es troba un 8,4 % per sobre del 2,5 (mitjana dels quatre valors de cada ítem, a partir de la qual es considera que una resposta és ambientalment correcta), la qual cosa posa de manifest que l'alumnat de la mostra parteix d'actituds ambientals bastant consolidades i responsables amb l'entorn. A la Taula 5.3 s'inclouen els resultats obtinguts per als dos blocs d'ítems en què està dividit el qüestionari-1. La mitjana dels ítems del bloc-1 que avalua les actituds i actuacions responsables de l'alumnat davant dels problemes ambientals és 2,67 lleugerament per sobre del 2,5 encara que una mica per sota de la mitjana (2,75) obtinguda pel bloc-2 sobre qui té la responsabilitat i solucions dels problemes ambientals, les institucions i els dèficits

tecnològics o també en les seves actituds. Aquests resultats permeten afirmar que l'alumnat té actituds responsables davant dels problemes ambiental i que pensa que no tota la responsabilitat és de les institucions, a més, com es posa de manifest en els resultats del qüestionari al final del crèdit, la seva actituds millora si comprèn les causes que provoquen els problemes ambientals estudiats al crèdit variable.

Taula 5.3 Resultats per blocs del QÜESTIONARI-1 inicial.

Blocs	Mitjana dels ítems	Variància	% Desviació la mitjana dels ítems dels blocs respecte al valor de 2,5
Bloc 1	2,67	0,05	6,8
Bloc 2	2,75	0,07	10

De tots els ítems el que es troba més per sota de la mitjana amb un valor 2,24, és el 7 que fa referència a la disminució de la capa d'ozó (Sempre utilitzo productes que no ataquin la capa d'ozó), probablement degut a que l'alumnat desconeix aquesta problemàtica ambiental i que no sap prou bé el significat de la capa d'ozó. Els altres dos ítems que queden per sota la mitjana són l'ítem 6 (2.27) que es refereix a la responsabilitat de les empreses i governs en els problemes ambientals (Penso que les indústries i els governs són els responsables de l'augment del CO₂) i l'ítem 10 amb un 2.31 (Em preocupa més el soroll de la moto que no pas la velocitat que puc assolir). El primer mostra una opinió molt estesa entre l'alumnat que inicialment pensava que ells no contaminaven mentre que la segona està molt relacionada amb l'edat dels estudiants i el desig de molts d'ells de tenir transport propi.

A la Taula 5.4 s'inclouen els resultats del qüestionari-1 obtinguts al final d'el crèdit per als dos blocs d'ítems, l'alumnat amb actituds i actuacions responsables davant dels problemes ambientals (bloc 1) obté, al contrari del que passava al qüestionari inicial, una mitjana de 2,87, una mica per sobre de l'alumnat que pensa que la responsabilitat i solucions dels problemes ambientals no rau en les institucions o bé en la tecnologia sino també amb les seves actituds (bloc 2) que obté una mitjana de 2,83. Els dos resultats són bons i indiquen que l'alumnat, si comprèn les causes que provoquen els problemes ambientals estudiats al crèdit variable, contesta amb unes respostes ambientalment més correctes.

Taula 5.4. Resultats per blocs del QÜESTIONARI-1 final.

Blocs	Mitjana Ítems	Variància	% Desviació la mitjana dels ítems dels blocs respecte la mitjana de 2,5
Bloc 1	2,87	0,10	14,8
Bloc 2	2,83	0,04	13,2

El valor de la mitjana general de les respostes als ítems del qüestionari final (2,85) és un 14 % superiora la mitjana de les respostes als ítems ambientalment correcta (2,5) i un 5% superior al valor de la mitjana dels ítems en el qüestionari-1 inicial, la qual cosa confirma de nou una lleugera millora en l'actitud ambiental de l'alumnat. Les tendències que es detecten en el qüestionari inicial, milloren globalment, la mitjana de l'ítem 7 passa a 2,55, durant el crèdit s'ha estudiat la problemàtica de la capa d'ozó i l'alumnat disposa de més arguments, igual passa amb l'ítem 6 que també millora la mitjana (2,45), però sense assolir el 2,5, la qual cosa indica que l'alumnat no és prou conscient de la seva responsabilitat en relació a la sostenibilitat i continua culpant a governs i empreses, malgrat que globalment tot el bloc-2 millora. Per contra l'ítem 10 passa a 2,68 de mitjana, un resultat molt per sobre de l'obtingut al qüestionari inicial, escoltar opinions sobre la contaminació acústica ha millorat la seva actitud.

5.2.2 Comparació dels resultats globals del qüestionari-1 a l'inici i al final del crèdit

Per comparar els resultats globals i l'augment o disminució de les puntuacions obtingudes en les respostes al qüestionari al final i a l'inici del crèdit s'inclou a la Taula 5.5 un resum de les variacions en les puntuacions obtingudes. La primera columna representa els punt augmentats entre el qüestionari inicial i final (de 25 a 100 com a màxim), la segona columna el nombre d'alumnes que han experimentat l'augment contemplat a la primera i a la tercera la mitjana de punts augmentat i entre parèntesi els augments individuals de cada alumne. Un 83% de l'alumnat ha augmentat la puntuació del qüestionari final en relació a l'inicial, el 17 % restant queda amb la mateixa puntuació (1 alumne) o baixa.

Taula 5.5 Resum dels resultats de les variacions entre les puntuacions dels QÜESTIONARIS-1.

Augment de la puntuació del QÜESTIONARI-1 final front a l'inicial	Nombre d'alumnes	Mitjana de punts augmentats
De 1 a 5	16	3,5 (2, 3, 3, 5, 4, 3, 5, 5, 4, 2, 5, 4, 1, 1, 5 i 4)
De 6 a 10	8	7,6 (9, 9, 10, 6, 7, 6, 8 i 6)
0 o disminueixen	5	-2 (-1, 0, -6, -1 i -2)

Tot seguit s'estudien cas per cas els motius que podrien explicar la disminució de la puntuació final en relació a la inicial obtinguda per a quatre alumnes d'entre els estudiats. També s'inclou en aquest comentari l'alumne que ha obtingut la mateixa puntuació a l'inici i al final.

Alumne 20

La puntuació de les respostes al qüestionari-1 obtinguda per aquest alumne a l'inici i al final va disminuir en 1 punt (79-78 **-verd-verd-**). Aquesta és una variació molt poc significativa i potser es podria explicar pel fet que després de treballar el crèdit variable va prendre consciència de la seva actitud i va ser més crític que a l'inici.

El curs acadèmic (2003-04) durant el qual assisteix al crèdit variable és el primer any que està a la Unitat d'Adaptació Curricular (UAC), és un alumne amb un nivell acadèmic de **bé** i amb un estil motivacional d'aprenentatge de **curiós**. Es tracta d'un alumne sense dificultats d'aprenentatge que entén les explicacions, fa les activitats del dossier i no té en definitiva problemes d'aprenentatge, fet que explica que fins al curs anterior (2002-2003) estigués en un grup que no era a la UAC. Per pressions de la família es va canviar a aquest grup, però és un dels dos alumnes que han seguit perfectament la matèria. Les seves respostes a les preguntes de l'entrevista personal (Quadre 3.4) que fan referència a continguts químics i a actituds ambientalment correctes posen de manifest que les ha entès millor que alguns dels companys del grup. Per exemple a la pregunta sobre l'actitud del President dels Estats Units d'Amèrica davant dels acords signats a Kyoto,

Podries explicar quins efectes tindria sobre la Terra aquesta decisió del President?

Contesta:

- *Que contaminaria l'atmosfera. Augmentarà el CO₂ i pot ser hi haurà un canvi climàtic.*

Si es compara aquesta resposta amb la de l'alumne 17 a la mateixa pregunta:

- *Pluges torrencials i disminució dels Pols.*

Es posa de manifest que la resposta de l'alumne 20 és molt més argumentada i correcta.

A una pregunta més relacionada amb continguts químics,

Per què els vehicles han de portar catalitzador? Què és un catalitzador? Els catalitzadors eviten totalment l'efecte hivernacle?

Respon que:

- *Per què així no contamina tant. És una espècie de filtre que està en el tub d'escapament del cotxe i accelera algunes reaccions. És una reixa de metall, el catalitzador, que fa que no surten gasos contaminats. No l'evita l'efecte hivernacle.*

El relativament elevat resultat inicial obtingut per aquest estudiant també es podria relacionar amb una possible influència familiar, ja que prové d'una família estructurada i els pares militen en col·lectius ecologistes. Per tant, l'alumne "sap què ha de dir" i coneix els problemes ambientals. Ara bé, no creu que ell hi pugui fer res. Al mateix temps és molt consumista, està molt preocupat pel seu futur, té unes certes tendències racistes i xenòfobes, i un discurs molt dretà (pensa que es superior a la resta tant econòmicament com socialment). Sempre parla de la gran quantitat de coses que té i del poder adquisitiu de la seva família. La seva mare està molt preocupada pel seu futur.

Al final del crèdit ha canviat una mica d'actitud i se sent més implicat, no tot ho han resoldre els empresaris i els polítics i ja pensa que ell pot fer alguna cosa en relació al medi ambient. Per tant, el resultat del qüestionari final ara reflectiria millor la seva

actitud real de **verd-verd**. Aquest fet es pot corroborar si es consideren les seves respostes a les preguntes de l'entrevista. Per exemple a la pregunta:

Que penses de la disminució del gruix(forat) de la capa d'ozó? Proposaries alguna solució?

respon que,

- *El forat l'hem fet nosaltres i la solució és contaminar menys, amb les neveres i aires condicionats.*

O bé a la pregunta:

En un vehicle que et preocupa més la velocitat què aconseguix o el soroll i la contaminació que produeix?

respon que,

- *el soroll i la contaminació.*

En una conversa posterior, quan va venir al centre per demanar informació sobre quins cicles formatius podria fer, vàrem poder comprovar que la seva actitud ambiental era molt més responsable.

Alumne 22

En aquests cas la puntuació inicial i final de les respostes al qüestionari 1 obtinguda per l'alumne és la mateixa (71-71 –**verd/verd**-). La absència de variació es pot explicar pel fet que es tracta d'un alumne molt exigent amb ell mateix i ja inicialment amb una forta consciència ambiental.

És un alumne amb un bon currículum, qualificat acadèmicament com **bé**, i amb un estil motivacional d'aprenentatge de **conscienciós**. És l'únic del grup que posteriorment feu la modalitat de batxillerat humanístic social. Preocupat pels problemes ambientals, encara que políticament i acadèmicament era bastant conformista.

Era el millor alumne del grup amb diferència, no tenia problemes de coneixements, feia bé els exercicis, entenia el concepte de canvi químic i la seva implicació en la contaminació del medi, així com els problemes ambientals i els seus fonaments científics. Les respostes a les preguntes de l'entrevista que fan referència a problemes

ambientals o a la seva actitud ho confirmen. Per exemple, les preguntes i respostes següents:

Per què s'ha prohibit la utilització de la benzina amb plom? Un vehicle que utilitzi aquesta benzina pot portar catalitzador?

- *Per que contamina molt i un cotxe amb catalitzador no pot portar benzina amb plom, ja que el plom contaminaria el catalitzador.*

Els cotxes provoquen efecte hivernacle? Tots o únicament els que no porten catalitzador?

- *Si tots els cotxes contaminen molt i provoquen efecte hivernacle, per que surt fum, bé gasos, i contamina.*

Què entens per efecte hivernacle? Què són els gasos hivernacle, enumera'ls?

- *És com els hivernacles. Hi ha una pujada de la temperatura, per què el CO₂ no deixa sortir radiacions, el provoquen el fum i els residus.*

posen de manifest que coneix què són els catalitzadors i que tots els cotxes provoquen efecte hivernacle. És tracta d'un alumne que participava a classe encara que per a ell el ritme potser era massa lent degut al nivell de la resta de l'alumnat, malgrat tot, mai es va queixar i si podia ajudava a les companyes. Al final, acadèmicament, la seva qualificació fou de **notable**.

Ara bé, el coneixement dels problemes no va 6tenir cap efecte en la seva actitud cap a posicions més **verdes** ja que ja les tenia. Els resultats dels dos qüestionaris, reflecteixen bé que ja tenia una actitud compromesa amb el medi, com és evident en les respostes a les preguntes de l'entrevista i també en les respostes del dossier, on es pot observar la seva bona d'actitud ambiental. Per exemple en preguntar-li sobre alguns arguments a favor o en contra de l'actitud del President dels Estats Units d'Amèrica davant dels acords signats a Kyoto respon,

- *Estic en contra de la decisió del president dels EEUU, si tots l'han acceptat ells també. L'augment del CO₂ pot canviar el clima.*

Sobre l'opinió que li mereix l'afirmació: "La tecnologia solucionarà, en un futur, els problemes ambientals provocats pel desenvolupament"? contesta,

- *Penso que l'afirmació és falsa. El que hauríem de fer és contaminar menys.*

i sobre si pensa que estudiar els problemes ambientals li ha canviat l' actitud, indica,

- *Opino que si, abans actuava i opinava sense tenir massa clars els motius.*

Alumna 26

El resultat de les respostes d'aquesta alumna al qüestionari 1 va disminuir 6 punts (69-63 **-verd/-verd-**). És una variació bastant significativa i es pot explicar pel fet que inicialment era molt seguidora de consignes i poc reflexiva, en canvi després de treballar el crèdit variable va prendre consciència i abans de contestar reflexionava sobre el que s'havia explicat a classe.

Es tracta d'una alumna amb un currículum normal, acadèmicament de **suficient**, amb un estil motivacional d'aprenentatge de **conscienciosa** i bastant preocupada pels problemes ambientals.

Ara bé, aquesta alumna tenia alguns problemes de coneixements, feia bé el dossier, el presentava impecable, encara que li mancava formació química i per tant, no entenia del tot els problemes ambientals i els seus fonaments científics. Un cop se li havien explicat els conceptes era capaç de repetir l'argumentació però en canviar la situació li costava molt fer la transferència i en conseqüència moltes vegades no sabia resoldre el nou problema. La qualificació acadèmica final va ser **bé**.

Com ja s'ha comentat es tracta d'una alumna molt receptiva, i poc reflexiva i malgrat que, per manca de formació científica, de vegades no sabia interpretar els fenòmens, de manera que al final del crèdit continua sent **verda** però la puntuació baixa a 63. L'explicació es pot relacionar amb el fet que en conèixer millor els fonaments científics dels problemes ambientals, com es pot comprovar a les respostes a les preguntes de l'entrevista l'ha portat a canviar les seves actituds, i contestar com a alumna **conscienciosa**, la qual cosa l'obliga a reflexionar més que no pas en el qüestionari inicial i per tant contestar menys seguint consignes apreses. Això es pot observar bé, com ja s'ha comentat, en les respostes a algunes de les preguntes de l'entrevista.

Per exemple,

Els cotxes provoquen efecte hivernacle? Tots o únicament els que no porten catalitzador?

- *Si. Però sense cotxes també hi ha efecte hivernacle a la Terra. Si tots els cotxes el provoquen.*

Què entens per efecte hivernacle? Què són els gasos hivernacle, enumera'ls?

- *És quan hi ha un augment de la temperatura, per què els gasos no deixen sortir radiacions, puja la calor. El CO₂ i altres.*

Què opines de la següent afirmació: "Jo utilitzaré els transport públic quan em sigui igual de còmode que el privat"?

- *Em sembla bé...però per comoditat, el públic és més ecològic, no? Contamina menys. Però això ara ho penso pel que hem estudiat, abans no m'ho plantejava.*

Alumna 31

Igual que en el cas de l'alumne 20 el resultat de les seves respostes al qüestionari 1 va disminuir en 1 punt (67-66 –**verd/verd**-). Malgrat que també és una variació poc significativa es pot explicar pel fet que era una bona alumna encara que no reflexionava gaire i tenia altres interessos.

Era una alumna amb un bon currículum qualificada acadèmicament de **bé**. El seu estil motivacional d'aprenentatge es de **social**. Estava poc preocupada pels problemes ambientals, pot ser degut a la seva edat. Els seus interessos es dirigien a altres temes i era una mica la líder de la classe. Ara bé, feia els deures, preguntava i participava activament, encara que sempre parlava i moltes vegades no de problemes ambientals.

No es tracta d'una alumna amb problemes de coneixements, el dossier estava ben fet i el presentava de forma correcta. Ara bé no va aconseguir fer un bon aprenentatge de química, o més ben dit no va aprendre a interpretar les qüestions, com es pot observar en algunes de les respostes de l'entrevista que no són massa correctes.

**A què es deguda la disminució del gruix (afebliment) de la capa d'ozó?
Proposaries alguna solució?**

- *Al CO₂? no són els freons de les neveres?. Ara no ho recordo massa bé.*

Encara que té els coneixements suficients per respondre les preguntes, no sempre ho fa. A més si es canvia la situació moltes vegades no sap resoldre-la, encara que

alguna vegada si que contesta correctament. El curs següent, a batxillerat en la matèria de CMC (Ciències per al Món Contemporani) treballava força bé. Acadèmicament la seva qualificació final va ser de **notable**. Era una alumna bona i capaç d'interpretar els fenòmens i problemes ambientals, si s'ho proposava, com es pot comprovar a algunes de les respostes de l'entrevista. Per exemple,

Estàs d'acord amb l'afirmació següent : “L'aigua és un recurs inesgotable, com hem estudiat al seu cicle” ?

- *No estic d'acord encara que tingui un cicle no es inesgotable. L'home altera el cicle i s'ha de depurar.*

A casa fas recollida selectiva? Per què?

- *Si, fem recollida selectiva, per què pot ser, després, aquell material es pugui reutilitzar o transformar-lo.*

Quin mitjà de transport utilitzes habitualment el públic, caminant o el privat? Per què? Quin contamina menys?

- *Utilitzo el transport públic o privat depèn d'on vagi, però ja se que el públic contamina menys.*

Què opines de la següent afirmació: ”Jo utilitzaré el transport públic quan em sigui igual de còmode que el privat”?

- *Penso que és una tonteria com una casa.*

La seva actitud no va canviar, com hem dit, continua sent **verda**. És un cas diferent al de l'alumne 26. El fet de conèixer millor els fonaments científics dels problemes ambientals no ha tingut cap incidència en les seves actituds, com es va poder constatar el curs següent en tenir-la com alumna a CMC.

Alumna 34

El resultat de les respostes d'aquesta alumna al qüestionari 1va disminuir en 2 punts (79-78 **-verd-verd-**). És una variació poc significativa i es pot explicar pel fet que es distreu sovint a classe. Es tracta d'una alumna poc reflexiva i bastant dogmàtica en els seus plantejaments.

Es tracta d'una alumna amb un currículum bo qualificat acadèmicament com de **bé**. Poc atenta a classe, parlava i es distreia, encara que no tenia problemes de falta de coneixements i els sabia aplicar, si estava atenent. El seu estil motivacional d'aprenentatge és de **conscienciosa**. Preocupada pels problemes ambientals, segurament per conviccions familiars, o també de vegades per agradar al professor, feia els deures, preguntava i participava activament.

Feia bé el dossier i cercava per internet els temes que li interessaven i ho presentava de forma correcta. No li faltava formació química, com es pot comprovar en les respostes de l'entrevista: Per exemple les respostes a les preguntes següents posen de manifest que té bastant ben assolits els continguts químics estudiats.

Explica quins efectes tindria sobre la Terra si aquesta decisió de no signar fora de tots els països?

- *Se emetria més CO₂ a l'atmosfera del que ja tenim i com a possible conseqüència un canvi climàtic.*

Què entens per smog fotoquímic? Quins són els gasos que el provoquen, enumera'ls?

- *Son els gasos dels cotxes, calefaccions indústries etc., que s'ajunten i fan una boirina marronosa que és irritant.*

Per què els vehicles han de portar catalitzador? Què és un catalitzador? Els catalitzadors eviten totalment la contaminació?

- *Redueixen les emissions de gasos tòxics, el catalitzador fa que el cotxe no contamina tant, fa més ràpides les reaccions, però no elimina la contaminació totalment.*

És una alumna que entén bé els problemes ambientals i els seus fonaments científics, com es pot observar a les respostes següents a les preguntes de l'entrevista

De les quatre Rs quina és per a tu la més important: reciclar, reparar, reutilitzar o reduir? Per què?

- *Reduir és més important, així no hauríem de reciclar tant.*

Quina opinió et mereix la següent afirmació: “La tecnologia solucionarà, en un futur, els problemes ambientals provocats pel desenvolupament”?

- *Pot ser si però com què no ho saben millor no fiar-nos.*

En un vehicle que et preocupa més la velocitat que aconseguir o el soroll i la contaminació que produeix?

- *Em preocupa el soroll i la contaminació, i també la velocitat, però sense les anteriors.*

és capaç de resoldre problemes nous o plantejats de manera diferent encara que a vegades li costa. Acadèmicament la seva qualificació final es va mantenir igual: **bé**.

El fet de conèixer millor els fonaments científics dels problemes ambientals no va canviar les seves actituds cap a posicions més verdes i menys doctrinàries que abans, podríem dir que al final era més reflexiva, i aquesta circumstància explicaria la puntuació de 72 del qüestionari final. Més endavant la vaig tornar a tenir d'alumna en CMC i havia canviat i molt, cap a una posició, més **verda**.

En resum, es podria concloure, que en general la baixada en la puntuació d'aques alumnat està relacionada amb els continguts estudiats durant el crèdit variable, que els fa més reflexius a l'hora de valorar les seves actituds i actuacions ambientals. També han assimilat que no han ser tant seguidors de consignes ambientalment correctes, així mateix també augmenta la seva sinceritat, i no contesten tant el que suposen que el docent vol escoltar. Finalment també ha influït, en alguns cassos, l'exigència personal de l'alumnat amb ell mateix.

5.3 Anàlisi de la relació entre els resultats del QÜESTIONARI-1 i l'estil motivacional d'aprenentatge

A la taula 5.6 s'inclouen les variacions en la puntuació global (de 25 a 100) del qüestionari-1 final en relació amb l'inicial de tot l'alumnat que ha contestat els qüestionaris, relacionant-los amb el seu estil motivacional d'aprenentatge. A les files els números representen els alumnes i els percentatges respecte al nombre global d'alumnes corresponen al estil motivacional d'aprenentatge a la primera columna i a les següents columnes fan referència a cada estil.

Taula 5.6 Resum dels resultats a les puntuacions globals del QÜESTIONARI-1 (inicial/final) segons l'estil motivacional d'aprenentatge.

Estil motivacional d'aprenentatge	Variacions en les puntuacions globals del qüestionari-1 final respecte de les puntuacions globals del qüestionari inicial		
	Augment de 1 a 5 punts	Augment de 6 a 10 punts	Sense variació o disminució de punts
Consciencios (55%)	7, 8, 9, 23, 25, 27, 29 i 36 (50%)	14, 21, 24, 28 i 35 (31%)	22, 26 i 34 (19%)
Social (10%)	33 i 37 (67%)		31 (33%)
Curiós (14%)	30 i 32 (50%)	13 (25%)	20 (25%)
Desmotivats (21%)	16, 38, 39 i 41 (67%)	18, i 40 (33%)	

En aquest apartat es comenten els resultats obtinguts en els canvis en les actituds ambientals per l'alumnat en funció de l'estil motivacional d'aprenentatge. Com es pot observar a la taula 5.6, aquest no influeix gaire en les variacions dels resultats globals obtinguts en els qüestionaris inicial i final, amb percentatges molts semblants en tots els casos. L'alumnat social sembla ser el que més disminueix, encara que el nombre d'alumnes és massa reduït per treure conclusions, com passa en el cas de l'alumnat curiós.

Un 50% de l'alumnat consciencios i un 67% del desmotivats augmenten entre 1 i 5 punts i un 31% dels primers i 37% dels segons presenten un augment entre 6 i 10 punts. L'alumnat desmotivats, que contesta els dos qüestionaris al principi del crèdit i al final, millora en tots els casos. És interessant constatar que al final aquest tipus d'alumnat va millorar en actitud ambiental així com en les puntuacions acadèmiques, tant del crèdit variable com de la assignatura comuna de ciències de la naturalesa. Cal destacar que és el col·lectiu d'alumnat desmotivats el que ha experimentant un

augment més general, tots els seus membres han millorat i a més alguns amb una millora considerable, per exemple l'alumne 18 augmenta 10 punts el màxim de tots els alumnes avaluats Al següent apartant (5.4) es comenten, un cop vistos els resultat acadèmics, les causes del canvi.

D'altra banda, si s'analitzen les respostes a les entrevistes, queda palès que els alumnes pensen que la seva actitud ambiental ha millorat, malgrat que els resultats dels qüestionaris no ho reflecteixen totalment. Per exemple les respostes de dos alumnes a dues de les preguntes que s'inclouen a continuació ho posen de manifest.

Pregunta 1. En cursar l'ESO i el batxillerat, vas estudiar Educació química i ambiental (variables, optatives, treball de recerca etc.). Creus que el fet de conèixer els fonaments científics dels problemes ambientals, ha canviat les teves actituds? I els teus hàbits?

Si crec que l'ha canviat la meva forma de veure els problemes, intento reciclar i utilitzar productes que no facin mal al medi, li vaig posar un filtre a la meva moto per que no contamines tant. Alumne 14 (conscienció) (entrevista 2005)

Si, sobretot utilitzo la bici, hi ha un canvi d'actituds i d'hàbits, algunes vegades. Alumne 16 (desmotivats)(entrevista 2005)

Pregunta 2. El fet d'estudiar els fonaments químics dels problemes ambientals, et va fer entendre millor la química. La química que vas aprendre l'entenes, t'ha aprofitat en els teus estudis posteriors? I per resoldre problemes de la vida real?

Algunes coses les vaig comprendre més però la química em costava molt, no vaig utilitzar la química després, vaig fer el batxillerat humanístico-social, però per algunes coses, no pels estudis posteriors, si que m'aprofita com per entendre l'ús de l'energia i la importància de les energies renovables. Alumne 14 (conscienció) (entrevista 2005)

Si una mica millor, també m'ha aprofitat la química per aquest curs. Si sobre tot no fer massa soroll amb la moto. Alumne 16 (desmotivats)(entrevista 2005)

S'ha pogut comprovar que la sensació que té l'alumnat és de canvi en relació amb les seves actituds ambientals, però a més, també alguns dels seus hàbits i accions han canviat cap a posicions que comporten menys contaminació del medi.

5.4 Anàlisi de la relació entre la variació en els resultats acadèmics i l'estil motivacional d'aprenentatge.

L'alumnat "desmotivats" que com s'acaba de explicar millora molt, destaca d'entre la resta d'alumnes que tenen un comportament tant ambiental com acadèmic més positiu. Aquest alumnat, tenia inicialment una actitud de molt poca implicació en els problemes ambientals i a més, un "rol" molt ben acceptat per ells i també molt definit entre el professorat i alumnat del centre. Es tracta d'alumnat que el professorat classificava amb frases molt significatives: *"No es pot fer res amb ells"*, *"Haurien d'estar en un aula externa"*, *"L'únic que es pot fer es que no molestin gaire"*, *"Els hi cal més disciplina i expulsions"*. De fet, ells mateixos mostraven molt poca autoestima i també es definien amb frases com: *"Profe nosotros no sabemos estudiar"*, *"Nunca aprendemos nada"*, *"L'únic interessant que fem és el taller extern"*, *"Si callem ens aprovaràs?"*. A la taula 5.7 es resumeixen les variacions en els resultats acadèmics (s'inclou el número identificatiu de cada alumne/a i entre parèntesi el percentatge sobre el global de l'alumnat) obtinguts en l'avaluació de continguts de química abans (proves orals o escrites per detectar idees prèvies relacionades amb la química i el medi ambient, posades en comú, pluja d'idees) i després de cursar les unitats didàctiques de Educació Química i Ambiental, relacionats amb l'estil motivacional d'aprenentatge.

Com ja s'ha comentat, els criteris i eines d'avaluació no han estat els mateixos per tot l'alumnat. Els primers alumnes de les unitats didàctiques (alumnes 1, 2 i 3), van ser avaluats en el marc de la LGE (Llei General d'Educació, 1970) i algunes variacions legals posteriors, tot i que la major part de l'alumnat (del 4 al 27) van estudiar en el marc de la LOGSE (Llei d'Ordenació General del Sistema Educatiu 1990) i formaven part d'assignatures o de crèdits variables optatius. Finalment a la darrera etapa (alumnat del 28 al 41) s'ha avaluat en el marc de la LOE (Llei Orgànica d'Educació, 2006).

Taula 5.7 Nombre d'alumnes, percentatge i variació en els resultats de l'avaluació sobre coneixements de química segons l'estil motivacional d'aprenentatge.

Estil motivacional d'aprenentatge	Sense variació	Variació de la qualificació entre l'avaluació inicial i final de – 21 ¹ alumne/a, (5%) percentatge sobre el global-						
		Insuficient a suficient	D'insuficient a bé	De suficient a bé	De suficient a notable	De bé a notable	De bé a excel·lent	De notable a excel·lent
Consciencios (49%)	34 (Bé-Bé) (5%)		21 (5%)	23, 24, 26 i 27 (20%)	3, 25 i 28 (15%)	8, 10, 12, 14, 22, 35 i 36 (35%)		5, 7, 9 i 29 (20%)
Social (15%)	37 (Bé-Bé) (17%)				4 i 31 (32%)	33 (17%)	6 (17%)	11 (17%)
Curiós (12%)	32 (Bé-Bé) (20%)		20 (20%)	30 (20%)	1 (20%)		13 (20%)	
Desmotivats (24%)	17 (Insuficient - Insuficient) (10%)	2, 15, 16, 18, 19, 38, 39, 40 i 41 (90%)						

Com es pot observar a la Taula 5.7 els resultats acadèmics de la majoria dels alumnes milloren. Tan sols un 10% de l'alumnat(17, 32, 34 i 37) no van variar la seva qualificació. L'alumne 17 (absentista) classificat com "desmotivats" és l'únic de la mostra que no va superar la UD.

El canvi més rellevant és produeix amb l'alumnat que s'ha qualificat com alumnat desmotivats, la qual cosa posa de manifest que si s'ensenya la química de manera que es relacioni i connecti amb l'estudi i comprensió de problemes reals, es desperta els seu interès i motivació i aconseguen superar algunes de les dificultats que normalment es troben en l'ensenyament d'aquesta disciplina. Aquests resultats concorden amb els d'altres estudis com per exemple el de Marchán-Carvajal (2015), autors que constaten un gran increment en el nombre d'estudiants que escullen física i química a 4t d'ESO (matèria optativa), si en els cursos anteriors, havien treballat la Química en context. Al centre on hem realitzat la recerca d'aquesta tesi les ciències es treballen competencialment des de sis cursos i també en context des de primer de l'ESO i el nombre de nois i noies que escullen a quart física i química ha anat augmentant. Per exemple, d'un total de 90 alumnes el curs 2012-13 triaren la matèria optativa de física i química 22, al curs següent 30 i 44 al curs actual 2015-16, i això mateix passa amb les matèries optatives de biologia i tecnologia. Aquestes millores es poden explicar, almenys en part, per la percepció de l'alumnat de la rellevància de la ciència en l'àmbit personal, social i vocacional (Stuckey i Eilks, 2014). En general, es constaten millores en el rendiment de l'alumnat que té dificultats d'aprenentatge quan el professorat aplica la contextualització a l'aula (Sanmartí i Sardà, 2007). L'alumnat se sent més motivat per la matèria perquè els hi agrada ser capaços de justificar els fenòmens del seu entorn amb els seus propis coneixements i explicar-los a amics i familiars (Marchán-Carvajal, 2015). Cal també destacar que la resta de l'alumnat independentment del seu estil motivacional, també millora i per tant, aquesta metodologia es demostra vàlida per a tot tipus d'alumnat.

L'anàlisi dels nous enfocaments de les activitats realitzades en dos dels grups d'alumnat desmotivats (16, 18 i 19 –UAC- i 38, 39, 40 i 41 – grup classe-), del seu desenvolupament i de la posterior avaluació dels resultats, pot ajudar a entendre els millors resultats que va assolir aquest alumnat. En el cas del l'alumnat de la Unitat d'Adaptació Curricular (UAC curs 2003-04), els resultats acadèmics tant en cursos anteriors, com en l'avaluació inicial (Quadre 5.3) no eren bons i mostraven que havia assolit molt pocs coneixements de continguts de ciències. El procediment de treball amb aquest alumnat va consistir en primer lloc en indagar quins eren els seus

interessos que estaven o podien estar lligats amb els continguts curriculars que es pretenia que assolissin (pluja d'idees de l'alumnat), seguidament es van contextualitzar aquests continguts amb els seus interessos (física de l'automòbil). Això va implicar una re-elaboració de les activitats d'ensenyament aprenentatge amb un enfocament més competencial. A més, aquestes activitats es van treure de l'aula, es van traslladar al laboratori de física i es van coordinar amb les activitats que impartia el professor de tecnologia al taller. Finalment les activitats d'avaluació també van ser més competencials i per executar-les l'alumnat podia disposar de tots els materials que havia elaborat prèviament.

Aquests canvis van comportar que l'alumnat comencés a participar activament a les classes i a treballar amb més interès. Contestaven les preguntes del dossier i feien els deures, a les classes atenien i feien preguntes, les pràctiques els ajudaven a reflexionar sobre els continguts estudiats i a més, amb les eines d'avaluació aplicades, sobre les quals s'havia informat prèviament, van començar a aprovar les avaluacions parcials i finals tant en ciències com en tecnologia.

El curs 2007-08, i atenent una petició de la Coordinació Pedagògica del centre, es van incloure en el grup de quart d'ESO, quatre alumnes (del 38 al 41) d'estil motivacional d'aprenentatge desmotivats, ja que el centre ja no disposava d'una UAC. L'experiència anterior amb la UAC, que tant bons resultats havia donat, va permetre integrar-los amb el grup classe, i va ajudar a dissenyar algunes estratègies per engrescar a aquest alumnat desmotivats i, al mateix temps, motivar millor a la resta dels companys. La projecció per detectar idees prèvies i cercar la complicitat de l'alumnat, un cop havien contestat el qüestionari del documental "una veritat incòmoda" (on el candidat a la presidència de EE.UU, Al Gore, dona una conferència que té com a tema principal com afecta a la Terra l'escalfament global, provocat per l'augment de la concentració de CO₂ a l'atmosfera) que els va impactar força, els va fer reflexionar i plantejar-se preguntes, aquest era el nostre objectiu. Com a conseqüència d'aquesta activitat va canviar la seva forma d'estar a classe, participaven molt més activament. També és cert que les activitats i avaluacions competencials i el fet de fer les classes als laboratoris va afavorir que milloressin en atenció i actitud. Un fet a remarcar és la seva participació activa en la darrera activitat del crèdit variable:

ACTIVITAT FINAL: ESTUDIEM UNA NOVA SUBSTÀNCIA. ES POT OBTENIR ENERGIA D'UN RESIDU?

Aquesta activitat va quedar finalista (entre les 5 millors de Catalunya) en el concurs de l'ICAEN "El Recorregut de l'Energia", i la participació de l'alumnat desmotivats (del 38 al 41) va estar molt bona. Com es pot veure al quadre 5.3 els quatre alumnes superaren el crèdit variable.

5.5 Anàlisi de les respostes a l'entrevista

En aquest apartat s'analitzen les respostes dels alumnes a les preguntes formulades en l'entrevista personal (Quadre 3.4), mitjançant la qual es pretenia detectar el nivell d'assimilació dels coneixements de química estudiats, el posicionament davant de problemes ambientals així com les actituds davant de temàtiques que no s'havien treballat explícitament a les unitats didàctiques. A la taula 5.4 es recullen els resultats obtinguts en les respostes relacionades amb les actituds.

L'alumnat, havia de contestar qüestions de tipus competencial, d'un qüestionari-entrevista "informal", sense cap preparació prèvia i passats un o dos mesos, segons els casos, d'haver acabat el crèdit variable. L'objectiu d'aquest qüestionari-entrevista era avaluar els resultats que obtenien els alumnes en canviar-los de context i comparar-los amb les qualificacions obtingudes al final del crèdit.

Les preguntes del qüestionari es van anar variant al llarg de la recerca, com ja s'ha comentat a l'apartat 3.4.1c, i per tant, no sempre es va preguntar exactament el mateix, motiu pel qual, en molts casos, el total de l'alumnat que respon a cadascuna de les qüestions no és el total que s'ha entrevistat (41). Els resultats es recullen a la taula 5.8.

Taula 5.8 Respostes a les preguntes actitudinals.

Preguntes actitudinals de l'enquesta	Respostes de l'alumnat
1.- Fa uns mesos el President dels Estats Units d'Amèrica va dir que no complirien els acords signats a Kyoto sobre la reducció de les emissions de CO ₂ a l'atmosfera. Quina opinió et mereix aquesta decisió?	Hauria de signar, 34 alumnes (83%)
	Poden fer el que vulguin, 3 alumnes (7%)
	Desconeix el tractat, 4 alumnes (10%)
2.- Què proposaries per evitar l'efecte hivernacle?	Proposa diverses mesures, 9 alumnes (22%)

	Proposa algunes mesures: 25 alumnes (61%)
	No proposa mesures, 7 alumnes (17%)
3.- Què penses de la afirmació següent: "La tecnologia solucionarà, en un futur, els problemes ambientals provocats pel desenvolupament"?	Completament d'acord, 5 alumnes (13%)
	Parcialment d'acord, 13 alumnes (33%)
	En desacord amb matisos, 21 alumnes (54%)
4.- A casa feu recollida selectiva?	Sempre, 11 alumnes (42%)
	De vegades, 7 alumnes (27%)
	Mai, 8 alumnes (31%)
5.- De les tres R quina és la més important per tu?	Reduir, 10 alumnes (48%)
	Reutilitzar, 3 alumnes (14%)
	Reciclar, 8 alumnes (38%)
6.- Si tinguessis un vehicle què et preocuparia més: el soroll, la velocitat o la contaminació?	Soroll, 12 alumnes (29%)
	Velocitat amb matisos, 15 alumnes (36%)
	Contaminació, 14 alumnes (34%)
7.- Penses que haver estudiat problemes què causa la contaminació ha canviat la teva actitud?	Molt, 12 alumnes (48%)
	Força, 10 alumnes (40%)
	Gens, 3 alumnes (12%)

Les respostes a les tres primeres preguntes (1, 2 i 3) que demostren una actitud compromesa envers al medi ambient superem el 80%. En el cas de la pregunta 5,

l'opció de reduir residus és d'un 48%, un valor per sobre del que s'obté per a la pregunta sobre reciclar i reutilitzar. Convé esmentar que a la darrera pregunta (7), que està directament relacionada amb el segon objectiu de la recerca, és a dir la incidència en el canvi d'actitud de l'alumnat en relació als problemes ambientals, 22 dels 25 alumnes als que es va fer la pregunta directament, van contestar afirmativament.

A continuació es recullen algunes de les respostes obtingudes on s'observa un cert canvi d'actitud:

- *“Si, a més mai ho he vist com una imposició, si no com una tasca que ha de fer el centre” (alumne 1)*
- *Si, l'ha canviat, però penso que a part de unes poques coses, el centre no està gaire motivat per la protecció del medi, més bé és com una tasca que ha de fer (alumne 4)*
- *Si, la manca d'informació provoca menys preocupació. Donar consignes no fa canviar els hàbits, a mi almenys, conèixer el problema sí (alumnes 7).*
- *M'agrada la química i a més la química ambiental és molt pràctica, i fa pensar molt sobre la nostra actitud amb el medi ambient (alumna 11).*
- *Si, però has de comprendre el que passa i fer-te responsable tu també (alumna 12)*

Les respostes de l'alumnat posen de manifest que la seva percepció és que hi ha hagut un canvi en la seva actitud envers el medi ambient i la seva problemàtica, i en molts casos es mostren crítics amb les seves pròpies actuacions i també amb les institucions. En aquesta línia l'alumne 4 fins i tot posa en qüestió la política ambiental del centre ja que segons ell, no està suficientment orientada a millorar els aspectes ambientals i a més considera que s'ha de millorar la imatge exterior. Aquest alumne, en la seva resposta a la pregunta 11, també critica l'actuació ambiental de l'Ajuntament

A casa feu recollida selectiva?

- *Tota la que ens deixa fer l'ajuntament de Sant Boi, que no es preocupa gaire per l'entorn, de fet l'alcaldeessa l'altre dia, quan va venir a parlar amb nosaltres, sols volia fer cinemes.*

El curs 2007-08 es va canviar la pregunta 7 amb l'objectiu de relacionar-la més amb un fet concret:

Ara que has estudiat problemes que poden afectar al medi ambient, què opines de la següent afirmació: 'Jo utilitzaré el transport públic quan em sigui igual de còmode que el privat'?

L'actitud de l'alumnat que es deriva de les respostes a la nova pregunta és molt similar a l'anterior encara que va millorar l'argumentació. Per exemple, una de les alumnes va respondre:

Els transport públics avui son còmodes, i no contaminen tant. Ara, abans de que ens expliquessis què pot passar si continuen contaminant, no pensava massa o gens amb tot açò (alumne 40).

Pel que fa a les preguntes que pretenien avaluar l'aprenentatge de conceptes i continguts relacionats amb la química, el resultats obtinguts per l'alumnat es recullen a la Taula 5.9 (també en aquest cas les preguntes han anat variant al llarg dels anys i no per tant, sempre el nombre d'alumnes és de 41).

Taula 5.9 Nombre d'alumnes i grau de correcció de les respostes a les preguntes amb continguts de química.

Preguntes incloses a l'enquesta	Grau de correcció
8.- Coneixes quins efectes té el CO ₂ sobre el Planeta?	Correcte, 14 alumnes (34%)
	Bastant correcte, 19 alumnes (46%)
	Poc correcte, 8 alumnes (20%)
9.-Hi ha alguna relació entre els vehicles i l'efecte hivernacle?	Correcte 29 alumnes (66%)
	Bastant correcte 7 alumnes (20%)
	Poc correcte 4 alumnes (14%)
10.- Els cotxes amb catalitzador contaminen menys, saps per què?	Correcte 16 alumnes (50%)

	Poc correcte 10 alumnes (31%)
	No correcte 6 alumnes (19%)
11.- Alguns gasos que surten pel tub d'escapament també ataquen la capa d'ozó saps com?	Contingut correcte 7 alumnes (26%)
	Bastant correcte 5 alumnes (19%)
	No correcte 10 alumnes (55 %)
12.- Què entens per smog fotoquímic,?. Quins són els gasos que el provoquen, enumera'ls?	Correcte 2 alumnes (14%)
	Bastant correcte 9 alumnes (64%)
	Poc correcte 3 alumnes (22%)
13.- Estàs d'acord amb l'afirmació següent: "L'aigua és un recurs inesgotable, com hem estudiat al seu cicle"?	Correcte 8 alumnes (47%)
	Bastant correcte 9 alumnes (53%)
	Poc correcte 0 alumnes (0%)

Si s'analitzen les respostes de l'alumnat quan parla d'efecte hivernacle o bé de la capa d'ozó, rarament fan referència a les radiacions infraroig (IR) o ultravioleta (UV), als canvis de longitud d'ona o a l'absorció d'unes radiacions i no de les altres. Això es pot deure a que aleshores en el currículum no s'estudiaven les ones, cosa que ja s'havia detectat a l'aula i va comportar canvis en algunes definicions i activitats inclosos en el dossier, sobre tot a la unitat didàctica-3 que parla de l'aire. Un altre aspecte a destacar és que per a la majoria de l'alumnat el CO₂ és un contaminant, independentment de la seva concentració, i tan sols molt pocs diuen que sense aquest gas la vida no seria possible al Planeta. Aquest problema també es va detectar i en cursos successius es va incidir en el concepte de concentració i en la importància que la concentració de determinades espècies químiques té en determinats problemes ambientals.

Aquests canvis van comportar una millora substancial al llarg dels cursos, pel que fa al grau de comprensió per part de l'alumnat dels continguts estudiats a l'aula, com es pot observar en les respostes següents:

Els cotxes amb catalitzador contaminen menys, saps per què?

- *No ho recordo massa, se que els catalitzador acceleren les reaccions i no s'alteren, eliminen gasos contaminants, però el CO₂ no l'elimina.(Alumne 1)*

Alguns gasos que surten pel tub d'escapament també ataquen la capa d'ozó saps com?

- *Els òxids de nitrogen?, que acceleren el pas de O₃ a O₂ i això disminueix el gruix de la capa i els raigs del Sol ataquen a la pell.(Alumne 1)*

Què entens per efecte hivernacle? Què són els gasos hivernacle, enumera'ls?

- *El produeix per l'augment de la concentració de gasos a la atmosfera (CO₂), sobre tot si augmenta molt per què no deixa sortir els IR, els gasos venen dels fums de les fàbriques, els cotxes i les motos, pot produir un canvi climàtic.(Alumne 22)*

Per què els vehicles han de portar catalitzador? Què és un catalitzador? Els catalitzadors eviten totalment l'efecte hivernacle?

- *Per contaminar menys, és un filtre que serveix per catalitzar algunes reaccions i enviar menys gasos contaminants a l'atmosfera. No el CO₂ continua sortint.(Alumne 22)*

Que penses de la disminució del gruix(forat) de la capa d'ozó? Proposaries alguna solució?-

- *Que s'està reduint la capa molt últimament, i la radiació UV que arriba la Terra és dolenta, entre tots hauríem de disminuir l'emissió de freons i òxids de nitrogen, que catalitzen el procés de descomposició de l'ozó.(Alumne 22)*

Els cotxes provoquen efecte hivernacle? Tots o únicament els que no porten catalitzador?

- *No, a la Terra hi ha efecte hivernacle, els cotxes augmenten l'efecte hivernacle, per que surt fum (gasos hivernacle). (Alumna 25)*

Què entens per efecte hivernacle? Què són els gasos hivernacle, enumera'ls?

- *És quan els IR no poden sortir, això augmenta la temperatura, el nom bé dels hivernacles de plantes, el provoquen el fum dels vehicles i també les fàbriques.(Alumna 25)*

Què entens per “smog” fotoquímic? Quins són els gasos que el provoquen, enumera'ls?

- *No ho recordo massa bé. És una boira marronosa (òxids de nitrogen?) sobre les ciutats que causa problemes respiratoris.(Alumne 28)*

Per què els vehicles han de portar catalitzador? Què és un catalitzador? Els catalitzadors eviten totalment la contaminació?

- *Els catalitzadors acceleren les reaccions químiques que es produeixen al tub d'escapament del cotxe, però envien a l'atmosfera igual quantitat de CO₂ que els altres, no eviten la contaminació completament.(Alumne 28)*

Estàs d'acord amb l'afirmació següent : “L'aigua és un recurs inesgotable, com hem estudiat al seu cicle”?

- *No, l'aigua dolça i més la potable és un bé escàs la major part de l'aigua és salada, és un recurs esgotable i a més l'aigua dolça i potable es molt escassa en alguns llocs del Planeta.(Alumna 29)*

Estàs d'acord amb l'afirmació següent : “L'aigua és un recurs inesgotable, com hem estudiat al seu cicle”?

- *No estic d'acord encara que tingui un cicle no es inesgotable. L'home altera el cicle i s'ha de depurar.(Alumna 31)*

El mateix passa amb les causes que fan disminuir el gruix de la capa d'ozó, o l'“smog” fotoquímic. Inicialment pocs alumnes indiquen que els òxids de nitrogen i els CFC, entre d'altres, són els causants d'aquest problema, però en canviar algunes de les activitats d'ensenyament aprenentatge i el fet d'incidir més sobre el problema, van fer millorar força les respostes. El cicle de l'aigua si que el tenen força assolit, a les UD

s'han treballat força els cicles (carboni, sofre etc.) i una bona part de l'alumnat parla de la seva alteració pels humans. Inicialment l'alumnat no entén gaire el concepte de canvi químic i en aquest sentit les pràctiques al laboratori i la introducció de models (Capítol 4, Figures 4.4 i 4.5) van afavorir l'assoliment d'aquest contingut i també el van lligar amb el concepte de catalitzador. Les respostes de l'alumnat sobre continguts han millorat al llarg del temps tot confirmant aquestes consideracions.

Per quantificar els resultats de les respostes del qüestionari plantejat en les entrevistes les preguntes es van agrupar en dos blocs, un amb les que fan referència a continguts científics (**Avaluació de continguts de l'entrevista**), i un altre que conté les que tenen relació amb els canvis d'actitud ambiental (**Puntuació d'actitud ambiental de l'entrevista**). L'objectiu era comprovar si es mantenien les tendències en les qualificacions obtingudes anteriorment malgrat que els mitjans utilitzats per avaluar eren diferents. Per tal que la qualificació fos el més objectiva possible, es va dur a terme a partir de les transcripcions de les enquestes sense inclou informació sobre quin era l'alumnat s'estava avaluant. Els resultats obtinguts (Annex-4) es resumeixen en el Quadre 5.4 on s'inclouen també els del final del crèdit per facilitar la comparació.

El significat de les diferents dades recollides en el Quadre 5.4 és la següent.

- Avaluació de continguts al final del crèdit: Resultats de la qualificació dels alumnes al final del crèdit (Quadre 5.3)
- Avaluació de continguts de l'entrevista: Preguntes de continguts de l'entrevista qualificades de 0 a 10
- Puntuació del qüestionari-1 final: Resultats de l'alumnat al qüestionari-1 al final del crèdit (Quadre 5.3)
- Puntuació d'actitud ambiental de l'entrevista: Preguntes d'actitud ambiental de l'entrevista qualificades de 25 a 100
- Actitud final ambiental: Deduïda de la puntuació de la tercera columna
- Actitud ambiental entrevista: Deduïda de la puntuació de la quarta columna

Quadre 5.5 Comparativa dels resultats d'avaluació del crèdit amb l'avaluació de les entrevistes

Curs	Alumne	Avaluació de continguts finals del crèdit	Avaluació de continguts de l'entrevista	Puntuació del qüestionari -1 final	Puntuació del qüestionari de l'entrevista	Actitud final ambiental	Actitud ambiental entrevista	Estil motivacional d'aprenentatge
98-99	1	Notable	Bé		76	Verd-Verd	Verd-Verd	Curiós
98-99	2	Suficient	Insuficient		21	No verd	Antiverd	Desmotivats
98-99	3	Notable	Suficient		78	Verd-Verd	Verd-Verd	Conscienciosos
98-99	4	Notable	Suficient		76	Verd-Verd	Verd-Verd	Social
98-99	5	Excel·lent	Notable		58	Verd	Verd	Conscienciosos
98-99	6	Excel·lent	Bé		73	Verd-Verd	Verd	Social
99-00	7	Excel·lent	Notable	75	75	Verda-Verda	Verda-Verda	Conscienciosa
99-00	8	Notable	Notable	81	76	Verda-Verda	Verda-Verda	Conscienciosa
99-00	9	Excel·lent	Notable	74	70	Verda	Verda	Conscienciosa
00-01	10	Notable	Notable		76	Verda-Verda	Verda-Verda	Conscienciosa

00-01	11	Excel·lent	Notable		76	Verda-Verda	Verda-Verda	Social
00-01	12	Notable	Notable		77	Verda-Verda	Verda-Verda	Conscienciosa
00-01	13	Excel·lent	Notable	81	76	Verda-Verda	Verda-Verda	Curiosa
00-01	14	Notable	Notable	86	77	Verda-Verda	Verda-Verda	Conscienciosa
00-01	15	Suficient	Insuficient	0	53		Verd	Desmotivats
03-04	16	Suficient	Suficient	76	71	Verd-Verd	Verd	Desmotivats
03-04	17	Insuficient	Insuficient	0	46		Verd	Desmotivats
03-04	18	Suficient	Suficient	77	68	Verd-Verd	Verd	Desmotivats
03-04	19	Suficient	Insuficient	0	53		Verd	Desmotivats
03-04	20	Bé	Suficient	78	71	Verd-Verd	Verd	Curios
03-04	21	Bé	Suficient	75	73	Verd-Verd	Verd	Conscienciós
05-06	22	Notable	Notable	71	73	Verd	Verd	Conscienciós
05-06	23	Bé	Suficient	63	61	Verda	Verda	Conscienciosa
05-06	24	Bé	Suficient	73	69	Verda	Verda	Conscienciosa
05-06	25	Notable	Bé	68	70	Verda	Verda	Conscienciosa
05-06	26	Bé	Suficient	63	70	Verda	Verda	Conscienciosa

05-06	27	Bé	Suficient	68	72	Verda	Verda	Conscienciosa
07-08	28	Notable	Bé	73	75	Verd	Verd-Verd	Conscienciós
07-08	29	Excel·lent	Notable	77	75	Verda-Verda	Verda-Verda	Conscienciosa
07-08	30	Bé	Notable	66	71	Verd	Verd	Curiós
07-08	31	Notable	Bé	66	67	Verda	Verda	Social
07-08	32	Bé	Suficient	70	67	Verd	Verd	Curiós
07-08	33	Notable	Bé	72	67	Verda	Verda	Social
07-08	34	Bé	Suficient	72	69	Verda	Verda	Conscienciosa
07-08	35	Notable	Bé	71	71	Verda	Verda	Conscienciosa
07-08	36	Notable	Bé	70	72	Verda	Verda	Conscienciós
07-08	37	Bé	Bé	68	68	Verd	Verd	Social
07-08	38	Suficient	Suficient	61	64	Verd	Verd	Desmotivats
07-08	39	Suficient	Suficient	75	70	Verd-Verd	Verd	Desmotivats
07-08	40	Suficient	Suficient	59	67	Verd	Verd	Desmotivats
07-08	41	Suficient	Suficient	67	63	Verd	Verd	Desmotivats

L'anàlisi d'aquesta informació mostra que els resultats obtinguts en les preguntes de continguts científics baixen en alguns casos en relació a l'avaluació a l'aula. Tot i així, donat que les entrevistes es van fer uns mesos després de finalitzar el procés d'ensenyament-aprenentatge, són uns resultats esperables. Ara bé, també indiquen que cal treballar més per afavorir el desenvolupament de la capacitat de l'alumnat de transferir els coneixements apresos en un determinat context a un altre de diferent, de manera que siguin capaços de resoldre un problema nou o que es circumscriu a una situació diferent. De fet s'ha observat que en plantejar preguntes que en alguns casos eren més competencials, en un context diferent del treballat a classe, els costava utilitzar coneixements apresos per a la interpretació de les noves situacions.

Les variacions en la qualificació de continguts, en general, no es relacionen amb l'estil motivacional, normalment baixen en relació a la qualificació final obtinguda en el crèdit variable, tot i que la baixada no és massa significativa (de bé a suficient o de excel·lent a notable); hi ha 11 casos que mantenen la mateixa qualificació i únicament l'alumne 30 millora en canviar-lo de context, passa de bé a notable. Aquest alumne, com s'ha comentat era curiós, la seva actitud inicial va canviar i el fet de conèixer millor els fonaments científics dels problemes ambientals va fer que li agrades la química, ja que trobava relació amb fets que abans no es podia explicar. Igualment les seves actituds ambientals van millorar passant d'una puntuació de 66 al final del crèdit variable a 71 en avaluar l'entrevista. Cal destacar que dels nou alumnes desmotivats sis continuen amb una qualificació de suficient, per tant és l'únic grup d'alumnes on un 60% no baixa la puntuació.

Pel que fa a les puntuacions de la part del qüestionari de l'entrevista que avalua les actituds ambientals s'observa una variació similar a les dels continguts. Hi ha 10 casos que augmenten la seva puntuació tot i que tant els augments com les disminucions no són gaire significatius, entre dos i quatre punts. Tan sols l'alumna 26 augmenta 7 punts i l'alumne 40 que partia d'una de les puntuacions més baixes (59) passa a 67 punts.

Si els resultats s'analitzen per cursos 6 casos d'augment pertanyen al curs 2007-08. En general es constata que l'alumnat d'aquest curs, que és el primer any que es van impartir les classe tenint com a referent les competències bàsiques, les argumentacions són millors que a la resta de cursos. Per exemple, a la pregunta:

“Els Estats Units d’Amèrica, com uns quants països més, no han signat els acords de Kyoto sobre la reducció de les emissions de CO₂ a l’atmosfera. Quina opinió et mereix aquesta decisió?”, es van obtenir respostes del tipus:

- *Penso que no signar el protocol és una irresponsabilitat molt gran s’esgotaran els recursos i, fins i tot ells, patiran les conseqüències, que seran molt greus i maltractaran el Planeta (alumna 29).*
- *Són països que no tenen en compte els danys que causen al Planeta, els que no el signen, es perquè envien moltes emissions de CO₂. També tenen interessos econòmics per no fer-ho (alumne 39).*

O a la pregunta: **“Podries donar alguns arguments en contra o a favor? Quina opinió et mereix el documental UNA VERDAD INCOMODA”?**, aquests mateixos alumnes van respondre:?

- *Penso que no dur a terme un control de les emissions de CO₂ pot provocar un canvi climàtic irreversible i els perjudicats serem tots. Veure el documental et fa adonar de la importància que pot tenir el canvi climàtic per a un futur desenvolupament sostenible del Planeta (alumna 29).*

5.6 Resum de l’evolució de l’alumnat.

És ben coneguda la dificultat d’avaluar les actituds i en concret, les actituds proambientals i també la seva possible relació amb l’aprenentatge de continguts. Aquest estudi ho mostra una vegada més, però així i tot ha permès evidenciar que en contextualitzar la química treballant-la a partir d’analitzar problemes ambientals, l’alumnat s’interessa més pel seu aprenentatge i millora els seus resultats acadèmics. Paral·lelament, els mateixos alumnes reconeixen que la seva actitud ambiental ha millorat en estar més alfabetitzats en ciències, malgrat que els resultats dels qüestionaris i les enquestes no ho reflecteixen prou.

Les millores detectades tant en els continguts acadèmics com en l’actitud ambiental, globalment s’han mantingut després d’uns mesos d’haver cursat el crèdit variable i en contextos no relacionats directament amb els treballats a classe.

També cal destacar que l’estil motivacional d’aprenentatge influeix poc tant en els resultats acadèmics com en els canvis d’actitud ambiental, i en canvi, com més competencials i contextualitzades són les activitats d’aula millora el rendiment i l’interès d’alumnat pels temes estudiats. Tot i així, cal destacar especialment els bons

resultats obtinguts per la majoria d'alumnat desmotivats o amb dificultats educatives, els quals, en bona part, han augmentat la seva puntuació en 4 o 5 punts sobre 10 tot i que partien d'un nivell molt baix (insuficient) amb una qualificació entre 1 i 2. Aquests resultats només es poden explicar pel canvi en les activitats a l'aula, la cerca de temes rellevants per a un alumnat que en principi no mostra interès per aprendre i l'augment de les hores al laboratori, tal com s'ha mostrat en l'anàlisi dels canvis en les unitats didàctiques aplicades al llarg dels anys d'aquest estudi.

Es pot concloure que un canvi en el nostre model educatiu podria comportar que el percentatge de fracàs escolar es reduís de forma significativa. En el moment actual segons l'informe FEDAIA "Fracàs escolar a Catalunya" del any 2012 "un 41% dels alumnes barons es troba en risc de fracàs escolar als 15 anys i només un 29% de les seves companyes està en aquesta mateixa situació". L'alumnat immigrant encara presenta un índex de fracàs escolar major, un 55% enfront del 34% dels nadius". Francesc Colomé (2014, diari de l'educació de la revista Graó) indica que segons la definició de fracàs escolar que s'utilitza en els sistemes d'indicadors europeus («percentatge d'alumnes que no obtenen el graduat en ensenyament obligatori, o secundària curta, a l'edat que correspondria»), es pot observar que a Catalunya la xifra de fracàs escolar és d'un 25% a un 30%, als 16 o 17 anys. En aquest context, les classes amb activitats contextualitzades, competencials i interessants podrien ajudar molt a integrar un percentatge d'alumnat molt més gran a l'aula i disminuir el fracàs escolar actual.

Al centre on s'ha realitzat aquesta recerca s'està treballant des de fa anys, i des de molts departaments didàctics en aquesta línia i els resultats han millorat força, situant-se des de l'any 2013 en un 90%-95% d'alumnat que es gradua a 4t d'ESO. L'índex d'abandonament a l'ESO, està entre un 3 i un 4 %.

En relació amb les actituds ambientals de l'alumnat, al centre, cada curs és fan activitats relacionades amb l'entorn i no tan sols a les diferents matèries (l'educació ambiental fa molts anys que ha entrat a l'aula) sino també a les tutories. A més es passen enquestes per copsar les actituds relacionades amb l'entorn de l'alumnat i el professorat. Les auditories ambientals sobre consum (gas, electricitat, aigua, residus i mobilitat), les realitza i analitza l'alumnat amb l'ajut del professorat i es comenten entre tota la comunitat educativa i en aquestes auditories l'alumnat comprova si les accions de millora proposades el curs anterior s'han portat a terme i en proposa de noves. Totes aquestes activitats són avaluades en el marc de les diferents matèries amb l'objectiu final força aconseguit que l'alumnat participi en la gestió ambiental del centre.

Tot el que s'ha exposat anteriorment no seria possible sense la implicació del professorat (el percentatge de professorat que participa i forma part de la comissió ambiental és d'un 70 %). Es pot dir que l'educació ambiental forma part de la cultura de centre, ja que tota la comunitat educativa hi participa, fins i tot el personal no docent i les famílies (mares/pares).

6.CONCLUSIONS

6. CONCLUSIONS

En aquest capítol s'inclou una discussió general de les conclusions obtingudes a partir dels resultats de la recerca duta a terme en aquesta tesi en funció dels dos objectius plantejats, del marc teòric discutit en els capítols 1 i 2 sobre la química a l'educació secundària i l'educació ambiental i la seva relació amb el currículum, i de les dades analitzades en els capítols 4 i 5. S'inclou també una reflexió sobre les limitacions de l'estudi realitzat, així com sobre els temes i preguntes que queden oberts i possibles línies de d'investigació futures.

6.1 Conclusions en relació al primer objectiu

El primer objectiu de la tesi es concretava en:

Analitzar l'evolució de les activitats d'ensenyament-aprenentatge dissenyades al llarg del període 1991-2008 i identificar els factors que influeixen en la introducció d'innovacions didàctiques en l'ensenyament de la química, en concret en un crèdit variable, a partir d'activitats contextualitzades i relacionades amb temàtiques ambientals.

L'anàlisi de l'evolució del disseny del crèdit variable posa de manifest que els canvis són holítics, és a dir, afecten a aspectes diversos de la planificació i de l'activitat a l'aula.

En primer lloc afecten al mateix objectiu, sovint implícit, que motiva el disseny de les activitats. Així, en el cas estudiat, la primera motivació va consistir en introduir "l'educació ambiental" a les classes, però poc a poc l'objectiu es va anar fent més complex i va comportar un canvi en moltes de les activitats d'ensenyament-aprenentatge. A partir de comprovar que els resultats afavorien la motivació de l'alumnat, que els aprenentatges eren força mecanicistes i memorístics i d'ampliar la formació rebuda, es va anar prenent consciència que per millorar els resultats calia replantejar què ensenyar, quin tipus d'activitats s'havien de dissenyar, quina havia de ser la seva seqüenciació, com plantejar les preguntes adients, quin havia de ser el paper de l'experimentació, com havia de ser l'avaluació de l'alumnat i com es podia plantejar el procés per promoure l'argumentació i justificació per part de l'alumnat a les qüestions plantejades. En la darrera etapa la finalitat de la innovació es va centrar en com assegurar la transferència dels continguts que s'aprenen en un context a altres contextos (els problemes ambientals són diversos i tots no es poden estudiar a l'aula) i

en el plantejament d'activitats més competencials que facilitessin l'aplicació dels continguts assolits.

Quan l'objectiu a assolir és que el canvi sigui profund, un aspecte porta a un altre, ja que no es tracta tan sols d'aplicar unes tècniques o uns recursos d'ensenyament concrets. Al final es constata que tots els aspectes estan interconnectats formant un únic conjunt. Aquests resultats són coincidents amb els d'altres estudis (Vázquez et. al., 2009) que mostren que una evolució significativa en les pràctiques del professorat està directament relacionada amb un augment de la complexitat.

En segon lloc, s'ha pogut comprovar que els canvis generats no són resultat de l'aplicació de receptes més o menys mecanitzades, o de propostes d'unitats didàctiques ben dissenyades per experts. Per exemple, no s'ha aplicat una fórmula-recepta per orientar el disseny de les unitats didàctiques, sinó que en funció de la formació rebuda, de l'experiència, dels dubtes, dels comentaris amb altres companys i també amb alumnat així com de l'avaluació dels resultats i dels canvis associats, es van anar introduint modificacions poc a poc. S'haurien pogut aplicar algunes de les normes que es troben a la bibliografia o, molt especialment, les que proporciona l'administració quan hi ha canvis curriculars, però en aquests cas, tot i que sens dubte han condicionat l'evolució del treball a l'aula, la introducció de noves activitats i formes de treballar han estat fruit de buscar com aconseguir un millor aprenentatge dels estudiants. Només a partir d'haver integrat nous coneixements en química, en educació ambiental i en didàctica, s'ha pogut donar sentit a noves propostes i generar programacions més coherents. Aquests resultats estan d'acord amb els d'altres estudis que mostren que l'aplicació d'unitats didàctiques no dissenyades personalment no generen canvis significatius en la pràctica ja que el professorat tendeix a aplicar els nous materials des de les seves pròpies creences i pràctiques habituals (Sanmartí, 2002).

Un tercer aspecte que s'ha pogut posar de manifest en aquesta recerca, és que els canvis en la pràctica docent que es fonamenten en coneixements didàctics teòrics que es van interioritzant poc a poc, solen ser irreversibles, és a dir, no succeeix que després d'un temps d'aplicar alguna innovació, aquesta es deixa de banda per retornar a pràctiques anteriors. Cada nova etapa comporta un canvi acumulatiu i després del procés de canvi seguit és impensable tornar a dissenyar i utilitzar unitats didàctiques similars a les emprades en la primera etapa, cosa que no succeeix en la majoria de pràctiques que es generen després d'un procés de formació puntual i poc holístic.

A més a més, aquests canvis que en un principi només es van aplicar a una unitat didàctica en una assignatura optativa, s'han anat introduint (transferint) a la resta de matèries. Per exemple, el curs 2010-2011 s'ha treballat per competències a totes les matèries de ciències i encara que el problema de l'avaluació competencial no està ben resolt, ja fa uns anys que es treballa per millorar-la perquè s'ha detectat com un problema a resoldre (veure el darrer apartat d'aquest capítol en el qual es fa referència a com s'està duent a terme aquesta millora).

Finalment, un darrer aspecte de l'evolució en l'activitat docent estudiada en aquesta tesi es refereix a la generació d'un itinerari de formació, que segurament pot ser adient per orientar altres processos de formació del professorat. En aquest estudi es comprova que el professor passa per diferents estadis, que es van assimilant lentament a partir de la relació teoria-pràctica i que, per tant, possiblement no és massa adient pensar que processos de formació basats en una formació global i intensa (com, per exemple, les que habitualment es duen a terme quan s'introdueix un canvi curricular) permetran aconseguir canvis reals en la pràctica. El professorat necessita anar consolidant petits canvis que puguin ser assumits i que donin seguretat. D'altra banda, l'itinerari no té perquè ser igual per a tots els professors, però els resultats dels treball realitzat en aquesta tesi ens permet afirmar que els canvis productius no són mai revolucions, sinó que es van produint pas a pas i al llarg de l'activitat docent.

En resum, l'estudi dut a terme en aquesta tesi ha posat de manifest que els factors que condicionen i expliquen els canvis i l'evolució en les visions i en la pràctica de l'ensenyament (capítol 4) són de diferents tipus. Entre ells se'n poden destacar els quatre següents:

- Estar implicat en un procés de recerca-acció o de reflexió constant sobre la pràctica docent. Ja Stenhouse (1991) va constatar que la recerca-acció era la millor via perquè el professorat canviï el currículum que aplica, especialment si l'objectiu es centra en el canvi en la forma d'ensenyar i no tant en els resultats d'avaluacions externes. Per a alguns (Gimeno Sacristán, 1983) és la condició necessària per a que la teoria tingui conseqüències en la pràctica i viceversa. Tal com constata aquest autor, la recerca pedagògica té molt poc impacte en la pràctica, i els "descobriments" didàctics tarden molt anys en aplicar-se i generalitzar-se. Des d'aquest punt de vista sembla que només una major implicació dels docents en la recerca pedagògica pot modificar aquesta situació. Tot i així, és clar que és difícil la generalització d'aquesta metodologia,

ja que comporta exercir com a ensenyant i com a investigador, i no és fàcil compatibilitzar les dues funcions, tant pel temps que comporta com per les aptituds i coneixements que exigeix si es vol que el treball sigui rigorós. L'experiència duta a terme durant aquest anys demostra que és possible dur a terme una innovació lligada a l'experimentació de noves pràctiques a l'aula fonamentada en nous marcs teòrics i que a més, pot concretar-se en una recerca que promou la millora dels resultats del alumnes en diferents aspectes – acadèmics, actitudinals i, en general, competencials-. Aquest procés d'anar buscant la millor manera d'afrontar uns objectius a partir d'analitzar què s'està fent, ha estat sens dubte un motor per a la innovació. L'experiència i la pràctica a l'aula que es fonamenta en la reflexió i en el desig de fer-ho de manera que sigui útil per a tot tipus d'estudiants anima a fer canvis i a cercar una forma diferent d'apropar a l'alumnat els continguts estudiats sempre tenint en compte la forma de fer pròpia, les seves característiques i la seva diversitat.

- Un segon factor que en aquesta tesi es constata com a necessari per promoure canvis, és l'aprenentatge constant de nous referents teòrics. Aquest aspecte ha estat àmpliament documentat i de fet, es considera que un dels factors que dificulta l'evolució del professorat és “la por” a la teoria i la consideració que només s'aprèn a ensenyar des de la pràctica. Entre les causes d'aquesta actitud cal esmentar segons alguns autors (Herran, 2004), un cert egocentrisme lligat a una autoprotecció, a buscar seguretat en el passat, a una excessiva focalització en un mateix, a un rebuig de la complexitat i a l'absència de dubtes. Actualment hi ha acord en que en la formació del professorat té gran importància el que s'ha anomenat “Coneixement pedagògic del contingut (CPC o PCK en anglès)” (Shulman, 1987; van Driel et. al., 1998). És a dir, no es tracta tant d'aprendre per una banda els continguts de les ciències a ensenyar i per l'altra les teories pedagògiques, sinó que cal aprendre els continguts que interrelacionen les dues. En aquesta tesi s'ha comprovat que aquest factor ha estat important, ja que hi ha hagut un aprenentatge de nous referents teòrics en el camp de la química, a partir de la participació en cursos de doctorat, però també de coneixements de didàctica a partir de la participació en activitats de formació permanent i en grups de treball. La confluència dels coneixements didàctics –provinents del camp de l'educació científica i de l'educació ambiental-, i científics –de química i de problemàtiques ambientals-, ha ajudat a canviar la pràctica docent, a orientar cap on s'havien de dirigir les innovacions i a reflexionar sobre com funcionen quan s'apliquen a l'aula.

- Un tercer factor és el disseny d'activitats que comporten pensar, no repetitives ni mecanicistes, que ajuda a millorar la transferència de continguts i un aprenentatge més significatiu. El canvi en el tipus de qüestions i exercicis, com s'ha posat de manifest al capítol 4, des d'uns que portaven a l'alumnat a respondre sovint copiant les respostes del llibre o dels apunts, a d'altres en els que havien d'aplicar els coneixements apresos per argumentar i justificar les respostes i no tant "repetir-les", va permetre millorar la qualitat dels resultats obtinguts. També hi van influir els canvis en els tipus d'activitats que en un principi eren repetitives, molt iguals i convidaven a la rutina, per d'altres més diverses i que estimulen a pensar per poder justificar les respostes amb el continguts adquirits. El tipus d'experiments no varien massa, però els guions són més oberts i les preguntes conviden a pensar per poder argumentar el que es contesta. Aquesta millora en els resultats no es pot constatar sempre en les qualificacions acadèmiques, ja que varien també els criteris d'avaluació (de valorar que saben repetir un contingut donat a valorar si saben explicar i argumentar). Tanmateix la millora s'ha pogut comprovar en les respostes a les qüestions dels dossiers i en les entrevistes personals. En general es constata que els comentaris i les explicacions inclosos en les respostes dels dossiers estan més ben argumentades que no pas les de les entrevistes personals, però cal tenir present que en aquest últim cas es demanava interpretar o argumentar fets que comportaven un canvi de context en relació als temes que s'havien treballat a classe i, a més, havia transcorregut un cert temps des que s'havia cursat la matèria. És el que els experts diferencien entre transferència propera i llunyana (Klausmeier, 1961), i tots els estudis mostren una disminució en els resultats entre el primer tipus de transferència i el segon. Tot i així, també s'ha pogut comprovar que en el curs en que les activitats de l'aula van ser més competencials, les respostes a l'entrevista van ser millors. La diversificació de les activitats per ensenyar ciències i la necessitat de promoure que estiguin orientades a la recerca i a la reflexió coincideix amb el resultat de molts estudis (Gil et al, 1999; De Pro, 1999; Sanmartí, 2002). Ara bé, els llibres de text no promouen aquest tipus d'activitats (García Barros et al., 2001), ni tampoc com s'ha comentat abans, el projecte 1X1 (un alumne un ordinador) ha facilitat les coses al professorat. Sovint el material és un llibre de text en PDF i amb activitats no gaire contextualitzades ni competencials, cosa que fa difícil trobar altres models.

- Finalment el quart factor és la participació en col·lectius que cerquen la innovació, tant en el propi centre com fora d'ell. Actualment hi ha acord en admetre la influència del grup i de les interaccions socials en els canvis en l'activitat docent. S'ha constatat que aquest factor és més important que d'altres de tipus més racional, i es considera que el canvi i la innovació es dona més fàcilment en el marc de "comunitats de desenvolupament professional" o de grups de professors que cooperen (García Martínez, 2009). Segurament un dels aspectes que condicionen la qualitat d'aquesta formació és la complicitat emocional que sovint es dona i que fa que es superin els dubtes i fins i tot els possibles fracassos inicials en l'aplicació de noves pràctiques. En el nostre cas el fet que el centre sigui una Escola Verda i estigui implicat amb xarxes d'innovació, a més de tenir sempre un equip de direcció implicat en la gestió sostenible, l'ambientalització dels currículum i la innovació a l'aula, ha facilitat molt la tasca, ja que s'ha promogut una cultura de centre que ha fomentat les ganes de innovar per part del professorat. Ara bé, cal també indicar que la participació en grups d'innovació i recerca, que comparteixen punts de vista, lectures i pràctiques punteres, ha significat un incentiu per no caure en el desànim o per continuar fent-nos preguntes i compartir i contrastar respostes. La combinació de la participació en els dos tipus de col·lectius és el que explica en bona part que un docent s'impliqui en el canvi de manera continuada al llarg del temps i sense retorn a velles pràctiques.

En tot cas, el treball dut a terme demostra que tot i donar-se aquestes condicions, els canvis necessiten temps, tant pel fet que canviar les concepcions de les persones és difícil, com perquè els canvis generen inseguretats. Les rutines són un component útil en la pràctica docent (Porlán, Rivero i Martín del Pozo, 1986; Mellado, 2003) i canviar-les requereix, a més de disposar de coneixements que guïïn els possibles canvis i de la complicitat d'un grup, tenir esperit d'aventura i ser capaç d'afrontar la incertesa. Tal com es demostra en aquest estudi, es necessita molt més que un curs de formació (que ajuda molt), i cal plantejar la innovació com un procés que té lloc durant llargs períodes de temps i sense un final fàcil de preveure (Vergara Díaz y Miño, 2009).

Que una innovació perduri i evolucioni depèn, com ja s'ha dit, de formar part d'un col·lectiu que hi cregui, ja que una de les dificultats de tot docent és poder constatar si els canvis en la manera d'ensenyar donen lloc a canvis en els resultats d'aprenentatge de l'alumnat (normalment aquests es detecten a mig termini). Quan s'aplica per primera vegada una innovació és imprescindible adquirir noves maneres de pensar i

de fer tant per part del professorat com de l'alumnat, procés que és lent i necessita temps. Però, al nostre país contínuament s'estan canviant els currículums i per tant, el tipus i nivell dels alumnes als que s'apliquen les innovacions didàctiques, les assignatures i els seus continguts així com l'organització del centre i els criteris d'avaluació, i en conseqüència, és pràcticament impossible comparar les situacions inicials amb les finals quan es fan estudis a llarg termini –que és quan es podrien identificar resultats en l'aplicació d'una innovació -. Per tant, és difícil disposar d'evidències dels efectes dels canvis en la manera d'ensenyar, però tot i així l'estudi realitzat aporta indicadors de canvis, ja sigui en la significació i rellevància del què els alumnes aprenen com de la seva motivació i compromís.

En qualsevol cas, els canvis didàctics no es donen perquè hi hagi un nou currículum o s'hagi fet una nova investigació amb aportacions teòriques vàlides, malgrat que els nous currículums i els treballs de recerca poden ajudar al professorat i estimular la revisió de pràctiques docents. Més aviat el que succeeix és que quan el professorat està per una dinàmica de canvi, de vegades va fins i tot per davant de les reformes oficials. En aquest treball es posa de manifest, per exemple, que les innovacions que s'han anat plantejant han comportat que de fet, ja s'estigués aplicant un currículum competencial abans que fos obligatori. En general es pot afirmar que quan els gestors d'un sistema educatiu, en el nostre cas del Departament d'Ensenyament, promouen canvis, aquests responen a innovacions que ja fa temps que apliquen aquells professors que reflexionen sobre la seva pràctica i busquen com millorar-la. També cal constatar com ja s'ha comentat abans que els llibres de text van en general endarrerits respecte a les innovacions pedagògiques ja que quan les recullen ja fa temps que s'apliquen. I que canvis en l'ús de nous instruments no necessàriament comporta aplicar innovacions didàctiques significatives. Un exemple seria el dels llibres digitals generats en el marc del programa 1x1 del Departament d'Ensenyament (un alumne un ordinador), de fet reproduïxen pràctiques d'ensenyament ben tradicionals i allunyades d'un plantejament competencial.

6.2 Conclusions en relació al segon objectiu

El segon objectiu es concretava en:

Avaluar si l'ensenyament de la química, a partir de l'anàlisi de problemes ambientals, afavoreix l'adquisició d'actituds responsables envers el medi ambient així com un aprenentatge significatiu de conceptes i procediments propis d'aquesta àrea de coneixement i identificar alguns factors que hi poden influir.

Com ja s'ha comentat, l'estudi realitzat no ha permès controlar les moltes variables que intervenen en tot procés educatiu. Tot i així, és d'interès posar en relleu les conclusions que es poden extreure dels resultats assolits.

- La contextualització mitjançant la problemàtica ambiental afavoreix tan l'aprenentatge de continguts químics, com canvis d'actitud respecte al medi ambient i de motivació davant l'aprenentatge. Al capítol 5 s'han analitzat els resultats obtinguts per l'alumnat, que es poden explicar pel fet d'haver plantejat l'ensenyament a partir de l'anàlisi i discussió de fets i problemes reals, que els alumnes coneixen o dels quals han sentit a parlar. És a dir, els resultats es poden relacionar amb el fet que els contextos de treball escollits siguin rellevants per l'alumnat i no únicament per al professorat. A mesura que la interrelació entre el context i els coneixements abstractes de química ha estat més forta, més global i més coherent, també han millorat els resultats en relació amb les actituds ambientals, especialment entre l'alumnat que s'ha categoritzat com a desmotivats i també entre el que tenia dificultats d'aprenentatge.

En els darrers anys l'aprenentatge a partir de la contextualització ha estat objecte de nombrosos estudis, ja que hi ha acord entre els investigadors que aprendre des del context (des de l'anàlisi de fets i/o problemes que formen part de la vida quotidiana) promou no només la motivació de l'alumnat, sinó també un aprenentatge més significatiu. Els projectes per a l'ensenyament de la química en context han proliferat (Nuffield. Curso Modelo de Química, Children's Learning in Science Project, Science & Technology in Society (SATIS), Projecte química Salters) com s'ha recollit a l'apartat 2.3 d'aquesta tesi i també els estudis al voltant d'aquesta temàtica (Gilbert, 2006; Pilot i Bulte, 2006; Gilbert et al; 2010; Sanmartí et al. 2011) que posen de manifest la importància d'un ensenyament de les ciències "en context".

- La promoció de la capacitat d'argumentar idees i actuacions de manera fonamentada en coneixements pot explicar la millora dels resultats ja que progressivament s'ha tendit a superar la fase d'aprendre i conèixer els problemes ambientals, les seves possibles solucions i les actituds/conductes, per passar a una altra basada en reflexionar i argumentar sobre les actuacions que es poden dur a terme, i sobre tot, entendre que moltes vegades aquestes accions encara que puguin semblar aparentment contradictòries podien ser adequades per enfocar la solució de determinades problemàtiques de l'entorn. Per tant, s'ha passat de parlar de normes, per a posar en pràctica unes "bones

conductes”, que s’accepten com necessàries i indiscutibles, a animar l’alumnat a plantejar actuacions i a fonamentar-les en els coneixements apresos (veure preguntes de l’entrevista personal relacionades amb possibles actuacions ambientals). També s’ha pogut comprovar que en els darrers cursos alguns alumnes han participat activament en grups compromesos en temes ambientals i en la gestió sostenible del centre.

Aquests resultats estan d’acord amb diferents estudis (Breiting, 1994; Breiting et al., 2009), indicats al quadre 2.4 d’aquesta tesi, que defensen una Educació Ambiental orientada a una capacitat per l’acció. També cada vegada hi ha més estudis que mostren la importància d’ensenyar a argumentar i a educar ambientalment (Campaner i De Longhi, 2007; Maguregi et al., 2009), però també d’ensenyar ciències (Osborne, 2005). L’argumentació comporta tenir en compte punts de vista diversos i, per tant, la complexitat dels problemes, així com la justificació dels raonaments aportats.

- El convenciment per part de qui ensenya que és possible que tot l’alumnat aprengui. Potser aquesta és la conclusió que queda millor reflectida en analitzar les dades de la recerca duta a terme. Actualment, quan l’objectiu de l’escola segons la UE és que el 85% l’alumnat aprengui uns coneixements científics mínims per poder participar activament en la societat i exercir una professió, l’estudi realitzat mostra que, malgrat la diversitat de l’alumnat i les dificultats en alguns casos, la condició perquè tots els alumnes aprenguessin química i al mateix temps canviessin les seves actituds ambientals ha estat el convenciment per part del docent que això era possible. No ha importat el tipus d’alumnat, d’ESO, de Batxillerat o de la UAC (segons alguns professor amb ells no es podia ni mantenir-los a classe i els mateixos alumnes pensaven que eren incapaços d’aprendre res), amb dificultats d’aprenentatge o en altres casos, molt poc predisposats a treballar temàtiques ambientals. En cap cas s’ha renunciat a que tots aprenguessin, tot i que alguns manifestessin resistències, i aquesta actitud ha comportat que la majoria canviessin la seva actitud envers l’aprenentatge de la química i la comprensió dels problemes ambientals de manera que els resultats assolits fossin millors.

És conegut que les creences de molts professors sobre l’aprenentatge dels seus alumnes estan fortament influïdes per la composició social de l’alumnat, per la situació familiar i, en general, per les expectatives que tenen sobre si tindran èxit o no. Amb els alumnes que es considera que no tenen altes

capacitats o condicions familiars adequades, els professors tendeixen a renunciar a que aprenguin coneixements que exigeixen un nivell de demanda cognitiva o actitudinal alta. Però al mateix temps, està comprovat (Domingos, 1989) que si el professorat no renuncia, i intenta comprendre la situació dels estudiants (tot i que algunes vegades és complicat) també obté bons resultats amb aquest tipus de estudiants, fet que es confirma en aquest estudi.

6.3 Limitacions de la recerca

Les principals limitacions d'aquesta recerca-acció han estat el canvis de tot tipus, especialment curriculars i organitzatius produïts en el període de temps estudiat, ja que ha impossibilitat controlar variables que sens dubte podien condicionar els resultats. Es va iniciar quan part dels estudis estaven organitzats en funció de la Llei d'Educació de l'any 1970 (BUP), amb petites modificacions legislatives posteriors, per passar després per la LOGSE, la LOCE i la LOE. Per tant, mentre s'ha dut a terme ha canviar el tipus i nivell del l'alumne, les assignatures, els currículums, l'organització del centre i l'avaluació entre d'altres. Això ha fet impossible comparar les situacions inicials amb les finals, tant pel que fa a les assignatures on s'ha aplicat la innovació, com als aprenentatges de l'alumnat.

Una altra limitació rau en el fet que el treball s'ha dut a terme tan sols en una assignatura i és conegut que els canvis en els coneixements i en les actituds són el resultat d'un treball col·lectiu dels equips docents al llarg de diversos cursos i de diferents matèries coordinades. De fet, en aquest estudi s'ha posat de manifest que en el cas de tenir els alumnes durant més d'un curs, els resultats milloren.

Cal esmentar també que la persona investigadora ha estat al mateix temps el professor de les aules investigades. Aquesta coincidència ha facilitat la recollida de dades i la interpretació d'alguns resultats, però cal reconèixer que també és una limitació de la recerca. Tot i que s'ha procurat ser honest durant tot el procés d'anàlisi, ha estat inevitable que algunes interpretacions es veiessin condicionades pel fet de tenir moltes més dades de les que es mostren en aquest estudi, no sempre objectivables.

Tot i les limitacions, les dades que s'aporten responen a una situació real de diferents escoles i de diferent professorat, i possibilita fer un seguiment del procés de canvi seguit, tant pel professorat com per l'alumnat dels diferents cursos.

6.4 Continuació de la recerca

L'anàlisi de l'evolució de la pràctica docent s'ha aturat el curs 2008-09 però és un procés que continua. A nivell de canvis en la pràctica, es pot assegurar que la innovació no s'ha aturat mai. L'experiència d'aquests anys ha comportat reconèixer i, si es vol, transformar en hàbit, l'interès per aprofundir constantment en els problemes que sorgeixen en la pràctica d'ensenyar. Entre els temes que estan plantejats actualment es poden citar, entre d'altres: com treballar la química a partir de models teòrics i no tant a partir de conceptes més o menys atomístics; com ajudar l'alumnat a millorar els seu nivell competencial en diferents àmbits i de manera integrada; com afavorir l'alfabetització científica de tot l'alumnat i com avançar cap una educació ambiental o educació per la sostenibilitat d'una forma holística i no sectària, ni catastrofista.

L'estudi dut a terme demostra que la investigació lligada a la pràctica d'aula és possible, i que a més pot donar molts bons resultats. La teoria informa i ajuda a transformar la pràctica, però al mateix temps, la pràctica estimula la necessitat de canvis i de buscar les maneres de fer real la teoria, tenint en compte l'estil de cada professor i les característiques de l'alumnat i del centre on cursen els seus estudis.

El treball fet obre moltes noves preguntes. Queda molt per fer, tant en el disseny d'activitats competencials, contextualitzades i complexes, com també en la coordinació entre les diferents matèries que conformen el currículum, i sobre tot en el treball conjunt i compartit dels equips docents. Interessa el problema de la transferència, és a dir, com l'alumnat pot aplicar conceptes apresos en un context a l'anàlisi i presa de decisions en d'altres diferents. És impossible treballar tots els possibles problemes ambientals presents i futurs i per tant, cal saber molt més sobre com promoure la capacitat de transferir. També encara se sap massa poc sobre com avaluar des d'un punt de vista competencial (Sanmarti, 2011) malgrat que darrerament s'estan duent a terme moltes experiències en els centres (Xarxa de Competències Bàsiques o Projecte de Qualitat i Millora Contínua). L'avaluació d'actituds i del canvi d'hàbits així com la capacitat d'actuar de manera responsable i coherent amb els coneixements apresos, son especialment difícils d'avaluar ja que sovint tan sols s'aconsegueix quan l'alumnat ja no està al centre, com s'ha posat de manifest en algunes de les entrevistes realitzades.

Hom pensa que l'estudi de la química pot millorar molt si es contextualitzen les unitats didàctiques, de forma que l'alumnat copsi la gran utilitat que té aquesta matèria en la

seva vida (Gilbert, 2007). També perquè elimini del seu vocabulari l'expressió "això té química", tan escoltada a les aules, la química no està relacionada directament amb efectes negatius com la mort, ni està pensada per alterar els ecosistemes, per això l'educació ambiental pot tenir per la química una doble finalitat, per una banda contextualitzar i per una altra que l'alumnat no vegi la matèria com una cosa "perillosa pel medi ambient". Però encara estem lluny que en la majoria de les aules s'aconsegueixi ensenyar una química que sigui alhora significativa des de la ciència i rellevant socialment i ambientalment.

7. ANNEXOS

7.ANEXOS (CD adjunt)

7.1 Annex-1

Legislació educativa sobre educació ambiental.

7.2 Annex-2

Respostes de l'alumnat a l'entrevista personal.

7.3 Annex-3

Material del crèdit variable per l'alumnat, programació del crèdit variable i dossier del professorat.

7.4 Annex-4 4

La puntuació, per ítems, de les respostes de l'alumnat al qüestionari-1, les dades per calcular α de Cronbach i l'avaluació de les entrevistes personals.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- A.A.V.V. (1995). La Educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad. Monográfico. *Alambique*, 3.
- ABELLÓ, M. y MEDIR, (1999). APQUA: un proyecto CTS a partir de los productos químicos. *Pensamiento Educativo*. Vol. 24 (julio 1999), pp. 269-294
- ACEVEDO, J.A., ACEVEDO, P., MANASSERO, M.A., OLIVA, J.M., PAIXADO, M.F. y VÁZQUEZ, A. (2004). Naturaleza de la ciencia, didáctica de las ciencias, práctica docente y toma de decisiones tecnocientíficas. En I.P. Martins, F. Paixão y R. Vieira (Org.): *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência*, pp. 23-30. Aveiro, Portugal: Universidade de Aveiro.
- ACHER, A., ARCA, M. i SANMARTÍ, N. (2007). Modeling as a teaching learning process for understanding materials: A case study in primary education. *Science Education* 91, 398-418.
- AIKENHEAD, G.S. (1985). Collective decision making in the social context of science. *Science Education*, 69(4), 453-475.
- ÁLVAREZ, P.; DE LA FUENTE, E.; GARCIA, J.; FERNÁNDEZ, M^a J. (1999). Evaluación de actitudes ambientales. *Alambique*, 22, pp 77-86.
- ANASTAS, P. T. & WARNER, J. C. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*, 30. New York: Oxford University Press,
- ANDERSSON, B. (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformation, *Studies in Science Education*, 18, 53-85.
- ARCE DE SANABIA, J. (1993), Relative Atomic Mass and the Mole: A Concrete Analogy to Help Students Understand These Abstract Concepts, *J. Chem. Educ.* 70(3), 233-234 .
- ATTILA, V.; MOGENSEN, F.; MAYER, M. i BREITING, S. (2007). *Educació per al desenvolupament sostenible*. Monografies d'educació ambiental 12. Barcelona: Ed Graó i SCEA.
- BAKER, D. R. (1994). Equity Issues in Science Education. A: Fraser, B.J. i Tobin, K. G. (Eds) *International Handbook of Science Education*. London: Kluber.
- BELL, B. (1998). Teacher development in science education. A: FRASER, B.J. & TOBIN, K. G. (Eds.). *International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluber.
- BENNET, J., HOLMAN, J. (2002). Context-based Approaches to the teaching of the Teaching of Chemistry: What are they and what are their effects?, en J. Gilbert et al. (ed.), *Chemical Education: Towards Research-based Practice*, pp. 165-184. Dordrecht: Kluwer Academic publishers.
- BENNETT, J. and LUBBEN, F. Context-based Chemistry: The Salters approach, *International Journal of Science Education*, 28(9), 999–1015, 2006.
- BESSEMOULIN, P. (1983). *Contaminació atmosfèrica i meteorologia*. Quaderns d'ecologia aplicada, 5. Barcelona: Diputació de Barcelona.

BONIL, J.; SANMARTÍ, N.; TOMAS, C.; PUJOL, R.M. (2004a). Un nuevo marco para dar respuesta a las dinámicas sociales: el paradigma de la complejidad. *Investigación en la escuela*, 53, 5-19.

BONIL, J.; CALAFELL, G.; MÀQUEZ, C.; PUJOL, R.M. (2004b). "La integración del paradigma de la complejidad a la formación científica como vía de acceso a la ambientalización curricular: las preguntas mediadoras y el diálogo disciplinar", en A.M Geli & M. Junyent (eds) *Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores*. Girona: Universitat de Girona - Red ACES

BREITING, S. (1994). *Hacia un nuevo concepto d'educación ambiental*. Conferència d'EA a Dinamarca.

BREITING, S., HEDEGAART, K., & MOGENSEN, F. (2009). *Action competence. Conflicting interests and Environmental Education*. Environmental Education. Copenhagen: Research Programme for Environmental and Health Education, Department of Curriculum Research, DPU (Danish School of Education), Aarhus University,.

BRETON, F. (1983). *L'educació ambiental*. Quaderns d'ecologia aplicada, 5. Barcelona: Diputació de Barcelona.

BROWN, J., COLLINS, A. i DUGUID, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18 (1), 32-42.

BYBEE, R. (1997). Towards an Understanding of Scientific Literacy. En GRAEBER, W. & BOLTE, C. (Eds) *Scientific Literacy*. Kiel: IPN.

BYBEE, R. & DEBOER, G. B. (1994). Research on goals for the science curriculum. A: Gabel, D. L., *Handbook of Research en Science Teaching and Learning*. New York: MacMillan P.C.

CAAMAÑO, A. (1993). Los esquemas conceptuales de los alumnos de secundaria sobre los aspectos fundamentales de la estructura de la materia y el cambio químico. Tesis doctoral. Facultat de Ciències Químiques. Universitat de Barcelona.

CAAMAÑO, A., 2001, Repensar el currículum de química en los inicios del siglo XXI, *Alambique*, 29, p. 43.

CAAMAÑO, A. (2003). «La enseñanzay el aprendizaje de la química».A: JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P.[coord.]. *Enseñar ciencias*. Barcelona: Graó, p. 203-228.

CAAMAÑO, A. (2005). Repensar el currículum de química a l'educació secundària: Algunes propostes innovadores en tres països del nostre entorn *NPQ (Notícies per a químics)*, 423.

CAMPANER, G. & DE LONGHI A. L. (2007). La argumentación en Educación Ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 442-456.

CASANELLES, E. (1983). *La contaminació avui: què cal saber?*. Barcelona: Ed Teide.

CATALAN, A. & CATANY, M. (1995). *Ambientalitzar l'escola*. Barcelona: SBEA.

CATALAN, A. & CATANY, M. (1996). *Educació Ambiental a l'Educació Secundària Obligatoria*. Palma: Universitat de les Illes Balears.

CAURÍN, C. (2000). *Análisis, evaluación y modificación de las actitudes en educación ambiental*. Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. València: Universitat de València.

CENTELLES, F.; GUITART, J.(2006). La química a les PAU. IEC. http://www.iec.cat/butlleti/power_point/96_butlleti_centellas.ppt

CHAMIZO, J.A. (2001). El curriculum oculto en la enseñanza de la química, *Educ. Quím.*, 12(4), 194-198.

CRONBACH, L.J. (1970). Validation of Educational Measures. *Educational Measurement*. Washington. American Council of Education.

DE POSADA, J. M. (1997). Conceptions of high school students concerning the internal structure of metals and their electric conduction: structure and evolution. *Science Education*, 81 (4), 445–467.

DE PRO BUENO, A. (1999). Planificación de unidades didácticas por los profesores: Análisis de tipos de actividades de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), 411-429.

DEBOER, G.B. (2000). Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.

DECLARACIÓN DE BUDAPEST (1999). Marco general de acción de la declaración de Budapest, <<http://www.oei.org.co/cts/budapest.dec.htm>>.

DIPUTACIÓ DE BARCELONA. Servei de Parcs Naturals [coo.] (1977). *Los residuos sólidos urbanos*, Quaderns d'ecologia aplicada, 12. Barcelona: Diputació de Barcelona

DIPUTACIÓ DE BARCELONA. Àrea de Medi Ambient. Servei de Medi Ambient [coo.]. (1989). *La contaminació*. Quaderns d'ecologia aplicada, 3. Barcelona: Diputació de Barcelona

DOBSON, A. (1997). Pensamiento político verde. *Estado y Sociedad*, 49. Barcelona: Paidós.

DOMENECH, X. (1994). *Química ambiental*. Madrid: Miraguano ed.

DOMINGOS, A.M. (1989). Conceptual Demand of Science Courses and Social Class. A: Adey, P., Bliss, J., Head, J., Shayer, M.(Eds)., *Adolescent development and School Science*. London: The Falmer Press.

DRAGO, R.S. & WONG, N.M. (1996). The role of electron density transfer and electronegativity in understanding chemical reactivity and bonding, *J. Chem. Educ.*, 73(2), 123-129.

DRIEL, J. VAN & VERLOOP, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Teaching*, 21, 1141-1153.

DUIT, R. (2007). Bibliography STCSE: Students' and teachers' conceptions and science education. Leibniz Institute for Science Education: Kiel, Germany: IPN. Available at www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/

EDWARDS, M.; GIL, D. VILCHES, A. & PRAIA, J. (2004) *La atención a la situación del Mundo en la educación ambiental*. Enseñanza de las ciencias, 22 (1).

ERDURAN, S., & DUSCHL, R. (2004). Interdisciplinary characterizations of models and the nature of chemical knowledge in the classroom. *Studies in Science Education*, 40, 111- 144.

ETXEBERRIA, X. (1994). La ética ante la crisis ecológica. *Cuadernos Bakeaz*, 5.

FELIPÓ, T. & GARARU, M.T. (1987). *La contaminación del sòl*. Quaderns d'ecologia aplicada, 12. Barcelona: Diputació de Barcelona.

FERNÁNDEZ, I. (2000). *Análisis de las concepciones docentes sobre la actividad científica: Una propuesta de transformación*. Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. València: Universitat de València.

FLORES, F. (Coord.), TOVAR, MA.; E., VEGA, E. J. & BELLO, S. (2002). Ideas previas.

FLORES, F y POZO, J.(2007).Cambio conceptual y representacional. Editorial Antonio Machado. Libros.

FOUREZ, G. (1997). *Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Colihue.

FRANQUESA, T. (2004). Desenvolupament sostenible: el programa de l'Agenda 21 Escolar. *Perspectiva Escolar* , 285, pp. 17-27.

FRASER, B. & TOBIN, K. G. (Eds) (1998). *International Handbook of Science Education*. London: Kluber Academic Publishers.

FURIÓ, C. & VILCHES, A. (1997). Las actitudes del alumnado hacia las ciencias y las relaciones ciencia, tecnología y sociedad. A: del Carmen, L. (Ed), *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.

FURIÓ, C.; AZCONA, R. & GUIASOLA, J. (1999). Dificultades conceptuales y epistemológicas del profesorado en la enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol, *Enseñanza de las ciencias* 17(3), 359-376 .

FURIÓ, C.; AZCONA, R., GUIASOLA, G. & MÚJICA, E. (1993). Concepciones de los estudiantes sobre una magnitud "olvidada" en la enseñanza de la química: la cantidad de sustancia, *Enseñanza de las ciencias* 11(2), 107-114.

FURIÓ, C.; AZCONA, R. & GUIASOLA, J. (2002). Revisión de investigaciones sobre la enseñanza-aprendizaje de los conceptos cantidad de sustancia y mol. *Enseñanza de las Ciencias* 20 (2), 229-242.

FURIÓ, C.J. (1996). Las concepciones alternativas del alumnado en ciencias: dos décadas de investigación. Resultados y tendencias, *Alambique* 7, 7-17.

GABEL, D. (1999). Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A look to the Future, *J. Chem. Educ.*, 76(4), 548-554.

GABEL, D. (2000). Theory Based Teaching Strategies for Conceptual Understanding of Chemistry, *Educ. Quím.* 11(2), 236-243.

GABEL, D. & BUNCE, D. (1994). Research on Problem Solving: Chemistry, A: GABEL, D. (ed.) *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. N.Y.: MacMillan Pub Co., 301-326.

GALAGOVSKY, L. (2005). La enseñanza de la química preuniversitaria: ¿que enseñar, como cuándo y para quiénes. *Química viva núm 1 año 4*. UAB.

GARCÍA BARROS, S.; MARTÍNEZ LOSADA, C. & MONDELO, M. (2001). Análisis del trabajo práctico en textos escolares de primaria y secundaria. *VI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*, Barcelona.

GARCÍA CIFUENTES, A. (1997). La enseñanza del concepto de mol: un enfoque práctico, *Alambique* 14, 105-111.

GARCIA MARTÍNEZ, A. (2009). La formación de profesores deficiencias a través de su interacción en Comunidades de Desarrollo Profesional. *Tecné, Epistemé y Didaxis*, 26, 53-61.

GARCIA, J. E. (2002). Los problemas de la Educación Ambiental: ¿Es posible una Educación Ambiental integradora. *Investigación en la escuela* 46, 2-22.

GARCIA, J. E. (1994). Fundamentos teóricos de la educación ambiental: una reflexión desde la perspectiva del constructivismo y la complejidad. Ponencia al *Congreso Andaluz de Educación ambiental*.

GARCÍA DE LA TORRE, E., SEQUEIROS, L. y otros (1996). " Aspectos didácticos de las Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente". Universidad de Zaragoza, colección Educación Abierta, número 124, 181 pág.

GARNETT, P.J.; GARNETT, P.J. & HACKLING, M.W. (1995). Students' Alternative Conceptions in Chemistry: a Review of Research and Implications for Teaching and Learning, *Studies in Science Education* 25, 69-95.

GARRITZ, A. (1997). The Painting-Sponging Analogy for Chemical Equilibrium, *J. Chem. Educ.*, 74(5), 544-545.

GARRITZ, A. (2000). De ideas previas y enseñanza de la química (Editorial), *Educ. Quím.* 11(2), 211- 213.

GARRITZ, A. (2001). Veinte años de la teoría del cambio conceptual (Editorial), *Educ. Quím.* 12(3), 123-126.

GARRITZ, A. & RINCÓN, C. (1996). Capricho valenciano (I). ¿Tiene alguna interpretación física el método de balanceo por números de oxidación?, *Educ. Quím.*, 7(4), 190-195.

GARRITZ, A. & RINCÓN, C. (1997). Capricho valenciano (III). Valencia y números de oxidación. Corolario para docentes, *Educ. Quím.* 8(3), 130-140.

GARRITZ, A.(2000). Más sobre ideas previas y enseñanza de la química (Editorial), *Educ. Quím.* 11(3), 291-293.

GARRITZ, A., GASQUE, L., HERNANDEZ, G. & MARTÍNEZ, A.M. (2002). El mol: un concepto evasivo. Una estrategia didáctica para enseñarlo, *Alambique* 33, 99-109.

GIERE, R. N. (1999). "Un nuevo marco para enseñar el Razonamiento Científico". *Enseñanza de las Ciencias (Número Extra)*, 63 - 70.

GIL, D. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la Educación Secundaria*. Barcelona: ICE de la Universitat de Barcelona.

GIL, D. & VILCHES, A. (1999). Problemas de la educación científica en la enseñanza secundaria y en la universidad: contra las evidencias. *Revista Española de Física*, 13 (5), 10-15.

GIL, D. & VILCHES, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la Escuela*, 43, 27-37.

GIL, D.; CARRASCOSA, J.; DUMAS-CARRÉ, A.,;FURIÓ, C.; GALLEGO, R.; GENÉ, A., GONZÁLEZ, E.; GUIASOLA, J.; MARTÍNEZ TORRE- GROSA, J.; PESSOA DE CARVALHO, A. Ma; SALINAS, J.; TRICÁRICO, H. & VALDÉS, P. (1999). ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica?. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (3), 503- 512.

GIL, D.; CARRASCOSA, J.; FURIÓ, C. & MTNEZ-TORREGROSA, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.

GIL, D.; FURIÓ, C. & GAVIDIA, V. (1998). El profesorado y la reforma educativa en España. *Investigación en la Escuela*, 36, 49-64.

GILBERT, J. K. (2006). On the Nature of "Context" in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 28 (9), 957-976. doi:10.1080/09500690600702470.

GILBERT, J., & BOULER, C. (2003). *Models and modelling in science education education*. Dordecht: Kluwer Academic Publishers.

GILBERT, J.K.; BULTE, A. M. & PILOT, A. (2010). Concept Development and Transfer in Context-Based Science Education'. *International Journal of Science Education*, First published on: 13 August 2010 (iFirst).

GIL-PÉREZ, D.; FURIÓ, C.; VALDÉS, P.; SALINAS, J.; MARTÍNEZ, J.; GUIASOLA, J.; GONZÁLEZ, E.; DUMAS, A.; GOFFARD, M. & PESSOA A. M. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 311-320.

GIMENO SACRISTAN, J. & PEREZ GOMEZ, A. (1983). *La enseñanza. Su teoría y su práctica*. Madrid. Akal.

GIORDAN, A. (1997). ¿Las ciencias y las técnicas en la cultura de los años 2000? *Kikiriki*, 44-45, pp. 33-34.

GOMEZ GRANELL, C.; CERVERA MARC S. & ISLA, M. (1989). *Análisis de los conocimientos y de las actitudes y comportamientos ante la problemática ambiental*. Barcelona: Universitat de Barcelona.

GUTIERREZ, J. (1995). *La Educación Ambiental. Fundamentos teóricos, propuestas de transversalidad y orientaciones extracurriculares*. Madrid: La Muralla.

HALL, N. (2000). *The New Chemistry*. UK: Cambridge University Press

HAMBLETON, R. K. (1989). Principles and selected applications of item response theory. In Linn, Robert L (Ed), *Educational measurement* (pp.147-200). New York, NY, England: Macmillan Publishing Co, Inc American Council on Education.

HERRÁN, A. DE LA (2004). La Superación del Propio Egocentrismo como Competencia Básica en la Formación del Profesorado. *Actas del III Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación*. Girona: Universitat de Girona.

HOBDEN, P. (1998). The Role of Routine Problem Tasks in Science Teaching, in B. J. Fraser y K. G. Tobin (editors), *International Handbook of Science Education*. Londres: Kluwer Academic Publishers, 219-231.

HODSON, D. (1992). In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education, *International Journal of Science Education*, 14(5), 541-566.

HUTCHINS, E. (1995). *Cognition in the wild*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

IZQUIERDO, M. i ALIBERAS, J. (2004) *Pensar, actuar i parlar a les classes de ciències*. Bellaterra: Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona.

IZQUIERDO, M. y ADURÍZ-BRAVO, A. (2005). La enseñanza de los componentes prácticos y axiológicos de los conceptos químicos. In M. Cabré & C. Bach (Eds.), *Coneixement, llenguatge i discurs especialitzat* (pp. 325-345). Barcelona: IULA, Documenta Universitaria.

IZQUIERDO, M., CAAMAÑO, A., & QUINTANILLA, M. (Eds.). (2007). *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar*. Cerdanyola del Vallès: Universitat Autònoma de Barcelona.

IZQUIERDO, M., SANMARTÍ, N., ESPINET, M., GARCÍA, M.P. y PUJOL, R.M. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar: *Enseñanza de las Ciencias, núm. extra, pp. 79-92*.

JOHNSTONE, A.H. (1982). Macro and microchemistry. *School Science Review*, 64, 377-379.

JUSTI, R., & GILBERT, J. (2002). Models and modelling in chemical education. *A Chemical education: Towards research-based practice* (p. 47-68). Springer Netherlands.

KARPUDEWAN, M.; ISMAIL, Z & Roth W-M. (2012). Fostering Pre-service Teachers' Self Determined Environmental Motivation Through Green Chemistry Experiments. *J Sci Teacher Educ* (2012) 23:673–696

KLAUSMEIER, H. J. (1961). *Learning and human abilities: Educational psychology*. Harper & Row.

KNAPP, D.& POFF, R. (2001). A Quantitative Analysis of the Immediate and Short-term Impact of an Environmental Interpretative Program. *Environmental Education Research*, Vol.7 nú 1 p.55-65.

KOLLUMUS, A. & AGYEMAN, J.; (2002). Mind the Gap: why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior?. *Environmental Education Research*, 8 (3), 239-260.

LAKOMSKI, G. (2011). Saber como aprender: liderazgo, gestión del conocimiento y el reto de crear comunidades de aprendizaje. *Educar* 2011, vol 47/1 pag 13.30

LE MOIGNE, J-L. (1999). *Complejidad y ciudadanía , ciencia y sociedad*. Revista complejidad núm 5, Buenos Aires.

LÓPEZ, J.D. (1999) La enseñanza de la Física y Química en la educación secundaria en el primer tercio del siglo XX en España. Tesis Doctoral. Facultad d'Educación. Universidad de Murcia.

LÓPEZ CEREZO, J.A. & SÁNCHEZ RON, J.M. (2001). *Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura en el cambio de siglo*. Madrid: Biblioteca Nueva.

LOZANO, T. (1992) *Les activitats humanes i la contaminació*. Crèdit variable. Barcelona: Departament d'Ensenyament.

LUCAS, A. M. (1980). Science and Environmental education: plus hopes, self praise and disciplinary chauvinism. *Studies in Science Educationn*. 7, 1-26.

LUCAS, A. M. (1980). The Role of Science Education for Environment. *Journal of Environmental Education*, 12(2), 32-37.

MARBÀ-TALLADA, A. (2008). La dimensió afectiva de l'aprenentatge de les ciències: actituds i motivacions. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.

MAGUREGI, G.; USKOLA, A. & JIMÉNEZ, M. (2009). La competencia argumentativa en la toma de decisiones ante un problema ambiental. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Barcelona, 1098-1101.

MARCÉN, C.; HUETO, A. & FERNANDEZ, R. (2003). La educación ambiental: un trayecto complejo y de corto recorrido. *Aula de Innovación Educativa*. núm 121 p.7-30.

MARCHAN-CARVAJAL, I. (2015). Contribucions de la contextualització de l'aprenentatge i la transferència del coneixement a l'educació química competencial. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.

MARCHESI, A. (2000). Un sistema de indicadores de desigualdad educativa. *Revista Iberoamericana de Educación*, 23, 135-163.

MARCO, B. (2000). La alfabetización científica. A: Perales, F. Y Cañal, P. (Eds.): *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 141-164. Alcoi: Ed. Marfil.

MAYER, M. (1998). Educación Ambiental: de la acción a la investigación *Enseñanza de la ciencias*. 16(2), 217-231.

MAYER, M. (2001). Nuevos retos de la educación ambiental. *Jornadas de Educación Ambiental de Cantabria*. Ponencia.

MAYER, M. *Evaluation in environmental education: the contribution of the ENSI study to the international debate*. <http://www.ensi.org/media-global/downloads/Publications/34/EvalEnvironmentalEducationMayer.pdf>

MEC (1992). *Secundaria Obligatoria. Área de ciencias de la naturaleza*. Madrid: MEC.

MELLADO, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), 343-358.

MERINO, C., y IZQUIERDO, M. (2006). Un enfoque 'modelizador' para la enseñanza de una 'química básica para todos'. Educación científica: tecnologías de la información y la comunicación y sostenibilidad. XXII Encuentro en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Zaragoza

MILÀ, C. (1994). *Impacte ambiental dels metalls pesats*. Barcelona: Institut Català de Consum.

MOGENSEN, F.; MAYER, M.; BREITING, S.; VARGA, A. (2007). *Educació per al desenvolupament sostenible. Tendències, divergències i criteris de qualitat*. Barcelona: Graó

MORALES VALLEJO, PEDRO (2010). *Cuestionarios y escalas*. <http://www.upcomillas.es/personal/peter/otrosdocumentos/CuestionariosyEscalas.pdf>

MORIN, E. (2001). *Tenir el cap clar*. Barcelona: La Campana.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, (1996), *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.

NERSESSIAN, N., OLIVA, J. .M (2007). Reseña de “ azonamiento basado en modelos y cambio conceptual” de Nancy Nersessian *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* [online] 2007, 4 (septiembre) : [Date of reference: 27 / noviembre / 2015] Available in:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92040315>> ISSN

NOVO, M. (1985). *Educación Ambiental*. Anaya. Madrid.

NOVO, M. (1995). *La educación ambiental. Bases éticas, conceptuales i metodológicas*. Madrid. Editorial Universitas.

OCAÑA, MT.; PÉREZ M.; QUIJANO, R. (2013). Elaboración y validación de una escala de creencias de los alumnos de educación secundaria obligatoria respecto del medio ambiente. *Revista de currículum i formación del profesorado*. Vol.17 núm 1 pp 1-24

OSBORNE, J. (2005). The Role of Argument in Science Education. A: *Research and the quality of science education*. Part 7, 367-380.

PALMER, J.; SUGGATE, J.; ROBOTTON, I. & HART, P. (1999). Significant life experiences and formative influences on the development of adults' environmental awareness in the U. K. Australia and Canada. *Environmental Education Research*, 5, 181-200.

PARDO, A. (1995). *La educación ambiental como proyecto*. Barcelona: ICE de la Universidad de Barcelona.

PAULING, L. (1992). The Nature of the Chemical Bond-1992, *J. Chem. Educ.*, 69(6), 519-521.

PERALES, J. & CAÑAL, P. (2000). *Didáctica de las Ciencias: Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias*. Alcoi: Marfil.

PERRIN, M.J. (1968). Brownian movement and molecular reality. *Annales de Chimie et de Physique* 8me series, september 1909. A: D.M. Knight, (compilador), *Classical Scientific Papers. Chemistry*. Amsterdam: Elsevier.

PETERSON, R.F.; TREAGUST, D.; F. & GARNETT, P. (1989). Development and application of a diagnostic instrument to evaluate grade 11 and 12 students' concepts of covalent bonding and structure following a course of instruction, *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (4), 301-314.

PFUNDT, H. & DUIT, R. (1998). *Bibliography: Students' alternative frameworks and science education*. Kiel, Germany: Institute for Science Education at the University of Kiel (versión de agosto de 1998, distribuida electrónicamente).

PILOT, A. & BULTE, A. M. (2006). The Use of "Contexts" as a Challenge for the Chemistry Curriculum: Its successes and the need for further development and understanding. *International Journal of Science Education*, 28 (9), 1087-1112.

PORLÁN, A. R.; RIVERO, G. A. & MARTÍN DEL POZO, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: Estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), 155-171.

PORLÁN, R. (1993). *Constructivismo y Escuela. Hacia un modelo de Enseñanza Aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Diada.

POZO, J. I.; GÓMEZ, M. A. & SANZ, A. (1999). When change does not mean replacement: different representation for different context en Shnotz, A: W., Vosniadou, S., & Carretero, M., (Eds.) *New Perspectives on Conceptual Change*. Oxford: Pergamon Elsevier, 161-174.

POZO, J. I.; SCHEUER, N.; PÉREZ ECHEVERRÍA, M.P. & MATEOS, M. (1998). El cambio de las concepciones de los profesores sobre el aprendizaje. A: Sánchez Jiménez JM, (Ed). *Educación científica*, 29-53. Alcalá de Henares: Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá.

RAUCH, F. (2002). The Potencial of Education for Sustainable Development for Reform in Schools. *Environmental Education Research*, 8(1), 43-51.

REID, D.V. & HODSON, D. (1993). *Ciencia para todos en secundaria*. Madrid: Narcea.

RENSTRÖM, L. and ANDERSSON, B. (1982) *Oxidation of steal wool*. EKNA report 6. Institutionem for praktisk pedagogik.. University of Goteborg. Sweden

RICKINSON, M. (2001). Learners and Learning in Environmental Education: a critical review of the evidence. *Environmental Education Research*, 7(3), 208-320.

RIVAS, M. (1986). Factores de eficacia escolar: una línea de investigación didáctica. *Bordón*, 264, 693-708.

ROCA, M. (2007). Les preguntes en l'aprenentatge de les ciències . Tesis Doctoral Departament de de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona.

ROGER, E. *Complejidad: Elementos para una definición*. www.pensamientocomplejo.com.ar

ROGER, E. (2000) *El modelo organizacional y su metodo*.Valladolid, Instituto internacional para el pensamiento completo (IIPC)

SANMARTÍ, N. (2002). Didáctica de las Ciencias en la educación secundaria obligatoria. Madrid: Ed. Síntesis.

SANMARTÍ, N., BURGOA, B., & NUÑO, T. (2011). Por qué el alumnado tiene dificultad para utilizar sus conocimientos científicos escolares en situaciones cotidianas. *Alambique*, 67, 62–69.

SANMARTÍ, N.; CASTELLTORT, A. (2007). *Sabadell Agenda 21 Escolar. Experiències d'educació ambiental i el seu lligam amb el marc educatiu*. Sabadell: Ajuntament de Sabadell.

SANMARTÍ, N.; MARCHÁN-CARVAJAL, I. (2014). ¿Cómo elaborar una prueba de evaluación escrita? *Alambique*, 78, 1–10.

SANMATÍ, N.; PUJOL, R. (coores.). *Guia praxis para el profesorado de ESO Ciencias de la naturaleza*. Barcelona: Ed. Praxis.

SANMARTI, N. & PUJOL, R. (2002). ¿Qué comporta “capacitar para la acción” en el marco de la escuela?. *Investigación en la Escuela*, 46, 49-55.

SANMARTÍ, N., i SARDÀ, A. (2007). Luces y sombras en la evaluación de competencias: el caso PISA. Cuadernos de Pedagogía, 370, 60–63.SAUVE, L. (1997). *L'éducation relative à l'environnement et la perspective du développement durable*. Montréal: Guérin, 2e édition.

SANMARTÍN, J.; CUTCLIFFE, S.H.; GOLDMAN, S.L. & MEDINA, M. (1992). *Estudios sobre Sociedad y Tecnología*, Barcelona: Anthropos.

SCIS (1971). *Science Curriculum Improvement Study (SCIS)*. Berkeley: Ed. Mc. Nally.

SHULMAN, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.

SIMPSON, R.D. et al. (1994). Research on the affective dimension of science learning. A: Gabel, D.L (ed.), 1994, *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. N.Y.: MacMillan Pub Co.

SJÖBERG, L., MOEN B., and RUNDMO, T. (2004). *Explaining risk perception. An evaluation of the psychometric paradigm in risk perception research*.

SOLBES, J. & VILCHES, A. (1997). STS interactions and the teaching of Physics and Chemistry. *Science Education*, 81 (4), 377-386.

STENHOUSE, L. (1991). *Investigación y Desarrollo del Currículum*. Madrid: Morata.

STANTSKI, C.L.; EUBANKS, L.P.; MIDDLECAMP, C.H. y STRATTON, W.J. (2000). *Chemistry in context. Applying chemistry to society*. McGraw-Hill: Boston.

STRIKE, K., and POSNER, G.J.(1985):"A Conceptual change view of learning and understanding". Cognoscitiv structure conceptual change. Cap 13. Pág 211.

STUCKKEY, M., i EILKS, I. (2014). Increasing student motivation and the perception of chemistry's relevance in the classroom by learning about tattooing from a chemical and societal view. *Chemistry Education Research and Practice*. <http://doi.org/10.1039/c3rp00146f>

TABER, K. S. (1994). Misunderstanding the ionic bond, *Education in Chemistry*, 31(4), 100–103 .

TABER, K. S. (2000). Multiple frameworks?: Evidence of manifold conceptions in individual cognitive structure. *International Journal of Science Education*, 22 (4), 399–417.

TABER, K.S. (1999). Alternative frameworks in chemistry. *Education in Chemistry*, 36(5), 135–137.

TARIN, R. & SANMARTI, N. (1997). Cómo el profesorado interpreta y aplica diferentes actividades de educación ambiental: análisis de diferentes modelos de intervención educativa. *Enseñanza de las Ciencias*. extra, V Congreso Internacional de Investigación en la Enseñanza de las Ciencias, 133-134.

TERRADAS, J. (1981)"Ecologia avui" què cal saber?." Barcelona: Ed Teide.

TORRAS, A. (1995): Actituds de respecte: abast i significats de l'expressió. Programa doctorat: "Didàctica de les Matemàtiques i les Ciències Experimentals" (UAB).

TREAGUST, D.; DUIT, R. & NIESWANDT, M. (2000). Source os Students' Difficulties for Conceptual Understanding of Chemistry, *Educ. Quím*. 11(2), 228-235.

VAN DRIEL, J. H.; VERLOOP, N. & DE VOS, W. (1998). Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (6), 673–695.

VÁSQUEZ, S. (2011). Comunidades de práctica. *Educar 2011*, vol. 47/1 51-68.

VÁZQUEZ BERNAL, B.; JIMÉNEZ PÉREZ, R. & MELLADO, V. (2007). La reflexión en profesoras de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), 73-90.

VÁZQUEZ BERNAL, B.; JIMÉNEZ-PÉREZ, R.; MELLADO JIMÉNEZ, V. & MARTOS CARRASCO, M. (2009). Formación y Enseñanza de las Ciencias. Estudio de caso de una profesora de Ciencias de Secundaria. *REIFOP*, 12 (3), 99-109.

VEGA. P. (2004). La Educación Ambiental en la formación inicial del profesorado. Análisis de un modelo didáctico para el desarrollo de la competencia para la acción a favor del medio. Tesis Doctoral. Departament de Pedagogia e Didáctica das Ciéncias Experimentais. A Coruña: Universidad A Coruña.

VERGARA, C. & MIÑO, F. (2009). Resistencia de profesores de ciencias en los cambios de sus prácticas en el aula y sus representaciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra. VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 3514-3517

WANDERSEE, J.H.; MINTZES, J.J. & NOVAK, J.D.(1994). Research on alternative conceptions in science. A: D. Gabel (edra.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. Edit. NSTA.

YAGER, R. & PENICK, J. (1987). Resolving the crisis in science education: understanding before resolution. *Science Education*, 71(1), 49-55

