

Química verda i sostenibilitat en l'educació científica

Resumen

Esta investigación se plantea, como una contribución a los objetivos de la "Década de la Educación por un futuro Sostenible" (2005-2014) que se encuentra a punto de finalizar, para estudiar el papel de la Química Verde en la educación científica y las diferentes aportaciones que se pueden realizar para contribuir en la construcción de un futuro sostenible.

Palabras clave: Química Verde, Sostenibilidad, Educación Científica, Ciencia para la Sostenibilidad, Década de la Educación por la Sostenibilidad.

Abstract

This research proposes, as a contribution to the objectives of the "Education's decade for a Sustainable Future" (2005-2014) which is going to end, in order to study the role of the Green Chemistry in science's education and the several contributions whose could carry out to contribute to building a sustainable future.

Keywords: Green Chemistry, Sustainability, Science Education, Science for Sustainability, Decade of Education for Sustainability.

Laura Mascarell Borredà

Estudiant de postgrau del màster de Didàctica de les Ciències Experimentals de la Universitat de València

Resum

Aquesta investigació es planteja, com una contribució als objectius de la “Dècada de l’Educació per un futur Sostenible” (2005-2014) que es troba apunt de finalitzar, per tal d’estudiar el paper de la Química en l’educació científica i les diverses aportacions que es poden realitzar per tal de contribuir a la construcció d’un futur sostenible.

Paraules clau: Química Verda, Sostenibilitat, Educació Científica, Ciència per a la Sostenibilitat, Dècada de l’Educació per la Sostenibilitat.

Enviado: 12/10/2013

Aceptado: 6/5/2014

Introducció

En l’actualitat estem vivint una situació marcada per tota una sèrie de greus problemes estretament relacionats (contaminació i degradació dels ecosistemes, esgotaments del recursos...). Una situació d’autèntica emergència planetària (Bybee, 1991) que planteja un desafiament que haurem de tindre en compte per tal de fer possible la continuïtat de l’espècie humana (Comissió Mundial del Medi Ambient i del Desenvolupament, 1988; Nacions Unides, 1992; WorldWatch Institute, 1984-2013; Gil Pérez et al., 2000 i 2003; Vilches i Gil-Pérez, 2003 i 2009; Edwards et al., 2004; Duarte, 2006).

Aquest fet ha donat lloc a nombroses crides d’especialistes i d’organismes internacionals (Bybee, 1991; Naciones Unides, 1992; Orr, 1995; Mayor Zaragoza, 2000; Vilches i Gil-Pérez, 2003), i en particular a la celebració de les anomenades Cimeres de la Terra en Rio de Janeiro, en 1992, i en Johannesburg deu anys després. En ambdues es reclama la participació dels educadors de totes les àrees i nivells tant de l’educació formal com de la no reglada, perquè contribuïrem a formar ciutadans i ciutadanes conscients de l’actual situació d’emergència planetària i preparats per a participar en la necessària presa de decisions.

No obstant això, les nombroses crides no han donat una resposta adequada. I és per això, que a la Segona Cimera de la Terra (Johannesburg, 2002), va sorgir la idea de realitzar una campanya intensa i de llarga durada amb el propòsit d’aconseguir la implicació dels educadors en la formació d’una ciutadania conscienciada en la situació del planeta. Aquesta acció consisteix en la institució de la “DÈCADA DE L’EDUCACIÓ PER UN FUTUR SOSTENIBLE” (2005-2014) www.oei.es/decada, i respon a un doble fet: per una part a la crida d’atenció dels especialistes i sectors dinàmics de la ciutadania al voltant de la gravetat dels problemes als quals s’enfronta actualment la humanitat i que obliguen a parlar d’autèntica emergència planetària i, per una altra part, a la constatació de que aquestes crides d’atenció, que van repetint-se al llarg d’algunes dècades, no estan tenint-se en compte ni en la ciutadania, ni els representants polítics.

Aquesta investigació es planteja com una contribució als objectius d’aquesta Dècada que es troba a punt de finalitzar, per tal d’estudiar el paper

de la Química en l'educació científica i les diverses aportacions que es poden realitzar per tal de contribuir a la construcció d'un futur sostenible.

Investigacions recents ens mostren que malgrat les crides realitzades per Nacions Unides i els nombrosos estudis que alerten de la gravetat de la situació, l'educació científica a Espanya, i en concret, la Química no prestà atenció suficient a la problemàtica global de la situació del planeta, ja que els canvis proposats al Currículum de Química no han rebut l'atenció necessària (Caamaño, 2007; Gutiérrez Julián, Gómez Crespo i Martín Díaz, 2008).

Centrant-nos en el paper de l'educació formal, en aquesta investigació ens proposem analitzar l'atenció que l'ensenyament i la pròpia investigació en el camp de la Didàctica de les Ciències estan donant cap a les aportacions de la Química Verda i la possibilitat d'utilitzar-la per a millorar l'alfabetització científica de la ciutadania i l'adopció de solucions per tal de contribuir a la construcció d'un futur sostenible.

Plantejament del problema a investigar i discussió de la seua importància

L'assemblea General de l'ONU va proclamar 2011 com l'Any Internacional de la Química per tal de conscienciar al públic sobre les contribucions d'aquesta ciència al benestar de la humanitat. El director general de la UNESCO, Koïchiro Matsuura, va encomiar la decisió de l'Assemblea general i va acotar que és indubtable que la química exercirà un paper molt important en el desenvolupament de fonts d'energies alternatives i l'alimentació de la creixent població mundial. Per eixe motiu, durant l'any 2011 es van celebrar activitats en tot el món per tal de ressaltar la importància que la química té en el sosteniment dels recursos naturals. En aquest context, volem remarcar el paper de la Química Verda en l'educació per tal d'afavorir la conscienciació dels ciutadans i contribuir a la construcció d'un futur sostenible.

Crides a la comunitat científica

A finals de la dècada dels 90 del segle XX, Jane Lubchenco, com a presidenta de l'associació científica més important, l'American Association for the Advancement of Science (AAAS), tant pel nombre de membres com per la quantitat de premis Nobel i científics d'alt nivell que formen part, reclamava que el segle XXI havia de ser per a la ciència el segle del medi ambient i que la comunitat científica havia de prendre accions urgents per tal de resoldre els problemes que amenacen el futur de la humanitat.

Jane Lubchenco (1998) va afirmar que els problemes als quals ens enfrontem actualment no han estat apreciats ni reconeguts per la comunitat de científics. I es va plantejar si a més a més tot allò que ens ha aportat la ciència, si també serà capaç de complir reptes igualment importants que es troben en el nostre futur més immediat. El fet que la comunitat científica ha pogut respondre a necessitats de la societat al llarg de la seua història ens mostra que és

possible mobilitzar i canviar de direcció i contribuir a posar fi a la problemàtica que ens envolta.

Un altra de les crides, aquesta més recent, a la comunitat científica va ser el "*Memorandum d'Estocolm: Inclinant la balança cap a la sostenibilitat*" (2011), on van participar els delegats del Tercer Simposi sobre la Sustentabilitat Ambiental de guanyadors del Premi Nobel, i va estar promogut per Nacions Unides (<http://globalsymposium2011.org/es>). En aquest Memorandum d'Estocolm, més de cinquanta llorejats amb el Premi Nobel cominen a una urgent transició a la sostenibilitat reclamant, entre altres, una transformació radical en la forma d'utilitzar l'energia i les matèries primeres mitjançant mecanismes que desacoblen el desenvolupament econòmic de la utilització de recursos energètics contaminants i no renovables.

Els participants del 3er Simposi del Premi Nobel van fer una crida a tots els líders del segle XXI per tal d'exercir una responsabilitat col·lectiva d'administració planetària, assentant les bases per a una civilització global sostenible i equitativa en la qual tota la comunitat de Terra siga segura i pròspera.

Ens avisen que no devem seguir actuant com ho estem fent, ja que actualment ens trobem transgredint els límits planetaris que han mantingut segura a la civilització durant deu mil anys.

S'ha de remarcar que aquestes crides no solament s'han fet la comunitat científica sinó també han sigut dirigides a la comunitat educativa i en particular de l'educació per a la sostenibilitat i de la importància de formar ciutadans científicament alfabetitzats, ja que aquest fet es troba molt relacionat amb els propòsits que pretenem en aquest treball.

Segons la UNESCO: "Una educació de qualitat contempla l'Educació per a la sostenibilitat com a eix fonamental i promou els coneixements, actituds i valors per a formar ciutadans conscients i responsables amb la vida i la sostenibilitat social, econòmica, ambiental i cultural." (<http://portal.unesco.org>).

Seguint les crides de les Nacions Unides, tots els educadors hauríem de contribuir a que els ciutadans adquireixin una correcta percepció dels problemes i desafiaments als quals la humanitat ha de fer front per a que participen en la presa de decisions.

Com a docents, hem d'aprofitar les nombroses ocasions que ens proporciona l'ensenyament de la Química per tal de contribuir a la formació d'una ciutadania interessada en la sostenibilitat del seu món.

La química ha estat sempre al voltant de les nostres vides. Molts dels avanços que han possibilitat el nostre desenvolupament com a espècie i la millora de la nostra qualitat de la vida són o estan relacionats amb processos químics que hem après per tal d'aprofitar-los (el foc, la cocció d'aliments, la fermentació de formatge i pa, l'obtenció de metalls, la potabilització d'aigua...).

Al mateix temps que s'ha produït aquest creixement, no hem d'oblidar que es registra un augment de residus, molts d'ells contaminants, que són perjudicials tant per al planeta com per a nosaltres. Molts d'aquests efectes no els

hem conegut fins a l'actualitat (increment de l'efecte hivernacle, problema de la capa d'ozó).

Davant d'aquesta problemàtica, els químics comencen a assumir la part de responsabilitat, entre d'altres, en el tema de la contaminació, iniciant una sèrie d'investigacions per a la protecció del medi així com per a la sensibilització cap el medi ambient.

Cap a la fi de la dècada dels noranta, dos químics Paul Anastas i John Warner proposen el terme de *Química Verda* (Anastas i Warner, 1998) al seu llibre *Green Chemistry: Theory and Practice*, per tal de referir-se a aquelles tecnologies químiques que ajuden a prevenir la contaminació. I la defineixen com: La utilització d'una sèrie de principis que redueixen o eliminen l'ús o la generació de substàncies perilloses durant el disseny, la fabricació o l'aplicació de productes químics.

En 1998 Anastas i Warner postulen els 12 principis que havia de complir aquesta "química amigable" (Anastas i Warner, 1998):

1. És millor prevenir la formació de residus que tractar d'eliminar-los després de la formació.
2. Els mètodes sintètics deuen ser dissenyats per tal d'aconseguir la màxima incorporació en el producte final de totes les matèries utilitzades en el procés.
3. Es deuen dissenyar metodologies sintètiques per a l'ús i la generació de substàncies amb escassa toxicitat humana i ambiental.
4. Es deuen dissenyar productes químics que, preservant l'eficàcia de la seua funció, presenten una toxicitat escassa.
5. Les substàncies auxiliars (dissolvents, agents de separació, etc.) deuen resultar innecessàries sempre que siga possible i, si s'utilitzen haurien de ser innòcues.
6. Les necessitats energètiques han de ser considerades en relació als seus impactes ambientals i econòmics i minimitzar-les. Els mètodes sintètics han de ser portats a lloc a temperatura i pressió ambient.
7. Les matèries de partida han de ser renovables i no extingibles.
8. La formació innecessària de derivats (bloqueig de grups, protecció/desprotecció, modificació temporal de processos físics/químics) ha de ser evitada.
9. Es deuen utilitzar reactius catalítics (tan selectius com siga possible).
10. Els productes químics han de ser dissenyats de forma que, a la fi de la seua funció, no perduren a l'ambient, sinó que es fragmenten en productes de degradació inerts.
11. Es deuen desenvolupar les metodologies analítiques que permeten monitoritzar a temps real durant el procés i el control previ a la formació de substàncies perilloses.
12. Les substàncies i les formes del seu ús en un procés químics han de ser elegides de forma que resulte la mínima possibilitat d'accidents.

Malgrat tots els avanços que s'han realitzat en aquest camp queda molt per fer. És necessari seguir investigant i innovant en prevenció, seguretat, eficàcia, detecció, identificació i separació de contaminants, impulsar les fonts renovables de matèries primeres, etc.

La Química Verda constitueix un reconeixement de que la química es troba en la base de molts dels nostres problemes ambientals i al mateix temps la devem utilitzar per tal de trobar les solucions i contribuir a posar fi a aquests problemes. La Química Verda junt a altres camps ha de contribuir a la Ciència de la Sostenibilitat. Una nova àrea de coneixements que integra camps diferents i per tant interdisciplinaris, i que té l'objectiu explícit de contribuir a la transició a la sostenibilitat, és a dir, assenyalar el camí cap a una societat sostenible (Vilches i Gil, 2013).

Tenint en compte tot el que hem comentat al voltant de la importància de la Química Verda i el seu paper, en aquest treball volem donar respostes a algunes preguntes com: Donada la importància de la Química Verda fins a quin punt se li presta atenció a l'educació científica? Coneixen els professors el que s'està fent en aquest camp? Què pensen els estudiants al respecte? Quines referències apareixeran als llibres de text? Quina atenció se li està prestant a la investigació didàctica? Què podem fer des de l'àmbit de l'educació química per tal de contribuir a la formació de ciutadans científicament alfabetitzats?

Hipòtesis que orienten la investigació i el seu fonament teòric

Per tal de poder posar en pràctica mesures efectives per al tractament d'aquesta situació problemàtica que estem patint en aquests moments, és necessari que el conjunt de la ciutadania tinga una correcta percepció de la situació del món i de les possibilitats d'actuació. I és ací, on l'educació, i en aquest context la Química, i els docents, tenim un paper fonamental ja que hem de contribuir a la formació de ciutadans profundament interessats i actius amb la sostenibilitat del seu món.

La finalitat d'aquest treball estarà encaminada, entre d'altres, a ressaltar la importància que té la Química Verda per tal de contribuir a resoldre a aquests problemes ja mencionats i, per tant, la rellevància que té el seu tractament en l'ensenyament de la Química. No obstant això, malgrat tot el que assenyallem, en general l'educació científica no està prestant una adequada atenció a la situació del món. Per això dins d'aquesta línia d'Educació per a la sostenibilitat orientem la nostra investigació exposant com a primera hipòtesi de treball:

L'educació científica no està prestant l'atenció adequada a les aportacions de la Química Verda.

És a dir, malgrat tot el que des de fa dècades ha aportat aquest camp de la Química, pensem que en les classes de ciències, de Química en particular, no s'està prestant atenció a les aportacions de la Química Verda, ni tampoc als llibres de text, ni en la investigació en didàctica.

Aquesta serà la nostra primera hipòtesi de treball, la qual tractarem de fonamentar a continuació. Però, abans, és necessari afegir que aquest treball no pot acabar ací amb l'anàlisi de la situació actual assenyalant les seues possibles deficiències, sinó que hem d'anar més enllà, ja que l'objectiu principal és contribuir a remarcar la importància que té la Química Verda en l'educació i com pot ser una ferramenta útil per tal de formar ciutadans conscients de la situació d'emergència que afecta a tot el planeta i de la urgència d'actuar, així com serà una ferramenta útil per tal de millorar l'aprenentatge i les actituds dels estudiants cap a la Química.

Amb aquest fet, ens plantejem una segona hipòtesi, la qual es desenvoluparà en una segona fase de la investigació que donarà lloc a la Tesi doctoral.

Es possible preparar i posar en pràctica materials que contemplen el paper que la Química Verda està jugant i hauria de jugar per a contribuir a resoldre problemes socio-ambientals, ajudant als estudiants a millorar l'aprenentatge i les seues actituds cap a la Química.

A continuació, es farà una síntesi de la fonamentació la primera hipòtesi acudint a fonts bibliogràfiques procedents de la investigació en Didàctica de les Ciències com:

Importància de l'alfabetització científica

La necessitat de proporcionar coneixements científics a tots els estudiants converteix l'educació científica en una part essencial de l'educació general i aproxima la denominació *alfabetització científica* a la *ciència per a tots*.

No obstant això, la introducció del terme d'alfabetització científica, no està aconseguint interessar a la ciutadania per la cultura científica, ni se'ls està mostrant que aquesta cultura pot aportar a la seua formació, independentment que continuen amb estudis científics o no. Els alts índex de fracàs i la falta de interès o inclús, en ocasions, el rebuig cap als estudis científics, estan obstaculitzant l'alfabetització científica del conjunt de la ciutadania (AAAS, 1990 i 1993; Bybee i DeBoer, 1994; Bybee, 1997; Solbes i Vilches, 1997; Marco, 2000 i 2004; Gil i Vilches, 2004 a i b) i estan afectant també a la formació dels científics i tecnòlegs del futur, ja que aquest fracàs en l'assoliment de l'alfabetització científica es tradueix en la falta de candidats per a prosseguir estudis científics en les etapes no obligatòries (OCDE, 2006; Rocard et al., 2007).

L'atenció a les relacions CTSA

La inclusió del paper de les relacions CTSA en l'ensenyament pot millorar l'atenció d'aquells aspectes relatius a la formació de futurs ciutadans i a partir d'ells podem aconseguir millorar la presa de decisions de les persones al voltant dels problemes que afecten al planeta i les seues possibles solucions (Gil et al., 2003).

Malgrat l'existència de la literatura existent, així com de les nombroses crides de la comunitat científica i d'organismes internacionals, actualment no

s'està tenint en compte totes aquestes innovacions i investigacions. Segons la bibliografia consultada (Solbes, Vilches i Gil Pérez, 2001), s'observa que en general l'ensenyament no presta una atenció adequada a aquests aspectes de l'educació ciutadana, per això és d'esperar que els estudiants no siguin capaços d'actuar en la presa de decisions entorn als problemes que es plantegen en les nostres societats, en particular als relacionats amb la ciència i tecnologia i les seues implicacions amb la societat i el medi ambient, i per tant, participar en les accions necessàries.

L'atenció a la situació d'emergència planetària i a les mesures que es deuen adoptar

La investigació en el camp de l'educació científica no està prestant atenció a aquesta problemàtica, malgrat les nombroses crides dels organismes internacionals i a algun intent d'atendre a dites crides. En efecte, en un anàlisi dels articles apareguts al llarg de la última dècada en revistes com Science Education, Internacional Journal of Science Education, Journal of Research in Science Teaching, Studies in Science Education, Enseñanza de las Ciencias, Aster, etc., són pocs els treballs que aborden la problemàtica de la situació del món i la majoria dels estudis tenen un marcat caràcter puntual i local (Edwards et al., 2005).

Aquesta falta d'atenció, ben documentada, de l'educació a la situació del món ens fa pensar que l'atenció al paper de la Química Verda en la situació del món tampoc serà l'adequada, fet que dona suport a la hipòtesi enunciada.

Les concepcions i visions cap a la química

Diversos estudis demostren que els alumnes tenen poc d'interès cap a la Química, així com una imatge negativa de la mateixa i del seu paper en la societat. Aquest problema es troba associat també al fet del creixent abandonament dels estudis científics per els estudiants i a la tendència a la disminució de la presència de les disciplines científiques en molts centres de secundària (Matthews, 1991; Solbes i Vilches, 1997; Dunbar, 1999).

Aquestes i altres concepcions que tenen els ciutadans i estudiants fan que la imatge de la Química en aquesta societat no siga molt positiva. Però tot açò pot canviar si es realitza un correcte tractament de quines són les aportacions de la Química, i en concret, de la Química Verda a la societat i a l'impuls de la Ciència de la Sostenibilitat i quin paper jugen ja avui i poden jugar en la construcció d'un futur sostenible.

Dissenys experimentals per a posar a prova les hipòtesis formulades

A continuació exposarem els dissenys experimentals proposats per tal de posar a prova la primera hipòtesis. Partim de la suposició que aquesta atenció és escassa a pesar de les nombroses crides que ha tingut tant el professorat com la ciutadania al llarg dels darrers anys.

A partir d'aquest plantejament, pretenem estudiar fins a quin punt l'ensenyament de les ciències està donant la importància que mereix al paper de la Química Verda i per això hem concebut diferents estratègies que permetran posar a prova la hipòtesi a partir d'una sèrie de conseqüències contrastables:

- Analitzar com apareix el concepte de Química Verda als llibres de text de l'educació Secundària i Batxillerat
- Estudiar articles d'algunes de les revistes més utilitzades per tal de veure si a l'àmbit de la innovació i la investigació didàctica s'ha treballat la Química Verda
- Conèixer concepcions tant de docents en actiu com en formació i de l'alumnat cap a la Química Verda i el seu paper

D'acord amb la hipòtesi mitjançant aquestes estratègies esperem de trobar un conjunt de respostes convergents.

Disseny per a l'anàlisi de llibres i materials didàctics

Per tal de comprovar quina és l'atenció que donen llibres de text de Química a la Química Verda s'analitzaran diferents llibres de text que comprendran els cursos de 3r d'ESO, 4t d'ESO, 1r de Batxillerat de Física i Química, i 2n de Batxillerat de Química. Per a l'anàlisi dels llibres de text s'ha preparat el qüestionari del **quadre 1** a tall de xarxa d'anàlisi, basat en altres avaluats i utilitzats per l'equip d'investigació:

TÍTOL:	CURS:
AUTORS:	
EDITORIAL:	ANY:
Nº DE TEMES:	Nº DE PÀGINES:
Qüestions:	
1. Temes en els que apareix la Química Verda	
2. Quins aspectes de la Química Verda tracta?	
3. Apareixen referències a la Química Verda en:	
3.1 Activitat per als estudiants	
3.2 Apartat del tema dedicat a la Química Verda	
3.3 Comentari	
3.4 Peu de foto	
3.5 Al final del tema, fora del tema (activitat complementària)	
3.6 Altres	
4. Planteja solucions des de l'àmbit de la química en general als problemes socio-ambientals?	
5. Proposa la QV com a mesura concreta?	
6. Planteja quines són les causes i els efectes dels problemes?	
7. En concret afavoreix la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible?	
Comentaris:	

Quadre 1: Plantilla anàlisi llibres de text i materials didàctics

Segons la nostra hipòtesi, la majoria dels llibres de text no mostraran el paper de la Química Verda en la solució dels problemes que afecten a la humanitat i no contribuiran per tant a la formació d'estudiants com a futurs ciutadans responsables, preparant-los per a la presa de decisions fonamentades, mostrant les relacions entre química, societat i medi ambient.

Aquest instrument (**quadre 1**) consta de 7 ítems, per facilitar la recollida de les dades de cada llibre analitzat. Per això alguns apartats s'han desglossat en diferents qüestions amb les quals es pretén veure el grau d'aprofundiment amb què s'aborda en el seu cas cada aspecte. Amb els primers tres ítems volem comprovar si el llibre de text tracta el concepte de Química Verda, quins aspectes de la Química Verda tracta i amb quina profunditat ho fa. Mentre que amb la resta d'ítems volem comprovar si una vegada el llibres de text han inclòs el concepte de Química Verda si realment aquest tractament contribueix a la conscienciació sobre la necessitat d'acció per tal d'avançar cap a un Desenvolupament Sostenible i al paper de la Química Verda en les solucions.

Disseny per a l'anàlisi de revistes d'investigació i innovació didàctica

El conjunt de revistes seleccionat està format per algunes de les revistes més utilitzades en investigació i innovació en didàctica de les ciències en Espanya. Així mateix i separatament també s'analitzarà una revista d'àmbit internacional i una altra no educativa (encara que amb una secció dedicada a l'educació) per tal de veure fins a quin punt presten atenció a la Química Verda.

Escollim articles publicats entre els anys 2005-2013 pel tal de comprovar si es realitzen investigacions en el camp de la didàctica de la Química, en el període de la Dècada de l'Educació per un Futur Sostenible.

Aquest instrument consta d'una taula (**quadre 2**) on s'inclouràn els articles que s'han trobat i que fan referència a qualsevol aspecte de la Química Verda per superficial que siga, amb la finalitat de posar-nos en la situació més

Quadre 2: Taula d'articles on apareix la Química Verda

	N ^{re} d'articles						
	Eureka	Alambique	REEC	Enseñanza de las ciencias	Educació Química	Química e Industria	Educación química
2005							
2006							
2007							
2008							
2009							
2010							
2011							
2012							
2013							
N _T							

desfavorables per a la nostra hipòtesi. La distribució en aquesta taula també serà per any de publicació.

Segons la nostra hipòtesi, la majoria de les revistes analitzades no prestaran atenció a la Química Verda, és a dir, no apareixeran moltes investigacions ni possibles activitats que puguin incloure's dins del currículum de Secundària i Batxillerat referides a la Química Verda, ni de la seua importància per a la solució dels problemes que afecten a la humanitat.

Qüestionaris i entrevistes a professors docents

Per tal de comprovar quina és l'atenció que els docents li presten a la Química Verda i poder verificar fins a quin punt els professors de ciències en actiu i en formació utilitzen aquesta ferramenta, hem elaborat qüestionaris per a professors en formació (**quadre 3**), qüestionaris per a professors en actiu (**quadres 4, 5 i 6**) i entrevista per a professors en actiu (**quadre 7**) que a continuació es detallen.

D'acord amb la nostra hipòtesi esperem que pocs professors coneguen la Química Verda ni els principis en què es basa.

Pel que fa als objectius d'aquests dissenys, es plantegen els qüestionaris 1 i 3 (**quadre 3 i 6**) i una entrevista (**quadre 7**) per tal d'analitzar si tant els professors en formació com els professors en actiu coneixen el concepte de Química Verda i les seues aportacions al camp de la Química. A més a més, volem conèixer don procedeix aquest coneixement, veure la importància que li donen dintre del currículum de Química, i en el cas de professors en actiu veure com tracten el concepte a les aules.

Per una altra banda, amb qüestionaris 2a i 2b (**quadre 4 i 5**) pretenem conèixer quina és realment l'atenció que donen els professors en actiu al con-

Qüestionari 1: Professors en formació

Titulació:Any finalització:

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les qüestions que es plantegen a continuació:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.
2. D'on procedeix eixe coneixement?
3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?
4. Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?

Quadre 3: Qüestionari per a analitzar el grau de coneixement que els professors en formació tenen al voltant de la Química verda

Qüestionari 2a: Professors en actiu

Titulació: Any finalització:

1. En el tema de les Reaccions Químiques de segon de batxillerat, a quins aspectes li donaries més importància?. Enumera els continguts i diferents aspectes que hauria de contemplar el tema

Quadre 4: Qüestionari per a analitzar l'atenció donada pels professors en actiu de química a la Química Verda

Qüestionari 2b: Professors en actiu

Titulació:..... Any finalització:

Analitza els continguts del tema de reaccions de transferència de segon de Batxillerat i assenyalta si trobes en falta algun aspecte que cregues important.



Quadre 5: Qüestionari per a analitzar el grau de coneixement que els professors tenen de la Química Verda

Qüestionari 3: Professors en actiu

Titulació:..... Any finalització:.....

Anys docència:.....

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.
2. D'on procedeix eixe coneixement?
3. La tractes o l'has incorporat en les teues classes?
4. Com creus que seria la millor manera d'introduir-la dintre del currículum?

Quadre 6: Qüestionari per a analitzar l'atenció donada pels professors en actiu de química a la Química Verda

Entrevista

Tenint en compte la importància de la Química i en particular de la Química Verda per a resoldre els problemes als quals ha de fer front la humanitat, respon per favor a les següents qüestions:

1. Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.
2. D'on procedeix eixe coneixement?
3. Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?
3. (bis). Penses que se li hauria de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?
4. La tractes o l'has incorporat en les teues classes?
4. (bis) Com penses que seria una manera adequada de fer-ho?

Quadre 7: Entrevista per a analitzar l'atenció donada pels professors en actiu de química a la Química Verda

cepte de Química Verda. Aquest plantejament obert pot mostrar, quan estan front a un tema concret del currículum de Química, si consideren que la Química Verda deu formar part del mateix.

Presentació i anàlisi dels resultats obtinguts

Com hem estat assenyalant, pensem que tant l'educació com la investigació en el camp de l'educació científica no estan prestant atenció a la gran ferramenta que pot arribar a ser la Química Verda com a recurs, per a la formació d'una ciutadania responsable front a l'actual situació d'emergència planetària, al mateix temps que contribueix a despertar l'interés cap a la Química i el seu ensenyament.

Resultats obtinguts de l'anàlisi de l'atenció prestada pels llibres i materials didàctics a la Química Verda

El qüestionari s'ha aplicat a 18 llibres de text de Física i Química dels nivells que van des de 1r d'ESO fins 2n de Batxillerat, analitzant-se un total de 195 capítols.

S'ha elaborat el **quadre 8** on es mostra el nombre totals de capítols analitzats per a cada curs.

Com podem observar al **quadre 9** i a la **gràfica 1** solament 1.98% dels capítols analitzats de secundària i un 1.06% dels de batxillerat fan alguna referència a la Química Verda.

Pel que fa al segon ítem, presentem a continuació a quins aspectes de la Química Verda es fa referència als llibres de text analitzats:

- **Llibre de text B2:** Problemes medi ambientals i contaminació. En aquest cas es parla de Química Sostenible
- **Llibre de text B3:** Introducció del concepte i principis bàsics de la Química Verda
- **Llibre de text C1:** Definició de Química Verda i principal objectiu

Per tal de profunditzar en l'anàlisi, al ítem 3 estudiarem als capítols que contenen alguna referència a la Química Verda (N=3) com apareixen. Amb els resultats podem veure que hi ha pocs capítols que fan referència a la Química Verda i als capítols que es fa el tractament que es dona és en general superficial.

Al quart ítem (Planteja solucions des de l'àmbit de la Química als problemes socio-ambientals?) s'observa que als 3 capítols dels 195 capítols analitzats si que es plantegen solucions des de l'àmbit de la Química als problemes socio-ambientals.

Pel que fa al cinquè ítem (Proposa la Química Verda com a mesura concreta?) s'observa que en 2 capítols del llibre de text B3 i C1 entre els 195 capítols analitzats es parla de la Química Verda i de la seua contribució per a resoldre els problemes.

Al ítem 6 (Planteja quines són les causes i els efectes dels problemes), hem trobat que les 3 referències a la Química Verda trobades entre els 195 capí-

Curs	3r ESO (A)	4t ESO (B)	1r Batx (C)	2n Batx (D)	N _T
N _{capítols}	57	44	76	18	195

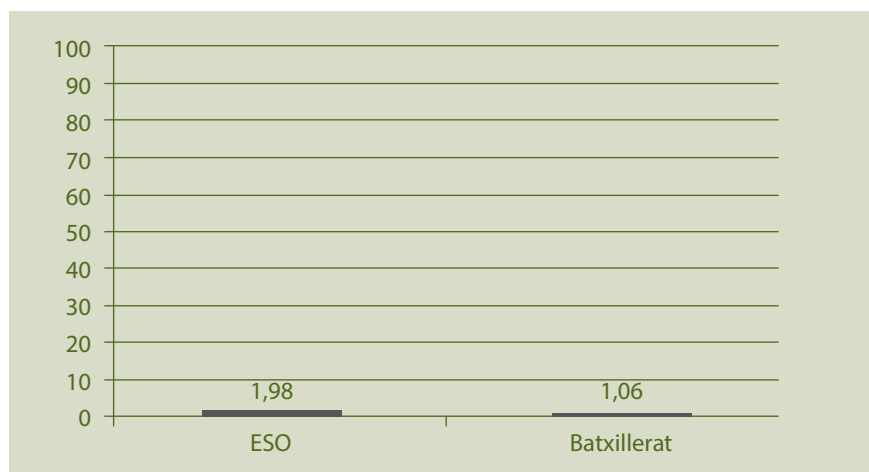
Quadre 8: Nombre de capítols de llibres analitzats

Ítem 1: Temes en els que apareix la Química Verda			
Curs		N _{Trobats}	%
ESO	N= 101	2	1,9 (1,4)
Batxillerat	N= 94	1	1,1 (1,1)
Global	N= 195	3	1,6 (0,9)

Quadre 9: Percentatge dels capítols que contenen alguna referència al concepte de Química Verda (N=195)

	N ^{re} Articles				
	Eureka	Alambique	REEC	Enseñanza de las ciencias	Educació química
2005	-	-	-	1	-
2006	-	1	-	-	-
2007	-	1	-	-	-
2008	-	-	-	-	1
2009	-	-	-	-	2
2010	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	1
2012	-	-	1	-	-
2013	-	-	-	-	-
NT	0	2	1	1	4

Quadre 10: Articles analitzats que fan referència a la Química Verda d'entre un total de 1386 articles analitzats



Gràfica 1: Percentatge de capítols que contenen alguna referència a la Química Verda (N=195)

	Química e Industria
2005	-
2006	-
2007	-
2008	1
2009	-
2010	1
2011	1
2012	-
2013	-
N Total	3

Quadre 11: Articles que fan referència a la Química Verda en la revista *Química e Industria*, entre gener de 2005 a març de 2013

	Educación Química
2005	4
2006	-
2007	-
2008	-
2009	7
2010	-
2011	1
2012	2
2013	6
N Total	20

Quadre 12: Articles que fan referència a la Química Verda en la revista *Educación Química*, entre gener de 2005 a abril de 2013, d'entre un total de 436 articles analitzats

tols analitzats tenen en compte quines són les causes i els efectes dels problemes als quals ha de fer front la humanitat.

Pel que fa a l'ítem 7 (Afavoreix la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible?), les tres referències a la Química Verda trobades entre els 195 capítols analitzats si que afavoreixen la presa de consciència sobre la necessitat d'accions per a resoldre els problemes i avançar cap a un Desenvolupament Sostenible.

En l'anàlisi dels llibres de text hem trobat nombroses ocasions en què en els diferents capítols es podia haver tractat la Química Verda per la seua vinculació directa amb els continguts; inclús s'han detectat referències relacionades amb alguns dels principis de la Química Verda sense citar-la, com desconeixent l'existència d'aquest camp de la Química tan rellevant en l'actualitat

En resum, com acabem de veure amb aquest anàlisi la majoria dels llibres de text no presten atenció a la Química Verda, donant suport a la nostra hipòtesi.

Resultats obtinguts de l'anàlisi de l'atenció a la Química Verda en revistes d'investigació en didàctica

El nombre total d'articles revisats ha sigut de 1386. Al **quadre 10** es mostren el nombre d'articles trobats en cadascuna de les revistes espanyoles analitzades que fan referència a la Química Verda o Química Sostenible.

En resum, dels 1386 articles analitzats en revistes més importants espanyoles en l'àmbit de l'educació científica sols s'han trobat 8 articles que fan referència al concepte de Química Verda, el que representa un 0.58% de tots els articles analitzats.

D'altra banda, en el nostre país es publica la revista *Química e Industria* (QEI) de l'Associació Nacional de Químics d'Espanya i del Consell General de Col·legis Oficials de Químics que té una secció dedicada a "Química i Educació" que també hem revisat, juntament amb els articles publicats a la revista, per tal de veure fins a quin punt es presta atenció en aquest àmbit a la Química Verda. Els resultats obtinguts es mostren al **quadre 11**.

Ítem 1: Coneixes el concepte de Química Verda? Explica'l.		
	N=21	%
Si	3	14,3 (7,6)
No	18	85,7 (7,6)

Quadre 13: Percentatges respostes primer ítem professorat en formació (N=21)

Ítem 2: D'on procedeix eixe coneixement?		
	N=21	%
Estudis universitaris	4	19,1 (8,6)
Premsa	1	4,8 (4,7)
NS/NC	16	76,2 (9,3)

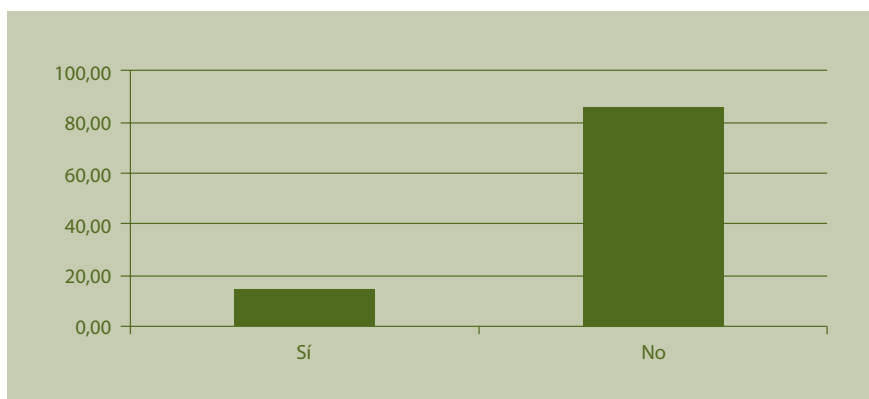
Quadre 14: Categories i percentatges ítem 2

Ítem 3: Quines aportacions coneixes d'aquest camp de la Química?		
	N=21	%
Si	3	14,3 (7,6)
NS/NC	18	85,7 (7,6)

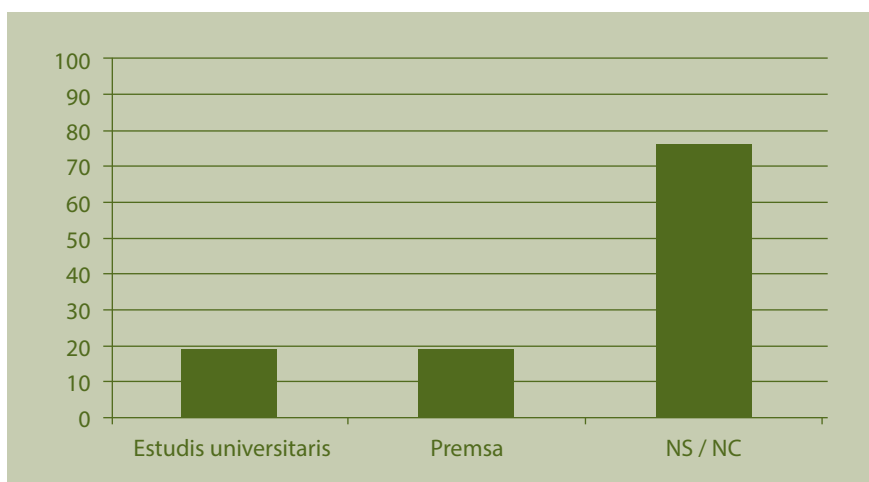
Quadre 15: Percentatges ítem 3 (N=21)

Ítem 4: Penses que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química? Per què?		
	N=21	%
Si	14	66,7 (10,3)
NS/NC	7	33,3 (10,3)

Quadre 16: Percentatges ítem 4 (N=21)



Gràfica 2: Percentatges respostes primer ítem professorat en formació (N=21)



Gràfica 3: Categories i percentatges ítem 2 (N=21)

En aquest cas, dels 149 articles analitzats en aquesta revista espanyola de Química des de 2005 fins ara, s'han trobat un total de 3 articles que fan referència al concepte de Química Verda, que representa un 2.01% dels articles analitzats en aquesta revista.

Aquests resultats donen suport a la nostra primera hipòtesi de treball i posen de manifest que l'atenció que l'educació i, en particular, la investigació en el camp de l'educació científica estan donant a la Química Verda com a ferramenta per tal de contribuir a la formació ciutadana, és molt baixa.

Per una altra banda, a tall d'exemple de "bones pràctiques" s'ha analitzat també una revista de caràcter internacional d'investigació específica del camp de l'ensenyament de la Química com a exemple de publicació que està prestant atenció a la Química Verda (**quadre 12**).

En resum, dels 436 articles analitzats en una revista en castellà d'àmbit internacional com *Educación Química* s'han trobat 20 articles que fan referència i tracten amb deteniment el concepte de Química Verda en l'educació científica, el que representa un 4.59% dels articles analitzats en aquesta revista. Ens trobem per tant, davant d'una revista que constitueix un exemple de "bones pràctiques".

Aquest resultat posa de manifest la importància donada a la Química Verda en la investigació en el camp de la Química, en aquest exemple d'una revista d'àmplia utilització en el món iberoamericà.

Resultats obtinguts dels qüestionaris aplicats a professors en formació

Per tal d'esbrinar el grau de coneixement que tenen els professors en formació al voltant de la Química Verda hem passat el qüestionari 1 (**quadre 3**) a 21 estudiants del màster de secundària de l'especialitat de Física i Química (N=21), abans d'haver abordat el tema dedicat a l'Educació per la Sostenibilitat, on aquesta problemàtica es tracta.

Amb una avaluació rigorosa tenint en compte els criteris, en realitat ninguna resposta (**quadre 13 i gràfica 2**) es podria considerar correcta, ja que en cap cas es fa referència a que tracte d'un camp específic dintre de la Química o es veu que es coneixen de forma adequada alguns dels principis en que es basa aquest camp emergent. De les respostes considerades correctes (14,29%) es nombren superficialment alguns dels principis i, en els casos on responen que no coneixen el concepte (85,7%) l'intenten descriure de forma etimològica i en molts casos és molt similar als que han dit que sí que el coneixien.

Per tal d'analitzar els resultats obtinguts al segon ítem, agruparem les respostes donades en els qüestionaris (N=21) en categories (**quadre 14 i gràfica 3**).

Un 19,05 % del total coneix el concepte de Química Verda a través dels estudis universitaris cursats, ja siga per la carrera que han estudiat o per un postgrau. Un 4,76% coneix el concepte a través dels medis de comunicació, en concret la premsa, mentre que un 79,19% no saben o no contesten a la pregunta.

Pel que fa al tercer ítem, coneixement de les aportacions que s'estan fent en aquest camp de la Química (**quadre 15**), sols 3 persones (14,29%) de les 21 coneixen algunes de les aportacions que s'estan fent des d'aquest camp de la Química, entre les aportacions citades trobem: evitar derivatitzacions i substàncies auxiliars i la utilització de catalitzadors. Mentre que la resta (85,71%) no coneixen cap aportació.

Per últim, al quart ítem volem conèixer si pensen que se li ha de prestar atenció en el currículum de Química (**quadre 16**). Per a realitzar l'anàlisi d'aquest ítem anem a considerar el conjunt total dels qüestionaris realitzats, malgrat que un 85,7% del professors en formació enquestats desconeixen el tema però suposem que coneixeran o es faran alguna idea de que es tracta, volem veure si el consideren un tema important, ja que en un futur seran ells qui l'hauran de portar a terme a les aules.

En aquest cas dos terços dels professors pensen que s'hauria de prestar atenció a la Química Verda dintre del currículum de Química, mentre que un terç dels professors no han contestat.

Resultats obtinguts de les entrevistes realitzades a professors en actiu

Per tal d'esbrinar el grau de coneixement que tenen els professors en actiu tenen al voltant de la Química Verda hem realitzat en principi entrevistes a tres professors de Física i Química de secundària en actiu i a dos professors del departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials de la UVEG, un d'ells amb més de 20 anys d'experiència docent en secundària (N=5). Es tracta per ara d'una mostra petita que esperem ampliar en una propera fase de la investigació.

El mètode seguit per a realitzar aquestes entrevistes i la seua transcripció ha sigut:

- Hem plantejat un guió temàtic (**quadre 7**) amb diverses qüestions que s'aniran reorientant segons siguin les respostes del professorat implicat al voltant de la Química Verda.
- El dispositiu utilitzat per a registrar la conversa va ser un telèfon mòbil
- S'han establert unes sigles per tal de conservar l'anonimat dels participants. Les sigles utilitzades han sigut M per a l'investigador i P1, P2, P3, P4, P5 per als diferents professors entrevistats.
- S'ha fixat el sistema de codificació per a la transcripció de la conversa Gail (1984), adaptant alguns signes a les nostres necessitats.

Pel que fa al primer ítem on se'ls pregunta si coneixen el concepte de Química Verda tres dels cinc professors entrevistats afirmen conèixer el concepte mentre que la resta diuen no conèixer-lo però suposen el que pot ser.

Si realitzem una avaluació rigorosa de les respostes dels professors que afirmen conèixer el concepte, tenint en compte els criteris, en realitat ninguna resposta es podria considerar correcta, ja que en cap cas es fa referència a que tracte d'un camp específic dintre de la Química o es veu que

es coneixen de forma adequada alguns dels principis en que es basa aquest camp emergent.

D'altra banda, la resta de professors que han dit que no coneixen el concepte han intentat descriure'l de forma etimològica. S'ha observat que en molts casos és molt similar als que han dit que sí que el coneixien.

Pel que fa al segon ítem, on es pretén conèixer d'on procedeix el coneixement, sols s'ha formulat a aquells professors que han afirmat conèixer el concepte, les respostes obtingudes han sigut les següents:

P1: Respon que prové d'un congrés que es va realitzar a València de Química i Sostenibilitat

P2: No recorda on va sentir parlar del concepte

P5: En un curset de la Universitat de Tarragona

Pel que fa a l'ítem 3 on s'ha preguntat quines són les aportacions que coneixen des d'aquest camp de la Química les respostes obtingudes són les següents:

Les aportacions que coneix el primer professor (P1) són la Química a Microescala i l'anàlisi dels impactes dels processos químics. El professor P2 no ha sigut capaç de nombrar cap aportació que s'estiga fent en aquest camp, mentre que el P5 comenta que una de les aportacions que coneix és segrestar els metalls pesants de la natura.

Al ítem 4 es pretén conèixer si aquestos professors tracten el concepte de Química Verda a les seues classes. Les respostes obtingudes són les següents:

- P1: Afirmar no tractar-la a les seues classes degut a que li ha pillat un poc tard, i quan estava a l'institut solia ocupar-se de la part de física.
- P5: Afirmar haver-la tractat però poques vegades, ja que es tracta d'un tema tangencial que no apareix als llibres de text.

A continuació es presenten els resultats de les preguntes 3bis i 4bis realitzades als professors P2, P3 i P4. En aquest cas, hem inclòs a P2 en aquestes preguntes també degut a que quan se li pregunta si coneix alguna de les aportacions no ha sabut contestar cap.

A l'ítem 3bis es vol conèixer si aquestos professors pensen que s'hauria de prestar atenció a la Química Verda al currículum de Química, mentre que al ítem 4bis es vol conèixer de quina forma l'introduirien. Seguidament, tractarem les respostes dels ítems conjuntament:

P2: (3bis) Si [...] perquè la gent sempre pensa en la química com una cosa dolenta e i [...] no es així.

(4bis) [...] mitjançant lectures o exemples concrets posant activitats crec que la gent se pot enganxar mes a eixe concepte.

P3: (3bis) Si, no estaria mal no estaria mal

(4bis) [...]podria fer en per exemple en l'assignatura esta de ciències [...] per al mon contemporani [...]

P4: (3bis) [...] seria interesante [...]

(4bis) la forma seria un tema dedicado a ello, no sé, qué actividades de la química son las más contaminantes, productos químicos, la forma de evitarlos, todo esto. [...]

Aquestos resultats donen suport a la nostra primera hipòtesi i posen de manifest com hem dit anteriorment l'escàs coneixement dels professors tant en actiu com en formació de la Química Verda. Hem pogut observar que la majoria dels professors de la petita mostra utilitzada desconeixen el tema i, si afirmen conèixer-lo, l'expliquen de forma etimològica oblidant així nombrar els trets més importants en què es basa la Química Verda.

Després de mostrar els resultats obtinguts amb els diferents dissenys experimentals proposats per a posar a prova la nostra hipòtesi de treball, i una vegada analitzats els resultats, procedirem a considerar les principals conclusions que es poden deduir d'aquest treball d'investigació, així com les perspectives que obri per a continuar amb altres estudis que desenvoluparem amb major deteniment en l'elaboració i confecció de la futura Tesis Doctoral.

Conclusions i perspectives

Pel que fa a l'anàlisi dels llibres de text: Sols en tres dels 195 capítols analitzats apareix el concepte de Química Verda. Únicament en un capítol no es plantegen solucions des de l'àmbit de la Química als problemes socio-ambientals. Sols en un capítol es proposa la Química Verda com a mesura concreta als problemes als quals ha de fer front la humanitat.

Respecte a l'atenció prestada per les revistes d'educació científica a la Química Verda: Sols un 0.58% dels 1386 articles analitzats en revistes algunes de les revistes de Didàctica de les Ciències fan referència al concepte de Química Verda. Dels 149 articles analitzats en una revista espanyola de Química fan referència al concepte de Química Verda sols un 2.01%. Per una altra banda, un 4.59% dels 436 articles analitzats en una revista de caràcter internacional d'investigació en el camp específic de l'ensenyament de la Química fan referència al concepte de Química Verda.

En el cas del professorat en formació enquestat i el del professorat en actiu entrevistat hem pogut observar que la majoria desconeixia el concepte de Química Verda, així com els principis que la sustenten.

En definitiva, com es pot comprovar, aquests primers resultats donen suport a les nostres conjectures inicials, al voltant de que l'atenció prestada per l'educació científica a les aportacions de la Química Verda és, en general, escassa. De la mateixa manera l'anàlisi dels llibres de text analitzats fins el moment en la primera fase de la investigació, pareix indicar que, en general, els llibres de text no estan prestant l'atenció suficient a les aportacions de la Química Verda i al paper d'aquesta per avançar cap a un Desenvolupament Sostenible.

Però, com ja hem explicat anteriorment, l'objectiu d'aquesta investigació no és únicament centrar-se en l'anàlisi de la situació actual, assenyalant les pos-

sibles deficiències i limitacions, sinó que es pretén, fonamentalment, a partir dels anàlisi realitzats, tractar de contribuir a fer que de la Química Verda i de les seues aportacions una ferramenta realment eficaç per a formar a ciutadans i ciutadanes conscients de la situació d'emergència planetària que ens afecta i capaços de tomar decisions fonamentades dirigides a aconseguir un desenvolupament sostenible. Aquest objectiu fonamental es troba contemplat en la segona hipòtesi enunciada, que fa referència a què és possible preparar i posar en pràctica materials que contemplen el paper que la Química Verda està jugant i hauria de jugar per a contribuir a resoldre problemes socio-ambientals, i a impulsar la Ciència de la Sostenibilitat ajudant als estudiants a millorar l'aprenentatge i les seues actituds cap a la Química.

Per això, com ja s'ha dit anteriorment, ens proposem continuar i ampliar la investigació en una segona fase, en la que es pretén:

- Profunditzar en l'anàlisi d'aquesta primera part del treball, tant pel que es refereix a les concepcions del professorat com de l'alumnat al voltant del paper de la Química Verda i les seues aportacions, fet que ens permetrà exposar amb major fiabilitat les conclusions globals que mostren les deficiències trobades, o les possibles aportacions d'interès per a, en el seu cas, utilitzar-les com a propostes de millora.
- I, principalment, a partir d'aquest anàlisi en profunditat, dissenyar i portar a lloc propostes per a modificar la situació i afavorir que la Química Verda i les seues aportacions contribueixquen a resoldre problemes socio-ambientals, a comprendre l'important paper que la Química està jugant ja i pot jugar en el futur ajudant als estudiants a millorar l'aprenentatge i les seues actituds cap a la Química.

Tot això contribueix a la revolució científica que suposa el sorgiment del nou camp de coneixement, la Ciència de la Sostenibilitat, de caràcter transdisciplinar i interdisciplinar, que vol abordar globalment sense reduccionismes el sistema cada vegada més complexe constituït per les societats humanes i els sistemes naturals amb els quals interaccionen i formen part.

Per això, es proposa la realització de tasques com:

- Ampliar el nombre de llibres de text analitzats.
- Ampliar el nombre de revistes analitzades així com incloure revistes d'àmbit internacional i en particular del camp específic de la Química.
- Dissenyar material didàctic que pugui contribuir a construir o reforçar una visió global dels problemes que afecten al nostre planeta i afavorir la presa de decisions, modificar actituds i comportaments, tot això encaminat a aconseguir un desenvolupament sostenible, prestant atenció en particular a la Química Verda dins de les mesures tecnològiques que és necessari aplicar.
- Posar en pràctica aquest material didàctic en cursos ordinaris amb alumnes d'ensenyança secundària, analitzant els resultats obtinguts i les seues avaluacions.

- Utilitzar aquests materials amb docents per a la seua avaluació i enriquiment i la seua utilització posterior.
- Profunditzar en el paper que la Química verda pot exercir en la millora de les percepcions de l'alumnat i del professorat al voltant de la situació del món i la implicació d'aquesta per incorporar aquesta problemàtica a l'ensenyament.

Aquestes són algunes de les perspectives que obri el treball ací presentat, que, com ja s'ha assenyalat, constitueix sols un fragment d'una investigació més amplia que tenim previst portar a lloc amb la realització de la futura Tesis Doctoral. La nostra intenció és convertir aquestes perspectives en aportacions fonamentades per a que la Química Verda i els seus avanços i adquisicions des de la Ciència de la Sostenibilitat puguen utilitzar-se com a instruments eficaços en l'educació científica i, molt en particular, per a que contribueixca a la implicació activa de la ciutadania en la construcció d'un futur sostenible.

Referències Bibliogràfiques

- AAAS (1990) *Science for all americans. A project 2061 report on literacy goals in Science, Mathematics, and Technology*. New York: Oxford University Press.
- AAAS (1993) *Benchmarks for Science Literacy: A project 2061 report*. New York: Oxford University Press.
- ANASTAS, Paul i WARNER, John (1998) *Green Chemistry: Theory and Practice*. Oxford University Press: New York.
- BYBEE, Rodger (1991) "Planet Earth in Crisis: How Should Science Educators Respond?" *The American Biology Teacher*, 53(3), 146-153.
- BYBEE, Rodger (1997) "Towards an Understanding of Scientific Literacy". En Graeber, W., Bolte, C. (Eds) *Scientific Literacy*. Kiel: IPN.
- BYBEE, Rodger. i DEBOER, George (1994) "Research on goals for the science curriculum", en Gabel, D.L. *Handbook of Research in Science Teaching and Learning*. New York: McMillan P.C.
- CAAMAÑO, Aureli (2007) "El currículo de física y de química en la educación secundaria obligatoria en Inglaterra y Gales, Portugal, Francia y España". *Alambique*, 53, 22-37.
- COMISSIÓ MUNDIAL DEL MEDI AMBIENT I DEL DESENVOLUPAMENT (1988) *Nuestro Futuro Común*. Madrid: Alianza.
- DUARTE, Carlos Maria (Coord.) (2006) *Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. CSIC.
- DUNBAR, Robin (1999) *El miedo a la ciencia*. Madrid, Alianza.
- EDWARDS, M., GIL PEREZ, D., VILCHES, A. i PRAIA, J. (2004) "La atención a la situación del mundo en la educación científica". *Enseñanza de las Ciencias*, 22(1), 47-63.
- EDWARDS, M., GIL, D., VILCHES, A. i PRAIA, J. (2005) "La atención a la situación de emergencia planetaria en revistas de didáctica de las ciencias y educación científica". En Pedro Membrela i Yolanda Padilla (Eds.) (2005). *Retos y Perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en los inicios del siglo XXI*. Educación Editora ISBN 84-689-3283-3.
- GAIL, Jefferson (1984) "Transcript notation. In Structures of Social Action. Studies in Conversation Analysis", J. M. Atkinson and J. Heritage.(Eds), Cambridge, Cambridge University Press, ix-xvi.
- GIL PÉREZ, D, VILCHES, A., ASTABURUAGA, R. i EDWARDS, M. (2000) "La atención a la situación del mundo en la educación de los futuros ciudadanos y ciudadanas". *Investigación en la Escuela*, 39-56.

- GIL PÉREZ, D., VILCHES, A., EDWARDS, M., PRAIA, J., MARQUES, L. i OLIVEIRA, T. (2003) "A proposal to enrich teachers' perception of the state of the world. First results". *Environmental Education Research*, 9(1), 67-90.
- GIL PÉREZ, Daniel i VILCHES, Amparo (2004a) "La formación del profesorado de ciencias secundaria y de universidad. La necesaria superación de algunos mitos bloqueadores". *Educación Química*, 15(1), 43-51.
- GIL PÉREZ, Daniel i VILCHES, Amparo (2004b) "Contribución de la ciencia a la cultura ciudadana". *Cultura y Educación*, 16(3), 259-272.
- GUTIÉRREZ JULIÁN, María Sagrario, GÓMEZ CRESPO, Miguel Angel i MARTIN DÍAZ, María Jesus (2008) "¿Basta con decretar un nuevo currículo de química?" *Alambique*, 59, 20-27.
- LUBCHENCO, Jane (1998) "Entering the century of the environment: A new social contract for science". *Science*, 279, 491-497.
- MARCO, Berta (2000) "La alfabetización científica". En Perales, F. y Cañal, P. (Eds.): *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 141-164. Alcoi: Marfil.
- MARCO, Berta. (2004) "Alfabetización científica: un puente entre la ciencia escolar y las fronteras científicas". *Cultura y Educación*. 16 (3), 273-288.
- MATTHEWS, Michael (1991) "Un lugar para la historia y la filosofía en la enseñanza de las Ciencias", *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 11-12, 141-155.
- MAYOR ZARAGOZA, Federico (2000). *Un mundo nuevo*. Barcelona: Circulo de lectores.
- NACIONES UNIDAS (1992) *Conference on Environment and Development, Agenda 21 Rio Declaration, Forest Principles*. Paris: UNESCO.
- OCDE (2006) *Evaluación de la Competencia Científica, Matemática y Lectora: Un marco teórico para PISA 2006*. Paris. OECD.
- ORR, David W. (1995) *Educating for the Environment. Higher education's Challenge of the Next Century*. New York: Change, 43-46.
- ROCARD, M., CSEMERLY, P., JORDE, D., LENZEN, D., WALWERTG-HENRIKSSON, H. i HEMMO, V. (2007) *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission. Community Research. (En línea: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf).
- SOLBES, Jordi i VILCHES, Amparo (1997) "STS interactions and the teaching of Physics and Chemistry". *Science Education*, 81(4), 377-386.
- SOLBES, Jordi, VILCHES, Amparo i GIL PÉREZ, Daniel (2001) "El enfoque CTS y la formación del profesorado", Pedro Membiela (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva CienciaTecnología-Sociedad*. Madrid: Narcea. Capítulo 11, 163-175.
- VILCHES, Amparo i GIL PÉREZ, Daniel (2003) *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.
- VILCHES, Amparo i GIL PÉREZ, Daniel (2009) "Una situación de emergencia planetaria a la que debemos y podemos hacer frente" *Revista de Educación*, número extraordinario 2009, 101-122.
- VILCHES, Amparo i GIL PÉREZ, Daniel (2013) "Ciencia de la sostenibilidad: Un nuevo campo de conocimientos al que la química y la educación química están contribuyendo". *Educación Química*, 24(2), 199-206.
- WORLDWATCH INSTITUTE (1984-2013) *The State of the World*. New York: W.W. Norton.
<http://globalsymposium.org/es>
<http://portal.unesco.org>
www.eoi.es/decada