

# NOUS FORMATS EN LA COMUNICACIÓ DE LA QUÍMICA. EXPLORANT EL SEU PAPER EN EL FOMENT DE LA CULTURA I LES VOCACIONS CIENTÍFIQUES

**Josep Antoni Vieta Corcoy**

Per citar o enllaçar aquest document:  
Para citar o enlazar este documento:  
Use this url to cite or link to this publication:  
<http://hdl.handle.net/10803/404101>



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>

Aquesta obra està subjecta a una llicència Creative Commons Reconeixement-  
NoComercial-SenseObraDerivada

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-  
SinObraDerivada

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-  
NoDerivatives licence







**TESI DOCTORAL**

---

**NOUS FORMATS EN LA COMUNICACIÓ DE LA QUÍMICA.  
EXPLORANT EL SEU PAPER EN EL FOMENT  
DE LA CULTURA I LES VOCACIONS  
CIENTÍFIQUES**

---

**Josep Antoni Vieta Corcoy**

2016

**PROGRAMA DE DOCTORAT EN QUÍMICA**

Dirigida per Josep Duran Carpintero i Miquel Duran Portas

Tutor: Miquel Duran Portas

Memòria presentada per optar al títol de doctor per la Universitat de Girona







JOSEP DURAN CARPINTERO

Professor del Departament de Química de la Universitat de Girona,

MIQUEL DURAN PORTAS,

Professor del Departament de Química de la Universitat de Girona,

DECLAREM:

Que el treball titulat “Nous formats en la comunicació de la química. Explorant el seu paper en el foment de la cultura i les vocacions científiques”, que presenta el llicenciat en química Josep Antoni Vieta Corcoy per a l’obtenció del títol de doctor, ha estat realitzat sota la nostra direcció.

I, perquè així consti i tingui els efectes oportuns, signem aquest document.

Miquel Duran Portas

Josep Duran Carpintero

Girona, 23 d’octubre de 2016



Al meus pares.

A la Mar.



***“Most of the fundamental ideas of science are essentially simple,  
and may, as a rule, be expressed in a language  
comprehensible to everyone.”***

Albert Einstein i Leopold Inflield a *The Evolution of Physics* (1938)



# AGRAÏMENTS

---

Em trobo acabant la memòria de la meva tesi doctoral i no puc fer-ho sense tenir-vos en compte.

En primer lloc, i per sobre de tot, a vosaltres, papes. El cor de la família, des de sempre i per sempre. I també a tu, Mar, que des de fa ben poc has passat a ocupar-ne el lloc principal. Moltes gràcies també a vosaltres, avis i tio Ramon (ACS tots junts) i a vosaltres, tios i cosins que, des de que vaig arribar a la ciutat de Girona per encetar els meus estudis, m'heu tingut com un més de casa.

Un agraïment càlid també pels qui ens hem acompanyat al llarg del que portem de vida. Als de casa. Els amics del “cole”, la colla (les colles) de Blanes, els de Girona, els químics de la “uni” i els amics d'escoltisme i de pastoral juvenil. Montse, moltes gràcies per la permanent ajuda tècnica amb la informàtica, també en la redacció d'aquesta tesi!

Gràcies a tots amb qui, més enllà de les parets de la universitat, hem après i hem dut a terme accions engrescadores de difusió de la ciència de totes les formes i formats imaginables. Companys de la Càtedra, tots! Tambien a ti, Fernando, nuestro “embajador” en Madrid <sup>;-)</sup>. Hem passat uns anys magnífics aprenent plegats tot divertint-nos i, espero, fent divertir tot mostrant la nostra passió per la ciència. Gràcies també als professors de secundària, mestres d'escoles, monitors de lleure, actors, mags, comunicadors, periodistes de diversos mitjans amb els qui hem col·laborat. A la colla de la Societat Catalana de Química, membres de l'Associació Catalana de Comunicació Científica i a tots els companys amb qui, en general, hem anat coincidint en congressos i jornades de posada en comú d'experiències i nou coneixement. I a tots dels qui he après, i encara aprenc a dia d'avui, mitjançant la divulgació científica. Jo també he estat, estic i estaré a l'altra banda, com a destinatari, com a públic, com a espectador, oient, lector, alumne, que també sóc. Autors de llibres i de blocs, difusors de la ciència per les xarxes socials, molts dels quals no sé ni quina cara feu més enllà del vostre “avatar”. Gràcies a tots.

Gràcies als meus companys professors de La Salle Girona, molts dels quals també fóreu els meus profes. També gràcies a vosaltres, alumnes, que m'heu fet descobrir que si bé és apassionant estudiar la ciència, encara ho és més explicar-la.



Sento un profund agraïment cap als meus mestres i professors. Des de la meva mestra d'educació infantil, la Maria Àngels, als professors que m'heu guiat la tesi doctoral, passant per tots els mestres, "madres" i "profes" que m'heu acompanyat al llarg dels meus 27 anys de formació. Un record especial a la Pilar qui va ser la primera professora que (després del meu pare, val a dir) em va obrir les portes a un laboratori convidant-me a entrar a un món apassionant que ja llavors, amb només 12 anys, em va captivar i marcar per sempre.

Thanks very much Sir Poliakoff, Sam and Brady and friends. It was a real pleasure to learn with you during my PhD stay at University of Nottingham.

I finalment a vosaltres, Sílvia, Miquel i Pep. La vostra desmesurada i contagiosa passió per la química i per explicar-la, el vostre afany d'aprendre i d'ensenyar, juntament amb el vostre acompanyament personal han estat el motor i guia que m'ha conduït durant aquests darrers anys de formació. Gràcies per ésser tan bons professors i, encara més enllà, per esdevenir inoblidables Mestres i veritables Amics.

# LLISTA DE PUBLICACIONS

---

Entre les publicacions que han estat publicades durant la tesi de l'aspirant a doctor aquestes són les que han estat escollides i es recullen als capítols de resultats de la present memòria de tesi. Allà on s'adjunten es justifica la seva elecció:

- Duran, J., **Vieta, J.A.**, Duran, M. (2016). React... explode! Evidences of the relationship between recreational Chemistry and the increase of chemical vocations. Manuscrit presentat per ésser publicat.
- Duran, M., Duran, J., Simon, S., **Vieta, J.A.**, Blasco, F. (2016). Magic & Science Walking Tours: The case of Girona. *Figshare*. doi: 10.6084/m9.figshare.3806727
- Duran, M., Duran, J., Simon, S., Blasco, F., **Vieta, J.A.** (2016). Ciència oberta i Viquipèdia. Pendent de publicació.
- Duran, M., Simon, S., Blasco, F., Duran, J., Guillaumes, L., **Vieta, J.A.** (2016). De la Universidad a la pantalla: Los MOOC, una revolución en la educación superior? En Carlos Monge, Alba García, Patricia Gómez (ed.), *La cultura de los MOOCs* (1a ed., 89-97). Madrid: Editorial Síntesis.
- Duran, J., **Vieta, J.A.**, López, T., Corominas, T. (2015). UAu, Això és Química! Vídeos per apropar la química als estudiants de secundària i batxillerat. Publicat al llibre *Ensenyem i fem química (Actes Quarts Jornades sobre l'Ensenyament de la Química a Catalunya)*, p. 299-310. Ed. Josep M. Fernández-Novell (2015) ISBN: 978-84-944667-4-8. K3FER Editorial. Barcelona.
- Poliakoff, M., Tang, S., Haran, B., **Vieta, J.A.** (2014). The Periodic Table of Videos: an excellent bridge between University research and the high school Chemistry classroom. *Educació Química EduQ*, 18, 30-33.
- **Vieta, J.A.**, Guillaumes, L., Simon, S., Duran, J., Miró, J., Blasco, F., Duran, M. (2014). *MQE: Màgia, Química i Educació*. Publicat al llibre *Ensenyar i Divulgar Química d'avui per demà (Actes Terceres Jornades Sobre l'Ensenyament de la Química a Catalunya)*. p. 295-303. Ed. Josep M. Fernández-Novell (2014) ISBN: 978-84-942544-5-1. K3FER Editorial. Barcelona.

- **Vieta, J.A.**, Guillaumes, L., Simon, S., Duran, J., Güell, M., Santos, E., Cornellà, P., Solà, M., Duran, M. (2014c). De l'aula universitària als MOOC: Repte i oportunitat per a la didàctica i divulgació científica. Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació (CIDUI).
- **Vieta, J.A.**, Guillaumes, L., Simon, S., Duran, J., Güell, M., Duran, M. (2013). Experiments recreatius i eines 2.0 per a la didàctica i divulgació de la química. Del laboratori universitari a l'aula de secundària, passant per les xarxes socials i l'edició de vídeos. Publicat al llibre "Ensenyament de la Química, de la Innovació a la Indústria (Actes Segones Jornades sobre l'Ensenyament de la Química a Catalunya)" p. 133-142. Ed. Josep M. Fernández-Novell (2013) ISBN: 978-84-942067-5-7. K3FER Editorial. Barcelona.
- Duran, J., **Vieta, J.A.** (2013). Experiments de química recreativa com a eina complementària en l'assignatura Química dels elements. IV Jornades de Bones Pràctiques, Universitat de Girona.
- **Vieta, J.A.**, Simon, S., Duran, J., Güell, M., Duran, M., Guillaumes, L. (2012). Recreational Chemistry and 2.0 tools as a way to communicate Science and specifically, Chemistry. Bridge between University and high schools. INTED2012 Proceedings, 3438-3445.
- **Vieta, J.A.**, Duran, M., Simon, S., Duran, J., Guillaumes, L., Güell, M. (2012). La foto química de la setmana: Innovació en la docència i divulgació de la química mitjançant el projecte 2.0 "CatQuímica". II Jornades TIC i Educació. Girona.
- Duran, J., **Vieta, J.A.**, Duran, M., Simon, S. (2012b). Un guia a la butxaca: Itinerari químic per Girona en Realitat Augmentada. II Jornades TIC i Educació. Girona.
- Duran, J., **Vieta, J.A.** (2011). Reacciona... explota!, un taller per fomentar vocacions científiques. Educació Química EduQ, 10, 34-40.

Les referències de la totalitat de les publicacions presentades al llarg d'aquest doctorat es recullen al final d'aquesta memòria, incloent aquestes 14 anteriors que són incrustades de forma literal composant els resultats de la tesi.

# LLISTA D'ABREVIATURES

---

<b>ACCC</b>	Associació Catalana de Comunicació Científica	<b>IYC</b>	International Year of Chemistry (2011)
<b>AIQ</b>	Any Internacional de la Química (2011)	<b>MOOC</b>	Massive Online Open Course
<b>C4</b>	Consell Català de la Comunicació Científica	<b>OCC-UPF</b>	Observatori de Comunicació Científica (UPF)
<b>C4D</b>	Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital (UdG)	<b>OCDE</b>	Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic
<b>CCS-UPF</b>	Centre d'Estudis de Ciència, Comunicació i societat (UPF)	<b>OCW</b>	<i>OpenCourseWare</i>
<b>DIEC2</b>	Diccionari de la llengua catalana, segona edició (IEC)	<b>PISA</b>	<i>Programme for International Student Assessment</i>
<b>EduQ</b>	Revista Educació Química (SCQ)	<b>PTOV</b>	<i>The Periodic Table of Videos</i>
<b>ERC</b>	<i>European Research Council</i>	<b>RI</b>	<i>The Royal Institution</i>
<b>ESO</b>	Educació Secundària Obligatòria	<b>RSC</b>	<i>Royal Society of Chemistry</i>
<b>EuCheMS</b>	<i>European Chemical Sciences</i>	<b>SCQ</b>	Societat Catalana de Química (filial IEC)
<b>EU-ERAM</b>	Escola Universitària ERAM (adscriu UdG)	<b>TED</b>	Technology, entertainment, Design
<b>FCRi</b>	Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació	<b>TED-Ed</b>	TED Education
<b>FECYT</b>	<i>Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología</i>	<b>TIC</b>	Tecnologies de la informació i de la comunicació
<b>GRECC-UPF</b>	Grup de Recerca en Comunicació Científica (UPF)	<b>UdG</b>	Universitat de Girona
<b>IEC</b>	Institut d'Estudis Catalans	<b>UE</b>	Unió Europea
<b>IQCC</b>	Institut de Química Computacional i Catàlisi (UdG)	<b>UoN</b>	<i>University of Nottingham</i>
		<b>UPF</b>	Universitat Pompeu Fabra

# ÍNDIX DE TAULES

---

<b>Taula 4.1.</b> Coeficients corresponents a l'índex altmetric. Recuperada de <a href="https://help.altmetric.com/support/solutions/articles/6000060969-how-is-the-altmetric-score-calculated-">https://help.altmetric.com/support/solutions/articles/6000060969-how-is-the-altmetric-score-calculated-</a> .....	56
<b>Taula 5.1:</b> Organization of courses prior to entering the University in the Spanish education system. Relationship between courses and the years of our study. Spanish education system compared with other systems .....	131
<b>Taula 7.1.</b> Cadascuna de les 11 a turades de l'itinerari Químic per Girona amb els conceptes que s'hi presenten .....	174
<b>Taula 8.1.</b> Diferencias entre un MOOC y un curso online clásico .....	220
<b>Taula 8.2.</b> 23 claves para montar un MOOC y disfrutar de ello .....	224

# ÍNDIX DE FIGURES

---

<b>Figura 1.1.</b> Michael Faraday duent exposant una <i>Christmas lecture</i> a la <i>Royal Institution</i> . London, 1855. ( <i>Wikimedia Commons</i> ) .....	13
<b>Figura 4.1.</b> Els sis braços de la Ciència Oberta .....	43
<b>Figura 4.2.</b> Ciència Oberta desplegada .....	43
<b>Figura 4.3.</b> Garnet Cycle (visibilitat respecte el temps) .....	47
<b>Figura 4.4.</b> Diverses technologies situades al Garnet Cycle .....	48
<b>Figura 4.5.</b> Quatre formes de mesurar l'impacte .....	57
<b>Figura 4.6.</b> Capçalera del bloc <i>PepQuímic.cat</i> . Recuperada de <a href="http://pepquimic.cat/">http://pepquimic.cat/</a> .....	62
<b>Figura 4.7.</b> Caricatura publicada per PHDComics sobre l'ús del Twitter per part dels investigadors. Recuperat de <a href="http://www.phdcomics.com/comics.php?f=1737">http://www.phdcomics.com/comics.php?f=1737</a> .....	66
<b>Figura 4.8.</b> El diumenge 7 de maig de 2011 vaig dedicar l'espai "Es laboratori" del programa "El Xiringuito" de Ràdio Blanes a Lavoisier, amb motiu del 217è aniversari del seu assassinat .....	69
<b>Figura 4.9.</b> Captura de pantalla de l'edició d'Espai Terra de TV3 corresponent a dilluns 7 d'abril de 2014 <a href="http://tinyurl.com/tesiPAV4-19">http://tinyurl.com/tesiPAV4-19</a> .....	71
<b>Figura 4.10.</b> La nostra col·laboració a l'Espai Terra de la diada de Sant Jordi 2014, al plató mòbil de TV3 en plena Plaça de Catalunya de Barcelona. Recuperat de <a href="http://tinyurl.com/tesiPAV4-19-1">http://tinyurl.com/tesiPAV4-19-1</a> .....	71
<b>Figura 4.11.</b> Logotip d'Aula Blanes. Disseny de Sergi Seira .....	74
<b>Figura 4.12.</b> Presentant a l'amic i investigador Tomàs Llorens que ens oferí "Els microorganismes del sofre i l'origen de la vida a la Terra" (gener de 2014) .....	74
<b>Figura 4.13.</b> Model of a carbon nanotube designed by the technique of origami .....	80
<b>Figura 4.14.</b> Model of a benzene molecule, designed by the technique of balloon twisting .....	80
<b>Figura 4.15.</b> Principal image of the web page <i>Itinerari Químic per Girona</i> .....	80
<b>Figura 4.16.</b> <i>Layar</i> application of Augmented Reality for smartphones of <i>Itinerari Químic per Girona</i> .....	81
<b>Figura 4.17.</b> The preparation of an edible green fried egg, by acid-base reactions, was one of our contributions to the project <i>Ciència a la Cuina of Recerca en Acció</i> .....	81

<b>Figura 4.17.</b> Opening of the exhibition <i>Ciència i esport: Nous materials en esports de muntanya</i> (Science and Sport: New materials in mountain sports). Facultat de Ciències UdG, Science Week 2009 .....	82
<b>Figura 4.18.</b> Opening of the exhibition <i>Ciència i esport: Nous materials en esports de muntanya</i> (Science and Sport: New materials in mountain sports). Facultat de Ciències UdG, Science Week 2009 .....	82
<b>Figura 4.19.</b> Principal image of the website <i>Ciència i esport: Nous materials en els esports de muntanya</i> .....	82
<b>Figura 4.20.</b> The youngest students of the school can manipulate in the conference <i>Química un ingredient saludable</i> .....	83
<b>Figura 4.21.</b> Manipulative conferences with young school students .....	83
<b>Figura 4.22.</b> Logo of the project <i>Reacciona... explota!</i> .....	84
<b>Figura 4.23.</b> <i>Reacciona... explota!</i> Popular chemistry experiments in a high school class .....	84
<b>Figura 4.24.</b> Logotip de la Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital de la UdG .....	89
<b>Figura 4.25.</b> Construcció de la taula periòdica fruit del projecte “Els elements entre nosaltres” .....	91
<b>Figura 4.26.</b> Detall de la taula periòdica d’objectes reals que contenen els elements. Silici i Fòsfor .....	91
<b>Figura 4.27.</b> Gravacions del projecte <i>UAu, això és química!</i> Als els estudis de l’ERAM .....	92
<b>Figura 4.28.</b> Captura d’un dels vídeos del MOOC “Descubriendo la química: de la alquímia a las partículas subatómicas” .....	92
<b>Figura 4.29.</b> Capçalera del bloc <i>CatQuímica</i> . Pal de paller del projecte “CatQuímica”. Recuperada de <a href="https://catquimica.cat/">https://catquimica.cat/</a> .....	99
<b>Figura 4.30.</b> Petit recull de les 52 imatges que formen part del subprojecte “La Foto Química de la Setmana” .	100
<b>Figura 4.31.</b> Foto Química de la Setmana. Esferificació inversa de iogurt. Foto, Anna Casamitjana .....	101
<b>Figura 4.32.</b> Cada matí prenem una dosi d’àcid ascòrbic, més conegut com a vitamina C, contingut al suc de taronja .....	101
<b>Figura 4.33.</b> Preparant els dissenys de les futures estores de Corpus amb motius químics. Gener de 2011 .....	104
<b>Figura 4.34.</b> Estora de Corpus amb matrassos als seus motius. Blanes, Diumenge de Corpus 2011 .....	104
<b>Figura 4.35.</b> Processó passant sobre l’estora floral amb la molècula del DNA i el logotip de l’AIQ2011 com a motius. Blanes, Diumenge de Corpus 2011 .....	104

<b>Figura 5.1.</b> Representació gràfica de les visualitzacions del canal de Youtube respecte el temps. Recuperada de <i>Youtube analítics</i> .....	110
<b>Figura 5.2.</b> Representació gràfica de les visualitzacions del canal de Youtube respecte el temps. Recuperada de <i>Youtube analítics</i> .....	110
<b>Figura 5.3.</b> Representació geogràfica del temps de visualització relatiu a la zona on es troba l'espectador. Recuperada de <i>Youtube analítics</i> .....	111
<b>Figura 5.4.</b> Experiment alquimista anomenat <i>Les dents de drac</i> .....	115
<b>Figura 5.5.</b> El nitrogen líquid pot congelar una flor en qüestió de segons .....	115
<b>Figura 5.6.</b> L'espectacular <i>reacció termita</i> és una de les mostres més belles de reacció exotèrmica .....	116
<b>Figura 5.7.</b> Claus soldats pel ferro fos producte de la <i>reacció termita</i> .....	116
<b>Figura 5.8.</b> Reacció de desproporció del peròxid d'hidrogen catalitzada per iodur potàssic .....	117
<b>Figura 5.9.</b> L'espectacularitat de la reacció la fa perfecta per a una sessió divulgativa amb estudiants de secundària .....	117
<b>Figura 5.10.</b> Reacció entre fòsfor vermell i clorat de potassi iniciada per pressió .....	119
<b>Figura 5.11.</b> Efecte del fred sobre un globus ple d'aire .....	119
<b>Figura 5.12.</b> Màgica aparició de <i>la serp del faraó</i> .....	122
<b>Figura 5.13.</b> Reacció termita a la <i>Researchers' Night</i> 2010. Fotografia d'Òscar Bonet .....	122
<b>Figura 5.14.</b> Flama d'una dissolució alcohòlica de clorur de coure (II) .....	123
<b>Figura 5.15.</b> Experiments performed in third course of secondary school and in first course of high school. Valuation of students is in a range of 1-10 .....	133
<b>Figura 5.16.</b> Students from 3 <sup>rd</sup> Secondary Course, and 1 <sup>st</sup> High School, after the experiments, who give their opinion to the question "Is Chemistry dangerous?" .....	134
<b>Figura 5.17.</b> Students from 3 <sup>rd</sup> Secondary Course, and 1 <sup>st</sup> High School, after the experiments, who said they would like to do chemistry experiments .....	135
<b>Figura 5.18.</b> Students from 3 <sup>rd</sup> secondary course, after the experiments, who say they want to learn chemistry next course .....	135
<b>Figura 5.19.</b> Students from 4 <sup>th</sup> Secondary Course, and 2 <sup>nd</sup> High School, after the experiments, who give their opinion to the question "workshop motivates to study chemistry?" .....	136



<b>Figura 5.20.</b> Students from 3 <sup>rd</sup> and 4 <sup>th</sup> Secondary Course, and 1 <sup>st</sup> and 2 <sup>nd</sup> High School, after the experiments, who give their opinion to the question “chemistry is a difficult subject?” .....	137
<b>Figura 5.21.</b> Students from 3 <sup>rd</sup> and 4 <sup>th</sup> Secondary Course, and 1 <sup>st</sup> and 2 <sup>nd</sup> High School, after the experiments, who say they like to watch chemistry experiments. ....	138
<b>Figura 5.22.</b> Students from 3 <sup>rd</sup> and 4 <sup>th</sup> Secondary Course, and 1 <sup>st</sup> and 2 <sup>nd</sup> High School, after the experiments, who say they would study chemistry at the University .....	138
<b>Figura 5.23.</b> Number of students, from the schools studied, who decided study science in high school and students who decided course chemistry as a subject. Results of 2012-2013 correspond to the group studied .....	140
<b>Figura 5.24.</b> Number of students, from the schools studied, who decided study chemistry in the University of Girona. Results of 2012-2013 correspond to the group studied. ....	140
<b>Figura 5.25.</b> “Escalada del coneixement” de l’alumna de secundària Anna Petit guardonat al concurs “Dibuixa un científic o científica” convocat amb motiu de la Nit de la Recerca 2013 .....	144
<b>Figura 5.26.</b> Foto publicada a <i>El Punt Avui</i> de 22 de setembre de 2014, juntament amb un reportatge sobre el projecte <i>NinsLab</i> . Foto: Joan Castro/Iconna .....	148
<b>Figura 5.27.</b> Logotip de <i>NinsLab</i> .....	148
<b>Figura 5.28.</b> Al laboratori de recerca (Departament de Química UdG) amb el fulard del nostre Cau (AEiG Pinya de Rosa de Blanes) .....	148
<b>Figura 5.29.</b> Taula Periòdica dels Elements gironina. Disseny promogut pel Departament de Química de la UdG .....	152
<b>Figura 5.30.</b> Trencaclosques de la Taula Periòdica dels Elements a <i>La Fête de la Science</i> de Perpinyà 2014. Disseny C4D UdG .....	153
<b>Figura 5.31.</b> <i>La Nit Europea de la Recerca</i> a Girona. Pati de la Casa de Cultura, setembre de 2013 .....	153
<b>Figura 5.32.</b> L’equip presentant l’espectacle <i>La Màgia de la Tabla Periódica. II Jornadas de Divulgación Innovadora</i> . Saragossa, octubre 2014 .....	154
<b>Figura 6.1.</b> The PTOV homepage with the current nine regular presenters. Clicking on each element opens a link to the video about it .....	163
<b>Figura 6.2.</b> Brady Haran recording at the GSI (Gesellschaft fuer Schwerionenforschung), Darmstadt, Germany, where hassium was first synthesized .....	165
<b>Figura 6.3.</b> Prof. Sir Martyn Poliakoff in one of the videos of the project .....	165

<b>Figura 6.4.</b> Captura de pantalla del meu canal de Youtube amb la imatge destacada dels darrers vídeos .....	167
<b>Figura 7.1.</b> Tots els sistemes de Realitat Augmentada consten d'aquests quatre blocs .....	173
<b>Figura 7.2.</b> Exemple de superposició d'informació: la imatge real comparteix espai a la pantalla amb la informació virtual. En aquest cas, les diferents aturades que componen l'itinerari .....	173
<b>Figura 7.3.</b> Des del dispositiu mòbil es pot consultar tota la informació continguda a la pàgina web vinculada a l'itinerari .....	175
<b>Figura 7.4.</b> L'aplicació de realitat augmentada permet situar l'itinerari en el mapa i seguir-lo sense dificultats .....	175
<b>Figura 7.5.</b> Científic-magic itinerary through Girona .....	181
<b>Figura 7.6.</b> MAGSCI logo .....	182
<b>Figura 8.1.</b> En aquest projecte s'ha partit de situacions quotidianes, protagonitzades per persones joves. En aquest cas, aquesta xocolata amb nata exemplifica una mescla heterogènia .....	199
<b>Figura 8.2.</b> Reacció entre el sodi i l'aigua sota una capa d'oli. Cap al final de l'experiment el color de la fase aquosa és ben rosat .....	199
<b>Figura 8.3.</b> L'experiment que il·lustra la formació de cristalls va tenir lloc en el plató de l'Escola d'Audiovisuals i Multimèdia, ERAM, convertit en un laboratori per uns dies .....	199
<b>Figura 8.4.</b> L' <i>espavilat</i> detectiu s'ha adonat que el pont fa poc que s'ha pintat. El projecte ha comptat amb diversos col·laboradors: actors de l'ERAM, alumnes del grau de química, entitats, empreses i particulars .....	199
<b>Figura 8.5.</b> Tres joves músics estan a punt de descobrir que la música i la química tenen una relació poc coneguda .....	204
<b>Figura 8.6.</b> En els vídeos de UAU s'ha utilitzat un segon escenari per als experiments de més gran format, els que requerien d'un espai més ampli. Aquesta gran sala també es troba a l'edifici de l'ERAM .....	204
<b>Figura 8.7.</b> Visualitzacions del canal <i>UAU! Això és química</i> des de la seva creació el desembre de 2013 .....	205
<b>Figura 8.8.</b> Estadística dels cinc vídeos més vistos (per temps de visualització) .....	206
<b>Figura 8.9.</b> Visualitzacions del projecte segons edat i sexe .....	207
<b>Figura 8.10.</b> capçalera del web <i>Obrint la Ciència</i> . Recuperat de <a href="http://aciencia2013.blogspot.com">http://aciencia2013.blogspot.com</a> .....	209

<b>Figura 8.11.</b> Estudi de gravació <i>low-cost</i> a l'ICE Universitat de Girona portat per Pere Cornellà. <i>Una aula equipada amb una tela verda com a croma, un projector i un ordinador portàtil com a telepromter, una càmera i un micròfon varen ésser les eines necessàries per a gravar els vídeos del MOOC</i> .....	215
<b>Figura 8.12.</b> Gravant un dels vídeos del MOOC “Magia, ciència y secretos confesables” amb els professors Fernando Blasco (Universidad Politécnica de Madrid) i Miquel Duran (Universitat de Girona) a l'estudi <i>low-cost</i> improvisat al Parc Científic i Tecnològic de la UdG .....	215
<b>Figura 8.13.</b> Estudio de grabación durante el proyecto <i>UAu, Això és química!</i> Escuela de Audiovisuales y Multimedia (ERAM) adscrita a la Universitat de Girona, Junio de 2014 .....	221
<b>Figura 8.14.</b> La meua arribada al despatx de Sir Prof. Martyn Poliakoff a la Universitat de Nottingham amb l'obsequi de la Taula Periòdica de Girona per a la seva col·lecció. Nottingham, abril de 2013 .....	225
<b>Figura 8.15.</b> Pantalla principal de Periodic Videos a TED-Ed (TED-Ed 2014) .....	226
<b>Figura 8.16.</b> Captura de pantalla de la lliçó sobre l'element hidrogen (TED-Ed 2014) .....	227
<b>Figura 8.17.</b> Captura de pantalla del vídeo “Periodic Table of Lessons” on surt una foto meua de quan em trobava al despatx de Sir Martin Pliakoff, on vaig treballar durant tres mesos dissenyant les lliçons pel projecte de portar els Periodic Videos a Ted Ed (Periodic Videos 2014) .....	227
<b>Figura 12.1.</b> Les cares dels infants davant d'un experiment químic tan bell com la reacció termita (aluminotèrmia entre l'òxid de ferro i l'alumini) pronostiquen un bon futur. Foto: Pep Anton Vieta, Nit Europea de la Recerca 2016. Girona, 30 de setembre de 2016 .....	245

# PROJECTES I FONDS DE FINANÇAMENT

Aquesta tesi s'ha pogut dur a terme gràcies al finançament rebut per l'Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca (AGAUR), Generalitat de Catalunya, amb el projecte "**Química teòrica i Modelatge i Enginyeria molecular (QtMEm)** (2009SGR0528)" dirigit per Luis Blancafort San Jose en el període 2009-2014 amb la beca de doctorat inclosa al projecte "**Péptidos e Interacciones Moleculares: Estrategias de cálculo y Solidez Computacional** (MAT2008-04834)" del Ministerio de Educación y ciencia (MEC) dirigit per Miquel Duran Portas en el període de 2009-2011 així com "**Beques per a estades de recerca a l'estranger (BE2012)** (2012 BE1 00899)" de l'Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca (AGAUR). Generalitat de Catalunya rebuda durant el període de 2013. pel que fa a la possibilitat de fer l'estada de recerca a la University of Nottingham durant tres mesos de l'any 2013.

El conjunt de projectes en els quals ha estat inclosa l'activitat investigadora durant la present tesi són els següents:

Codi Projecte	Títol	N. Projecte Oficial	Investigador responsable	Dates d'inici i finalització	Entitat finançadora
007341	Química y Deporte	FCT-09-1459	Josep Duran Carpintero	01/01/2009 31/12/2009	FECYT
007343	Reacciona y Explota	FCT-09-1490	Josep Duran Carpintero	01/01/2009 31/12/2009	FECYT
006342	Péptidos e interacciones moleculares: Estrategias de cálculo y Solidez Computacional	MAT2008-04834	Miquel Duran Portas	01/01/2009 31/12/2011	EMED
006341	Química teòrica i modelatge i Enginyeria molecular (QtMEm)	2009SGR0528	Luis Blancafort Sn Jose	31/07/2009 30/04/2014	AGAUR
007404	Feria de ciencia para pequeños grandes científicos	FCT-10-1396	Lidia Ochoa Cañigueral	01/02/2010 31/01/2011	FECYT

007407	Realització i filmació de vint-i-sis experiments de química recreativa per un programa de televisió de divulgació científica	050/10 28/06/10	Josep Duran Carpintero	23/04/2010 11/01/2011	XGLV-GEN-LOCK VÍDEO, SL
008169	Accions per a l'estímul de les vocacions científiques (químiques)	2011 ACDC 00104	Josep Duran Carpintero	01/01/2011 31/12/2011	3618- Generalitat de Catalunya.
008172	Chemists everywhere	287435	Sílvia Simon Rabasseda	01/05/2011 30/11/2011	UDRE-DG
008168	LA Noche de los Investigadores 2011: Químicos por todas partes	X3_1100_E32_11_03_04	Sílvia Simon Rabasseda	29/07/2011 28/07/2012	FECYT
009873	CatCiència: Despertem l'interès per la Ciència	2012ACDC00120	Sílvia Simon Rabasseda	01/01/2012 31/12/2012	3618- Generalitat de Catalunya
008173	Nuevos enfoques para el estudio computacional de biomoléculas, interacciones de espín en agregados metálicos y sistemas moleculares de almacenamiento de hidrógeno	CTQ2011-23441	Miquel Duran Portas	01/01/2012 31/12/2014	EMCI-MICIN
009274	Fira de la Ciència- Petits Grans Científics i científiques 2012	2012ACDC00127	Lidia Ochoa Cañigüeral	08/01/2012 31/12/2012	3618- Generalitat de Catalunya
009874	LA Nit de la Recerca a Girona	2012ACDC00121	Sílvia Simon Rabasseda	01/05/2012 31/12/2012	3618- Generalitat de Catalunya

009875	ResEnergy: Researchers With Energy	316477	Sílvia Simon Rabasseda	01/05/2012 30/11/2012	UDRE-DG (RTD)
009181	El método científico-tecnológico como motor de transformación de la educación primaria. Proyecto piloto con la Escuela Carme Auguet	FCT-12-5674	Maria Rosa Tarradellas Piferrer	01/09/2012 31/08/2013	FECYT
009876	La Noche de los Investigadores en Girona	FCT-12-4112	Sílvia Simon Rabasseda	01/09/2012 31/08/2013	FECYT
009877	U-Au! Esto es química	FCT-12-4592	Josep Duran Carpintero	01/09/2012 31/07/2013	FECYT
009878	Semblança Quàntica Aplicada	SING12/05	Emili Besalú Llorca	01/04/2013 31/03/2014	VUDG (UdG)
009879	Beques per a estades de recerca a l'estranger (BE2012)	2012BE1 00899	Josep Antoni Vieta Corcoy	01/04/2013 30/06/2013	AGAUR
009856	El método científico-tecnológico y la colaboración entre la universidad y escuela como motor para transformar una escuela en una magnet school.	FCT-13-7861	Maria Rosa Tarradellas Piferrer	01/09/2013 31/08/2014	FECYT
009872	Las Seis Noches de los Investigadores. Cómo ha cambiado la percepción de los Investigadores y la Ciencia!	FCT-13-7751	Sílvia Simon Rabasseda	01/09/2013 31/08/2014	FECYT

012581	Desenvolupar un projecte de recerca i difusió de la ciència mitjançant la plataforma NINSLAB	R080/14 15/12/2014	Sílvia Simon Rabasseda	09/05/2014 08/05/2015	EDUC- Educadores SL
010990	Ciencia, tecnología y creatividad al servicio de un objetivo: transformar la escuela Carme Auguet en una magnet school	FCT-14-8678	Maria Rosa Tarradellas Piferrer	01/09/2014 31/12/2015	FECYT
011173	De la Magia de la ciència a la Ciencia de la Magia	FCT-14-9228	Miquel Duran Portas	01/09/2014 31/03/2016	FECYT

# PREÀMBUL.

## EL QUI, EL COM I EL PERQUÈ

### D'AQUESTA TESI

---

“La funció pública de la Universitat és la d’aportar solidesa intel·lectual a la ciutadania per dibuixar un nou relat alternatiu sensible al benestar”.

El professor de la UdG Xavier Besalú segueix parlant però aquesta frase em ressona al cap. Estic ben assegut, segurament per darrera vegada, entre companys, a la inauguració del nou curs acadèmic 2014-2015 de la Universitat de Girona. Després d’uns quants anys de formació, feta la carrera de química, el màster de recerca, el d’educació i el doctorat que culminarà amb la publicació d’aquesta tesi, em sintetitzen, en una única frase, el sentit de tot plegat.

Quan de sobte:

- PepQuímic?
- Ei! Què tal? (responc tot girant-me, amb volum decreixent al recordar on som)

El crit d’una companya, asseguda darrere d’on em trobo, em fa perdre el fil de les meves cavil·lacions, així com del solemne acte...

I sí, jo sóc en *PepQuímic*. Aquest ha estat el meu *nickname* durant els darrers vuit anys. Encara em trobava acabant la llicenciatura en química a la UdG quan la meva passió per la ciència – especialment per la química- em va portar a submergir-me a l’apassionant món de la divulgació. Primer va venir l’acció, més endavant vindria la recerca i tot plegat començaria a prendre sentit i a agafar cos i estructura d’investigació universitària quan començaria el doctorat que ara fineix.

Al tractar-se d’una tesi en comunicació una de les meves principals preocupacions, havent fet la redacció des continguts i la recopilació dels articles que conformen la memòria, era que aquesta comptés amb un fil argumental, que no fos una mera compilació de continguts, una construcció en base de blocs independents sinó que s’estructurés com un tot, un conjunt on s’explica una història que té un inici, un desenvolupament i un final, no tancat -evidentment- permetent la continuació de la tasca investigadora.



Et demano disculpes, ja abans de començar, lector, investigador que potser consultes aquesta obra per a interès de la teva recerca (em sento satisfet de contribuir-hi, si aquest és el cas). Et demano disculpes precisament per això. Perquè en aquesta tesi et trobaràs amb formats i amb pàgines escrites en estil poc freqüents en publicacions científiques. Em refereixo al relat en primera persona i l'ús de recursos literaris emprats en altres tipus de publicacions com ara les divulgatives (admiro l'ús que fa Mans del diàleg amb el lector imaginari als seus llibres de divulgació de la química). Sóc conscient que aquesta és una memòria científica, publicada amb l'afany d'aconseguir el títol de doctor dins del Programa de Doctorat en Química i crec fermament que el rigor i el mètode científic s'hi recullen de forma indiscutible i així ho defensaré. Ara bé, tal i com acabo d'escriure, aquesta publicació també vol ser coherent amb el que ha estat aquest treball de doctorat. Aquest ha consistit en una recerca i una acció amb un destinatari clar, al qual he parlat cara a cara oferint-li els fruits d'aquesta innovació, emmarcat en un espai-temps també força delimitat. Aquests mateixos destinataris –que llegint les següents pàgines descobriràs qui han estat- també han de ser, juntament amb tu, investigador universitari, els lectors i qui treguin suc d'aquesta obra.

Precisament amb aquest mateix argument defenso que la present memòria hagi estat escrita en llengua catalana i no en anglès, la *lingua franca* de la ciència. L'activitat divulgativa que s'hi recull ha estat duta a terme en el llenguatge més proper possible al destinatari, sovint alumnes i professors de tots els nivells educatius, del nostre entorn més proper. De manera que si bé, tal i com es recull a les següents pàgines, s'han dut a terme accions divulgatives a l'estranger on el castellà, anglès o francès han estat emprats com a llengua de comunicació, el català ha estat la llengua vehicular d'aquesta tesi. Ara bé, com a format vàlid, tal i com recull l'escola de doctorat de la nostra Universitat de Girona i, específicament, el Programa de Doctorat en Química, aquesta és una tesi escrita en format tradicional que incorpora la part de resultats en forma d'articles els quals han d'ésser adjuntats a la present en la seva llengua original. Així que et trobaràs amb alguns d'aquests articles escrits en anglès al ser aquests fruit de comunicacions presentades a congressos internacionals o d'articles publicats a revistes del mateix abast.

Com a petit incís vull mencionar que sempre que trobis el símbol “@” davant d'un mot indica que aquest és un usuari de twitter. El primer cop que cada personatge o institució apareix en aquesta memòria hi especifico el seu usuari de twitter. Al capítol quart aprofundeixo en l'ús del twitter en la comunicació científica.

També vull destacar que les fonts bibliogràfiques que no corresponen a documents ni a webs o blocs editats pel nostre grup, però que trobo un interès especial en que hi siguin referenciades les trobareu en forma d'URL .

Finalment destaco la importància que he donat a l'actualitat en la redacció de la present memòria, especialment pel que fa al capítol introductor. Et trobaràs amb referències a articles publicats als mitjans i a comentaris llegits a les xarxes socials aquest mateix setembre de 2016. Mentre he anat redactant aquestes pàgines he seguit atent a l'actualitat pel que fa a la comunicació científica. De la mateixa manera destaco que l'objectiu del capítol primer és el de recollir els meus referents en el tema, que m'hi han introduït i la base sòlida des d'on he partit alhora de desenvolupar la recerca que aquí publico. Amb això vull dir que no es tracta d'un treball de recerca exhaustiu de totes les referències sobre el tema, sinó que aquestes estan acotades i són "curades" segons el criteri esmentat construint la introducció d'aquesta obra.

Acabo aquest preàmbul amb la reflexió al voltant del motiu, el perquè d'aquesta tesi.

Era el 2008 quan, durant el meu darrer curs de llicenciatura en química, l'equip de professors encapçalat per Sílvia Simon (@SilviaSimonR), Josep Duran (@pepduran) i Miquel Duran (@miquelduran) em van convidar a formar part de la recent nascuda Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital de la UdG (@c4dudg). Jo, amb inquietuds per a la docència (amb un *background* com a cap d'escoltisme i animador de pastoral juvenil) i interessat en la divulgació científica em vaig engrescar en el que vaig veure com una gran oportunitat d'aprenentatge i aquí començà l'apassionant aventura que conclou avui. Al capítol quart d'aquesta memòria ja tindrè temps de detallar els meus inicis com a divulgador a la xarxa.

Però si vull gratar una mica més, reculant en el temps fins arribar als inicis del meu interès cap a la ciència i cap a l'art d'explicar-la vaig a parar a models televisius, de quan jo tot just encetava l'educació primària, és a dir, quan encara no havia sentit les paraules "àtom" o "molècula". Els meus primers referents com a divulgadors científics van ser dels àmbits de la meteorologia i l'oceanografia. *L'home del temps* de TV3, encarnat en Alfred Rodríguez Picó (@AlfredRPico), Francesc Mauri (@MeteoMauri) o bé Tomàs Molina (@TomasMolinaB) van ser els primers científics que sentia parlar per televisió i que, més enllà de comunicar la previsió meteorològica per a l'endemà divulgaven coneixements científics, explicant com interpretar un mapa isobàric -amb el ball de depressions i anticiclons- o el funcionament d'un baròmetre. Ells em motivaren a gaudir del meu petit observatori casolà on prenia i anotava dades de temperatura i pressió atmosfèrica de forma regular. Era apassionant! Qui m'hagués dit llavors que acabaria col·laborant a TV3 amb el mateix Molina... però això ho explicarem més endavant, al capítol quart d'aquesta tesi. I, qui fou el meu gran referent internacional en mostrar la bellesa del món natural i la passió per a la recerca científica fou el comandant Jacques Cousteau que a bord del seu Calypso, amb el seu equip i a través de la col·lecció de vídeos VHS, em convidà a submergir-me a les profunditats dels oceans de la investigació científica. Més endavant

arribarien els capítols de *El món d'en Beackman* al canal 33, quan jo ja tindria accés a materials i reactius casolans per fer senzills experiments, sempre supervisats pel meu pare, el químic que primer em va encomanar la passió per aquesta ciència.

Han passat els anys i l'aventura no ha fet és que créixer. Tal i com indica el títol de la tesi hem estat "explorant", moguts per la curiositat, duent a terme una autèntica activitat investigadora que avui no és que acabi, aquesta seguirà, però és un bon moment per recapitular i recollir les reflexions i conclusions fruit de la recerca dels darrers anys. Així que, sense més preàmbuls, dono pas als següents capítols que conformen la memòria de la meva tesi doctoral.

**Pep Anton Vieta Corcoy**

*PepQuímic*

Girona, octubre de 2016

# ÍNDIX

---

<b>ÍNDIX</b> .....	<b>I</b>
<b>RESUM</b> .....	<b>V</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>VII</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>IX</b>
<b>1. INTRODUCCIÓ</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Ciència i societat: <i>State of the art</i></b> .....	<b>2</b>
1.1.1 Les conspiracions d'avui contra la ciència .....	3
1.1.2 Qui ha d'explicar ciència? El periodista vs el científic.....	5
<b>1.2 Antecedents</b> .....	<b>6</b>
1.2.1 L'altra cultura.....	6
1.2.2 La divulgació científica: una mica d'història.....	10
1.2.3 De la fosca a la llum. Renaixement de la ciència popular a casa nostra.....	15
<b>1.3 Política científica: L'avui i l'aposta pel demà</b> .....	<b>20</b>
<b>2. OBJECTIUS</b> .....	<b>27</b>
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>31</b>
<b>4. RESULTATS I: COMUNICACIÓ PÚBLICA DE LA CIÈNCIA</b> .....	<b>35</b>
<b>4.1 El llenguatge de la comunicació científica</b> .....	<b>38</b>
<b>4.2 Ciència oberta: el canvi de paradigma?</b> .....	<b>39</b>
4.2.1 Ciència Oberta i Viquipèdia.....	41
<b>4.3 El meu bloc de divulgació científica</b> .....	<b>61</b>
4.3.1 La comunicació científica i les xarxes socials .....	64
<b>4.4 Divulgant la ciència per diversos mitjans</b> .....	<b>67</b>
4.4.1 Premsa escrita .....	67
4.4.2 Ràdio.....	69
4.4.3 Televisió .....	69
4.4.4 Cicles de conferències divulgatives .....	72
<b>4.5 La Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital de la UdG</b> .....	<b>74</b>
4.5.1 Recreational Chemistry and 2.0 tools as a way to communicate Science and, specifically, Chemistry. Bridge between University and high schools .....	77
4.5.2 Experiments recreatius i eines 2.0 per a la didàctica i divulgació de la química. Del laboratori universitari a l'aula de secundària, passant per les xarxes socials i l'edició de vídeos .....	87

4.5.3	Una experiència de comunicació global: L'Any Internacional de la Química .....	94
4.5.4	La foto química de la setmana. Innovació en la docència i divulgació de la química mitjançant el projecte 2.0 "catquímica" .....	97
<b>5.</b>	<b>RESULTATS II: TALLERS DIVULGATIUS. FORMATS MODERNS PER A OBJECTIUS CLÀSSICS .....</b>	<b>107</b>
<b>5.1</b>	<b>Reacciona... explota! .....</b>	<b>109</b>
5.1.1	Reacciona... explota!, un taller per fomentar les vocacions científiques .....	113
5.1.2	React... Explode! Evidences of the Relationship between Recreational Chemistry and the Increase of Chemical Vocations .....	127
<b>5.2</b>	<b>De la C4D a les escoles. De les escoles a la C4D .....</b>	<b>143</b>
5.2.1	Dibuixa a un científic.....	143
5.2.2	NinsLab. Ciència de conte .....	145
<b>5.3</b>	<b>La màgia com a recurs per a divulgar ciència .....</b>	<b>147</b>
5.3.1	MQE: Màgia, Química i Educació .....	149
5.3.2	La importància de l'Storytelling: traduir la ciència en una història .....	156
<b>6.</b>	<b>RESULTATS III: VÍDEOS DIVULGATIUS. DE LA DESAPARICIÓ DEL VHS A LA REVOLUCIÓ YOUTUBE .....</b>	<b>157</b>
<b>6.1</b>	<b><i>The Periodic Table of Videos. Un model a seguir .....</i></b>	<b>158</b>
6.1.1	«The Periodic Table of Videos»: an excellent bridge between University research and the high school chemistry classroom .....	161
<b>6.2</b>	<b>Experimentant amb el <i>Youtube</i> .....</b>	<b>167</b>
<b>6.3</b>	<b>Del <i>Youtube</i> a la televisió per tornar al <i>Youtube</i>.....</b>	<b>168</b>
<b>7.</b>	<b>RESULTATS IV: ITINERARIS CIENTÍFICS. FUSIÓ ENTRE TERRITORI I CIÈNCIA .....</b>	<b>169</b>
<b>7.1</b>	<b>Itinerari Químic per Girona.....</b>	<b>170</b>
7.1.1	Un guia a la butxaca. Itinerari químic per girona en realitat augmentada.....	171
<b>7.2</b>	<b>Itinerari màgic-científic per Girona .....</b>	<b>177</b>
7.2.1	Magic & Science Walking Tours: the case of Girona .....	179
<b>8.</b>	<b>RESULTATS V: FORMACIÓ. APLICACIÓ D'INNOVACIONS PEDAGÒGIQUES</b>	<b>185</b>
<b>8.1</b>	<b>La col·laboració entre professionals de l'educació científica .....</b>	<b>187</b>
<b>8.2</b>	<b>Millora de Qualitat Docent.....</b>	<b>188</b>
8.2.1	Experiments de química recreativa com a eina complementària en l'assignatura "química dels elements" .....	189
<b>8.3</b>	<b>UAU, Això és Química! .....</b>	<b>195</b>
8.3.1	UAU, això és química! Vídeos per apropar la química als estudiants de secundària i batxillerat.....	197

<b>8.4</b>	<b>Obrint la ciència: com construir ponts entre investigació i societat.....</b>	<b>209</b>
<b>8.5</b>	<b>El MOOC en educació científica.....</b>	<b>209</b>
8.5.1	De l'aula universitària als mooc.....	211
	Repte i oportunitat per a la didàctica i divulgació científica.....	211
8.5.2	De la universidad a la pantalla. Los MOOC: una revolución en la Educación Superior?.....	217
<b>8.6</b>	<b>De la Taula Periòdica dels Vídeos a les lliçons de TED-Ed. Estada de recerca a la Universitat de Nottingham.....</b>	<b>225</b>
<b>9.</b>	<b>DISCUSSIÓ.....</b>	<b>229</b>
9.1	Divulgar ciència... Per què? .....	230
9.2	Divulgar ciència... Quina? .....	231
9.3	Divulgar ciència... Qui? .....	231
9.4	Divulgar ciència... Com? .....	231
9.5	Divulgar ciència... Quan?.....	232
9.6	Divulgar ciència... On? .....	232
9.7	L'ensenyament de la ciència. Mancances i oportunitats.....	233
9.8	Els MOOC i la socialització del coneixement, no de la seva certificació.....	235
9.9	La sempre difícil avaluació de l'activitat divulgativa.....	236
9.10	El canvi d'imatge estereotipada pel foment de la cultura i vocacions científiques i la igualtat de gènere .....	236
9.11	El congrés de comunicació i l'esdeveniment de divulgació com a generadors de coneixement, més enllà de la compartició .....	237
9.12	El pla de difusió contra el calaix tancat.....	238
9.13	La formació del comunicador científic, una tasca contínua i sense fi. Dues recomanacions.....	238
9.14	Satisfaccions professionals i personals arrel d'aquesta tesi.....	239
<b>10.</b>	<b>CONCLUSIONS.....</b>	<b>241</b>
<b>11.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>245</b>
<b>12.</b>	<b>ANNEXOS.....</b>	<b>267</b>



# RESUM

---

Si bé avui les coses estan canviant, esdevenir divulgador de la ciència, comunicador pels mitjans, històricament no ha estat fàcil. Situar-se a cavall de dues disciplines comporta dificultats. Anys enrere es suposava que el científic havia de romandre a la seva torre d'ivori, comunicar els resultats de la seva recerca a revistes i congressos, entre experts, i parlar amb un llenguatge intel·ligible pels profans. Aquest investigador era reconegut i valorat pels companys de professió, contribuïa al progrés de la ciència però també afegia el seu gra de sorra a l'aixecament del mur que la separa de la societat. Ara bé, sempre hi ha hagut científics que han sortit del que era esperable, persones inquietes que han decidit anar més enllà, fent un forat en aquest mur, acostant-hi una escala o projectant el seu enderrocament per donar resposta a necessitats socials com la mera comprensió de l'avenç científic.

Tota crisi és una oportunitat, diuen, i és ben bé així. Un preocupant decreixement pel que fa al nombre de vocacions científiques i, anant més enllà, l'evidència d'un allunyament clar de la societat respecte la ciència, al llarg de la segona meitat del segle passat, va portar al naixement d'una nova concepció des del si de la ciència. Aquí començà una època d'inversió d'esforços de tot tipus per apropar el ciutadà a la recerca i al coneixement científic fins arribar a avui, quan les mateixes polítiques de finançament exigeixen als investigadors que actuïn també de comunicadors apropant la seva recerca a la societat.

En aquest marc l'any 2008 naixia la Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital (C4D) de la Universitat de Girona, quan jo em trobava tancant els estudis de química a la mateixa UdG. L'atractiu de la C4D, els seus projectes i objectius així com la proposta dels professors i investigadors que la lideraven (Sílvia Simon i els qui serien els meus directors de tesi, Josep Duran i Miquel Duran) em captivaren i allí començà la meua formació com a divulgador que amb els anys, l'experiència, l'estudi del màster, l'assistència i presentació de comunicacions a congressos així com la lectura i publicació d'articles a revistes em portarien a esdevenir l'aspirant a doctor que avui sóc.

Al llarg d'aquesta tesi s'han dut a terme projectes de comunicació científica on la innovació i la recerca han estat aplicades per millorar les propostes existents, explorar altres formats i, tot experimentant, proposar novetats sense deixar de banda l'avaluació de la repercussió de l'activitat divulgativa sobre el públic, en el foment de vocacions i en la millora de la percepció social de la ciència. Molts dels canvis socials ocorreguts durant el transcurs de la tesi han estat presos com a reptes de la mateixa esdevenint oportunitats ben aprofitades. Entre ells destacaria



les xarxes socials, com a noves eines de comunicació digital, o la popularització del coneixement obert, així com els MOOC o la *flipped classroom*, com a metodologies innovadores en l'àmbit de l'educació.

L'estada de recerca a la *School of Chemistry* de la *University of Nottingham*, en el si del grup liderat pel Prof. Sir Martyn Poliakoff, amb el projecte de comunicació científica desenvolupat allà i la descoberta d'una altra realitat i una manera diferent de respondre als reptes, esdevé un punt fort de la tesi i de la meva formació.

Els resultats obtinguts en aquesta tesi permetran millorar els processos de comunicació duts a terme per part dels experts en ciència, ja sigui des de la Universitat o des d'altres institucions, optimitzant les accions d'apropament d'aquesta ciència a la ciutadania en funció dels factors intrínsecs i els diversos i variables factors marcats per l'entorn. També es contribueix en la millora de la, sempre difícil, avaluació de l'efecte de l'activitat comunicativa sobre el públic. Finalment es fan interessants i innovadores aportacions en l'establiment de ponts entre la recerca universitària i l'ensenyament secundari per al foment de vocacions i la promoció d'un futur amb ciutadans més compromesos amb la ciència.

# RESUMEN

---

Si bien hoy las cosas están cambiando, convertirse divulgador de la ciencia, comunicador por los medios, históricamente no ha sido fácil. Situar a caballo de dos disciplinas conlleva dificultades. Años atrás se suponía que el científico debía permanecer en su torre de marfil, comunicar los resultados de su investigación en revistas y congresos, entre expertos, y hablar con un lenguaje inteligible para los profanos. Este investigador era reconocido y valorado por los colegas de profesión, contribuía al progreso de la ciencia pero también añadía su grano de arena en el muro que la separa de la sociedad. Ahora bien, siempre ha habido científicos que han salido de lo que era esperable, personas inquietas que han decidido ir más allá, haciendo un agujero en este muro, acercándole una escalera o proyectando su derribo para dar respuesta a necesidades sociales como la mera comprensión del avance científico.

Toda crisis es una oportunidad, dicen, y es exactamente así. Un decrecimiento destacable y preocupante en cuanto a las vocaciones científicas y, yendo más allá, la evidencia de un alejamiento claro de la sociedad respecto a la ciencia, a lo largo de la segunda mitad del siglo pasado, llevó al nacimiento de una nueva concepción desde el seno de la ciencia. Aquí empezó una época de inversión de esfuerzos de todo tipo para acercar al ciudadano a la investigación y al conocimiento científico hasta llegar a hoy, cuando las mismas políticas de financiamiento exigen a los investigadores que actúen también de comunicadores acercando la su investigación a la sociedad.

En este marco el año 2008 nació la Cátedra de Cultura Científica y Comunicación Digital (C4D) de la Universidad de Girona, cuando yo me encontraba terminando los estudios de química en la misma UdG. El atractivo de la C4D, sus proyectos y objetivos así como la propuesta de los profesores e investigadores que la lideraban (Silvia Simon y quienes serían mis directores de tesis, Josep Duran y Miquel Duran) me cautivaron y allí comenzó mi formación como divulgador que con los años, la experiencia, el estudio del máster, la asistencia y presentación de comunicaciones a congresos así como la lectura y publicación de artículos en revistas me llevarían a convertirse en el aspirante a Doctor que hoy soy.

A lo largo de esta tesis se han llevado a cabo proyectos de comunicación científica donde la innovación y la investigación han sido aplicadas para mejorar las propuestas existentes, explorar otros formatos y, experimentando, proponer novedades sin olvidar la

evaluación de la repercusión de la actividad divulgativa sobre el público, en el fomento de vocaciones y en la mejora de la percepción social de la ciencia. Muchos de los cambios sociales ocurridos durante el transcurso de la tesis han sido tomados como retos de la misma convirtiéndose en oportunidades bien aprovechadas. Entre ellos destacaría las redes sociales, como nuevas herramientas de comunicación digital, o la popularización del conocimiento abierto, así como los MOOC o la *Flipped classroom*, como metodologías innovadoras en el ámbito de la educación.

La estancia de investigación en la *School of Chemistry* de la *University of Nottingham*, en el seno del grupo liderado por el Prof. Sir Martyn Poliakoff, con el proyecto de comunicación científica desarrollado allí y el descubrimiento de otra realidad y una manera diferente de responder a los retos, se convierte en un punto fuerte de la tesis y de mi formación.

Los resultados obtenidos en esta tesis permitirán mejorar los procesos de comunicación llevados a cabo por parte de los expertos en ciencia, ya sea desde la Universidad o desde otras instituciones, optimizando las acciones de acercamiento de esta ciencia a la ciudadanía en función los factores intrínsecos y los diversos y variables factores marcados por el entorno. También se contribuye en la mejora de la, siempre difícil, evaluación del efecto de la actividad comunicativa sobre el público. Finalmente se hacen interesantes e innovadoras aportaciones en el establecimiento de puentes entre la investigación universitaria y la enseñanza secundaria para el fomento de vocaciones y la promoción de un futuro con ciudadanos más comprometidos con la ciencia.

# SUMMARY

---

Although today things are changing, becoming a populariser of science, a science communicator through the media, historically has not been easy. To be placed between two disciplines leads difficulties. In the past it was assumed that scientist should remain in their ivory tower, communicating the results of their research in specialized journals and conferences, and they should speak in an understandable language by laymen. This researcher was well worth by colleagues and contributed to the progress of science but he was also a molehill to grow the wall between science and society. However, there have been scientists who escaped from what it was expected, restless people who decided to go further, making a hole in the wall, bringing it a ladder or projecting its demolition to respond to social needs such as mere understanding of scientific progress.

It is said that every crisis is an opportunity, and that's true. A worrying downward trend in numbers of scientific vocations, and going further, the evidence of a clear separation between society and science during the second half of the last century, led to the birth of a new conception from the heart of science. Here began a remarkable effort investment to bring research and scientific knowledge closer to the public. Today, even the funding policies require researchers to become communicators bringing their research to society.

In this context in 2008, when I was ending my studies in Chemistry at University of Girona (UdG), the Chair of Scientific Culture and Digital Communication (C4D) of the UdG was born. The attractiveness of the C4D, its projects and goals as well as the proposal from the professors and researchers who led it (Silvia Simon and those who would be my future PhD supervisors, Josep Duran and Miquel Duran) captivated me and there began my training as a science communicator that over the years and thanks to the experience, studying the master, presenting contributions to several conferences and publishing papers lead me to become the PhD Candidate that I am today.

Throughout this thesis I was involved in different science communication projects where research and innovation have been applied to improve existing proposals and exploring new formats without forget the evaluation of the impact of the outreach activity on the public, in promoting vocations and improving the social perception of science. Many of the social changes occurred during the course of the thesis have been taken as challenges of it becoming new opportunities. Among them I highlight the social networks, such as new digital communication

tools, or the popularization of open knowledge, as well as *flipped classroom* or MOOCs as innovative methodologies in the field of education.

My research stay at the School of Chemistry of the University of Nottingham, within the group led by Prof Sir Martyn Poliakoff, with the science communication project developed there and the discovery of a different reality and another way to respond to the challenges, it became a strong point of the thesis and of my training.

The results obtained, as a part of this thesis, will improve communication processes carried out by experts in science, either from the University or other institutions, optimizing the approach actions of this science to citizenship. It will be also a contribution to the improvement of the -always difficult- evaluation of the effect of these activities on the public. Finally interesting and innovative contributions in the way of building bridges between University research and secondary education are made. All of this with the goal of promoting scientific vocations and a future with citizens really engaged with science.

# 1. INTRODUCCIÓ

---

## 1.1 Ciència i societat: *State of the art*

Mentre em trobava escrivint la present memòria tesi, els calorosos dies del passat juliol, a Barcelona s'estava celebrant la *1st Conference on Social Impact of Science (SIS 2016)* on van participar companys del nostre equip de recerca i comunicació científica, alhora que a Manchester tenia lloc l'*EuroScience Open Forum (ESOF 2016)*. Per altra banda, també durant l'estiu, es dugué a terme el projecte de *crowdfunding* mitjançant la plataforma *Verkami* amb l'objectiu de publicar el llibre *Cómo divulgar ciencia a través de las redes sociales* (Verkami 2016). L'autor és el periodista científic, especialitzat en xarxes socials, Javi Polinario (@javipolinario) i han participat a l'obra destacats divulgadors d'arreu de l'estat entre els quals es troba Miquel Duran, director d'aquesta tesi. El dia 30 de juliol es tancava el termini per a fer les aportacions amb la fita més que superada, de manera que a partir d'aquest mateix mes d'octubre, quan l'autor l'hagi ultimat, rebré l'obra a casa. També aquests dies una col·lecció de llibres de divulgació científica, editada per *Materia (@Materia\_ciencia)*, ha estat distribuïda (i ho seguirà essent fins el mes de febrer de l'any vinent) pel diari *El País* (Materia 2016) amb propostes tan variades que van des de les matemàtiques recreatives de Fernando Blasco (@fblascoxyz) a la medicina de Salvador Macip (@macips01). Pel que fa a la nova programació de televisió aquest passat mes de setembre es van estrenar dos programes nous de divulgació científica, emesos ambdós per *La 2* de RTVE. Per una banda *El cazador de Cerebros* (RTVE 2016a) de Pere Estupinyà (@perestupinya) i per altra banda *Órbita Laika, la nueva generación* (@orbitalaika\_tve) (RTVE 2016b). D'aquestes noves propostes en parlo amb més detall al capítol quart. I al nostre entorn més proper també s'anuncien novetats. El proper 29 d'octubre es celebrarà a Figueres la *1a jornada de divulgació científica a Figueres* sota el títol *Science needs You* (Figueres 2016).

Aquests esdeveniments coincidents en el temps, també amb la redacció final d'aquesta tesi, mostren l'interès d'avui per la comunicació social de la ciència i el seu caràcter global, anant de l'escala més local a la internacional. Anys enrere potser hagués semblat inviable que tants professionals de la ciència dediquessin aquests esforços en comunicar la seva recerca i s'interessessin tant per les seves implicacions a la societat, així com que els professionals de la comunicació mostressin també tant interès per treballar conjuntament amb els científics.

També pel que fa a la societat una evolució positiva envers a la percepció de la ciència és més que evident en les darreres dècades i, especialment, en els darreres anys. Aquesta evolució és dràstica si comparem la situació actual amb la que es vivia quaranta anys enrere. I és que a meitats del segle XX, com a conseqüència d'accésos tecnològics i científics, la societat perdé la confiança que, des del segle XIX, tenia dipositada en aquestes disciplines convençuda

que eren les principals causes del progrés social. La por dels ciutadans cap a la ciència i la tecnologia cresqué i generà una forta crítica contra aquestes, reforçant-se les posicions anticientífiques i antitecnològiques -especialment a la dècada dels setanta- (Acevedo et al. 2002).

### **1.1.1 LES CONSPIRACIONS D'AVUI CONTRA LA CIÈNCIA**

Avui podem veure que coexisteixen les dues visions. Als països desenvolupats es palpa la percepció general de confiança i agraïment envers la recerca per part de la societat, especialment quan aquesta implica augment del benestar amb conseqüències tangibles cap a la salut de les persones i de caràcter d'innovació tecnològica (FECYT 2015a). Ara bé, pel que fa precisament a possibles conseqüències negatives -sovint infundades- de l'activitat científica o tecnològica sobre la salut o el medi ambient aquesta és denunciada i perseguida amb duresa. Corrents pseudo-científiques, com les pràctiques homeopàtiques en àmbits mèdics, no fan més que alimentar l'esoterisme i teories conspiratives contra fites de la ciència i la tecnologia. Una de les més conegudes teories de la conspiració és la referida a l'arribada de l'home a la lluna, l'any 1969 amb la missió espacial *Apolo 11* (Fernández 2009). Aquestes teories, així com les pràctiques pseudo-científiques, han d'ésser avui combatudes des de la raó que proporciona la ciència si bé quan hi ha la dificultat de la topada entre la aquesta raó i una creença aquest debat esdevé estèril.

Aquest paquet dels qui persegueixen la ciència inclou també els perillous moviments de recel contra les vacunes. Encara el passat 9 de setembre, i com a una de les darreres actualitzacions de la present memòria de tesi, es publicava una interessant reflexió al diari *El País* referent a aquest com un problema de països desenvolupats. Sota el títol *El recelo frente a las vacunas, un problema de países ricos y sanos* el periodista destaca Europa com el lloc on més es dubta sobre la seguretat de les vacunes, essent aquesta una de les regions amb els estàndards sanitaris més consolidats (Salas 2016). Fruit d'aquest mateix estudi es publicà paral·lelament, al web de la prestigiosa revista *Science*, l'article titulat *France most skeptical country about vaccine safety* (Cohen 2016). Recordo haver escoltat més d'una vegada la denúncia del reconegut científic blanenc Salvador Macip contra aquests moviments "antivacunes" i en recupero la reflexió, recollint casos que han aixecat polèmica com el famós cas del papil·loma, a la seva obra *Les grans epidèmies modernes. La lluita de l'home contra els enemics invisibles* (Macip 2010). Més recentment, a la premsa, també ha publicat reflexions interessants sobre el tema com la publicada el 2015 a *El Periódico* sota el títol *El problema de las vacunas* (Macip 2015).



Tal i com hem comentat que passa amb les denúncies de Macip, des de casa nostra es fa bona feina en la direcció de perseguir les pseudociències, en general. Científics com Jesús Purroy (@jesuspurroy) o J.M. Mulet (@jmmulet) han fet una bona aportació amb la publicació de les seves recents obres (Purroy 2014) i (Mulet 2014). També cal destacar els científics autoanomenats escèptics que, des de diverses organitzacions i plataformes, lluiten contra aquestes pseudociències. L'astrofísic Javier Armentia (@javierarmentia), qui presidí la *Sociedad para el avance del pensamiento crítico* i dirigeix la col·lecció de llibres *¡Vaya timo!*, és un dels noms més destacats a nivell estatal.

Finalment, com a gran projecte a favor d'evitar "la intoxicació de la opinió pública" (extret literalment del seu web) valoro molt positivament l'espai *Infopseudociencia.es* (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-1>) fundat el passat 2015 pel Grup de Recerca en Comunicació Científica de la Universitat Pompeu Fabra (GRECC-UPF). Entre els membres del comitè científic del projecte trobem a Sergi Cortiñas, actual director de l'Observatori de la Comunicació Científica de la UPF i vicepresident de la Societat catalana de Comunicació, entitat filial de l'IEC (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-2>), Josep Maria Casasús –qui fou director de l'OCC abans que Cortiñas i després que el fundador, Vladimir de Semir- i Claudi Mans (@ClaudiMans), Professor emèrit d'Enginyeria Química de la Universitat de Barcelona.

I és que precisament la socialització de la comunicació online i la possibilitat d'ús massiu de les xarxes socials -que més endavant presentarem com a eina de la divulgació de la ciència- també afavoreix que aquests corrents tinguin el seu lloc i puguin ésser difosos confontent, sovint, i dificultant la diferenciació, per un cert gruix de població, d'aquests respecte els espais de ciència. Avui, per tant, i més que mai, és imprescindible que científics i comunicadors fem un bon ús d'aquestes eines digitals per apropar, de forma sincera i sense enganys, la ciència a la societat, admetent que la ciència i la tecnologia ens proporcionen molts beneficis però que també porten amb elles impactes negatius, alguns d'ells imprevisibles (Acevedo et al. 2002). Tot plegat amb l'únic objectiu de millorar la vida de les persones, fomentant la innovació productiva, la preservació de la naturalesa i la satisfacció de necessitats socials.

Acabo amb aquesta reflexió sobre el problema de les pseudociències recomanant la lectura de l'article publicat el passat 25 d'agost de 2016 a l'edició digital de la revista *American Scientist* on l'autora defensa que precisament hauríem de deixar de fer ús del terme "Pseudociència" (Burke 2016). Davant de la gran diversitat de pràctiques i tendències que s'engloben dins d'aquest terme l'autora proposa diverses alternatives per a ésser més explícits i, en funció de la l'evidència científica d'aquetes, substituir el terme general i massa difús "pseudociència" per descriptors tipus "científicament debatut" o "sense evidència científica" - quan es tracta de casos on manca l'evidència científica- o bé per "desinformació" o "frau" -quan

es tracta clarament d'engany-. En aquest darrer cas la redacció més agressiva és més apropiada, defensa l'autora, que l'ús del confús mot "pseudociència".

### **1.1.2 QUI HA D'EXPLICAR CIÈNCIA? EL PERIODISTA VS EL CIENTÍFIC**

Es tracta d'un conflicte que, des del meu punt de vista, no hauria d'existir ja que els objectius comunicatius no sempre coincideixen (el periodisme sol estar interessat en l'actualitat), però es tracta d'una qüestió que encara origina debat. Sembla que es tracti de l'eterna discussió.

Uns són els experts en comunicació, els altres ho són en ciència. Dels que dominen el "com" als que dominen el "què". Del continent al contingut. I ambdós són imprescindibles per a fer arribar a la societat un bon material, rigorós i -ahora- comprensible. Treballant, ambdós professionals, colze a colze -sense envair l'un el terreny de l'altre- és quan es genera el producte més òptim.

Aquests dos professionals, el de la comunicació i el de la ciència, es troben quan el primer té una tasca com a periodista científic i el segon està interessat en comunicar la seva –o una altra- recerca esdevenint un divulgador. I més enllà d'aquests dos professionals el de comunicador institucional també es troba en el tercer vèrtex d'aquest triangle de confluència. Com ens comenta Gemma Revuelta davant del freqüent canvi professional, entre aquests tres vèrtexs -que hom experimenta amb certa freqüència- cal tenir molt clares les responsabilitats que s'han de tenir exercint en una o altra professió. Aquest és un dels grans reptes de la comunicació científica d'avui, afirma Revuelta (UPF Barcelona School of Management 2016a).

A mitjans del passat mes de juliol, gràcies a la llista de distribució de correus electrònics de l'Associació Catalana de Comunicació Científica (@ACCC\_), vaig poder seguir unes interessants reflexions al voltant de la figura del professional del periodisme que té unes característiques que el diferencien del comunicador científic no professional. El creuament de correus començà a partir del fet que avui es demani molt més a un periodista i, per altra banda, aquest sigui poc reconegut dins l'empresa de comunicació on treballa. Més enllà de la redacció de la notícia avui se li requereix una versalitat que demana una formació plural. Aquests han de saber escriure però també gravar entrevistes, editar, publicar online, etc. Jaume Vilalta (@VilaltaJaume), director del programa de televisió *QuèQuiCom* de TVC –del que parlarem al capítol quart-, escrivia que per a ell el problema de fons és la qualitat de la informació i els factors que la condicionen destacant el reconeixement dels professionals per part de l'empresa on treballen. El periodista és qui detecta la notícia, té el criteri, en determina l'enfocament i gaudeix de la confiança de les fonts. Vilalta recordava la responsabilitat legal (també penal,

afegia) que té un periodista i com es juga el prestigi i respon davant de tothom (fins i tot davant d'un jutge, si cal). "Aquest professional no pot estar al mateix nivell que altres que no tenen aquesta responsabilitat ni coneixement sinó que hauria d'estar al centre de les empreses de comunicació", conclouïa. I acabava recordant que la qualitat democràtica depèn de la "qualitat de la informació" denunciant que avui el que s'espera del periodista és que sigui repetidor dels missatges del poder (Vilalta 2016).

Sota el títol *Comunicador científico o científico comunicador* Vladimir de Semir (fundador de l'OCC-UPF i director del *màster en comunicació científica, mèdica i ambiental* UPF) fa una reflexió a l'obra *Meta análisis: Comunicación científica y periodismo científico* sobre el tema. Hi trobo especialment interessant l'apunt al voltant de la limitació de recursos amb la que es troben els científics que decideixen comunicar, destacant entre aquests el temps (De Semir 2011).

Vull acabar felicitant el periodista i científic Michele Catanzaro (@mcatanzaro), company de l'ACCC, pel guardó rebut el passat juny de 2016 com el millor periodista científic d'Europa, concedit per l'Associació Britànica de Periodistes de Ciència (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-3>).

## 1.2 Antecedents

### 1.2.1 L'ALTRA CULTURA

- *La ciència és cultura?*

- Sí, evidentment!

Però m'adono que ho responc de cor. Caldrà fer una reflexió profunda i consultar a fonts bibliogràfiques per poder-ho argumentar ja que no tothom dona aquesta resposta a la pregunta. Recordo haver assistit a discussions i a crítiques a declaracions desafortunades de polítics, així com conèixer obres dedicades a parlar de la cultura científica o que, directament, encaren "les dues cultures". Per poder abordar el conflicte em plantejo una altra pregunta inicial. Com que considero que tinc clar (prou clar, almenys) què és ciència, començo plantejant-me "què és cultura?".

La segona entrada del diccionari de l'IEC defineix cultura com el "conjunt de les coneixences literàries, històriques, **científiques** o de qualsevol altra mena que hom posseeix com a fruit de l'estudi, de les lectures, de viatges, d'experiència, etc.". Tal i com he subratllat ens adonem que a la pròpia entrada del DIEC2 hi apareix la referència al coneixement científic

com a cultura. En tinc prou per seguir endavant a partir de la premissa que la ciència és cultura. Seguim-ne parlant, però.

Jordi Solbes s'aferrava a les grans interaccions de la ciència amb l'esfera cultural (arquitectura, religió, filosofia o literatura), que han tingut lloc llarg de la història, per posar de manifest que la ciència és un element fonamental de la cultura (Solbes 2002).

Avui, a casa nostra, i en general a tota la societat occidental, desenvolupada i formada, es percep l'existència d'un gran rang de població que es considera culta, i ho és. Però des del punt de vista del coneixement de la ciència alguns d'aquests esdevenen incultes. Es considera evident que un ciutadà ha de conèixer l'obra i el context de Miguel de Cervantes o Mercè Rodoreda, que ha de saber situar els monarques i dictadors a la línia temporal de la història d'Espanya i ha de reconèixer els autors principals de la literatura universal. I ha de ser així! Però conèixer algun científic o científica, més enllà de la icona d'Einstein, estar al cas dels darrers avenços tecnològics que ens afecten directament o conèixer algunes de les lleis de la natura i processos químics que tenen lloc ara mateix en el propi organisme alguns no ho consideren cultura. I això, des del meu punt de vista, és un error.

Llegeixo a l'obra de Ernst Peter Fischer *La otra cultura: lo que debería saber de las ciencias naturales* la resposta que el mateix autor dóna a la qüestió "Quanta ciència necessita una persona adulta?". Respon que aquest "hauria de comprendre que la ciència està al seu interior, que el pertany. [...] Segons les idees de l'antiguitat només el ciutadà culte podia participar a la democràcia. La participació activa en la cultura i en la societat exigeixen, avui més que mai, un continu estudi i una constant reflexió crítica. Per això és essencial considerar la cultura com un procés interminable i no un estat, i una activitat de les persones que viuen en una cultura que és inimaginable sense la ciència" (Fischer 2003).

- Però d'on ve aquesta polarització de cultures? Des de quan es parla de la ciència com l'altra cultura?

L'expressió "l'altra cultura" la començo a sentir pronunciada a congressos i fòrums de discussió sobre comunicació científica als que assisteixo amb els companys del grup de recerca al llarg dels darrers anys. Entre discussions m'assabento que el concepte de fons sobre el qual els autors de comunicacions es refereixen neix en la conferència pronunciada el 1959 per C.P. Snow a Cambridge, i la seva posterior obra, titulada *Les dues cultures* (online a <http://tinyurl.com/tesiPAV1-4>) si bé ara descobreixo, referenciat a aquesta mateixa obra, que l'autor menciona per primer la mencionada divisió cultural el 1956 a la revista britànica *New Statesman* (Snow 1956). L'autor, que ell mateix se sentia entre dos mons, com a científic i

escriptor, posà de manifest el retrocés que implicava tornar a la divisió artificial entre ciències i humanitats per a la resolució dels problemes mundials. La cultura havia de tornar a ser una. I la incomprensió entre els científics i els literats intel·lectuals, tal i com ell mateix ho cità, avui encara podem veure-la, de certa manera.

El concepte de les dues cultures va portar a discussions que s'han allargat en el temps, fins a dia d'avui, ja que la divisió encara no està resolta, almenys en certs ambients. Una de les respostes més interessants va ser la de John Brockman titulada *La tercera cultura* (Brockman 1996). A l'obra l'autor posava de manifest la necessitat de la construcció cooperativa d'una tercera cultura que facilités la comunicació intercultural. Aquesta aconseguiria unir les dues cultures que Snow diagnosticà com a divorciades.

“Els científics de la naturalesa no es comprometen socialment? Estan aquests realment allunyats de les humanitats?”

En aquesta reflexió sobre la cultura i la ciència, com a tal -evidentment-, em trobo amb destacats testimonis. Grans científics que, al llarg de la història, han ressaltat també per ésser grans humanistes. Si ens remuntem a la Segona Guerra Mundial (1939-1945), la qual va marcar el món i també a la ciència, ens trobem que els científics més rellevants es posicionen davant el conflicte i sorgeixen autèntics activistes de la pau com ho va ser Linus Pauling (1901-1994), un dels científics més influents del segle XX. Fou guardonat doblement amb el Premi Nobel de Química (1954) i el de la Pau (1962), convertint-se en la segona persona, després de Marie Curie, en ésser guardonat amb un segon Nobel en dues categories diferents (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-5>).

Entre els científics més destacats de la història i contemporani a Pauling trobem un altre gran humanista. El científic alemany Niels Bohr (1885-1962), les preocupacions ètiques i filosòfiques del qual estan recollides i molt ben representades a l'obra de teatre “Copenhaguen” (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-6>). Recordo perfectament la representació, l'abril de 2011, al Teatre de Blanes on Lluís Marco, en el paper de Bohr, i Pere Arquillué, representant Heisenberg, discuteixen en la qualitat de mestre i deixeble i enemics pel que fa a la situació bèl·lica, sobre el problema ètic del desenvolupament d'armament nuclear.

Per altra banda voldria fer palès l'existència, també avui, de científics artistes i escriptors, així com literats o artistes que han rebut influència de la ciència. Val la pena llegir “L'artista en el laboratori. Pinzellades sobre art i ciència” de Xavier Duran (@xduran\_e) (Duran, X 2007) finalista del Premi Europeu de Divulgació Científica 2006. En aquest sentit vull mencionar a l'empordanès més internacional, Salvador Dalí (1904-1989) qui se sentia fascinat

pels avenços i descobriments científics. Començant per les il·lusions òptiques, la teoria quàntica de Planck, els models atòmics o l'estructura del DNA. Al final de la seva vida es va interessar especialment per les obres de Stephen Hawking i per la teoria de les catàstrofes del matemàtic René Thom (Ruiz 2000).

I evidentment que la història també ens parla de científics autors d'obres que fins i tot ocupen les prestatgeries més destacades de la literatura universal, i si no recordem al matemàtic Charles Lutwidge Dodgson, més conegut com a Lewis Carroll (1832-1898), pare literari d'Alícia.

I si ens fixem en la ciència de la literatura evidentment que també hem de recordar a Jules Verne qui amb obres com "De la Terra a la Lluna" (Verne 1865) va anticipar-se al que seria una de les més destacades fites de la ciència del segle passat (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-7>). Altres novel·les de Verne encara formen part de la ciència ficció, però potser en un futur més o menys proper la ciència haurà respost al repte d'accedir al centre de la Terra (Verne 1864).

Recentment Xavier Duran publicava a casa nostra *La ciència en la literatura: Un viatge per la història de la ciència vista per escriptors de tots els temps* (Duran, X 2015), una interessant i molt completa obra, amb moltes referències a la literatura universal.

Per anar tancant amb la reflexió al voltant de l'escissió, que nasqué de la inevitable especialització, recordo una interessant i recent aportació feta des de casa. El 2014 va ser publicada per *Mètode* (Universitat de València) l'obra titulada *Científics lletjaferits* (Macip, De Manuel 2014) que va ser editada per dos d'aquests, el blanenc Salvador Macip i Jordi de Manuel. El llibre és un recull de vint narracions escrites per autors destacats de la literatura catalana amb formació científica. Entre ells voldria esmentar els de Daniel Closa (@nielo40), el de Xavier Duran o els mateixos Macip i de Manuel.

Acabo recordant la trobada amb un científic i humanista del nostre temps. L'estiu de 2014 vaig tenir el plaer de fer una entrevista a Miquel Duran Frigola (@mduranfrigola), químic i investigador, a la vora de l'estany de Banyoles, arrel de la publicació de la seva primera obra *Més o menys jo* (Duran Frigola, M 2014). Duran se'm declarà persona "de lletres" a qui sempre se li ha donat millor les ciències. "Tu ets un humanista frustrat!" m'explicà que li digué el seu director de tesi al llegir com escrivia els articles científics. (Adjunto l'entrevista als annexos).

### 1.2.2 LA DIVULGACIÓ CIENTÍFICA: UNA MICA D'HISTÒRIA

Recordo com el Professor emèrit d'enginyeria química Claudi Mans, un dels meus referents en divulgació de la ciència, encetava el seu llibre *La truita cremada. 24 lliçons de química* amb la destil·lació de la paraula anglosaxona *vulgarization*. Això és el que fem, o pretenem fer. Divulgar és dir en llenguatge vulgar el que és generat en llenguatge culte (Mans 2005). I aquí neix el dilema llargament discutit i una de les grans preocupacions dels qui ens interessa divulgar la ciència a la societat. És possible divulgar coneixement científic sense distorsionar-lo? (Nieto-Galan 2011).

Precisament les connotacions pejoratives associades al terme *vulgarization* fan que avui la tradició anglosaxona es prefereixi l'ús del terme *popularization*, per referir-se a la tasca divulgativa (Cortiñas 2009). Del "fer vulgar" al "fer popular". De manera que aquest segon és el terme que solem utilitzar en anglès.

Ens podríem plantejar si cal, realment, aquesta "vulgarització" o com n'hi vulguem dir i jo defenso que sí. L'activitat divulgativa, el fet d'adaptar, és necessària ja que ens trobem amb diferents llenguatges. El de la ciència i el del "carrer". I aquesta no és de cap manera una afirmació amb afany elitista, ans el contrari. És un fet real i, al meu parer, és més aviat un inconvenient; una mancança, sovint per part nostra, els científics. Altres disciplines del coneixement són més atractives al públic –estudiants preuniversitaris, entre ells- segurament per aquest factor, entre altres. La ciència s'ahuria d'acostar al llenguatge del carrer i, per aconseguir-ho és imprescindible que els científics ho creguem així. Mentrestant serà necessària l'existència de comunicadors, que poden ser els mateixos científics (això ja ho hem discutit al capítol anterior), que duguin a terme aquesta tasca de "vulgarització" esdevenint divulgadors de la ciència. Si, per altra banda, no ens esforcem a acostar la ciència a la societat ens seguirem trobant en escenaris coneguts on la tasca dels científics és menystinguda per la societat. En part a causa de la incapacitat dels primers a comunicar bé el que fan o investiguen els segons. Aquest fet provoca que els científics es trobin més aïllats. Es tracta d'un perillós peix que es mossega la cua.

El professor Vladimir de Semir defineix –amb gran bellesa- la divulgació científica a la seva obra, recentment publicada, *La divulgació científica* (De Semir 2016) com a "un gènere literari i artístic que, amb amenitat i rigor, estén, propaga, recrea, reconstrueix i recontextualitza discursivament i culturalment el coneixement amb diferents nivells de comprensió en funció dels diversos públics als quals va dirigida". Sigui com sigui que la definim, per poder entendre bé el concepte de la divulgació científica val la pena mirar amb perspectiva la seva evolució al llarg de la història.

Ja tradicionalment, per diverses raons, els textos científics han estat difícils d'entendre per la societat però al llarg del segle XX la barrera entre el científic i el poble va créixer. A causa de la gran especialització, durant el segle passat, semblava que els savis del Renaixement, científics i literats alhora, acabarien de desaparèixer per complet. Va ser llavors quan es començaren a publicar els textos científics més mal escrits que en qualsevol altra època de la història, amb molt poc estil. La redacció sembla aliena a la ciència i el científic, en general, evita en els seus textos qualsevol tipus de concessió a la forma literària (Domínguez 2001). Al capítol quart d'aquesta tesi faig referència al llenguatge científic.

Específicament pel que fa a la divulgació de la química, al número 18 de la revista *EduQ* Xavier Duran ens convida a reflexionar amb l'interessant article titulat *Divulgar la química: com, a qui i per què?* (Duran, X 2014). Duran hi fa interessants reflexions, aportant dades i opinions, al voltant de preguntes com "En ple segle XXI, com hem de plantejar la divulgació de la química? I amb quins objectius i per a quin públic?". Duran comença alertant que els objectius de la divulgació poden ser molt diversos anant des de l'augment del bagatge cultural del públic a fomentar el debat sobre l'impacte social de la ciència, passant per l'entreteniment i que aquesta es pot dur a terme a nivells molt diferents en funció d'aquests objectius. L'autor insisteix en el fet que "només els ciutadans amb prou informació són realment lliures per decidir" i segueix només i dictamina que "la divulgació és un element bàsic de la democràcia". Segueix amb unes afirmacions ben certes pel que fa al que hauria de ser, també, un interès propi de la comunitat científica: "que la gent sàpiga quina feina fa, com la fa i què se'n deriva, perquè així prendrà consciència de la importància de l'esforç públic i privat en recerca". O, senzillament, un altre benefici de la divulgació és el de "captar vocacions". I, concretament en el cas de la química, la divulgació -a més- ajuda a millorar una imatge força distorsionada tot combatent la *quiomiofòbia* o l'aparent oposició entre "natural" i "químic".

Per tant, la divulgació científica, concretament de la química si llegim l'interessant article de Xavier Duran, està associada a un munt d'oportunitats, tant pel que fa al públic que la rep com per la mateixa comunitat científica, com a divulgador. Però també comporta unes dificultats referents al llenguatge, la necessitat de simplificar-lo sense perdre el rigor, o -seguint amb el cas de la química- el fet que "la majoria d'esdeveniments tenen lloc a nivell molecular i no són visibles".

Havent fet aquesta petita introducció en la divulgació científica, si ara volem fer una immersió en la història de la disciplina recomano llegir "Història de la divulgació científica", excel·lent obra de Sergi Cortiñas Rovira (Cortiñas 2009) qui fa recerca en àmbits de la divulgació de la ciència i periodisme científic. Del preàmbul que l'autor escriu a tall d'introducció destaco el paràgraf on Cortiñas esquematitza les quatre tradicions pròpies que s'han configurat, des de



Galileu -considerat el pare de la divulgació científica moderna- als divulgadors del nostre temps. Són les següents:

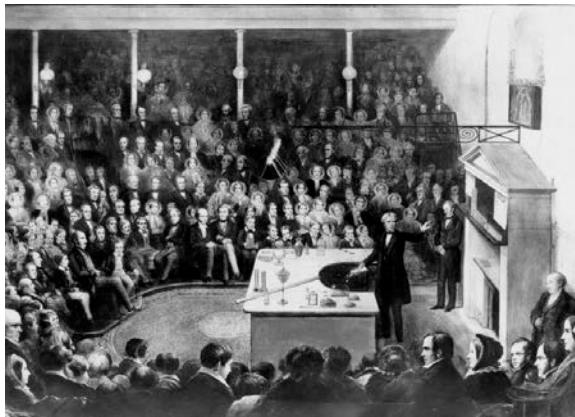
“La primera neix amb l’humanisme integral de la Itàlia del Renaixement i es personalitza en Galileu (1564-1642), el primer gran divulgador científic. La segona és la tradició Francesa dels segles XVIII i XIX, que té els orígens en la Il·lustració i continua amb Flammarion, un dels més grans divulgadors del segle XIX. En tercer lloc comptem amb la tradició centreeuropea d’origen prussià, amb Einstein com a referent. Finalment la rica tradició anglosaxona de divulgació excel·leix en el segle XIX i domina el segle XX, bàsicament des dels Estats Units d’Amèrica” (Cortiñas 2009)

Pel que fa a la tradició prussianoalemanya Cortiñas destaca a Goethe (1749-1832), científic i literat que va unir poesia i ciència, com a referent divulgador. Si bé podríem destacar altres personatges que han utilitzat la poesia com a estil per divulgar ciència com el britànic Erasmus Darwin (1731-1802) –avi de Charles Darwin- avui també comptem amb autors que, de casa nostra i en llengua catalana, de la ciència en fan versos i publiquen obres de poesia científica. Perquè la prosa no és l’únic estil vàlid per a la divulgació. En aquest àmbit, per una banda, destaco al Professor Àngel Terron (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-8>). Fa anys que segueixo l’obra del catedràtic de química inorgànica a la Universitat de les Illes Balears i el vaig poder conèixer personalment a Palma de Mallorca amb motiu de la celebració del VII Congrés de Joves Investigadors dels Països Catalans. Per altra banda vull destacar l’excel·lent obra del Prof. David Jou (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-9>). El catedràtic de física de la matèria condensada a la UAB i Doctor Honoris Causa de la nostra UdG des de 2014 a més d’acostar la ciència a la societat des de la poesia també ha escrit interessants publicacions referents al diàleg ciència-fe. I de científic poeta en tenim un de ben a prop nostre. El químic gironí Ramon Carbó-Dorca és investigador i professor del Departament de Química de la Universitat de Girona; avui és professor emèrit de la UdG. Una interessant entrevista al Professor Carbó-Dorca va ser publicada a la revista *Engega* de la UdG i signada per Josep Maria Fonalleras i Carles Gorini (Fonalleras, Gorini 2009).

Un cas digne d’èsser recordat és el de l’Einstein divulgador. El científic alemany, mite de la ciència del segle XX (1879-1955), va ser un dels primers científics en adonar-se del potencial de la ràdio com a mitjà comunicador (Cortiñas 2009). El mateix autor destaca com a fet rellevant l’objectiu de l’Einstein divulgador, i és que ell va ser conscient que si la gent del carrer no l’entenia el seu treball no serviria de res. A més li preocupava molt que les seves idees fossin malenteses, de manera que decideix divulgar ell mateix abans que ho facin els altres i ho facin malament. L’obra de divulgació fonamental d’Einstein és sobre la teoria de la relativitat especial i general (1917).

Acabant aquest breu repàs de la història de la divulgació científica arribem a la tradició anglosaxona, la que avui lidera aquesta especialitat a nivell mundial, si bé encara és considerada una tradició jove i moderna. Originalment (segle XVIII) tingué el centre neuràlgic la Gran Bretanya, esdevenint Londres la capital de la divulgació científica a l'època victoriana (segle XIX), el qual s'ha acabat traslladant fins als Estats Units d'Amèrica (Cortiñas 2009). Pel que fa a la llengua de l'escola anglosaxona, avui angloamericana, aquesta ha estat sempre l'anglès, el qual ha superat fronteres i és avui la principal llengua de la ciència i la divulgació mundial. Posteriorment, al quart capítol, faig una reflexió al voltant de la llengua que utilitzo, jo mateix, en divulgació científica.

Ja des dels seus inicis, i com a fet destacat, la tradició anglosaxona mostrà una gran multiplicitat de canals, la qual s'ha evidenciat a partir del segle XX. A banda dels llibres en prosa (assaig i novel·la), l'escola anglosaxona ha sabut combinar satisfactòriament com a canals de divulgació les conferències i els debats, la poesia científica, la literatura infantil, la televisió, la ràdio, el cinema, el teatre i Internet (Cortiñas 2009). Més endavant comentarem els casos específics d'excel·lència en divulgació per la televisió -amb *Cosmos* de Carl Sagan- i les conferències, amb Michael Faraday.



**Figura 1.1.** Michael Faraday duent exposant una *Christmas lecture* a la *Royal Institution*. London, 1855. (Wikimedia Commons).

Precisament tanquem aquest viatge amb els divulgadors científics que, des dels EUA, han contribuït de manera molt destacada en aquesta disciplina al llarg del passat segle XX i del present segle XXI. Com dèiem -i comentarem al capítol quart- l'investigador i divulgador de l'espai Carl Sagan és un d'ells, però també cal destacar altres noms com el d'Isaac Asimov (ciència-ficció i divulgació), Richard P. Feynman (bon humor a les seves obres de divulgació), Martin Gardner (divulgació e les matemàtiques i jocs d'enginy), Rachel Carson (autora de la

influent Silent Spring, 1962), H.G. Wells (ciència-ficció i divulgació, autor de *La guerra dels mons*, 1898), el recentment desaparegut Oliver Sacks (neuròleg autor de *l'Oncle Tungstè*, 2001) o el contemporani James Watson (estructura del DNA i divulgador en el camp de la genètica). No puc acabar sense fer referència a Steve Spangler (@SteveSpangler), amb molta presència a la xarxa, havent publicat llibres de ciència recreativa (Spangler 2012) i amb col·laboracions al programa *The Ellen DeGeneres Show* emès pel canal americà *NBCUniversal*, entre altres.

En un interessant vídeo generat pel *Barcelona School of Management* (UPF) i gravat durant l'edició 2015 del Campus Gutenberg l'expert irlandès Brian Trench (@b\_trench) respon a la pregunta sobre quins països lideren la comunicació i divulgació científica (UPF Barcelona School of Management 2016b). Entre ells, segons Trench, destaca especialment la Gran Bretanya que ja porta entre dues i tres dècades de desenvolupament sobre el tema. Multitud de programes i activitats s'hi duen a terme i allà els investigadors s'espera que siguin comunicadors científics. Darrere d'aquest, Trench reconeix a Austràlia, Nova Zelanda, Portugal i Catalunya com els països més avançats en comunicació de la ciència.

Acabo amb una referència a l'obra *La divulgación científica* de Vladimir de Semir qui escriu que avui ja no s'enuncia la "divulgació" tradicional sinó que es parla d'"informació científica", "cultura científica" i, sobretot, de "comunicació pública de les ciències". Aquest darrer concepte introduït per Pierre Fayard el 1988 i avui ampliat al món anglosaxó amb l'expressió *outreach* i amb la denominació *public engagement*. Per Fayard la comunicació pública de les ciències va més enllà del fet d'adaptar un conjunt de coneixements científics per fer-los accessibles a un no especialista. La comunicació pública de les ciències engloba la divulgació però aporta elements nous com que té en compte el punt de vista dels no especialistes als quals es dirigeix. Passem, així, d'una divulgació unidireccional a una divulgació bidireccional (De Semir 2016).

Per tot això i el que comentarem a les propers pàgines m'atreveixo a dir que avui, a casa nostra, vivim un renaixement sorprenent i encoratjador de la divulgació científica anant només uns passos per darrere dels països veritablement líders. Si bé diversos factors són els responsables d'aquesta esperançadora situació, podem enumerar els principals pel que fa a la realitat més propera a nosaltres. Entre ells destaco la facilitat d'accedir a contingut científic, compartit pels mateixos experts, mitjançant la *blogosfera* i les xarxes socials així com la traducció i distribució de bons llibres editats a l'estranger i l'edició d'altres a casa nostra són uns dels factors principals. Ara bé, un factor que trobo especialment esperançador és el de tornar a veure kits científics a les prestatgeries d'establiments i veure néixer nous programes de televisió que conviden els infants a experimentar. Aprofundim-hi una mica més.

### 1.2.3 DE LA FOSCA A LA LLUM. RENAIXEMENT DE LA CIÈNCIA POPULAR A CASA NOSTRA

Diversos factors han contribuït a aquesta reactivació. Els principals, a casa nostra, han estat els següents: En primer lloc l'augment en quantitat i qualitat del nombre de museus de ciència (Nature.com 2011), més enllà dels clàssics zoològics, aquaris i jardins botànics, així com les exposicions permanents o temporals, fins i tot itinerants amb continguts científics. En segon lloc l'augment en l'oferta de bona bibliografia de divulgació que trobem a les nostres llibreries, ja siguin obres d'autors catalans, traduccions o directament la venda de llibres estrangers, així com la facilitat creixent d'adquirir-ne de forma on-line. En tercer lloc cal destacar l'ús de les eines digitals i 2.0 a favor de la divulgació científica, especialment els blocs divulgatius escrits per investigadors, professors o bé revistes i institucions de recerca capdavanteres internacionalment. Tampoc no cal perdre de vista els nous programes de televisió, que combinen l'espectacle amb la ciència. És notable l'esforç de Televisió de Catalunya en produir i oferir programes amb contingut científic per a un públic divers. Per als més joves, el programa *Dinàmiks* (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-10>) presentat pel físic i gran divulgador, en varietat de formats, Dani Jiménez (@cienciadeldani). Un altre referent és el programa *QuèQuiCom* (@quequicom33) (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-11>) de caire més formatiu i basat en reportatges, avui dirigit i presentat per Jaume Vilalta (@VilaltaJaume). A diferència dels tres primers factors, que sobretot són eficients pel públic més professional o prèviament interessat en la ciència, la televisió aconsegueix arribar a un públic més general, un públic familiar, convertint-se d'aquesta manera en un bon canal per al foment de la cultura científica entre la societat. En aquest sentit també cal destacar el programa de televisió *Espai Terra* (@espaiterra) (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-12>) el qual està focalitzat en el foment de les ciències naturals i la cultura popular emmarcades al nostre territori. El programa s'emet diàriament en directe per TV3 i està presentat i dirigit pel físic i meteoròleg, també gran divulgador, Tomàs Molina (@TomasMolinaB). Tal i com exposarem més endavant, el programa compta amb la nostra participació com a referents en la divulgació de la química per mitjà de la realització d'experiments i demostracions en directe des d'octubre de 2012.

També són una bona notícia el naixement d'empreses, a casa nostra, que de forma professional es dediquen a la divulgació científica. Entre elles destaco *Creaciència* (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-13>) del mediàtic comunicador abans mencionat, Dani Jiménez, així com *La Mandarina de Newton* (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-14>) de la també física Irene Lapuente (@ilamandarina), *Eduscopi* (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-15>) o *Pèndulum* (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-16>), l'associació per a la difusió del coneixement científic, de Marc Boada (@MarcBoadaFerrer) i Moira Costa.

Com comentava a la primera pàgina de la introducció, un matí d'aquest passat estiu a l'anar a comprar el diari i recollir l'exemplar de divulgació científica em vaig fixar en la presència de la ciència al quiosc descobrint prestatgeries amb diverses propostes de divulgació científica. Ciència entre els llibres de butxaca, però també revistes, més enllà de les conegudes i reconegudes *National Geographic*, *Quo* o *Muy Interesante*. També s'hi poden trobar exemplars d'*Investigación y Ciencia*. Pels infants i més joves també hi ha oferta de ciència. Al mateix número de la mateixa *Revista dels Súpers (Club Súper 3)* que em vaig trobar destacava la robòtica en portada.

També estem vivint un bon moment pel que fa a la publicació de llibres de divulgació científica. Amb autors com Claudi Mans -amb el seu darrer *La química de cada dia: Com la química ens ajuda a comprendre la cuina i moltes altres coses* (Mans 2016)-, Xavier Duran -amb el seu darrer *L'individu transparent: Dels Raigs X al big data* (Duran, X 2016)-, Salvador Macip -amb el seu darrer *Els límits de la vida* (Macip et al. 2014)-, ja mencionats prèviament com als meus principals referents, l'annual publicació dels Clàssics de la Química per la SCQ (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-17>), o les *Monografies* publicades per la revista *Mètode* (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-18>). Comptem amb unes publicacions prou periòdiques i de gran qualitat. Per altra banda la facilitat avui de la compra online mitjançant llibreries com la coneguda *Amazon* ens apropa a les obres publicades arreu del món.

“Frivolidades, nimiedades, insignificancias, entretenimientos de sobremesa acaso poco merecedores de atraer la atención de las personas mayores; pero dejad que los niños se aficionen a este libro, pues las frivolidades a veces han despertado latentes inteligencias y han revelado insospechadas aptitudes y vocaciones”.

L'anterior paràgraf correspon a un fragment del pròleg de l'edició facsímil de l'exquisita obra d'Estalella. I és que si parlem de llibres de divulgació de la ciència escrits a casa nostra no podem deixar de destacar el llegat que ens deixà Josep Estalella (1879-1938), qui fou catedràtic a l'institut d'ensenyament mitjà de Girona. La seva magnífica obra *Ciència recreativa. Enigmas y problemas, observaciones y experimentos, Trabajos de habilidad y paciencia* (Estalella, volum facsímil 2007) va ser publicada en primera edició l'any 1918. El mateix 2007 va ser publicada, juntament amb el volum facsímil de l'obra, el llibre *Ciència recreativa comentada* amb comentaris actuals als textos d'Estalella per part de més de vint professors de diverses universitats del país, entre els quals Josep Duran i Miquel Duran, els directors d'aquesta tesi. L'any 2005 la *Revista de Girona* publicava un interessant article del Professor Joan Miró que ens situa al Professor a la ciutat de Girona (Miró 2005).

També a casa nostra comptem amb molt bones revistes de divulgació de la ciència, també en llengua catalana. Destaco l'abans mencionada revista *Mètode* (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-19>) que, des de la Universitat de València i de forma trimestral des del 1992 divulga el coneixement científic en la nostra llengua. També vull destacar, ja des de l'àmbit de la didàctica de la química la revista *Educació Química (EduQ)* (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-20>) editada per la SCQ des de 2008. A la revista hi he pogut publicar diversos com a coautor juntament als Professors Miquel Duran, Josep Duran o Sir Martyn Poliakoff. Al capítol quart hi aprofundeixo. Pel que fa a nivell estatal voldria subratllar la revista, ja d'un nivell divulgatiu elevat, *Investigación y Ciencia (@IyC\_es)*, la versió espanyola de l'americana *Scientific American (@sciam)*. D'aquesta en destaco la publicació dels monogràfics titulats *Temas* (el darrer, publicat el juny de 2016, és *Universo oscuro* i entre els quals recordo especialment *El universo matemático de Martin Gardner* publicat el 2014, *Taller y laboratorio* publicat el 2013 o *Lavoisier: la revolución de la química* de 2011). També de la revista IyC remarco la secció del seu web *SciLogs* (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-21>) que està composta per blocs científics i forma part del projecte europeu on participen Alemanya, Bèlgica, França i Espanya (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-22>). De l'edició espanyola intento no perdre'm els posts de Fernando Blasco i Claudi Mans i de l'europea m'agraden especialment *From the lab bench* de Paige Jarreau. També recordo, i veig a l'aixecar el cap a la meva prestatgeria, els números de la revista, avui només d'edició digital, *Anales de Química*. La revista, ja més acadèmica que les anteriors, publicada per la RSEQ i a la qual vaig tenir el gust de publicar-hi un article l'any 2013, juntament amb el Professor Gabriel Pinto (Universidad Politécnica de Madrid). Al capítol quart de la present memòria hi aprofundeixo. Aquesta darrera seria l'equivalent a la catalana *Revista de la Societat Catalana de Química (@SCQ\_IEC)* (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-23>), a la que també he publicat alguns articles, com detallo més endavant.

Més enllà dels documentals de naturalesa, pel que fa a la televisió, com hem mencionat a la introducció d'aquest apartat, a casa nostra comptem amb molt bons exemples de divulgació científica destacant el programa *QuèQuiCom* i *Espai Terra*. Pel que fa a personatges, el divulgador mediàtic de referència del país és Dani Jiménez que, a l'estil d'Steve Spangler (@SteveSpangler) de la televisió americana, va començar a portar la ciència recreativa a programes de tipus magazine de TV3 com *El Club* o *La Columna* i a concursos com *La Partida*. I avui, a l'estil Bill Nye, *the Science Guy* (@BillNye) porta el programa infantil exclusiu de ciència *Dinàmiks*. I, parlant de programes infantils, els records de la meva infància em porten als anys noranta quan, a nivell més humorístic, s'emetia el programa de televisió *El món d'en Beakman* (produït el 1992 a Estats Units sota el títol *The Beakman's World*), protagonitzat per l'actor Paul Zaloom fent de científic, va ser el primer en portar divulgació científica destinada al públic infantil i juvenil a la *Televisió de Catalunya* i, com he comentat a l'apèndix d'aquesta memòria, va esdevenir un dels qui van despertar la meua vocació. Paul Zaloom amb *El Món d'en Beakman*.

I, també vull recordar, el malaguanyat espai -dirigit per Xavier Duran- *El medi ambient* (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-24>) que, després de 22 anys en antena -gairebé tota la història de la nostra televisió pública- essent tot un referent va ser cancel·lat per TVC –sota la impotència de molts- l’any 2014.

Avui si mirem la graella televisiva dels diversos canals, la cartellera dels cinemes i la programació dels teatres hi trobem ciència, més enllà dels documentals o programes divulgatius que acabem de comentar. L’humor i les biografies són un recurs molt utilitzat per portar avui, amb èxit, la ciència a aquests mitjans de gran abast. Pel que fa a la televisió destaquen els casos de les sèries *Breaking Bad* i *The Big Bang Theory* (@BigBang\_CBS). Pel que fa al teatre destaco l’humor de *Big Van. Científicos sobre ruedas* (@\_Big\_Van). Aquest cas el trobo molt interessant a ésser estudiat des de la comunicació científica ja que els monologuistes no són actors sinó científics. Tots ells són joves investigadors que es troben duent a terme recerca doctoral o post-doctoral i compaginen la investigació amb la divulgació de la ciència des de l’escenari (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-25>). Arrel de l’exitosa primera edició (2013) de l’edició espanyola del certamen internacional de monòlegs científics *Famelab* (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-26>) el grup de divulgació BigVan fou fundat per part del guanyador – Eduardo Sáenz de Cabezón (@edusadeci) de la Universitat de La Rioja- i finalistes del concurs. Sáenz s’endugué el premi amb un monòleg sobre matemàtiques titulat “Un teorema es para siempre” (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología 2013).

Si bé històricament sembla que la ciència ficció era el paradigma per a l’aparició d’una mica de ciència a la gran pantalla, avui dia les biografies de científics són molt utilitzades pel setè art. Si bé tinc un record especial per a la guanyadora de 4 Òscars *A beautiful mind* (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-27>), on Russell Crowe encarna al matemàtic Premi Nobel d’Economia 1994 John Forbes Nash, pel que fa a les cartelleres recents dels nostres cinemes destaco les guardonades *The imitation game* (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-28>), amb Alan Turing i la màquina enigma com a protagonistes, i *The theory of everithing* (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-29>), sobre la vida i obra de Stephen Hawking.

### **1.2.3.1 Una oportunitat ben aprofitada per la Química gironina**

Essent la química una de les ciències més transversals i amb major impacte sobre la societat no és, ni de bon tros, la més atractiva pel que fa, per exemple, a l’elecció per part dels estudiants de secundària alhora de decidir el seu futur com a universitaris. També, tal i com comentarem en aquest mateix capítol, si bé la visió social de la química ha millorat respecte a la de meitat del segle passat, la societat encara la relaciona, en cert grau, amb aspectes negatius.

Si més no estarem d'acord en que no té atribuït l'atractiu públic del que altres disciplines científiques gaudeixen. En aquest sentit recordo les interessants reflexions que vaig poder llegir aquest passat agost, gràcies a un tuit de Xavier Duran (@xduran\_e), publicades pel portal *Chemistry World*. Es tracta de l'entrevista a Dan Nocera. L'entrevistat, reflexionant al voltant d'una "crisi d'identitat de la química", afirma que "essent arreu no ets enlloc; no ets únic" (Robinson 2016) referint-se a la nostra màxima "La química és a tot arreu!" I potser té raó. Aquesta gran fortalesa pot ser, alhora, la nostra gran debilitat.

És ben sabut que un cert gruix de la societat occidental avui encara té una visió negativa de la ciència i, especialment, de la química considerant-la una ciència perillosa, contaminant, perjudicial per a la societat (Beck 1992). I és que venim del que alguns anomenen com l'època del pessimisme "postmodern", referint-se a la segona meitat del segle XX, que acabà amb el vell somni il·lustrat del progrés. Des de l'horror del complex militar Nazi a les terribles conseqüències de les bombes atòmiques d'Hiroshima i Nagasaki o accidents com el de la central nuclear de Txernòbil, així com el procés de degradació de la naturalesa en forma de contaminació, l'efecte hivernacle, la reducció de la capa d'ozó o l'amenaça de l'efecte hivernacle. D'aquesta manera el progrés de les ciències al llarg de la segona meitat del segle passat va tenir lloc en un context de recels i temors alimentats pels sentiments de que la ciència era incompreensible, amb conseqüències pràctiques o morals impredecibles i probablement catastròfiques, que posava de relleu la indefensió de l'individu i minava l'autoritat (Nieto-Galan 2011).

Avui també es fa palesa, en cert grau, la percepció de la recerca científica que té lloc a les universitats com a pràctica desconeguda, distant i allunyada. Durant els primers anys del segle XXI, a diverses universitats del país es va evidenciar una disminució progressiva del nombre d'estudiants matriculats als estudis de química. Entre les causes conegudes destaca la percepció de la química per part dels estudiants d'Educació Secundària Obligatòria i Batxillerat com a assignatura complicada i poc atractiva entre les del seu currículum acadèmic (el capítol cinquè aporta dades sobre aquesta realitat).

Atent a aquesta problemàtica, tenint en compte aquests factors i amb l'afany d'aturar aquesta tendència, des de l'any 2004 el Departament de Química de la Universitat de Girona (@QuimicaUdG) promou una sèrie d'activitats que tenen com a objectiu augmentar el contacte amb els estudiants i professors d'educació secundària. En aquest sentit el programa *laQuimica.net* (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-30>), que va néixer del si del departament, s'inicià i segueix ben viu amb la finalitat d'apropar la química als estudiants i professors de secundària. El programa va gaudir d'un merescut reconeixement amb la concessió de la Distinció Jaume Vicens Vives a la Qualitat Docent Universitària, atorgada l'any 2007 per la Generalitat de Catalunya.



Aquest interès per part de professors i investigadors del Departament de Química la Universitat de Girona va portar l'estiu de 2008 a la fundació de la Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital (C4D) de la UdG. La C4D centra la seva tasca principal en la divulgació de la ciència amb un especial interès en l'ús de les eines digitals i 2.0. Aquesta tasca està especialment focalitzada als estudiants d'educació secundària, tot fomentant la cultura científica entre la societat. Un apartat del capítol quart de la present tesi està dedicat a la C4D.

D'aquesta manera els darrers anys la Universitat de Girona s'ha convertit en un referent pel que fa a la divulgació de la ciència, en general, i de la química, en particular, teixint una xarxa entre la recerca universitària, la docència a les escoles i instituts i el dia a dia de la societat. I al mateix ritme, darrerament a nivell nacional s'han desenvolupat diverses accions que han començat a capgirar la tendència iniciada anys enrere.

Específicament pel que fa a la química, ara fa tres anys i amb motiu de la celebració de l'Any Internacional de la Química (@IYC2011) es dugueren a terme nombroses accions enfocades directament a la difusió d'aquesta ciència per tal d'acostar-la a la societat i promoure vocacions entre els estudiants d'escoles i instituts. D'aquesta manera, sota el lema "Química: la nostra vida, el nostre futur", des de l'any 2011 s'ha pogut detectar una revifada pel que fa a la divulgació de la química. Al capítol 4 de la present tesi aprofundirem més en aquesta qüestió.

### **1.3 Política científica: L'avui i l'aposta pel demà**

El 26 de juliol de 2016 rebia el correu electrònic de la *Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología* (FECYT) (@FECYT\_Ciencia) on anunciava la seva publicació de la convocatòria mitjançant la qual finança projectes de divulgació i comunicació de la ciència que acostin la investigació, la tecnologia i la innovació als ciutadans, amb un pressupost de 3.250.000 d'euros. (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-31>).

La FECYT és una fundació pública depenent del *Ministerio de Economía y Competitividad* a través de la *Secretaría de Estado de I+D+I (SEIDI)* la missió de la qual és impulsar la ciència i la innovació, promovent la seva integració i acostament a la societat, recolzant en l'àmbit de les seves funcions les necessitats dels agents del *Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación*.

La ciència depèn massa de les decisions polítiques però és que perquè es pugui desenvolupar una recerca de qualitat és evident que la inversió, també econòmica, és bàsica. Calen fons i els públics són gestionats pels governs. En funció de com es reparteixen aquests

fons públics veiem clarament si un govern aposta o no per a l'educació, la recerca i l'augment de la cultura científica dels seus ciutadans. Precisament acaba d'ésser publicat (28 d'agost de 2016) un article al diari digital *El Huffington Post* titulat *Cuatro motivos por los que hacen falta más científicos en política* on l'autor posa de manifest la capacitat de treballar en equip o bé la importància del mètode científic per a la resolució de problemes com a competències bàsiques –com en diem avui a l'escola- que hauria de tenir un polític per servir bé a la societat (Souto 2016).

Llegeixo a la bibliografia l'evolució a la política científicotecnològica. Reculant en el temps trobem que la gestió i formulació de polítiques de tipus tradicional es basava principalment en la concepció econòmica neoclàssica de la tecnologia. La translació d'aquesta concepció a la gestió i la política científicotecnològica es coneix com “model d'osmosi” segons el qual la ciència bàsica és condició necessària i suficient per a la innovació tecnològica que, al mateix temps, condueix a l'augment de la producció, al creixement econòmic i al benestar social. Segons aquest plantejament la política científicotècnica hauria de consistir en el finançament de la recerca científica bàsica, ja que l'economia lliure de mercat no compleix amb aquest requisit. La recerca científica no és rentable pels empresaris, però és socialment necessària perquè desencadena l'aparició d'innovació. Els passos següents que condueixen al creixement econòmic es consideren automàtics pel propi funcionament del mercat (González et al. 1996).

Pel que fa als alumnes, tal i com comentem amb més detall al capítol vuitè d'aquesta memòria, els resultats confirmen que el nivell de coneixements científics d'un estudiant de secundària de l'estat espanyol està per sota de la mitjana dels països avaluats. Aquest fet és preocupant i ens ha d'esperonar a buscar nous camins en l'ensenyament de les ciències.

El 26 de juny de 2001 els ministres de recerca europeus van aprovar una resolució convidant els estats membres de la Unió Europea i la Comissió Europea a ser més actius en accions per apropar la ciència a la societat. Com a resultat d'aquesta invitació, així com al seguiment del full de treball de novembre de 2000 titulat *Science, Society and the citizen in Europe*, el 4 de desembre de 2001 la Comissió Europea va fer pública la comunicació establint el pla d'acció *Science and Society*. Del 2002 al 2006 es van fer els primers passos en els programes marc, concretament en el sisè i amb un pressupost de 80 milions d'euros la iniciativa va ajudar a augmentar la consciència entre la recerca i la indústria de la necessitat d'aportar una sèrie de qüestions socials de l'àmbit de la recerca al capdamunt de l'agenda política. Del 2007 al 2013 el programa *Science and Society* es va ampliar en el setè programa marc al programa *Science in Society*, amb un pressupost de 330 milions d'euros. Aquest va permetre mantenir els debats vius i seguir perfeccionant la nostra comprensió de la relació entre ciència i societat. Tot plegat va portar al naixement del concepte “Responsible Research and Innovation” (RRI), promogut

durant els darrers anys del setè programa marc. Ara, la RRI és un tema rellevant a l'*Horizon 2020* (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-32>) i el nou programa *Science with and for Society* compta amb un pressupost de 462,2 milions d'euros i pretén posar en pràctica la RRI a Europa amb canvis institucionals de les organitzacions de recerca i innovació (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-33>).

També aquest estiu, el 25 de juliol de 2016, va ésser publicat el baròmetre del *Centre d'Estudis d'Opinió (CEO)* on hi destaquen les Universitats com les institucions més ben valorades de Catalunya. Amb un 6,47 sobre 10 les Universitats es troben per davant dels Mossos d'Esquadra, el propi Ajuntament o els mitjans de comunicació, en aquest ordre (Generalitat de Catalunya 2016). El secretari d'Universitats i Recerca, Arcadi Navarro, destacà que "el millor reconeixement a l'excel·lent tasca de docència i recerca que fan les nostres universitats és el que prové de la societat, dels ciutadans que es beneficien de la seva missió de formació acadèmica i de transferència del coneixement".

- Però, què passa amb la ciència? La població té la mateixa percepció pel que fa a la recerca i als científics? També està la ciència tan ben valorada?

Si bé a nivell europeu la UE publica periòdicament l'*Eurobaròmetre*, a nivell espanyol i també amb l'objectiu de prendre el pols a la societat i per tal d'optimitzar i focalitzar esforços en les accions dutes a terme per augmentar la cultura científica d'aquesta, la *FECYT* publica els resultats de l'enquesta *Percepción Social de la Ciencia i la Tecnología* (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-34>). L'estudi que recull, des de 2002 i de forma bianual, l'anàlisi i els resultats de l'Enquesta de Percepció Social de la Ciència i Tecnologia a l'estat espanyol està realitzat per diversos investigadors coordinats pel Departament de Cultura Científica i de la Innovació de la *FECYT*. Aquest planteja aprofundir en el coneixement de les relacions entre ciència, tecnologia i societat, així com analitzar la percepció de la ciutadania envers els avanços científics i sobre la capacitat d'aquests per millorar la qualitat de vida de la població. Al llarg dels seus 14 anys de vida la *FECYT* ha publicat els resultats de 7 enquestes. La darrera és *Informe Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2014* que va estar publicada el 2015 (*FECYT 2015a*) i el proper serà publicat l'any que ve fent referència al present 2016.

D'aquest darrer informe publicat destaco les següents conclusions:

- En els ciutadans espanyols es percep un increment en l'interès pel món de la ciència i més ganes d'acostar-s'hi.
- Aquests tenen una imatge de la ciència més favorable que fa uns anys, especialment en referència a aplicacions mèdiques i en noves tecnologies.

- El percentatge de ciutadans no interessats per la ciència i la tecnologia es manté estable (al voltant del 24%). I els dos motius principals són “que no desperta interès” i “que no s’entén”.
- Els principals mitjans a través dels quals els ciutadans reben informació sobre ciència i tecnologia tornen a ser la televisió i el mòbil, en aquest ordre.
- Internet és la font d’informació científica i tecnològica més destacada per les persones de 15 a 34 anys (col·lectiu que considera Internet per sobre de la televisió com a mitjà de comunicació sobre aquests temes) i per a persones amb formació secundària de segon cicle, o universitària.
- Entre les xarxes socials destaquen *Facebook* i *Twitter* com canals d’informació sobre ciència i tecnologia.
- La percepció dels joves sobre la professió de científic és semblant a la de la població general, que compensa personalment, amb reconeixement social discret i mal remunerada.

El passat 2015 la *FECYT* publicava un recull de les ponències que van tenir lloc a la primera taula rodona *Retos de la Política Científica en España*, celebrada el 30 d’octubre de 2014 a la Universitat de Georgetown (Washington). Val la pena fer-hi un cop d’ull (*FECYT* 2015b).

Pel que fa a política científica a nivell europeu, específicament a la relació ciència-societat, trobem dades rellevants a l’*Eurobarometer Responsible Research and Innovation, Science and Technology* (European Commission 2013a) publicat l’any 2013 per la Comissió Europea. Aquest *eurobaròmetre* específic, elaborat a partir d’enquestes, va ser fundat pel programa *Science and Society* del 7è Programa Marc de recerca i desenvolupament tecnològic de la Unió Europea (FP7, de l’anglès *EU’s Seventh Framework Programme for Research*) (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-35>). Des de llavors és publicat de forma periòdica amb l’objectiu d’analitzar l’evolució de l’opinió pública envers la ciència per tal de millorar la participació de la ciutadania en la ciència, recerca i innovació, així com promoure la *RRI* (European Commission 2013b).

- Però, què és l’horitzó 2020? I els Programes Marc? *RRI*, dius?
- Bé, veig que hauré de fer un petit resum, divulgatiu i entenedor, sobre aquests conceptes que tan apareixen als documents europeus.

El *Programa Marc (PM)* és el principal instrument polític i financer de la UE per fomentar i donar suport a la recerca i el desenvolupament tecnològic a Europa. L’actual és l’horitzó 2020

(va des del 2014 al 2020 i compta amb uns 70000M€) i l'anterior va ser el 7è PM (FP7), que anà del 2007 al 2013 i comptà amb uns 50000 M€. De manera que podem veure un increment considerable d'inversió respecte a l'FP7.

Com acabem de presentar l'horitzó 2020 és la proposta de la Comissió pel programa de finançament de la R+D+I pel període 2014-2020 i es basa en els documents "Europe 2020 Strategy" i l'"Innovation Union". Aquest ha de contribuir a la consecució de l'*Espai Europeu de Recerca (ERA)*.

L'any 2010 es va publicar una estratègia europea pel creixement intel·ligent, sostenible i integrador el qual marcava 5 objectius per l'any 2020 pel que fa als camps de l'Ocupació la Innovació l'Educació, la Integració social i el Clima/energia.

Al final l'objectiu de l'H2020 és el de fomentar societats més democràtiques. L'augment d'informació i coneixements que tindrà la ciutadania li permetrà prendre decisions més responsables sobre qüestions científicotècniques.

Per altra banda la RRI significa que tots els actors socials (investigadors, ciutadans, polítics, empresaris, societat civil, etc.) treballen conjuntament en tot el procés de la recerca i la innovació per tal d'alinejar millor els processos i resultats amb les expectatives de la societat.

També cal tenir en compte l'evolució de la "Ciència i Societat" del 6è PM a la "Ciència en Societat" del 7è PM a l'actual diàleg bidireccional "Ciència ↔ Societat" del present H2020.

El programa *Science in Society (SIS)* aborda el compromís social des de diverses perspectives com el foment del diàleg entre científics i altres actius de la societat, la difusió i adhesió als estàndards ètics i mitjançant el desenvolupament de millors formes perquè els resultats de la recerca siguin accessibles per tothom. D'altra banda el programa SIS promociona noves vies per fomentar vocacions científiques augmentant l'interès pels joves envers la ciència, la recerca i noves formes d'aconseguir una major igualtat de gènere en la ciència.

En aquests darrers programes de la UE podem veure una interessant evolució de models involucrant, amb diferent grau, la ciutadania. Des del model de "ciència a la societat" – de caràcter informatiu- al de "ciència en societat" –totalment participatiu- passant per l'interactiu "ciència i societat" (Escalas 2010).

També a nivell europeu cal destacar que avui comptem amb *Scientix* (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-36>), comunitat que neix el 2009 per facilitar la divulgació,

intercanvi de coneixements i pràctiques en l'ensenyament de la ciència a la UE. Es tracta d'un projecte finançat per la Comissió Europea a través del 7è Programa Marc promoguda per *European Schoolnet* -una xarxa composta per 30 ministeris d'educació europeus aprovada per la Comissió Europea- i, pel que fa a l'estat espanyol, la *FECYT* actua com a punt de contacte per aquest projecte.

Finalment voldria mencionar el clima d'incertesa que, d'ençà del passat juny, s'està vivint a Europa. I és que el 23 de juny de 2016 una decisió que tingué lloc a la Gran Bretanya, fruit d'un referèndum, sembla que afectarà –i de forma negativa- a la ciència europea. Segons indiquen els experts, el resultat de la votació sobre el BRèxit tindrà conseqüències més enllà de l'illa europea afectant sobre tot el continent (l'edició digital de la revista *Nature* (@naturenews) publica un especial *Brexit and Science* (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-37>). L'economia, les relacions institucionals, però també la ciència serà reestructurada. Almenys canviaran coses, això sembla ser força clar. La col·laboració entre els estats europeus, entre ells el Regne Unit, funciona bé. Les beques Erasmus, l'Agència Espacial Europea, el CERN i molts altres exemples de bona col·laboració científica entre aquests països ara poden trontollar.

Si bé les decisions polítiques generalistes, com l'exemple que hem comentat per coincident en el temps amb la redacció d'aquesta tesi, poden arribar a afectar tant a la ciència d'un país, les polítiques científiques d'aquests són determinants pel que fa a la com s'encaren als reptes científics i com s'hi desenvolupen la recerca i la innovació.

A casa nostra comptem amb la bona feina feta des de la *Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació (FCRI)* (@fundaciorecerca) com a entitat privada amb finançament públic que organitza tot tipus d'activitats i genera materials amb l'objectiu d'apropar la ciència a la ciutadania i de proporcionar formació continuada del professorat, entre altres. També cal destacar l'existència del *Consell Català de Comunicació Científica (C4)* (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-38>). Es tracta d'un instrument de debat entre els professionals i altres agents que, des dels seus diferents àmbits o nivells (generadors, emissors, distribuïdors, canals, etc.), contribueixen a la tasca de la divulgació científica. L'actual president de la comissió permanent és el meteoròleg Tomàs Molina i Miquel Duran, un dels dos directors d'aquesta tesi, forma part de la nova junta com a vocal. Per altra banda l'*Observatori de la Recerca de l'Institut d'Estudis Catalans (OR-IEC)*, mitjançant el portal web *Meridià (Mesurament de la Recerca, el Desenvolupament i la Innovació)*, publica periòdicament l'anàlisi, planificació, coordinació i difusió de les activitats de Recerca, Desenvolupament i Innovació (R+D+I) dins el sistema de ciència i tecnologia dels territoris de llengua i cultura catalanes. En general al portal de divulgació científica de la Generalitat de Catalunya trobem un recull de projectes que es promouen a nivell institucional (<http://tinyurl.com/tesiPAV1-39>).

En base a aquesta introducció, partint del *background* de fons presentat, l'*state of the art* comentat i les febleses i dèficits argumentats em vaig plantejar els següents objectius per a la tesi doctoral que aquí recullo.

## 2. OBJECTIUS

---



En aquesta introducció s'ha vist com la comunicació de la ciència (i en particular de la química) forma part de la nostra dinàmica societat, i com està de forma constant sotmesa a canvis en formats, procediments, emissors i fins i tot públics. Seguim preguntant-nos per què serveix comunicar, què cal comunicar, com cal fer-ho, qui ha de comunicar i on cal fer-ho. Fins i tot no hi ha una definició clara del concepte de divulgació. El bon nombre de jornades relacionades d'una forma o altra amb la comunicació de la ciència mostra que s'està davant d'un tema obert i que està sotmès a canvis accelerats propis del segle XXI, com ho està la societat.

Investigar en el camp de la comunicació científica és més aviat propi, dels entorns de la pròpia comunicació, actualment, més que no pas dels entorns de la recerca científica. Més encara, hi ha més recerca en comunicació científica ambiental o mèdica que no pas en les anomenades ciències dures. Aquesta tesi pretén abordar la comunicació de la ciència, en particular de la química, des d'un entorn investigador pur que s'ha proposat explorar el camp de la comunicació científica com a repte grupal, com a procediment de millora i com a element de connexió amb la docència i la pròpia recerca, tot abordant aspectes de comunicació de la ciència a la societat canviant de la segona dècada del segle XXI, i reflexionant sobre la relació entre ciència i cultura.

Així doncs, l'objectiu principal d'aquesta tesi és estudiar nous formats en la comunicació de la química, així com explorar el seu paper en el foment de la cultura i les vocacions científiques.

Si bé a la introducció s'ha mostrat que la comunicació científica està vivint una renaixença no som pocs els qui estem convençuts que cal començar fer les coses d'una altra manera. A partir de l'anàlisi de les mancances existents i de les oportunitats de millora sobre el tema objecte d'estudi, les consideracions d'aquest capítol han fet que es plantegessin aquests objectius més específics:

- Contribuir en l'establiment de ponts entre recerca universitària i la societat a través dels mitjans de comunicació tradicionals.
- Usar el bloc personal com a eina comunicativa de la recerca així com l'amplificació d'aquesta acció mitjançant les xarxes socials.
- Vertebrar la Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital de la Universitat de Girona com a exemple d'èxit exportable sobre comunicació de la ciència i foment de la cultura científica des de la Universitat.

- Reforçar els ponts entre la recerca universitària i la docència a escoles i instituts per millorar la percepció dels estudiants vers la ciència i fomentar vocacions.
- Dissenyar nous tallers divulgatius i millorar els existents, adaptant els experiments recreatius clàssics així com aportant-ne de nous i generar nous marcs i presentacions mitjançant la tècnica de *storytelling*.
- Estudiar la percepció dels estudiants d'educació secundària vers l'activitat divulgativa feta des de la universitat per a la millora d'aquest procés motivacional i de foment de vocacions.
- Contribuir en la presentació de la ciència a la ciutadania de forma aplicada, contextualitzada i atractiva mitjançant nous formats i entorns com són l'itinerari científic o l'espectacle teatralitzat amb l'ús de la màgia i l'il·lusióisme com a recurs comunicatiu.
- Contribuir en l'actitud científica oberta en la millora del procés formatiu de la ciència.
- Generar recursos educatius oberts, amb un especial interès en el vídeo curt, i englobar-los en projectes amb fins educatius i divulgatius en forma de col·laboració en mitjans audiovisuals, l'edició de cursos MOOC o de lliçons que formaran part de projectes de *flipped learning*.

També, tenint molt presents les febleses i els dèficits percebuts i descrits pel que fa a l'àmbit es pren també com a objectius de la tesi investigar formes de millorar en:

- La percepció social de la ciència. Si bé aquesta està millorant, precisament per accions com les que analitza aquesta tesi, segons el darrer informe *Percepción Social de la Ciencia* publicat per la FECYT.
- El dèficit de coneixements científics per part dels estudiants de secundària, tal i com percebem i conclou el darrer informe PISA.
- En el dèficit en la formació de formadors, tal i com palpo de primera mà com a professor novell a secundària.

Resumint: El principal objectiu de la tesi es recull en la següent cadena de piulades (140 caràcters es fan curts):



Contribuir a l'alfabetització científica i tecnològica de la ciutadania per tal de desmitificar la ciència i combatre la "quimiofòbia",... #TESIPAV (1/3)



...disseminar la cultura científica i treballar per un futur amb ciutadans més capaços d'opinar respecte la ciència... #TESIPAV (2/3)



...que puguin distingir-la de la pseudociència i que apostin per un futur on la recerca sigui motor d'una societat més democràtica. #TESIPAV (3/3)

# 3.

## METODOLOGIA

---

Aquest capítol descriu la metodologia en recerca i acció seguida a la present tesi.

A grans trets la metodologia comunicativa emprada en la present tesi ha estat l'ús d'un llenguatge planer, proper al públic destinatari i adaptat a aquest, però estricte des del punt de vista científic. En aquest sentit de proximitat la llengua utilitzada ha estat, de forma preferent, el català, si bé en congressos internacionals i a l'hora de generar material per ésser publicat a la xarxa també s'han utilitzat les llengües castellana i anglesa. L'ús d'experiments visualment espectaculars i amb material casolà, així com els recursos audiovisuals, han estat uns dels punts forts i de caire innovador d'aquesta tesi. Les pinzellades d'humor, guions amb *storytelling* i la posada en escena, així com els jocs de màgia i il·lusions òptiques, han estat recursos emprats per apropar la ciència en uns formats concrets i a un cert sector de la població. Seguidament detalllem la diversitat metodològica emprada en la present tesi.

Entre el quart i el vuitè capítol s'hi exposen els resultats experimentals, essent el quart el que recull els resultats en la recerca al voltant de la comunicació pública de la ciència i la posterior experimentació. Es tracta de l'acció comunicativa duta a terme pels mitjans tradicionals així com pels nous mitjans que proporciona el web 2.0. La premsa escrita, ràdio i televisió, així com els cicles de conferències, han estat objecte d'estudi i acció per a la comunicació de la ciència. Mètodes i tècniques de comunicació clàssica han estat estudiats i aplicats de forma innovadora tot cercant noves formes de comunicació. També s'ha experimentat en l'ús de les noves eines, noves tècniques i nous mitjans com són els digitals i els proporcionats pel web 2.0, a mesura que aquests anaven naixent. La popularització massiva de les xarxes socials ha estat la darrera oportunitat ben aprofitada. En aquest sentit hem estat sempre pioners en el nostre àmbit i entorn pel que fa a l'ús d'aquests "nous" mitjans i eines per comunicar ciència. La col·laboració en el disseny, construcció i gestió d'una càtedra universitària de cultura científica i comunicació ha estat un projecte ambiciós i d'èxit.

El capítol cinquè recull els resultats de l'acció comunicativa duta a terme mitjançant tallers divulgatius. La innovació ha estat clau en la cerca de noves formes de comunicació presencial, ja sigui a nivell de comunicar els resultats d'una recerca a un congrés científic de forma diferent o bé fer una xerrada divulgativa a estudiants de secundària. Els mètodes i tècniques de la comunicació oral han estat complementats per l'ús d'experiments clàssics de "ciència popular", especialment de química recreativa, sempre actualitzant-los i millorant-los innovant pel que fa al "com", a la forma de presentar el concepte o contingut científic que es pretenia comunicar. L'*storytelling* així com altres mètodes i tècniques del teatre, humor i la màgia han estat emprats com a recursos en la comunicació presencial de la ciència.

El capítol sisè recull la recerca feta al voltant de l'ús del vídeo com a eina per divulgar ciència. Per aquest motiu la metodologia duta a terme ha estat específica pel que fa a aspectes tècnics i audiovisuals. Si bé s'han dut a terme projectes que han requerit la gravació d'imatge i so, així com l'ús de programes d'edició i de publicació dels resultats, la col·laboració freqüent amb diversos equips professionals en l'àmbit de l'audiovisual han permès que el resultat de l'acció divulgativa fos òptim.

El capítol setè recull un altre format aplicat, de forma pionera, per apropar la ciència experimental a la ciutadania. La metodologia emprada aquí és semblant a la dels ja clàssics itineraris de caire històric, turístic o bé botànic/ambiental (ja més proper al nostre àmbit). En aquest cas les explicacions tot fent ruta també han estat complementades per l'ús de l'experimentació.

El vuitè i darrer capítol de la part de resultats d'aquesta tesi conté la recerca i acció innovadora en l'àmbit de la formació científica. Més enllà de l'ús de l'experiment i del vídeo divulgatiu a l'aula la veritable innovació ha estat la immersió en el món dels cursos online massius i oberts (MOOC) i l'ús d'aquest nou paradigma en l'educació no formal pel que fa a la ciència però també a la comunicació d'aquesta ciència per part d'investigadors, com nosaltres mateixos. En aquest sentit la metodologia emprada en aquest vuitè capítol respon a la pròpia del disseny de cursos així com dels audiovisuals i ús de les eines del web 2.0.



4.  
RESULTATS I:  
COMUNICACIÓ PÚBLICA  
DE LA CIÈNCIA

---



El passat 19 de juliol es publicava una interessant reflexió a la secció de blocs del web de la revista *Scientific American* titulada “It’s time for Scientists to Stop Explaining So Much” (Freise 2016). A l’article l’autora donava arguments per veure que davant d’una audiència escèptica respecte la ciència, per moltes explicacions i dades que doni, el científic no té perquè convèncer a ningú. Ho escrivia al primer capítol de la present memòria i l’autora d’aquest recent article també ho argumenta. Les creences no es poden combatre amb un bombardeig de dades fruit de la raó sinó que el científic ha de buscar altres aproximacions per aconseguir entrar en diàleg amb el públic escèptic. D’altra banda cal tenir clara la diferència entre conscienciació i comprensió, el que en anglès s’anomena “públic awareness” respecte el “públic understanding”. Sovint el nostre objectiu com a divulgadors de la ciència és el mer fet de conscienciar, més que fer comprendre. Aconseguir que el públic conegui, prengui consciència i doni valor a una activitat científica, per exemple. La comprensió es troba en un altre nivell i és perseguida en altres situacions.

Tots comuniquem. Des de que naixem fins que morim ens trobem emetent missatges, verbals o no verbals, voluntaris o no, entesos, malentesos o incompresos. Fem servir un o altre mitjà i ens ajudem dels recursos que tenim a l’abast. Podríem dir que tota la vida és un camí en l’aprenentatge de com comunicar de forma eficaç. L’objectiu és clar, fer arribar un missatge concret a un destinatari de la forma més òptima possible. Aquest és l’èxit de la comunicació però no sempre és fàcil aconseguir-ho. Hi ha estudis universitaris sencers per convertir persones en bons comunicadors i els experts en altres àmbits del coneixement comptem amb màsters especialitzats en ensenyar a comunicar aquests continguts a la societat (destaco el *màster en comunicació científica, mèdica i medioambiental* de la UPF, dirigit pel professor Vladimir de Semir, un dels principals experts del país en l’àmbit) o bé als estudiants de secundària (el curs 2014-2015 vaig poder cursar el màster en formació del professorat a la UdG per esdevenir docent a secundària).

Tenir clar l’objectiu, dominar el missatge, saber manejar les diverses tècniques i comptar amb recursos per esquivar els imprevistos... no és sempre tasca fàcil ni immediata a l’hora de dur a terme l’activitat comunicativa. Conèixer el *què?*, el *qui?*, el *com?*, l’*on?*, el *quan?* i el *per què?* esdevenen bàsics a tenir en compte per a l’èxit d’aquesta.

Seguint un consell de Miquel Duran, en el meu procés de formació com a comunicador, em fixo en els experts de la comunicació, els qui han estat formats per dur-la a terme de forma eficaç i ho fan diàriament. Es tracta de dos col·lectius, els polítics i els sacerdots. Ambdós grups de professionals comuniquen diferents missatges, no coincidint en el “què”, però val la pena fixar-se en el “com”, en el seu domini dels canals, la forma i les tècniques. Precisament de cadascun dels àmbits esmentats avui comptem amb dos destacats comunicadors que són

exemple -no només des del meu punt de vista- pels qui encara n'estem aprenent. Per una banda em refereixo a Barack Obama (@POTUS), 44è i actual President dels Estats Units d'Amèrica. D'ell en podem destacar molts aspectes però jo em quedo amb l'exitós lema "Yes, we can". I per altra banda un dels grans comunicadors del nostre temps és Jorge Mario Bergoglio, el Sant Pare Francesc (@Pontifex). En certa manera, fiant-nos ara només en aspectes comunicatius, ha revolucionat una institució mil·lenària adaptant el missatge per ésser difós mitjançant les noves eines de comunicació digital però també destil·lant el contingut del missatge per fer arribar l'essencial d'aquest com si apliquéssim la filosofia dels 140 caràcters en discursos, homilies i publicacions escrites. Si bé Bergoglio no és un comunicador de la ciència, la seva formació científica, com a tècnic químic, pot ser que hagi determinat la seva forma de fer.

Fent aquesta reflexió recordo com la revista *Anales de Química* ens va publicar l'article titulat "*Habemus papam... y es químico!:* Un ejemplo de relación de temas de actualidad con la enseñanza de las ciencias" on, Gabriel Pinto i jo mateix com a coautors, aprofitàvem l'avinentsa de l'elecció del químic Bergoglio com a nou Sant Pare de l'Església Catòlica per presentar la química que hi ha al darrera de la famosa *Fumata Bianca* que clou tot conclave (Pinto, Vieta 2013).

Per a una comunicació reeixida els experts recomanen tenir en compte una sèrie de qüestions recordant sempre que l'objectiu és fer el teu missatge comprensible per al públic. Entre aquestes destaco la que respon a l'acrònim *KISS (Keep it short and simple)*. Potser també respon a la nostra tradició cultural i l'educació rebuda, que van en aquesta direcció (en altres països, com els sud-americans, no es sol valorar tant la concisió) però jo sempre la tinc molt present i en tot tipus de comunicació; ja sigui verbal, a l'hora de dissenyar tallers o bé en comunicació escrita. En aquest darrer cas, perseguint llegibilitat d'un text científic, divulgatiu, es parla de la redacció de frases d'un màxim de 20 paraules, utilitzar una única idea per paràgraf i que cadascun d'aquests tingui, almenys, tres frases (Bowater, Yeoman 2013). En general la llengua anglesa, tal i com ja hem vist al capítol primer, té unes característiques que l'han portat a ser la llengua de la ciència i la divulgació científica on la frase més simple és la que més es valora mentre que la pompositat en la construcció de les oracions es considera un defecte (Cortiñas 2009).

Pel que fa a les recomanacions anteriors, seguint el *KISS*, m'adono d'un fet que potser no m'hauria de sorprendre tant... La bibliografia parla de les 20 paraules/frase perquè el text sigui comprensible i comprovo amb premeditació –prenent aquest conjunt de mots, a l'atzar, d'aquesta mateixa memòria- que aquest nombre de paraules correspon a uns 110-130 caràcters. És a dir 1 tuit + el *hashtag*. Pot ser aquesta una de les raons perquè tants

comunicadors ens sentim còmodes amb el *Twitter*? Al capítol quatre faig unes reflexions al voltant d'aquesta xarxa social.

#### 4.1 El llenguatge de la comunicació científica

Si bé a la bibliografia trobem certa discrepància pel que fa a l'existència d'un llenguatge científic (Casassas 2012), o de més d'un, tenint en compte els llenguatges mèdic, matemàtic, químic..., és evident l'existència d'un vocabulari específic i un ús del lèxic característics i propis de les publicacions científiques. I aquí rau, penso, el primer obstacle que ens trobem en la comunicació de la ciència a la societat. En aquest àmbit, de l'estudi i difusió del llenguatge científic català, destaca l'especialista Carles Riera, científic, lingüista i prevere (Riera 1994). Carles Duarte escrivia el 1994, a la Revista de Llengua i Dret, la recensió "*Carles Riera: El llenguatge científic català. Antecedents i actualitat*" (Duarte 1994).

La recerca duta a terme ha estat sobre la comunicació social de la ciència, però perquè aquesta es doni cal que, prèviament, hi hagi hagut comunicació entre científics. I aquesta comunicació interna de la ciència compta amb uns mitjans i canals diferents. Si, per una banda, la comunicació entre experts en format escrit té lloc mitjançant les publicacions científiques, la comunicació cap a un públic no versat tindrà lloc per revistes de divulgació. De vegades, fins i tot, amb publicacions periòdiques de gran abast. Per altra banda, en format oral anirà des dels seminaris i congressos, en la comunicació entre experts, a l'ús dels mitjans de comunicació com la ràdio, la televisió o els cicles de conferències per arribar a la societat.

En general el llenguatge científic compta amb unes característiques que el distingeixen com són la precisió o la neutralitat, amb l'ús d'uns tecnicismes i tot plegat amb l'objectiu d'assolir una comunicació científica unívoca i rigorosa però sovint en els intercanvis comunicatius de contingut científic se'n trenca alguna d'elles originant problemes de comprensió en l'ús quotidià. Entre les ruptures trobem la sinonímia terminològica, l'homonímia i la polisèmia, la convivència amb altres llengües i, finalment, la comunicació amb el profà. Precisament en aquest darrer cas la ruptura de l'acte comunicatiu sol tenir lloc per la incapacitat del científic d'adaptar el llenguatge a l'interlocutor o públic que té al davant. Sovint l'ús de l'argot professional, ja no només en la comunicació amb el públic no expert sinó entre especialistes de diferents àrees de la ciència, més que afavorir la comunicació el que aconseguix és impedir-la (Gutiérrez 2005).

En l'àmbit de la química comptem amb la IUPAC com a organisme encarregat de normalitzar l'ús dels termes científics així com determinar els codis de formació dels nous tecnicismes i la manera d'utilitzar-los. Pel que fa a la llengua catalana comptem amb el *Termcat*, el centre de terminologia de la llengua catalana (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-1>).

## 4.2 Ciència oberta: el canvi de paradigma?

En la segona dècada d'aquest segle, un moviment que guanya força i que està fent tremolar l'edifici de la publicació acadèmica de la recerca és la ciència oberta. Amb l'accés obert com a un dels seus punts clau, i amb la Internet com a facilitadora, la Societat del Coneixement comporta canvis profunds en la forma com es crea, transmet, critica i desenvolupa el que sabem.

L'article que es presenta a continuació comenta la relació particular amb la *Wikipedia*, una pedra fonamental en el Coneixement Obert. L'anàlisi d'aquesta relació i les possibilitats de la Viquipèdia permeten fer una reflexió sobre la situació actual de la Ciència Oberta. La batalla per una forma diferent de comunicar i fins i tot de fer Ciència serà llarga, potser fins i tot dura, però probablement acabarà amb una solució satisfactòria provinent d'un canvi de model al sistema investigador de tot el món. Les iniciatives europees, ara mateix del programa *Horizon 2020*, van en aquesta direcció.



---

#### **4.2.1 CIÈNCIA OBERTA I VIQUIPÈDIA**

Inscrustada la publicació:

Duran, M., Duran, J., Simon, S., Blasco, F., **Vieta, J.A.** (2016). Ciència oberta i Viquipèdia.  
Pendent de publicació.

---

#### **4.2.1.1 Resum**

Es parla molt de Ciència Oberta, Accés Obert, Publicació en Obert... La Ciència Oberta pot ser caracteritzada de diferents formes. Per al públic pot ser una cosa. Per a un investigador, una altra. Per a un viquipedista, una altra. Per a un organisme finançador, una altra encara. Aquest article fa una petita reflexió sobre aquest tema, i pretén donar pistes de la importància de la ciència oberta, i de com persuadir i seduir els investigadors (especialment els científics) a considerar la viquipèdia com a eina clau en la ciència oberta.

#### **4.2.1.2 Paraules clau**

Wikipedia, Ciència Oberta, Comunicació Científica, Ciència 2.0, MOOCs

### 4.3 El meu bloc de divulgació científica

“Jo sóc jo i les meves circumstàncies digitals”.

Avui gairebé tothom compta amb un (o més d'un) perfil digital, tan si aquest és volgut com si no és així. Més enllà del CV, la primera impressió, la carta de presentació de qualsevol persona, accessible de forma immediata, és a la xarxa. En aquest sentit el meu bloc de comunicació científica és quelcom més que un espai on compartir allò que m'interessa i que penso que pot interessar a altres persones; és quelcom més que un espai de difusió del coneixement científic o d'amplificació de l'actualitat de la ciència. El meu bloc de comunicació científica és una de les peces clau que formen la meva identitat digital.

Tot va començar el febrer de 2008, quan em trobava al darrer curs de la llicenciatura en química, a l'assignatura optativa sobre comunicació científica. Ja feia anys que estava interessat pels camps de la divulgació i educació científica. Ben mirat a l'acabar la carrera jo volia ser professor de química. L'assignatura em va obrir un horitzó interessantíssim i inexplorat que desembocaria amb uns anys apassionants de recerca en aspectes de comunicació científica tot desenvolupant la tesi doctoral que ara redacto. El professor de l'assignatura, autor de la frase que encapçala aquesta pàgina -amb permís d'Ortega Gasset, de qui el nostre professor va manllevar la versió original per actualitzar-la- ens reptà a iniciar un bloc de divulgació científica. I així va ser com va començar l'aventura i el que havia de ser un treball per una assignatura del darrer curs de la carrera esdevingué el meu trampolí cap a uns anys apassionants fent recerca en comunicació científica dirigida per aquell mateix professor, Miquel Duran.

El fet de construir una bona identitat digital i reputació online mitjançant un bloc i les xarxes socials associades com *Twitter* o *Facebook* constitueix avui la veritable carta de presentació personal. No es tracta d'un veritable CV (cosa que és el *LinkedIn*, un CV digital emmarcat en una xarxa social), sinó la pròpia identitat digital. És ben sabut, i totalment comprensible, que qualsevol procés de selecció comença amb una cerca a *Google* o, directament, a les principals xarxes socials. I, en definitiva, forjar la identitat digital i reputació online és important perquè a la xarxa tot queda plasmat i descontextualitzat. Encara que un no vulgui apareix a la xarxa. De manera que la millor manera per evitar que hi aparegui contingut negatiu d'ell mateix no és intentar bloquejar la seva imatge online sinó passar a ser actiu esdevenint un mateix qui gestiona la imatge i els continguts sobre si a la xarxa.

El meu bloc també és la meva agenda i diari personal (més ben dit, professional) digital! Un autèntic diari de bord on recullo les parades a tots els ports i les aventures viscudes, ja siguin



reeixides o siguin naufragis de l'apassionant viatge pels mars de la ciència i la xarxa. Sense anar gaire més lluny haig de confessar que el meu bloc m'ha anat de meravella a l'hora d'escriure aquesta memòria de tesi. Tota la feina feta al llarg dels anys, recollida al bloc, degudament etiquetada i situada en un calendari, esdevé un tresor inimaginable a l'hora de fer un exercici recapituladori d'aquesta magnitud.

Ara bé, més enllà de constituir la meua identitat digital i de ser-me molt útil com a diari de bord, el meu bloc de divulgació científica és un canal de comunicació. Ja interessat en la divulgació de la ciència, especialment de la química que tant m'ha apassionat sempre, sota el *nickname* de *PepQuímic* el 2008 vaig passar de llegir a escriure. Sense adonar-me'n vaig entrar a formar part de l'engranatge esdevenint un actiu en la divulgació científica a la xarxa. Només necessitava l'eina i un cop la vaig tenir a l'abast l'acció va començar. D'aquesta manera el bloc *PepQuímic.cat*, que gestiono mitjançant sistema gratuït *Wordpress*, ha esdevingut una de les peces que confeccionen la blocosfera catalana de comunicació científica. Valoro molt el potencial del bloc per "curar", més ben dit per a esdevenir "curador de continguts" –tal i com recomana el *Termcat* com a traducció de *content curator*-, Però especialment trobo interessant per aquesta acció, el *Twitter*; de manera que més endavant, quan reflexioni sobre aquesta xarxa social, hi aprofundiré.



**Figura 4.6.** Capçalera del bloc *PepQuímic.cat*. Recuperada de <http://pepquimic.cat/>

Una de les grans satisfaccions d'aquests darrers anys va arribar el dia que vaig anar a rebre el "Premi al millor bloc professional d'Universitats, recerca i ciència" a la 5a edició dels Premis Blocs Catalunya organitzats per l'associació STIC.cat (Vieta, J.A. 2012). Ésser guardonat amb aquest reconeixement va ser una gran satisfacció, una responsabilitat i una empenta per seguir endavant amb la tasca de comunicació online i en català. Amb motiu d'aquest premi el bloc sortí a l'*Espai Internet* de TV3 (Aguilera, Novella 2012), inclòs al Telenotícies Migdia dels diumenges. Repassant l'aparició del bloc als mitjans de comunicació, recordo com aquest ja va ser recomanat al mateix *Espai Internet* de TV3 amb motiu de la celebració de l'Any Internacional de la Química (més endavant en parlarem) i també l'any 2011 va ésser recomanat per *La Vanguardia* a la secció "Tengo un blog" de la seva edició digital (Vieta 2011d).

Es poden enumerar multitud de beneficis del bloque. Des del fet que formes part d'una comunitat, que t'obra les portes a una interessant xarxa de contactes professionals, a la qüestió d'esfondrar els murs que separen ciència i humanitats (Bowater, Yeoman 2013). A més a més una de les riqueses dels blocs és l'opció que el lector escrigui comentaris. Bé, un dels fonaments de la comunicació 2.0. Ara bé, per altra banda el bloc també té les seves dificultats com el fet de no saber qui és el lector, el públic real (si bé tens clar qui és el públic objectiu), i sovint tens la impressió que acabes escrivint per a tu. Per altra banda s'ha de reconèixer que mantenir un bloc és una tasca dura que requereix dedicació i constància. Si més no si vols que aquest sigui de qualitat i que tingui lectors i comentaris, tal i com escrivia Miquel Duran al seu bloc *Edunomia* l'any 2007 (Duran, M 2006). Per una reflexió sobre el tema recomano llegir el post del mateix Duran, posterior a l'anterior, titulat "Mantenir un blog és molt dur, però seguir les xarxes socials n'és molt més" (Duran, M 2009).

Un aspecte important a tenir en compte a l'hora de comunicar mitjançant un bloc és el llenguatge i, també, la llengua en si. Avui l'anglès és la llengua de la divulgació de la ciència per excel·lència i això és així per unes característiques que té, intrínseques, a més de ser la llengua pròpia dels països més dominants en aquest camp. Podem afirmar que es tracta d'una llengua molt funcional i versàtil. La sintaxi i gramàtica angleses presenten avantatges, respecte les llengües llatines, derivats de la seva menor complexitat i l'escriptura dels divulgadors anglosaxons es basa en un estil senzill i pràctic, amb poca subordinació (Cortiñas 2009). De manera que per tenir més lectors podria escriure el meu bloc de divulgació científica en anglès, o en llengua castellana, arribant a un nombre immens de possibles lectors tenint en compte l'Amèrica llatina. Però no és així ja que l'objectiu del bloc és un altre. Aquest va dirigit, especialment, a un públic proper, tal i com més endavant defensaré. D'altra banda, i ja amb raons més emocionals que no pas racionals, escriure ciència a la xarxa i fer-ho en català és senzillament un acte de militància de la llengua, una manera de defensar la llengua pròpia i lluitar per la seva presència en cercles on és clarament minoritària. De manera que cada vegada que he fet aquesta reflexió he acabat per seguir escrivint en català, més convençut i guanyant en tossuderia.

Ja ho digué l'exitós autor britànic de ciència-ficció H.G Wells que "un llibre ha de ser escrit en l'idioma dels seus lectors, però un nombre considerable d'escriptors científics no s'adonen d'això" (Wells 1894). A més el mateix Galileu, paradigma de la comunicació científica i considerat el primer gran divulgador, va utilitzar l'italià contemporani per a les seves obres divulgatives, en comptes del llatí que era la llengua culta, utilitzada en publicacions científiques, per exemple.

Ara bé, una cosa és el bloc i l'altra la generació de materials i recursos educatius online. En aquest cas sí que trobo interessant generar-ne en anglès per què, de forma individual, puguin ésser compresos i utilitzats per més persones. M'explicaré posant el cas d'un petit vídeo que gravo, penjo al meu canal de *Youtube* i posteriorment enllaço a una entrada del bloc. Aquesta darrera l'escric en català, per arribar al públic objectiu de la manera més òptima, però la mica de text, verbalitzat o bé escrit, que apareix al petit vídeo serà en anglès. Aquest segueix essent un complement que fa més comprensible el meu text en català i, alhora, de forma independent, pot ésser comprès per una persona nativa de Noruega que, evidentment, no llegirà el meu bloc però que pot ésser perfectament seguidora del meu canal de *Youtube*. De la mateixa manera acostumo a piular en anglès, la *lingua franca* de la ciència, però és que l'ús que dono al Twitter és notablement diferent al del bloc... i d'això en parlaré seguidament.

#### **4.3.1 LA COMUNICACIÓ CIENTÍFICA I LES XARXES SOCIALS**

L'entorn digital i l'accés massiu a connexió a Internet i, molt especialment, a les xarxes socials han suposat un canvi destacat a l'hora de comunicar. La divulgació de la ciència ha trobat un nou espai, uns nous mitjans oberts i gratuïts que permeten arribar directament amb el públic objectiu, sense passar per revisors ni censuradors. Ara bé, això mateix -tal i com escrivia al primer capítol en referència al perill de les pseudociències- també permet que tothom hi tingui un espai. Aquest fet verídic no fa més que donar arguments a favor de la formació científica de la societat perquè els ciutadans puguin discriminar entre l'allau d'informació que es troba a la xarxa esdevenint més lliures.

Més enllà de les xarxes socials específiques per a investigadors com *ResearchGate*, que posa en contacte a científics o *Academia.edu*, on compartir articles científics, el que realment trobo interessant per a la divulgació científica és l'ús de les xarxes generalistes, allà on és la població, especialment els adolescents, públic objectiu de molts dels nostres projectes. I d'aquestes confesso que la meua xarxa social preferida és *Twitter*. I és que la mera limitació dels 140 caràcters és molt interessant. Moltes vegades representa un repte. T'obliga a sintetitzar, a escollir el cor del missatge. Potser per aquest motiu no hi trobo tant soroll com a altres xarxes, entre elles *Facebook*, que per altra banda és on es troba més còmode el perfil d'usuari preuniversitari si bé avui la xarxa estrella entre els estudiants de secundària és *Instagram*.

La importància que es dóna de la imatge personal des de l'adolescència, més enllà de copsar la bellesa de l'entorn, és un fet que pot explicar l'interès d'aquest col·lectiu per l'ús d'*Instagram*, si bé això és veu reflectit al tipus de fotos compartides en funció del rang d'edat. L'atractiu d'aquesta xarxa pels joves preuniversitaris, per tant, supera avui l'atracció que anys enrere tenia el mateix col·lectiu per a *Facebook*. Que avui els seus pares siguin a aquesta

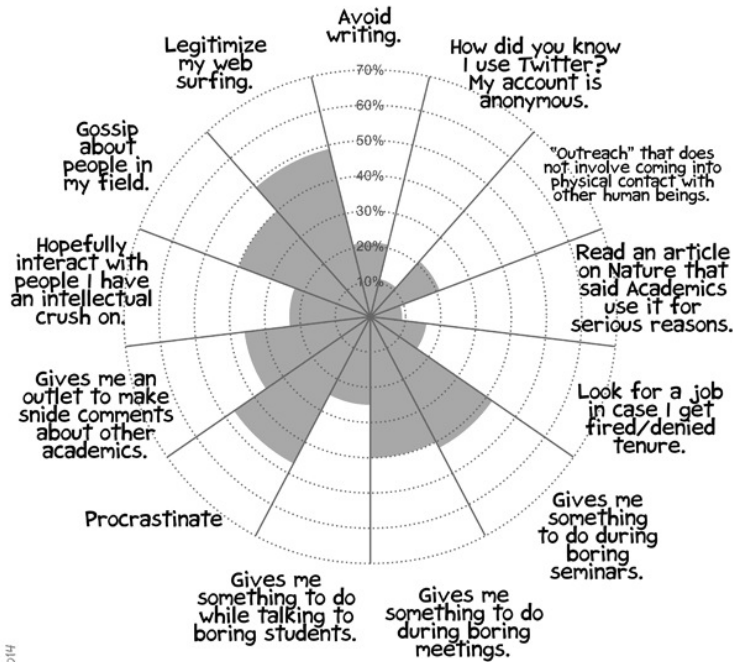
darrera xarxa segur que és un dels motius pels quals perd encant. I, per altra banda, aquests joves estudiants de secundària el *Twitter* encara no els ha despertat l'interès que, segurament, ressorgirà en ells quan vulguin “estar informats” més enllà “d'estar en contacte”.

Quan divulgo ciència per *Twitter* ho faig mitjançant l'usuari @pquimic (del meu *nickname* com a divulgador *PepQuímic*). Si bé el meu usuari de twitter personal és @pepantonvieta, quan actuo de divulgador de la ciència ho faig mitjançant l'altre usuari. És com qui es posa la bata. Fora del laboratori i sempre, en general, sóc “jo” i quan sóc al laboratori parlo com a “el jo científic” (si bé segueixo essent “jo mateix”). Aquesta discussió no té més motiu de ser que el mateix que em trobo si em trobo en un entorn o altre. Entre els amics parlaré d'uns temes i entre companys de feina d'uns altres i amb els alumnes d'uns de ben diferents. Diferents temes de conversa i diferents llenguatges. El mateix em passa a *Twitter*. Un usuari té un cercle de seguidors molt específic (el professional) mentre que l'altre el segueixen tots els amics, podríem dir. Tal i com ja especifico a la frase que em defineix a la xarxa social de l'usuari @pepantonvieta “[...] des del laboratori: @pquimic”.

També haig de dir que acostumo a utilitzar la llengua anglesa a l'hora de piular mitjançant l'usuari @pquimic ja que són moltes les ocasions en les que utilitzo la xarxa sobretot per estar en contacte amb altres professionals de la ciència i al comunicació. Companys que fan recerca a l'estranger, potser, els quals utilitzem comunament la llengua anglesa per comunicar-nos. Si bé també és veritat que pels tuits que van més enfocats al professorat de secundària, per exemple, o directament a la societat i alumnat, que també tinc seguidors que no són investigadors, evidentment, faig servir la llengua catalana. Precisament l'altra gran utilitat que dono al meu twitter comunicador és la d'amplificar les publicacions del meu bloc o per a esdevenir “curador de continguts” sobre els articles que llegeixo, de manera que aquí també hi cap l'ús de la nostra llengua.

Precisament en un vídeo de l'*UPF Barcelona School Of Management*, gravat durant el Campus Gutenberg 2015, el company divulgador Óscar Menéndez (@omenendez) feia referència a aquest ús de Twitter per posar en contacte divulgadors més que per establir la relació divulgador-públic (UPF Barcelona School of Business 2016). I fins la prestigiosa revista *Nature* també publicava, l'estiu de 2014, un interessant article on s'analitzava l'ús de les xarxes socials per part dels científics (Van Noorden 2014). I, genials com sempre, els autors de *PHDComics* (@PHDcomics) no van trigar a fer-ne paròdia publicant la següent caricatura (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-12>).

## Why Academics REALLY Use Twitter



JORGE CUMM © 2014

www.phdcomics.com

Original graph from: nature.com/news/online-collaboration-scientists-and-the-social-network-1.15711

**Figura 4.7.** Caricatura publicada per PHDComics sobre l'ús del Twitter per part dels investigadors. Recuperat de <http://www.phdcomics.com/comics.php?f=1737>

Alguns nombres: Avui (23 d'octubre) @pquimic compta amb 1462 seguidors, està afegit a 108 llistes d'altres usuaris i, el que més valoro, segueixo a 1048 usuaris, molts d'ells interessantíssims pel que fa a la ciència i la comunicació científica. (Als annexos adjunto la capçalera del meu twitter a dia d'avui).

## 4.4 Divulgant la ciència per diversos mitjans

En termes generals un pot prendre dues opcions a l'hora de comunicar ciència, les quals són excloents però combinables. Per una banda tenim la comunicació directa amb el públic, on el mateix expert fa servir eines comunicatives que té a l'abast, com els blocs i les xarxes socials, implicant un contacte directe, també de retroalimentació, amb el públic. Per altra banda tenim la comunicació mediada que es canalitza a la societat a través dels mitjans de comunicació (Alonso 2013).

I pel que fa a la comunicació mediada, especialment referent a la premsa informativa d'actualitat, avui la ciència competeix per minuts de televisió, pàgines de diaris i espais a revistes generalistes. De manera que es fan imprescindibles els mitjans de comunicació específics de ciència. L'*Agència SINC (@agencia\_sinc)* n'és un exemple. Es tracta d'una agència de notícies online sobre ciència, tecnologia, medi ambient i salut. (García, E 2014).

Al llarg d'aquests anys de recerca doctoral, que conclouen amb la present memòria de tesi, he experimentat amb la comunicació directa i amb la mediada duent a terme accions de difusió científica mitjançant un bloc divulgatiu i les principals xarxes socials, així com a través de diversos mitjans de comunicació: televisió, ràdio i premsa escrita. Primer va ser la col·laboració a revistes locals com la secció "Des del laboratori" que vaig fundar a la revista *RECVLL*, introduint per primer cop la ciència a la gairebé centenària revista de forma periòdica. Seguidament arribava la col·laboració a revistes comarcals com són el *Celobert de la Costa Brava Sud*, *La Marina de Blanes i Lloret* i *Tribuna Selvatana*. Sortint de l'àmbit de la premsa escrita, però seguint a nivell local, el 2010 tres companys fundem *Aula Blanes* des d'on organitzem conferències de difusió del coneixement impartides per investigadors. També va ser el 2010 quan quatre inquiets amics, vam fundar *El Xiringuito*, programa emès en directe per *Ràdio Blanes* on jo portava la secció de ciència "Es laboratori" i la informació meteorològica. Finalment el 2012 feia el salt a la *Televisió de Catalunya, TV3*, amb la col·laboració esporàdica al programa *Espai Terra*.

Seguidament presento i reflexiono a partir de la meva experiència en la divulgació científica mitjançant aquests diversos formats.

### 4.4.1 PREMSA ESCRITA

Amb referents com la columna *SetCiències* de Miquel Duran al Diari de Girona, pel que fa a un diari generalista, o ja en mitjans més especialitzats els articles publicats per Claudi Mans al

butlletí *Notícies per a Químics* i a la *Revista de la Societat Catalana de Química*, recollits el 2005 al llibre de divulgació per a tots els públics “La truita cremada. 24 lliçons de química”, durant els anys que he estat desenvolupant la meva tesi doctoral, fins i tot començant quan encara no havia acabat la carrera de química, he tingut l’oportunitat d’actuar de comunicador científic col·laborant a diversos mitjans.

Arrel de la meva acció divulgativa mitjançant el bloc prèviament presentat l’any 2010 em va arribar la primera petició i invitació a col·laborar en un mitjà local, el RECVLL de Blanes. Es tracta d’una revista de divulgació de la cultura local, des dels seus inicis compromesa amb el país, la llengua i l’Església catalana fundada a Blanes l’any 1920. Al seu número mensual s’hi publicaven articles de diversos àmbits de la cultura (història, societat, literatura, fe o cinema) però la ciència no s’hi feia present i aquí és on jo hi podia aportar alguna cosa. Una oportunitat i un repte, a la vegada.

D’aquesta manera el setembre de l’any 2010, al número 2002 de la revista, jo mateix inaugurava la secció que vaig batejar com “Des del laboratori” on m’estrenava amb l’article “Focs artificials per Santa Anna, Química de Festa Major” (Vieta 2010). Als annexos d’aquesta memòria adjunto l’article divulgatiu publicat al darrer número de la revista publicat fins a dia d’avui –el número 2069 corresponent al mes de juliol de 2016- (Vieta 2016). Tots els articles divulgatius publicats a la revista RECVLL de Blanes també són al meu bloc des d’on es poden llegir o descarregar de franc (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-13>).

Pel que fa a les altres revistes abans esmentades, ja sortint de l’àmbit local, destaco la meva col·laboració a les entrevistes de la contraportada de *La Marina de Blanes i Lloret*. En diverses edicions de la revista he tingut el goig de poder-hi publicar entrevistes a investigadors, professors i divulgadors de primer nivell i, tots ells, de la nostra vila de Blanes o veïns de molt a prop entre els quals es troben Salvador Macip o Anton Aubanell. Als annexos adjunto l’entrevista a Salvador Macip, XIX Premi Europeu de divulgació científica “Estudi General”, amb Chris Willmott, per l’obra “Jugar a ser déus. Els dilemes morals de la ciència” (Macip, Willmott 2014), publicada al número 11 de la revista *La Marina de Blanes i Lloret* sota el títol “Salvador Macip: investigador, divulgador i escriptor” (Vieta 2014). També hi adjunto l’entrevista que vaig fer a Miquel Duran Frigola, publicada l’agost de 2015 al número 91 de l’edició de Lloret de la revista *Celobert de la Costa Brava Sud* (Vieta 2015 a).

Referent a la premsa escrita i més enllà dels articles divulgatius que jo mateix hi he presentat al llarg d’aquests anys de tesi també m’han fet alguna entrevista. Entre elles destaco la que em van fer des del *Diari de Girona* amb motiu de la nova Llei de la Ciència, la qual va ser publicada el diumenge 28 de març de 2010 (Martí 2010) la qual adjunto als annexos de la tesi.

#### 4.4.2 RÀDIO

Amb referents com *A hombros de gigantes* presentat i dirigit per Manuel Seara a RNE (i, val a dir, obligat d'ésser sentit "a la carta" pels terribles horaris nocturns d'emissió) (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-14>), *Ciencia al cubo* d'América Valenzuela (@A\_Valenzuela), aquest ja fora d'emissió (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-15>), o les col·laboracions de Salvador



**Figura 4.8.** El diumenge 7 de maig de 2011 vaig dedicar l'espai "Es laboratori" del programa "El Xiringuito" de Ràdio Blanes a Lavoisier, amb motiu del 217è aniversari del seu assassinat.

Macip a *El matí de Catalunya Ràdio* (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-16>) i més enllà d'alguna trucada puntual que he rebut des de programes de ràdio per comentar quelcom d'actualitat científica, l'estiu de 2010 se'm va plantejar un nou repte. Juntament amb tres amics més de Blanes encatava un projecte que em portaria a comunicar ciència per ràdio. Allí naixia *El Xiringuito* de Ràdio Blanes (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-17>).

Al llarg de 93 programes i gairebé 3 anys (octubre 2010 - juny 2013), tots els diumenges de 8 a 9 del vespre i en rigorós directe vàrem emetre el programa per Ràdio Blanes, al 97.7 de la FM. *El Xiringuito* va ser un magazine on l'actualitat local, l'esport, el cinema i també la ciència hi tenien el seu lloc. Va ser un programa portat per joves i això li donava un toc de frescor destacat. Jo hi vaig portar la secció de ciència "Es laboratori" des d'on vam tractar multitud de temes d'una forma amena on l'humor, l'actualitat, la nostra vila de Blanes i les efemèrides van ser els recursos que sempre usava a l'hora de comunicar la ciència (Figura 4.8).

#### 4.4.3 TELEVISIÓ

Al capítol primer mencionàvem al científic nord-americà Carl Sagan (1934-1996) que amb la brillant sèrie *Cosmos*, dirigida i presentada per ell mateix des de 1980 a la cadena PBS, va ser un dels pioners en l'ús d'aquest mitjà com a eina de divulgació del coneixement científic. El Sagan va tenir una notable habilitat per comunicar els seus coneixements sobre l'espai a la gent del carrer i el seu programa va suposar un gran èxit d'audiència (Cortiñas 2009). Precisament, i a diferència del que passa avui gràcies a la conscienciació i, també, a les ajudes que es donen per a investigadors si acosten la seva recerca a la societat, Sagan era mal vist pels seus col·legues



degut a la seva acció divulgadora pels mitjans de comunicació social. (De Semir 2011). Llavors el científic havia de romandre a la seva “torre d’ivori” i parlar amb un llenguatge intel·ligible pels profans per a ésser reconegut pels companys.

Pel que fa a l’actualitat no fa gaire més d’un mes, el passat 10 de setembre de 2016, la cadena FOX estrenà un nou programa del divulgador científic Steve Spangler titulat *DIY SCI (Do it yourself Science)* (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-18>).

Per altra banda, pel que fa a la televisió pública catalana un fet curiós ha tingut lloc ja des de fa molts anys. I és que, com a cas especial respecte a altres canals de televisió, l’*home del temps* ha estat sempre un molt bon divulgador científic, més enllà de limitar-se a comunicar la previsió meteorològica i els telespectadors han col·laborat massivament amb l’enviament d’imatges i informació local. Jo mateix he estat col·laborador enviant algunes fotos de fenòmens meteorològics que després han estat passades per antena. Per tant, podríem dir que la *meteo* de TV3 la fem entre tots i aquest és, des del meu punt de vista, el primer i més gran projecte de ciència ciutadana que ha tingut lloc al nostre país.

Les petites pinzellades de ciència al breu (massa breu) espai *El Temps* de TV3 van acabar amb el naixement del programa de televisió divulgatiu *Espai Terra*, dirigit i presentat pel meteoròleg Tomàs Molina. D’aquest en destaco la nostra col·laboració com a referents divulgadors de la química, la qual té lloc en forma de la realització d’experiments recreatius per a mostrar un procés o concepte de la química. Amb Josep Duran, des de l’inici d’aquesta col·laboració -a l’octubre de 2012- fins a dia d’avui, hem estat a una dotzena de programes (Figura 4.9 i 4.10).

Va ser un gran repte col·laborar a un programa de televisió amb uns índexs d’audiència tan massius, a la Televisió de Catalunya i, especialment, realitzar experiments en rigorós directe. Habituar-nos a treballar amb croma, als inicis del programa (on tot el plató eren parets blaves i l’únic atrezzo una tauleta) quan, evidentment, no podíem protar cap peça de roba o instrument o reactiu de color blau va ser una limitació.



**Figura 4.9.** Captura de pantalla de l'edició d'*Espai Terra* de TV3 corresponent a dilluns 7 d'abril de 2014. Recuperat de <http://tinyurl.com/tesiPAV4-19>



**Figura 4.10.** La nostra col·laboració a l'*Espai Terra* de la diada de Sant Jordi 2014, al plató mòbil de TV3 en plena Plaça de Catalunya de Barcelona. Recuperat de <http://tinyurl.com/tesiPAV4-19-1>

A nivell internacional diversos divulgadors científics han esdevingut personatges mediàtics i la seva tasca ha assolit els objectius d'apropar la ciència al ciutadà. Entre ells vull destacar al comandant Jacques Cousteau, l'astrònom Carl Sagan, el físic Neil Degrasse, a l'actor Paul Zaloom (l'abans mencionat protagonista d'*El món d'en Beackman*), Bill Nye, més conegut com *The science guy* (@TheScienceGuy), *The modern alchemist* (@peterwothers) o Steve Spangler.

Per altra banda, un parell de casos han esdevingut referents en mostrar ciència per a un bon gruix de la població de l'estat i jo no els col·locaria a una llista de científics divulgadors que comuniquen ciència per televisió. Em refereixo a Eduard Punset i al programa *El hormiguero* d'*Antena 3* amb el seu espai d'experimentació. El primer ha assolit una posició de referent, fins i tot de personatge icònic per la seva fesomia, entrevistant a destacats científics potser només pel seu donimi de la llengua anglesa, ja que pel que fa a la ciència i el seu mètode -tal i com s'ha denunciat diverses ocasions des de la comunitat divulgació científica- no sembla dominar-los gens.

Precisament seguint la línia d'aquest format de Punset, però millorant la idea, com a última novetat i essent una de les darreres i més actualitzades referències que afegeixo a la memòria de tesi, el dia 10 s'estrenà "El cazador de Cerebros" (RTVE 2016a) emès per la 2 de TVE el qual és presentat per Pere Estupinyà (@perestupinya) autor de l'excel·lent "El lladre de cervells" (Estupinyà 2011). Per altra banda, en la línia de *El hormiguero* -pel que fa a l'ús d'el·humor com a recurs, però com a verdader programa de ciència- des de 2014 s'està emetent per *La 2* de RTVE *Órbita Laika*. El *late night show* de divulgació científica, destacat per l'ús de

l'humor més transgressor, està coproduït per la FECYT i a la nova temporada, que també s'ha estrenat aquest mateix setembre es presenta amb una nova versió titulada *Órbita Laika, la nueva generación* (RTVE 2016b) –picant l'ullet a al món *trekkie*- la qual compta amb la col·laboració del físic i divulgador català Dani Jiménez.

Tal i com explico més detalladament a l'article adjuntat al capítol vuitè i emmarco dins l'evolució dels nostres projectes de divulgació i formació mitjançant el vídeo curt com a eina didàctica, l'any 2009 amb Josep Duran vàrem participar al programa de divulgació científica *Kopèrnik*, emès per la *Xarxa de Televisions Locals de Catalunya*. Nosaltres portàvem la secció "L'experiment" i la nostra participació va constar en dur a terme un total de 26 experiments divulgatius mitjançant els quals mostràvem conceptes i processos tot seguint la història de la química a través del descobriment dels elements de la taula periòdica. Aquests van ser gravats i emesos en cadascuna de les edicions del programa i avui s'hi pot accedir a través de la pàgina web del projecte *Reacciona...explota!* (Duran, J 2016) i des del portal *Recerca en Acció* (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-21>).

Analitzant la televisió, i el periodisme a través d'aquest mitjà, com a eina per a la comunicació de la ciència recordo avui la interessant reflexió a càrrec de Vladimir de Semir i Josep Cuní, al programa d'aquest darrer, a 8TV. Els dos referents de la comunicació del nostre país, un de la ciència i l'altre generalista, reflexionant sobre la ciència, la comunicació i la imatge d'aquesta (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-22>).

#### **4.4.4 CICLES DE CONFERÈNCIES DIVULGATIVES**

El físic i químic britànic Michael Faraday (1791-1867), conegut per les seves contribucions a la fundació de l'electroquímica i de l'electromagnetisme, ha estat un dels més grans conferenciants de tots els temps. Però, abans d'ell hauríem de parlar de Robert Boyle (1627-1691), a qui podem considerar el pare de la química com a ciència, de la mateixa manera que es considera que Lavoisier és el pare de la química moderna. Boyle va participar en la fundació de la Royal Society (@royalsociety) i va fundar les "conferències boyleanes". Les *Boyle Lectures* van ser un encàrrec que va deixar el científic en forma de testament i van suposar un pas endavant notable en la divulgació de les ciències situant la tradició britànica al capdavant del gènere de les conferències a Europa (Cortiñas 2009).

Els inicis de Faraday com a divulgador estan lligats a la persona de Humphry Davy i a la Royal Institution (@Ri\_Science) de Londres. Faraday va arribar a crear un estil propi en les conferències. Dues de les claus de l'èxit van ser l'ús d'un llenguatge senzill, molt proper al que es parlava al carrer, i la utilització de demostracions i experiments realitzats *in situ* (Cortiñas

2009). El científic britànic aconseguia que l'audiència comprengués els conceptes a través de la persuasió, a través d'una atmosfera quasi "màgica". La gent se n'anava creient que realment sabia molt més del que realment sabia. Faraday convertia la ciència en un entreteniment i dominava les tècniques pròpies del teatre per crear suspens. Faraday també va introduir novetats significatives en els programes de cursos i conferències de la RI. Les *Friday Evening Discourses* i les *Christmas Lectures*, aquestes últimes adreçades a la gent jove, van ser dues sèries de conferències ideades per ell que van tenir molt bona acollida (Cortiñas 2009). Avui es segueixen duent a terme les anuals *Christmas Lectures*, que també són retransmeses per televisió. Entre les més recents destaco el cicle ofert el 1977 per Carl Sagan titulat *The Planets* (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-23>) i el de 2012 amb l'abans mencionat Peter Wothers, més conegut com *The Modern Alchemist* (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-24>). Enguany (2016) les *Christmas Lectures* aniran a càrrec del Prof. Saiful (@SaifulChemistry) Islam sota el títol de *Supercharged: Fuelling the future* (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-25>).

El 1860 Faraday publicà el que seria una de les obres més significatives de la història de la divulgació científica. *The Chemical History of a Candle* (Faraday 2014), que va esdevenir un best-seller, recull de les seves millors conferències.

Al lloc web de la *Royal Institution* trobem un itinerari per la Londres de Faraday (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-26>). El podem fer online, des de casa, però la millor manera d'aprofitar-lo és recuperar-lo quan tinguem l'ocasió de ser a Londres. És una bona manera de conèixer una zona de la ciutat tot descobrint facetes de la vida del científic. Precisament el capítol setè de la present memòria de tesi recull una reflexió a partir de la meva experiència en l'aportació que hem dut a terme des del nostre grup en la síntesi d'itineraris científics per la ciutat de Girona.

Amb la certesa de l'eficàcia de les xerrades divulgatives dutes a terme per experts al públic general i havent percebut una mancança a la nostra vila de Blanes el 2012 tres compays iniciàvem un projecte que poc ens esperàvem que seria tan exitós. Era l'estiu de 2012 quan oficialment fundàvem *Aula Blanes* (Vieta 2011c) (González 2011) i des d'aquest inici vam tenir el recolzament i ajuda per part del consistori així com una resposta molt bona per part de la població que, mensualment han estat pendents del bloc, les xarxes socials i la premsa local per a assabentar-se dels propers conferenciants.

Les xerrades mensuals sempre han estat amplificades en directe per les xarxes socials (@AulaBlanes) i gravades, de manera que estan disponibles íntegrament al web d'Aula Blanes (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-27>).



**Figura 4.11.** Logotip d'Aula Blanes.  
Disseny de Sergi Seira.



**Figura 4.12.** Presentant a l'amic i investigador Tomàs Llorens que ens oferí "Els microorganismes del sofre i l'origen de la vida a la Terra" (gener de 2014).

Aula Blanes també hem volgut que fos un trampolí pels joves investigadors de la vila pel que fa a la seva activitat comunicativa i, alhora, una oportunitat perquè els blanencs reconguin en els seus veïns i coneguts investigadors de qualitat. D'aquesta manera hem tingut a blanencs que ens han presentat la seva tesi doctoral (com els amics i científics Jordi Ribas i Tomàs Llorens) o recents investigacions que han rebut mencions i premis (Figura 4.12).

L'èxit que abans mencionava d'Aula Blanes no el mesurem de cap altra manera que amb la llarga vida dels cicles de conferències (6 temporades de forma ininterrompuda), la qualitat de les conferències, el nombrós públic assistent i, especialment, l'enriquidora interacció, que sovint genera debat, entre el públic assistent i el conferenciant en forma de breu sessió de preguntes. Entre els conferenciantes que han passat per Aula Blanes destaco a científics de renom com Daniel Closa, Enric Ballesteros, Salvador Macip o Miquel Duran.

## 4.5 La Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital de la UdG

Més enllà de l'interès i la inquietud per divulgar ciència, cal un coneixement, unes tècniques, una ciència per a comunicar ciència. El bon comunicador científic no sorgeix per generació espontània, sinó que es construeix. Un científic no necessàriament ha de ser un bon comunicador i és que, ben mirat, als estudis universitaris de les facultats de ciències és fàcil que els estudiants no hagin rebut lliçons en aquesta disciplina. Per aquest motiu jo, com a comunicador de la ciència –més enllà d'investigador- necessitava una formació que em portaria a millorar en els camps abans esmentats: la publicació d'articles divulgatius, l'organització de cicles de conferències o bé l'aparició en espais televisius. Aquesta formació l'he rebut al llarg

d'aquests anys com a membre de la Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital de la Universitat de Girona. L'assistència a congressos nacionals i internacionals, jornades, cursos i tallers m'ha permès anar assimilant tècniques i metodologies emprades per experts dels àmbits de la comunicació, el periodisme i la docència. Recordo especialment l'assistència a la 2a edició del curs *El científico ante los medios de comunicación* de la Fundació Esteve (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-28>) que va tenir lloc durant una setmana de novembre de 2012 a la ciutat de Madrid, les diverses edicions del Campus Gutenberg (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-29>), a la UPF Barcelona i les Journées Hubert Curien i congrés Science and You celebrats a Nancy, així com la realització de cursos MOOC o bé la participació al congrés *Science on Stage Europe 2015* celebrat a Londres (Vieta 2015b), entre altres.

Juntament amb la de la Universitat del País Basc (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-30>) i la de la Universitat de València (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-31>), la Universitat de Girona compta amb una de les poques càtedres de cultura científica de l'estat. Com a resposta d'un conjunt de professors i investigadors del Departament de Química de la Universitat de Girona a la situació d'allunyament de la societat envers la química i la ciència en general –comentada al primer capítol– la qual tingué la conseqüència d'una davallada en l'interès cap a la química per part dels estudiants de Secundària, l'estiu de 2008 nasqué la *Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital* (C4D) de la Universitat de Girona. D'ençà del seu naixement, la C4D ha dissenyat una sèrie de projectes de divulgació científica, i de la química en particular, amb l'objectiu de potenciar l'interès per aquesta ciència i incrementar la cultura científica de la societat en general i, especialment, dels estudiants preuniversitaris.

Els objectius de la càtedra dirigida per Sílvia Simon Rabassada són promoure la recerca i l'estudi en la intersecció dels camps de la Comunicació, la Ciència i les TIC. Algunes de les activitats dissenyades i organitzades anualment a la ciutat de Girona, tal i com veurem seguidament, ja formen part del calendari sociocultural de la ciutadania.

Seguidament adjunto l'article publicat al llibre del congrés INTED 2012 fruit de la comunicació presentada per mi mateix a dit congrés. Al seu darrere adjunto l'article publicat al llibre titulat "Ensenyament de la Química, de la Innovació a la Indústria (Actes Segones Jornades sobre l'Ensenyament de la Química a Catalunya)" (Vieta et al. 2013) i que correspon a la comunicació presentada en aquest congrés organitzat pel Col·legi de Químics de Catalunya. Ambdues comunicacions han estat escollides per a ésser incrustades a aquest capítol de resultats degut a la seva rellevància en quant a recull de reflexions al voltant de les diverses activitats divulgatives desenvolupades fins al moment de publicació des de la C4D.



---

**4.5.1 RECREATIONAL CHEMISTRY AND 2.0 TOOLS AS A WAY TO COMMUNICATE SCIENCE AND, SPECIFICALLY, CHEMISTRY. BRIDGE BETWEEN UNIVERSITY AND HIGH SCHOOLS**

Inscrustada la publicació:

**Vieta, J.A.**, Simon, S., Duran, J., Güell, M., Duran, M., Guillaumes, L. (2012). Recreational Chemistry and 2.0 tools as a way to communicate Science and specifically, Chemistry. Bridge between University and high schools. *INTED2012 Proceedings*, 3438-3445.

---



#### 4.5.1.1 Abstract

The society often has a negative view of chemistry. Some people consider it a science unhelpful, even dangerous, polluting, which harms society and that only takes place in laboratories and industries. High school students also believe that it is a complicated science in their educational curriculum. This set of prejudices have made increasingly fewer students choose the science itinerary at high school, and fewer still want to study Chemistry at University.

Given these factors, since 2004 the Department of Chemistry, *Universitat de Girona* promotes a series of activities aimed to increase the contact with students and teachers in Secondary Education.

This communication is the result of a series of projects designed to show the nice and amazing side of chemistry, as a step to encourage students to be interested in science and, more specifically, in chemistry. Fortunately, popular science by conducting experiments is experiencing a renaissance surprising and encouraging since the declaration of 2007 as the Year of Science. In Catalonia has also coincided with three basic facts that have contributed to this revival. First, the number of museums and exhibitions related to science has increased. Second, new books about popular science and recreational chemistry are published and can be found in bookstores. And third, new TV programs, which combine the show with science, are available in our channels.

The general objectives of *Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital* (Chair of Scientific Culture and Digital Communication) of *Universitat de Girona* are to promote research and study at the intersection of the fields of Communication, Science and Information Technology. During this year, and helped with the activities carried out to celebrate the International Year of Chemistry (IYC 2011), we have been getting closer science to citizens and increase the interest in the young students.

The projects developed from the C4D can be divided into three groups. In one hand, we work in the edition of web pages of chemistry dissemination, the Chemist Itinerary through the city of Girona or the weblog *Catquímica*. The latter is the web site that we created the first of January of 2011 commemorating the celebration of the IYC 2011, where daily we published a post related to chemistry. The edition of web pages is complemented with the use of social networks to reach out directly to teenaged student. On the other hand, we have designed three exhibitions about the chemistry of sport, where we want to show the student the direct relationship between the advancement of science in the synthesis of new materials and the achievement of sports records and the increasing of safety in the practice of these sports.

Finally, we have several projects of science dissemination presented as conferences and demonstrations offered to schools and high schools. We offer conferences adapted to the level of the students. So, we are prepared to explain chemistry to students from 5 to 18 years old, always with the aim to encourage them to discover the funny and interesting side of science, and in particular of chemistry.

Keywords: Chemistry, communication, education, 2.0 tools.

#### **4.5.1.2 OBJECTIVES**

As we developed in the abstract, the general objectives of C4D are to promote research and study at the intersection of the fields of Communication, Science and Information Technology. In this way, all the actions developed from the chair are designed to bring science closer to society, especially to pre-college students

#### **4.5.1.3 DESCRIPTION OF THE WORK**

##### **4.5.1.3.1 Edition of web pages of chemistry dissemination**

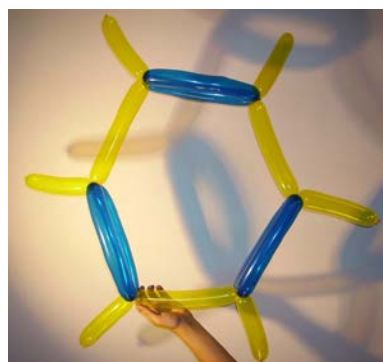
The C4D believes in the use of digital media for science dissemination. In this sense, apart from the general web of the chair (C4D 2016), this covers other more specific, which focus their action contained in a sector of society and, more specifically, its purpose pedagogical students. We want to highlight a couple of them.

##### ***The kit bionanomolecular***

The website (C4D 2009) has been designed as a resource for secondary teachers, but can also be used to conduct projects for elementary students in the field of molecular modeling introduction.



**Figura 4.13.** Model of a carbon nanotube designed by the technique of origami.



**Figura 4.14.** Model of a benzene molecule, designed by the technique of balloon twisting.

In this web page, we find a variety of techniques, all of them easy to follow, that can be carried out in the classroom with daily material for the molecular modeling. Origami, the balloon twisting or the use of other materials such as clay or porexpan are a good resource to show the geometry of the molecules, conducting a project on the chemistry classroom.

### ***Itinerari Químic per Girona***

The website (Duran, Dalmau, Vieta 2008) is the online edition of the book *Passeig per l'Invisible. Itinerari Químic per la Ciutat de Girona* (Walk through the Invisible. Chemist itinerary in the city of Girona). The book was written by Josep Duran (teacher and researcher at the Department of Chemistry, University of Girona and member of C4D).

This route is aimed to everyone, in which eleven stops have been chosen with the intention to show everyday examples to illustrate the presence of chemistry in the context of the city of Girona. In this way, walking, we can analyze the composition of different building materials or different types of metal treatments to prevent oxidation.

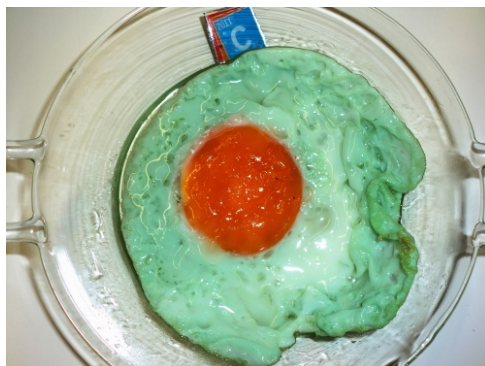


**Figura 4.15.** Principal image of the web page *Itinerari Químic per Girona*.

In this website, and especially using *Layar* application of Augmented Reality for smartphones, we can find the necessary information, expanded from the book, with pictures and videos to enjoy the route without the presence of a guide, walking with a mobile phone or tablet with Internet connection.



**Figura 4.16.** *Layar* application of Augmented Reality for smartphones of *Itinerari Químic per Girona*.



**Figura 4.17.** The preparation of an edible green fried egg, by acid-base reactions, was one of our contributions to the project *Ciència a la Cuina* of *Recerca en Acció*.

### Participation in two projects of *Recerca en Acció*

Regarding to scientific dissemination projects on a larger scale, we highlight our participation in the website *Recerca en Acció*. This is a web page which belongs to *Generalitat de Catalunya*, which has the main objective of "raising awareness of the research carried out in Catalonia in all disciplines, their results and methods as well as the tools used, and contribute to the use of Catalan as the language in scientific communication" as argued in its website (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-32>).

"Who has a kitchen, has a laboratory". Under this motto, in 2009, *Recerca en Acció* launched the project *Ciència a la Cuina* (Science in the Kitchen) in which we participated carrying out chemical experiments our kitchens. This project was part of the 2009 edition of *Researchers' Night*, the annual European Project, which is coordinated, every year in our state, by the C4D.

And by 2010 we participated in the following project of *Recerca en Acció*, entitled *Ciència a la Fresca* (Science Outside). In this case, different experiments were recorded outside (in parks and gardens) and made with everyday materials. The project also took part of the *Researchers' Night* 2010, organized by the European Commission and led to Spain by the C4D.

#### 4.5.1.3.2 Mobile exhibitions. *Ciència i Esport*

Between 7 and 14 panels are available to schools and high schools, with scientific information about materials applied in the most popular sports. Also, the panels contain interviews with famous athletes. Nowadays we have developed 3 exposures, dedicated to 3 different sports.



**Figura 4.18.** Opening of the exhibition *Ciència i esport: Nous materials en esports de muntanya* (Science and Sport: New materials in mountain sports). Facultat de Ciències UdG, Science Week 2009.

Each exhibition has its own website where you can download all informational texts, which are complemented with additional images and videos (Departament de Química UdG 2009), (Departament de Química UdG 2010a), (Departament de Química UdG 2010b).



<http://www.udg.edu>

**Departament de Química**

#### **EXPOSICIÓ Ciència i esport: Nous materials en els esports de muntanya**

L'exposició té com a finalitat mostrar la presència de la ciència en les activitats més quotidianes, com ho és la pràctica de l'esport.

En 12 plafons es recullen els nous materials emprats en els esports de muntanya, així com set entrevistes a set esportistes de referència del nostre país.

L'exposició és a disposició dels Centres Educatius que ho sol·licitin a través del Departament de Química: [dir.depquimica@udg.edu](mailto:dir.depquimica@udg.edu) o al telèfon 972 418 151



**Figura 4.19.** Principal image of the website *Ciència i esport: Nous materials en els esports de muntanya*.

#### 4.5.1.3.3 Conferences/demonstrations for the dissemination of Chemistry

##### ***Química, un ingredient saludable***

The conference/demonstration *Química, un ingredient saludable* (Chemistry, a healthy ingredient) have been developed, together, from the C4D and research group in nutrition from the Nursing Department of Universitat de Girona. In this project, addressed to infantile and primary school students, the children can manipulate to discover the best chemistry for our health. In one hand, the children can preparation curd from milk using an acid such as vinegar or lemon juice (Figura 4.18). On the other hand, in the same conference, we talk about the advantages and disadvantages of the oxidation of chemical compounds present in fruits such as ascorbic acid found in oranges. This is a direct relationship between chemistry and nutrition.

##### ***La màgia de la Química***

The conference/demonstration *La Màgia de la Química* (The Magic of Chemistry) has the objective to show that at home we have different chemicals, all known even by the youngest of the family. Cleaning products, food, drugs, etc. These chemicals are used to carry out the interactive conference, where students can manipulate and determine qualitatively the degree of acidity of each of them (with red cabbage as a natural pH indicator). Depending on the age and class group can be introduced the concept of pH and neutralization reactions.



**Figura 4.20.** The youngest students of the school can manipulate in the conference *Química un ingredient saludable*.



**Figura 4.21.** Manipulative conferences with young school students.



## ***Reacciona... explota!***

The project *Reacciona... explota!* (React...explode!) has the objective to bring the most spectacular science to pre-University students, with the use of popular chemistry tools and exciting experiments. In this way, the students perceive chemistry as a fun and interesting science. Exciting experiments motivate students to ask the reason of the observed phenomena. It is a way to encourage the learning.



**Figura 4.22.** Logo of the project *Reacciona... explota!*



**Figura 4.23.** *Reacciona...explota!* Popular chemistry experiments in a high school class.

Under a fun and entertaining side, we show content adapted to the level of the students group. Contact with school and high school teachers is very important, in this sense. The great thickness of experiments we enjoy, we got as the result of research and we still incorporate new ones, allows us to organize different kind of conferences and demonstrations. Thus, the experiments allow to introduce or review concepts of liquids, solids or gases, solutions, precipitation, redox, acid-base, stoichiometry, chemical kinetics, batteries, electrolysis, etc. in a friendly atmosphere that facilitates the interaction with students.

This interactive dynamic is what we want, and for this reason, together with interest and safety training, it is the third priority in the research for new experiments that encourage students to discover the science. With this aim, the chosen experiments involve fire, smoke, controlled explosions, change of colors... all this to show an attractive face of chemistry. The growing interest which the students see the science it is a key to improve the learning.

#### 4.5.1.4 RESULTS AND CONCLUSIONS

All scientific dissemination activities that have involved the creation of bridges between the University and schools and secondary schools, have been well received by teachers in these centers. Thus, all projects have been well accepted, both by teachers and students.

As for the conferences for younger students, we have designed *La Màgia de la Química* and *Química, un ingredient Saludable*. Both conferences are contained in the Educational Resource Catalog of the Girona Town hall. We have taken those conferences to 8 centers in the city of Girona and 19 classrooms, during the academic year 2010-2011 (this year, we follow this work).

From these conferences we have provided data that make us reach some interesting conclusions as to the vision of the school with regard to science and chemistry in particular. For example, Primary school students perceive a scientist as a detective so that they have quite clear the concept of research as search, discover and learn.

On the other hand, conferences for students of ESO and Baccaureate, the project *Reacciona... explota!*, has been shown to 21 centers around the University of Girona, during 2009-2010, and 41 during 2010-2011. Among 11 of these centers have provided a collaboration agreement with which, by means of rubrics, we plan to quantify the results of our dissemination work. To amplify this work and extend it beyond the classroom activity, we created the website (Duran J, Vieta 2016).

Regarding the project *Recerca en Acció* has allowed our chemistry dissemination to a larger number of students through a selection of experiments and projects with physical and chemical principles carried out with materials available to everyone. The main objective of *Recerca en Acció* is to present the research carried out in Catalonia in all disciplines, both results and methods and tools used, using an entertaining and interesting way.

Moreover, with the design of exhibitions and the edition of websites, as well as participation in the projects of *Recerca en Acció*, we managed to reach a much greater number of the population. The videos of experiments, for example, have been used as an educational resource in the classroom.

Finally, we want to mention the use of IT tools, and tools 2.0. All of them (from the websites we mentioned to social networking profiles to amplify the projects in the network) have proved very useful for reach to pre-University students, resulting in lengthening our chemistry dissemination work beyond the school.





---

**4.5.2 EXPERIMENTS RECREATIUS I EINES 2.0 PER A LA DIDÀCTICA I DIVULGACIÓ DE LA QUÍMICA. DEL LABORATORI UNIVERSITARI A L'AULA DE SECUNDÀRIA, PASSANT PER LES XARXES SOCIALS I L'EDICIÓ DE VÍDEOS**

Incrustada la publicació:

**Vieta, J.A.**, Guillaumes, L., Simon, S., Duran, J., Güell, M., Duran, M. (2013). Experiments recreatius i eines 2.0 per a la didàctica i divulgació de la química. Del laboratori universitari a l'aula de secundària, passant per les xarxes socials i l'edició de vídeos. Publicat al llibre "Ensenyament de la Química, de la Innovació a la Indústria (Actes Segones Jornades sobre l'Ensenyament de la Química a Catalunya)" p. 133-142. Ed. Josep M. Fernández-Novell (2013) ISBN: 978-84-942067-5-7. K3FER Editorial. Barcelona.

---

#### **4.5.2.1 RESUM**

Tot i la millora en la seva percepció social en els darrers anys, alguns sectors de la societat encara tenen una visió negativa de la química, percebent la recerca científica que té lloc a Universitats com a llunyana, poc útil i, fins i tot, prescindible en temps de crisi per part dels governants. En aquest article, es presenten diversos projectes duts a terme des de la *Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital* de la Universitat de Girona per tal d'apropar la recerca científica i la química en particular a la societat i, especialment, als estudiants preuniversitaris. L'ús de la química recreativa, així com les eines TIC i 2.0 amb un interès especial cap als vídeos i, darrerament, als recentment coneguts MOOC, són l'eix vertebrador i innovador d'aquests projectes.

Paraules clau: Ensenyament, divulgació, ciència, química, societat, 2.0, vídeos.

Key words: Teaching, dissemination, science, chemistry, society, 2.0, videos.

#### **4.5.2.2 ANTECEDENTS**

Tot i la millora en la seva percepció social en els darrers anys, després d'un segle de certa estigmatització, alguns sectors de la societat encara tenen una visió negativa de la química. Algunes persones la consideren una ciència perillosa, que contamina, perjudicial i molt llunyana de les seves vides, que només és present en laboratoris i indústries (Lattes 2005), essent poc conscients de la relació directa entre la recerca en química i els avanços tecnològics i mèdics que estan revolucionant les nostres vides. Molts estudiants de secundària, a més, la consideren una assignatura complicada i abstracta al seu currículum. Tot aquest conjunt de prejudicis, entre altres factors, han fet que durant la darrera dècada s'hagi notat una davallada dels estudiants que escullen l'itinerari científic a l'institut i, molt especialment, els que accedeixen a la Universitat per a matricular-se al grau (fins fa poc llicenciatura) de química.

Tenint en compte aquests factors, des de l'any 2004 el Departament de Química de la Universitat de Girona promou una sèrie d'activitats que tenen com a objectiu augmentar el contacte amb els estudiants i professors d'educació secundària, mostrant-se molt actiu en la divulgació de la ciència en general i de la química, en particular (Duran, M et al. 2006), (Duran, M et al. 2007). Investigadors del Departament de Química de la UdG, especialment del si de l'Institut de Química Computacional i Catàlisi (IQCC) de la mateixa Universitat, l'estiu de 2008 varen fundar la Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital (C4D) de la Universitat de Girona (Figura 4.22), que centra una de les seves principals tasques en la divulgació de la

ciència, sobretot en l'àmbit de la comunicació digital i especialment focalitzada als estudiants d'educació secundària, tot fomentant la cultura científica entre la societat.



**Figura 4.24.** Logotip de la Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital de la UdG.

Específicament pel que fa a la química, ara fa tres anys i amb motiu de la celebració de l'Any Internacional de la Química es dugueren a terme nombroses accions enfocades directament a la difusió d'aquesta ciència per tal d'acostar-la a la societat i engrescar els estudiants d'escoles i instituts a descobrir-la i submergir-s'hi. Enguany, coincidint amb la celebració de l'Any Internacional de la Cristal·lografia (IYCr2014), s'han desenvolupat nous projectes divulgatius que ja s'estan duent a terme.

#### **4.5.2.3 INTRODUCCIÓ**

Passats aquests primers 5 anys de vida de la C4D és un bon moment per fer balanç d'algunes de les accions dutes a terme, fer anàlisi de l'impacte en la promoció de la ciència i la millora de la cultura científica al nostre entorn, així com presentar els nous projectes que s'estan duent a terme i els que s'estan projectant.

Aquest article és fruit de la reflexió sobre alguns dels projectes més recents de recerca, didàctica i divulgació duts a terme des de la C4D i objecte d'estudi de la tesi doctoral de l'autor principal de l'article (Vieta 2011a). Un dels objectius és mostrar la cara més amable i curiosa de la química, com a pas previ per motivar els estudiants a interessar-se per la ciència i, més concretament, per la química.

Per una banda s'ha treballat en l'edició de pàgines web de divulgació de la química, entre les quals destaca el bloc *CatQuímica*. En aquest web, amb motiu de la celebració de l'any Internacional de la Química, durant l'any 2011 i per part de diferents investigadors i professors s'hi ha publicat una entrada diària relacionada amb la química i en català. L'edició i actualització de llocs web es complementa amb l'ús de les xarxes socials per tal d'amplificar i apropar encara més aquesta divulgació als estudiants preuniversitaris. Per altra banda, s'han dissenyat diverses exposicions dedicades a la química de l'esport (Duran, J et al. 2010b), (Duran, J et al. 2009a),

amb les quals es pretén mostrar als estudiants la relació directa entre el progrés que porta la recerca científica amb la síntesi de nous materials i l'assoliment de rècords esportius, així com l'increment de la seguretat en la pràctica d'aquests esports. També s'han dissenyat i desenvolupat diversos projectes didàctics i divulgatius en forma de conferències i tallers participatius (Duran J, Vieta 2011a), amb la química recreativa com a eix vertebrador, destinats a ésser desenvolupats a centres educatius o bé a la Universitat, tant per a alumnes d'Educació Primària com per a estudiants d'Educació Secundària Obligatoria i Batxillerat. Darrerament s'ha començat a utilitzar el vídeo curt per tal d'establir ponts entre la recerca universitària i la docència a l'institut o escola. Amb ells s'ha entrat al món dels MOOC, molt interessant per al nou sistema educatiu que proposa. Desenvolupem la reflexió sobre aquests projectes tot seguit.

#### **4.5.2.4 L'AIQ2011 I ELS PONTS UNIVERSITAT – INSTITUT/ESCOLA**

Entre els projectes duts a terme el 2011 per la C4D, amb motiu de la celebració de l'Any Internacional de la Química, destaquen els de divulgació de la química mitjançant les eines 2.0 i el projecte col·laboratiu "Els elements entre nosaltres" (Duran, Vieta 2012) consistent en la construcció d'una gran taula periòdica entre la Universitat de Girona i diversos centres de secundària.

L'1 de gener de 2011, amb motiu de l'inici de la celebració de l'Any Internacional de la Química, es va estrenar el bloc *CatQuímica*. El bloc va néixer amb l'objectiu d'ésser el web referent de la difusió de la química al nostre país i en la nostra llengua i diversos professors i investigadors universitaris catalans, així com professors de secundària, van formar part d'aquest grup redactor. Dins el projecte *CatQuímica*, per la seva bona acceptació i participació activa per part d'estudiants preuniversitaris i els seus professors, destaca l'apartat "La foto química de la setmana" (Vieta, et al. 2012a). A través d'una imatge dominical, presa en una situació quotidiana, es destaca la química que ens envolta. Des del punt de vista de l'aprenentatge de la química en context (Bennett, Lubben 2006), aquest ha estat un subprojecte molt interessant.

Un altre projecte didàctic i divulgatiu innovador dissenyat i dut a terme durant l'Any Internacional de la Química va ser "Els elements entre nosaltres" (Figura 4.23), un projecte dissenyat des de la Universitat amb l'objectiu directe de la creació de ponts Universitat-Escola/Institut. Es tracta del disseny d'una gran taula periòdica dels elements amb la participació directa dels centres de secundària per a la cerca d'objectes quotidians representatius per cada element. El treball col·laboratiu entre estudiants de diferents centres educatius i els professors i investigadors universitaris per a la construcció d'una taula periòdica amb objectes reals va comportar un gran desplegament de competències transversals, així com una destacada contextualització de la química.



**Figura 4.25.** Construcció de la taula periòdica fruit del projecte “Els elements entre nosaltres”.



**Figura 4.26.** Detall de la taula periòdica d'objectes reals que contenen els elements. Silici i Fòsfor.

El fruit d'aquest projecte ha quedat per la posteritat com a exposició permanent a la planta baixa de la Facultat de Ciències de la UdG, de manera que la tasca didàctica i divulgativa a través d'aquesta taula periòdica tan especial segueix en peu.

#### 4.5.2.5 L'ÚS DEL VÍDEO A L'AULA DE QUÍMICA

##### 4.5.2.5.1 De l'èxitós cas de la University of Nottingham a casa nostra

El mundialment reconegut projecte The Periodic Table of Videos (PTOV) (Haran, Poliakoff 2008), (Haran, Poliakoff 2011a), (Haran, Poliakoff 2011b) encapçalat pel Professor Martyn Poliakoff (School of Chemistry, The University of Nottingham) i el vídeo reporter Brady Haran, nasqué amb l'afany de presentar cada element de la Taula Periòdica en forma de vídeos curts, atractius i rigorosos, fent l'ús de la química recreativa i les reflexions d'investigadors. Aquesta resultà la fórmula adient per a fer que els estudiants preuniversitaris i la societat en general es connectés al *YouTube* per buscar vídeos de química. De la mateixa manera, professors d'institut d'arreu del món utilitzen aquests recursos a la seva aula, mostrant la química d'una forma més atractiva a tall d'introducció o aclariment d'una lliçó i treballant també altres competències, com el domini de la llengua anglesa.

Per tal d'aprendre dels pares de l'excel·lent projecte, durant el segon trimestre de l'any 2013 l'autor principal de l'article dugué a terme una estada de recerca de tres mesos al grup de recerca esmentat, a la Universitat de Nottingham, de la qual nasqué un interessant projecte de didàctica de la química, fill del reconegut PTOV. Es tracta del disseny d'un extens material didàctic, sobre cadascun dels 120 vídeos referents als elements químics, recollit en unes lliçons.

Aquest material ja forma part del gran projecte d'ensenyament digital TED Ed (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-33>) i aquest curs serà presentat a nivell internacional per tal que els professors de secundària d'arreu del món en puguin treure profit a les seves classes de química.

#### 4.5.2.5.2 UAu, això és química!

També pel que fa al vídeo com a eina de didàctica i divulgació de la química, des de la C4D darrerament s'ha publicat un interessant projecte. *UAu, això és química!* és una eina al servei dels professors de química a batxillerat. Consisteix en vídeos de curta durada que tracten setze temes corresponents a la divisió del temari de química a batxillerat, des dels estats de la matèria a les reaccions químiques, de l'estructura atòmica a la química orgànica. L'estructura dels vídeos és sempre la mateixa: es parteix d'una situació quotidiana, propera als alumnes, de la qual sorgeix una pregunta. Els químics, investigadors i professors a la Universitat de Girona, responen des del laboratori amb una explicació curta acompanyada d'un experiment espectacular. D'aquesta manera, aquests vídeos esdevenen una bona forma d'introduir cadascun dels temes a l'aula de química a batxillerat.

El projecte ha estat ideat des de la C4D, el Departament de Química i la Facultat de Ciències de la Universitat de Girona, en conveni amb l'Escola d'Audiovisuals i Multimèdia (ERAM) adscrita a la UdG (Figura 4.24).

El conjunt de vídeos del projecte *UAu, això és química!* estan disponibles de forma lliure als portals *Recerca en Acció*<sup>22</sup>, *xtec.cat* i *edu365.cat* (Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya) des del mes de gener de 2014.



**Figura 4.27.** Gravacions del projecte *UAu, això és química!* Als els estudis de l'ERAM.



**Figura 4.28.** Captura d'un dels vídeos del MOOC "Descubriendo la química: de la alquímia a las partículas subatómicas".

#### 4.5.2.5.3 Els MOOC. Revolució de l'actual sistema educatiu?

Pel que fa a l'ensenyament, recentment un nou mètode docent basat en l'ús de les noves tecnologies està agafant embranzida i hi ha qui pronostica que revolucionarà el sistema educatiu actual (Liyanagunawardena et al. 2013). Es tracta dels *Massive Open Online Course* (MOOC). En aquesta línia, pel que fa a la trobada entre la divulgació de la ciència i l'ensenyament d'aquesta amb l'ús de la comunicació digital i les noves eines 2.0, l'ús dels MOOC ha estat estudiat i posat a la pràctica pels autors de l'article. D'aquesta manera, concretament pel que fa a l'àmbit de l'ensenyament i divulgació de la química, amb l'objectiu d'establir ponts entre la Universitat i l'institut o escola per arribar, finalment, a la societat, s'han preparat diversos cursos MOOC el material dels quals (curts vídeos, en gran mesura) es troba disponible de forma gratuïta a la xarxa i el compendi del curs és recollit per una plataforma com per exemple *MiríadaX* (Telefónica/Universia), amb qui hem desenvolupat el MOOC "Descubriendo la química: de la alquímia a las partículas subatómicas" (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-34>), (Duran, Vieta et al. 2013) (Figura 4.25).

#### 4.5.2.6 RESULTATS I CONCLUSIONS

Tots els projectes de didàctica de la química i divulgació científica que han involucrat la creació de ponts entre la Universitat i els centres escolars i instituts, han tingut molt bona acceptació, tant per part del professorat com per l'alumnat. Per altra banda, l'ús de les eines TIC i 2.0 en aquests projectes han resultat ésser molt útils per arribar a als estudiants preuniversitaris, provocant l'allargament de la tasca docent més enllà del centre educatiu i de l'horari escolar.

L'ús dels vídeos de química, recurs per a l'ensenyament, i el disseny de projectes que els inclouen ha resultat ésser molt interessant per a la construcció de ponts Universitat-Institut/Escola. Amb la imminent incorporació dels projectes ja tancats, *UAu, això és química!* i el projecte dut a terme en col·laboració amb el grup de la Universitat de Nottingham, als portals comentats s'espera que encara augmenti més aquesta interacció, establint una necessària xarxa 2.0 que interconnecti tots els nivells de l'ensenyament.

Els MOOC estan resultant ésser revolucionaris pel que fa al canvi de filosofia i metodologia respecte a l'ensenyament tradicional. La descoberta i immersió en ells ha portat a l'equip d'autors a aprendre diverses desconegudes fins ara com la gravació, edició de vídeos i ús de les TIC per "fer classe" o respondre dubtes als alumnes. De la mateixa manera, l'ús dels MOOC en l'ensenyament i divulgació de la química permet a l'alumne a assolir múltiples competències fins ara inaccessibles a classe.



Mentre l'expressió del químic i novel·lista anglès Charles P. Snow, "les dues cultures", sigui vigent seguirem treballant per al foment de la cultura científica i, particularment, per a l'aposta decidida per a la recerca bàsica per part de la societat, també la química. Per a una societat de demà culta des del punt de vista científic i decidida a apostar per a la recerca científica cal començar per a l'excel·lència a l'ensenyament de les ciències. Aquí tots hi tenim el nostre paper.

#### **4.5.3 UNA EXPERIÈNCIA DE COMUNICACIÓ GLOBAL: L'ANY INTERNACIONAL DE LA QUÍMICA**

Sota el lema "Química: la nostra vida, el nostre futur", el 2011 va ésser proclamat Any Internacional de la Química (AIQ2011) per l'Assemblea de les Nacions Unides (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-35>). Aquesta era una oportunitat que la C4D no es podia deixar escapar per a complir amb una de les seves finalitats d'existència: apropar la ciència i la química, en particular, a la societat.

Juntament amb el Departament de Química de la UdG, la C4D va acceptar el repte de liderar la celebració de l'AIQ a casa nostra. De manera que, més enllà dels actes i activitats organitzades a Girona al llarg de l'any (presentats posteriorment, en aquest mateix capítol) el dia 1 de gener de 2011 es va fer públic a la xarxa el portal *CatQuímica.cat* (Càtedra de cultura Científica i Comunicació Digital UdG 2011a). Amb una entrada diària al llarg de tot l'AIQ, *CatQuímica* va ser l'accés directe, la porta oberta, de la química a la societat catalana. Actualitat, efemèrides, recerca, reflexions... una entrada diària relacionada amb la química i en català. I el projecte *CatQuímica* anà més enllà del bloc en si, comptant amb les xarxes socials (Càtedra de cultura Científica i Comunicació Digital UdG 2011b) i (Càtedra de cultura Científica i Comunicació Digital UdG 2011c) mitjançant les quals les entrades eren diàriament amplificades. D'aquesta manera el projecte i la celebració de l'AIQ arribà a un gran gruix de població i, tal i com es pretenia, de forma especial als estudiants de secundària i el col·lectiu d'ensenyants.

Precisament ens trobàvem a les acaballes de l'AIQ quan Sílvia Simon Rabasseda, directora de la C4D, publicava un interessant article a *La Vanguardia* on, tot fent una interessant i profunda reflexió al voltant de la necessitat d'engrescar els joves d'avui perquè esdevinguin els científics de demà, presentava les activitats i projectes del nostre grup perseguint incrementar l'interès i cultura científica en la societat (Simon 2011).

Ha estat un autèntic privilegi viure la celebració de l'AIQ com a doctorand en l'àmbit de la comunicació científica, especialment de la química. Si bé jase n'ha vist una positiva repercussió, el que es sembrà al llarg del 2011 seguirà donant fruit; i és que avui encara ens

movem amb la inèrcia de l'impuls que donà aquesta celebració a la difusió de la química i a la presentació d'aquesta com una ciència imprescindible.

#### **4.5.3.1 El bloc *CatQuímica.cat***

Era una bona manera de celebrar, dia a dia i al llarg dels 365, l'any Internacional de la Química. D'aquesta manera el dia 1 de gener de 2011 s'estrenava el bloc *Catquímica.cat* (C4D 2011a) que avui segueix viu, si bé no amb la freqüència de publicacions diària sinó amb publicacions més esporàdiques, tal i com ens havíem marcat com a objectiu.

El bloc *CatQuímica* va esdevenir el lloc de referència a la xarxa pel que fa a la celebració de l'AIQ en català com ho corroboraren els números de visites i comentaris així com l'aparició a mitjans de comunicació com l'Espai Internet del Telenotícies Migdia del diumenge 7 d'agost de 2011 (C4D 2011d).

Amb l'afany d'arribar al ventall més ampli de població possible, amb un interès especial per als estudiants preuniversitaris, l'activitat del bloc era amplificada simultàniament mitjançant les xarxes socials *Facebook* (Càtedra de cultura Científica i Comunicació Digital UdG 2011a) i *Twitter* (@catquimica). I avui, 5 anys després d'aquesta Festa Major de la química, les coses han canviat molt pel que fa a l'ús de les xarxes socials i si bé llavors els adolescents eren a *Facebook* avui son a *Instagram* (com he comentat anteriorment, a l'apartat dedicat a les xarxes socials). De manera que un projecte com el que vam dur a terme el 2011, recollit a l'article que seguidament comparteixo, sens dubte que avui el proposaria per *Instagram*.

#### **4.5.3.2 La importància de la imatge en la comunicació científica**

Amb referents històrics com *National Geographic* (@NatGeo), en l'àmbit de les ciències de la naturalesa, s'ha evidenciat que l'ús de la imatge ha estat un bon mitjà per acostar la ciència a la societat. Avui les xarxes socials i el seu ús massiu donen una oportunitat única als comunicadors científics. El públic ja no ha de comprar la revista sinó que ara potser prefereix buscar aquest contingut a la xarxa. I en aquest sentit trobem propostes molt interessants en el camp de la fotografia i la il·lustració científica. I no només es tracta de mostrar ciència sinó que en aquest àmbit es convida a que el públic (en alguns casos, com ara veurem, els mateixos investigadors) participi responent a la convocatòria de certàmens i concursos com *Fotciència* (<http://tinyurl.com/tesiPAV4-36>), pel que fa a fotografia científica, o *Il·lustraciència* (@il·lustraciencia), el premi internacional d'il·lustració científica.

Pel que fa al bon ús de les xarxes per a compartir imatges científiques destaco l'*Astronomy Picture of the Day* (APOD) (@apod) de la NASA la qual, des de fa molts anys, em desperta diàriament amb la magna bellesa de l'Univers. D'aquí, precisament, en vam treure la idea de dur a terme el projecte "La foto Química de la Setmana", un dels grans èxits de *CatQuímica*, que vam presentar amb l'article que seguidament adjunto.

És evident que hi ha aspectes de la ciència més fàcilment divulgables mitjançant la imatge. A qui no li agrada veure fotos espectaculars d'espais naturals, la vida submarina o l'espai exterior? Però, anant més enllà, la bellesa de la química, concretament del món dels elements i compostos, ha estat ha estat copsada pel col·leccionista Theodore Gray (@TheodoreGray) qui, amb els anys ha construït la seva pròpia taula periòdica amb mostres reals de cada element. La seva obra "The Elements. A visual Exploration os Every Known Atom in the Universe" (Gray 2009) és un dels llibres amb imatges més belles que tinc a la biblioteca química de casa. Vull destacar la traducció d'aquest al català de mans de Pilar González-Duarte i la Societat Catalana de Química amb motiu de la celebració de l'AIQ (Gray, González-Duarte 2010).

I un altre format, més enllà de la fotografia o la il·lustració, és la infografia. I per a mi, avui és la millor manera de divulgar el coneixement. "Una imatge val més que mil paraules", ens han dit sempre, però... què millor que una imatge acompanyada d'algunes paraules? En aquest format les meves infografies preferides són les de *Compound Interest* (@compoundchem) mitjançant les quals mostren, amb gran gran capacitat de síntesi i bellesa aspectes quotidians de la química.

Anteriorment, en aquest mateix capítol, introduïa les xarxes socials específiques d'imatges, com Instagram. Avui aquesta és molt utilitzada pels adolescents però l'any 2011 els joves estudiants de secundària sobretot eren a *Facebook* de manera que vam desenvolupar un projecte participatiu on la química era la protagonista. El presento en el següent article fruit de la comunicació que jo mateix vaig presentar al congrés *II Jornades TIC i Educació (Girona 2012)*.

---

#### **4.5.4 LA FOTO QUÍMICA DE LA SETMANA. INNOVACIÓ EN LA DOCÈNCIA I DIVULGACIÓ DE LA QUÍMICA MITJANÇANT EL PROJECTE 2.0 "CATQUÍMICA"**

Incrustada la publicació:

**Vieta, J.A.**, Duran, M., Simon, S., Duran, J., Guillaumes, L., Güell. (2012). La foto química de la setmana: Innovació en la docència i divulgació de la química mitjançant el projecte 2.0 "CatQuímica". *II Jornades TIC i Educació*. Girona.

---

#### 4.5.4.1 Objectius

Sota el lema “Química: la nostra vida, el nostre futur”, el 2011 va ésser proclamat Any Internacional de la Química (AIQ2011) per l’Assemblea de les Nacions Unides, la qual va delegar a la UNESCO i a la IUPAC (la Unió Internacional de Química Pura i Aplicada) la preparació i organització dels actes corresponents.

La proclamació de l’any 2011 com a Any Internacional de la Química tenia els següents objectius:

- Fer conèixer la contribució de la química a la nostra qualitat de vida i palesar la importància d’aquesta disciplina en la resolució de problemes urgents per al present i futur del planeta (com són l’abastament d’aigua potable, d’energia i d’alimentació a tota la població del món).
- Incrementar l’interès dels més joves per la química, generant entusiasme per un futur creatiu de la química.
- Celebrar el centenari de la concessió del Premi Nobel de Química a Maria Sklodowska-Curie, més coneguda com a *Madame Curie*, primera dona de la història en rebre el guardó.

Tots aquests objectius, feien l’AIQ2011 un eix excel·lent per a incentivar els estudiants i innovar en la docència de la química a tots els nivells educatius, però especialment en els cursos d’educació Primària i Secundària obligatòria. Per aquest motiu, des de la Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital (C4D) de la Universitat de Girona, vàrem dissenyar i dur a terme el projecte “CatQuímica” i dins d’ell, especialment per aquesta finalitat didàctica enfocada als estudiants d’educació reglada obligatòria, el subprojecte “La Foto Química de la Setmana”.

“Catquímica” fou un gran projecte, amb el qual i mitjançant les eines TIC i 2.0, vàrem aconseguir establir ponts entre la Universitat i la societat en general, més concretament amb els centres, estudiants i professors d’Educació Primària i Secundària. El bloc era el pal de paller del projecte amb el qual, mitjançant una entrada diària durant els 365 dies de l’any 2011, vàrem divulgar multitud de diversos temes relacionats amb la química i en català, essent d’aquesta manera el gran projecte de l’AIQ2011 al nostre país. Les diverses xarxes socials que l’acompanyaven, com són l’usuari de *Twitter*, la pàgina de *Facebook* o el canal de *Youtube*, varen ésser essencials per a l’amplificació de les tasques divulgatives i docents, per arribar directes als estudiants, tots ells ben presents a aquestes xarxes socials. Cal dir que tots els canals iniciats amb projecte “CatQuímica” segueixen en funcionament, si bé la periodicitat de l’activitat s’ha vist reduïda, tal i com establia l’objectiu inicial. L’Any Internacional de la Química va ésser el catalitzador que ens va ajudar a encendre aquesta flama i la seguim mantenint viva.



**Figura 4.29.** Capçalera del bloc *CatQuímica*. Pal de pallar del projecte “CatQuímica”. Recuperada de <https://catquimica.cat/>

Tal i com comentàvem, el subprojecte “La Foto Química de la Setmana” del gran projecte “CatQuímica” va ésser dissenyat amb l’objectiu de mostrar la quotidianitat d’aquesta ciència en forma d’imatges. Al nostre voltant, des del teixit dels pantalons fins a l’aire que respirem poden ésser vistos pels ulls d’un jove estudiant que descobreix la química a l’escola. Les fibres sintètiques, les vitamines que trobem a les fruites o l’oxigen present a l’atmosfera que ens envolta. Tot és química i una manera ben natural d’adonar-nos-en i d’estudiar-la és fotografiant el nostre entorn i analitzant la química que hi trobem.

Durant els 52 diumenges del passat 2011, vàrem publicar “La Foto Química de la Setmana”. Sovint la presentàvem nosaltres mateixos, des de la Universitat, i altres vegades els mateixos professors o estudiants de Primària o Secundària ens feien arribar el seu tastet de química en forma d’imatge, presa des del mòbil i piulada al *Twitter*, per exemple. Des de l’àcid ascòrbic (més conegut com a Vitamina C) del suc de taronja matiner, a la química dels focs artificials de la Festa Major de Blanes, tot passant per la clorofil·la que fa que veiem verdes les fulles de les plantes o la diversa química que trobem a les vinagreres (des dels enllaços iònics de la sal de cuina a l’acidesa del vinagre, sense deixar de banda els triacilglicèrids de l’oli d’oliva).

Aquest conjunt de 52 fotografies, publicades durant les 52 setmanes de l’AIQ2011, varen ésser i seguiran essent, un gran impuls per a la visualització d’aquesta química més propera. Aquest projecte el percebem clau per a la didàctica de la química en context i, concretament important perquè s’hi han treballat i s’hi treballen la competència comunicativa lingüística i audiovisual, el tractament de la informació i competència digital, així com la competència del coneixement i interacció amb el món físic.

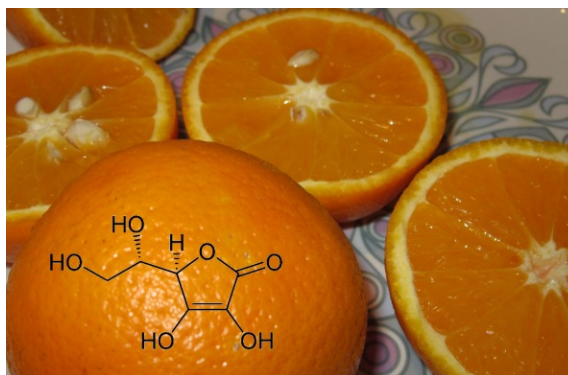
La docència de la química en context és molt agraïda, sobretot quan els diversos plans d’estudi han fet durant anys de l’assignatura un conjunt de fórmules i teories complicades i pesades d’aprendre.



Per altra banda, nosaltres mateixos des de la Universitat, també vàrem fer propostes de diverses imatges per tal de mostrar aquesta química quotidiana que ens envolta i és molt propera als estudiants d'Escola i Institut. Un clar exemple, molt quotidià, és el de la química del suc de taronja matinal (proposada en forma de 41a Foto Química de la Setmana, el diumenge 9 d'octubre de 2011) (Figura 4.29). L'àcid ascòrbic, més conegut com a vitamina C, no és més que una molècula orgànica, amb propietats antioxidants i degradable per oxidació. Per aquest motiu tenim el bon costum de prendre-la un cop exprimida, sense esperar que aquesta oxidació degradi la preuada vitamina.



**Figura 4.31.** Foto Química de la Setmana. Esferificació inversa de iogurt. Foto, Anna Casamitjana.



**Figura 4.32.** Cada matí prenem una dosi d'àcid ascòrbic, més conegut com a vitamina C, contingut al suc de taronja.

#### 4.5.4.3 Avaluació

L'aspecte 2.0 del projecte era clar. Des de la Universitat bombardejàvem amb aquests tastets de química, en forma de docència en context, i els estudiants ho rebien a les xarxes socials a les quals es trobaven per lleure o estudi. La interacció es feia palesa amb els comentaris als diversos canals abans esmentats, tant per part del professorat com dels alumnes d'escola i institut. De la mateixa manera, facilitàvem la seva participació en forma d'enviament de les seves fotos químiques, les quals rebíem i publicàvem el diumenge següent. Sovint rebíem fotografies fetes des de dispositius mòbils i piulades a *Twitter* mencionant-nos, @catquimica i fent servir l'etiqueta #fotocatquim.

D'aquesta manera, ja des de la distància temporal i a tall de revisió, els aspectes del projecte que volem destacar són quatre:

- L'ús de les eines TIC i 2.0 per a la creació d'aquests ponts des de la Universitat a l'Escola o Institut.
- L'ús de les eines TIC i 2.0 per ajudar a descobrir i divulgar la química que ens envolta.



- L'ús de les eines TIC i 2.0 per a la docència de la química en context, concretament en aquest projecte, en forma de fotografies.
- L'ús de les eines TIC i 2.0 per a l'oportunitat dels estudiants pel seu compte o bé des del centre educatiu de participar al projecte reforçant els ponts de forma inversa, des del centre d'Educació Primària o Secundària a la Universitat.

Tot plegat, evidentment, es va veure enriquit acompanyat de la interacció via les xarxes socials esmentades que van permetre, fins i tot (mitjançant el canal de *Youtube*) sortir de la imatge estàtica i anar a parar a la gravació de clips. Durant el passat 2011 i del nostre país, es van dedicar molts "lipdubs" a l'Any Internacional de la Química i ens en vàrem fer ressò des del projecte "CatQuímica".

Pel que fa a la repercussió del projecte a gran escala, basant-nos en les dades estadístiques del marcadore de visites del nostre bloc, així com els seguidors als canals de les xarxes socials, podem afirmar que el projecte "CatQuímica" va ésser el referent 2.0 de l'AIQ2011 al nostre país. Les prop de 25000 visites al bloc, els 200 seguidors a la pàgina de *Facebook* i els 240 a *Twitter*, així com les referències en diverses publicacions i aparició als mitjans de comunicació en són uns bons indicadors.

Pel que fa a aquesta repercussió social i educativa en particular, ens referim a la menció del projecte a al web de la Societat Catalana de Química (filial de l'Institut d'Estudis Catalans) (IEC 2011), a l'Espai Internet del Telenotícies Migdia de Televisió de Catalunya (C4D 2011d) o, fins i tot, a la revista *Anales de Química de la Real Sociedad Española de Química*.

#### **4.5.4.4 Conclusions**

L'anterior desembre de 2011 vàrem tancar l'Any internacional de la química, però aquesta ciència té tot un present i un gran futur per endavant. Es tracta d'una ciència viva, amb un interessant passat, un apassionant present i un gran futur, ple de reptes. Com a ciència central que és, la química ha de jugar un paper clau en la cerca de respostes per als grans reptes del segle XXI, la vida, l'energia i la sostenibilitat. Es tracta d'uns reptes globals, amb conseqüències per a tota la humanitat i el Planeta sencer, sobre els quals la química hi té molt a dir. I la millor manera d'afrontar aquests grans reptes, és potenciar la curiositat i l'interès dels estudiants més joves, aquells que comencen a descobrir aquesta ciència. Per aquest motiu vàrem apostar per un projecte com "CatQuímica" i, especialment, amb el subprojecte "La Foto Química de la Setmana". Per catalitzar aquest procés d'iniciació a la descoberta d'una ciència que ens envolta.

Tot aquest conjunt d'accions i interaccions esmentades a la comunicació, varen fer del projecte una veritable experiència 2.0 de docència i divulgació de la química en context, gràcies al bon ús de les eines TIC.

#### **4.5.4.5 El cicle de conferències divulgatives “Química: La nostra vida, el nostre futur”**

Anteriorment, en aquest mateix capítol, hem reflexionat al voltant de les conferències com a canal de divulgació de la ciència emprat ja, amb excel·lència, a l'Anglaterra del segle XIX amb Michael Faraday com a exponent. Convençuts del potencial d'aquest canal per acostar la recerca a la societat recordo una de les iniciatives més destacades en aquest sentit.

El maig de 2011, fidels a un dels objectius de l'Any Internacional de la Química - conscienciar la població de les contribucions que fa la química al benestar de la humanitat- des del Departament de Química de la Universita de Girona, entre les activitats que vàrem organitzar amb motiu de l'AIQ, encetàvem el cicle de conferències “Química: La nostra vida, el nostre futur” el qual va destacar pel seu impacte sobre la població gironina. A la iniciativa del Departament de Química s’hi van afegir el Departament d’Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agroalimentària, l’Institut de Química Computacional, l’àrea de Bioquímica del Departament de Biologia i la Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital de la UdG.

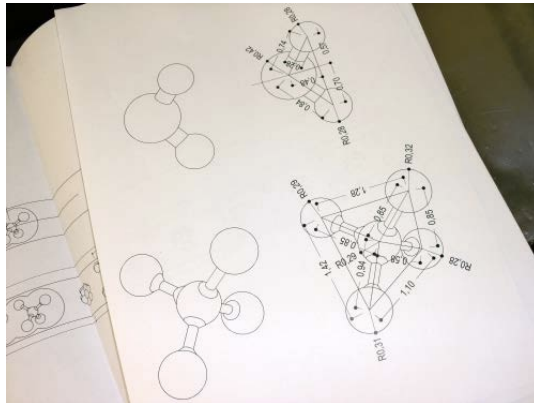
Amb l’objectiu, per tant, de mostrar a la societat una imatge positiva de la química, s’escollí un conjunt de conferències on mostrar que la química és present en qualsevol procés i no per això ha de ser negativa. Començant per tot el món de l’aigua –amb Damià Barceló, director de l’ICRA-, continuant per un viatge pels diferents elements de la taula periòdica –amb la Catedràtica de química inorgànica Pilar Gonzàlez-, fent una parada en el món dels aliments – amb Carme Carretero, Catedràtica de química dels aliments- i acabant amb un repàs del paper dels químics en la societat d’avui, amb el Catedràtic emèrit d’enginyeria química Claudi Mans.

Les conferències van tenir lloc a l’Auditori Josep Irla de l’edifici de la Generalitat de Girona. Amb l’objectiu de fer arribar la química a la societat, a tota la població, no es podia organitzar el cicle a l’aula Magna de la Facultat de Ciències ni a l’auditori del Parc Científic i Tecnològic de la UdG. La química universitària havia de baixar fins a peu de carrer; s’havia d’incrustar a la ciutat de Girona. Així va ser i el nombrós públic assistent a cada sessió va ratificar l’interès pels ciutadans per la química i la realitat universitària més propera. Entre ells va ser molt interessant trobar-nos amb molts professors de secundària i estudiants preuniversitaris fet que assegurava l’amplificació de l’activitat comunicativa i, en general, de la celebració de l’AIQ a les aules de la ciutat i rodalies.

Amb l’objectiu de portar la ciència a la xarxa, la C4D va proposar als conferenciants que, en menys d’un minut, expliquessin la seva xerrada. Els vídeos anaven essent publicats en forma d’entrades al bloc CatQuímica.cat i avui formen part de la multitud de materials de qualitat generats i publicats en obert per la C4D composant una bona col·lecció de recursos educacionals online.

#### 4.5.4.6 L'AIQ a peu de carrer: Una experiència personal d'innovació en comunicació de la ciència

Aprofitar la celebració del Corpus, amb la tradició blanenca –conservada també a altres viles del territori- de confeccionar estores florals, per acostar la ciència -particularment la química- a la societat era tot un repte.



**Figura 4.33.** Prepa rant els dissenys de les futures estores de Corpus amb motius químics. Gener de 2011.



**Figura 4.34.** Estora de Corpus amb matrassos als seus motius. Blanes, Diumenge de Corpus 2011.



**Figura 4.35.** Processó passant sobre l'estora floral amb la molècula del DNA i el logotip de l'AIQ2011 com a motius. Blanes, Diumenge de Corpus 2011.

L'oportunitat va sorgir per la celebració de l'AIQ i la voluntat de l'Associació Estores de Raval de Blanes -els qui dissenyem i coordinem l'esdeveniment- de dedicar les estores de 2011 a la química van fer el projecte realitat (Figura 4.30). D'aquesta manera el recorregut de més de

1000 m lineals, amb alguna de les estores que superen els 5 m d'amplada, es va omplir de molècules, models atòmics, caselles de la taula periòdica i material de laboratori (Figura 4.31).

L'art efímer, la tradició i la religiositat popular esdevenien un nou recurs per a la divulgació de la ciència a peu de carrer.

Ajudar que la població relacionés la química amb les flors, la natura, així com amb la cultura, les celebracions o la feina d'equip va ser, des del meu punt de vista, una de les grans aportacions del projecte. (Figura 4.32) Es va fer una àmplia difusió de l'esdeveniment a través dels mitjans locals i nacionals (concretament amb l'aparició d'una foto enviada per mi mateix al programa *Espai Terra* de TV3 –on, sense poder-m'ho imaginar llavors, al cap d'uns anys acabaria col·laborant-hi, però això ja ho explicaré al següent capítol).

Als annexos adjunto l'article que vaig escriure amb posterioritat a l'esdeveniment i va ser publicat al número 2012 de la revista blanenca RECVLL, corresponent al juliol de 2011 (Vieta 2011b). L'objectiu d'aquest va ser tancar l'acció divulgativa relacionada amb el projecte, comentant a cada estora quins conceptes de la química hi vàrem fer aparèixer.



5.  
RESULTATS II:  
TALLERS DIVULGATIUS.  
FORMATS MODERNS  
PER A OBJECTIUS CLÀSSICS

---

Al capítol anterior hem presentat el concepte de conferència com a format útil per a la divulgació científica utilitzat, almenys, des del segle XVII. Però anant més enllà, fent evolucionar aquest concepte, arribem al que nosaltres anomenem tallers divulgatius. Aquests estan dissenyats i portats per dos divulgadors (a vegades un de sol) que, més enllà d'exposar uns conceptes des de la tarima –com qui fa una classe magistral- s'ajuda de les demostracions experimentals, recursos audiovisuals, els experiments manipulatius per part dels assistents i, fins i tot, la màgia per a fer arribar la ciència al públic (l'ús concret de recursos de la màgia i l'il·lusionisme el comentem al darrer apartat d'aquest mateix capítol).

Des dels primers museus de ciència, els del Renaixement, -amb les primeres col·leccions d'aparells i objectes que, des del segle XVI fins ben entrat el segle XVIII, estudiosos de la natura com metges o professors universitaris van iniciar- als primers teatres d'anatomia els quals van transcendir les aules universitàries per impregnar l'esfera pública de les societats occidentals des del segle XVI fins ben entrat el segle XIX (Nieto-Galan 2011). Així nasqué la ciència teatral en uns espais que, al llarg del segle XVIII, es convertiren en espais públics per a un altre tipus d'activitats, més enllà de la dissecció. Es realitzaven també experiments de química pneumàtica i electricitat. Aquí naixia la conferència de divulgació científica amb l'ús de demostracions experimentals com a format per a divulgar la ciència. Aquí aparegué Faraday, un personatge molt destacat a l'hora de fer conferències de ciència, tal i com comentàvem al capítol quart de la present memòria de tesi.

Al llarg d'aquesta tesi s'han desenvolupat diversos tipus d'activitats divulgatives tipus tallers demostratius, altres de més participatius, xerrades, espectacles... adaptant-los en funció del públic a qui s'adreçaven, al nombre d'assistents i a l'espai on es duien a terme. D'aquesta manera s'han dissenyat i dut a terme activitats per a 10 persones –en cursos per a professorat de secundària, per exemple- o a 400 –en espectacles representats a teatres-. També comptem amb una gran varietat d'espais on hem desenvolupat les activitats. Des d'aules ordinàries, a laboratoris d'instituts, teatres i sales d'actes, a carrers i places, fins i tot al bar! Aquesta varietat de projectes està reflectida en aquests capítols referents als resultats de la tesi.

Per altra banda cal tenir en compte que les activitats o esdeveniments de divulgació científica, com el que nosaltres anomenem tallers, no acaben quan es recull "la paradeta" sinó que aquí és on comença la veritable recerca. Més enllà del disseny dels tallers fer-ne el seguiment i, especialment, l'avaluació no és gens fàcil si bé és molt important. M'he trobat que avaluar un projecte de divulgació científica és realment un procés complicat però imprescindible per saber si s'ha assolit l'objectiu que es perseguia i, per altra banda, descobrir com millorar l'acció per acostar-nos a aquests fins.

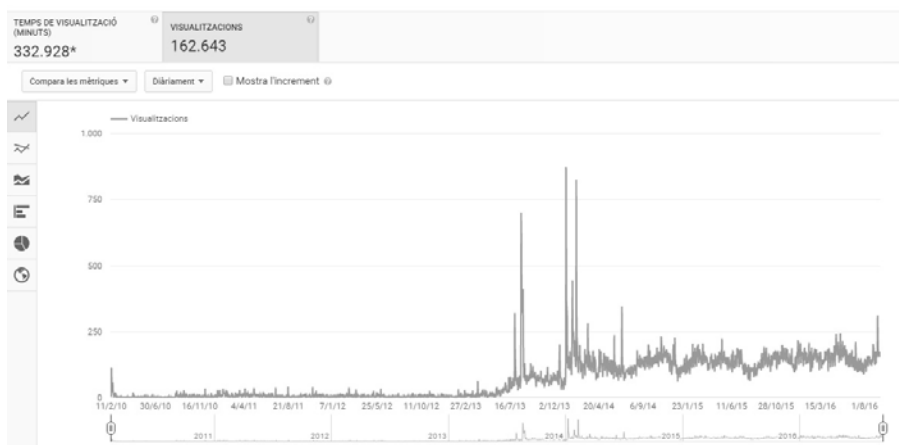
Amb aquest objectiu d'avaluar un projecte de divulgació comptem amb diverses eines. Concretament destaquen quatre mètodes diferents per recollir dades cadascun dels quals ens proporcionarà valuosa informació. Aquests són els basats en qüestionaris, les entrevistes, els grups focals i la recerca observacional. Dissenyar una estratègia d'avaluació efectiva pot combinar alguns dels mètodes –o tots plegats- i poden ser utilitzades a les diferents etapes del projecte (Bowater, Yeoman 2013). Cadascuna d'aquestes eines qualitatives d'estudi de les opinions o actituds del públic són estudiades i utilitzades en ciències socials i aquí rau el problema que ens vam trobar en arribar en aquest punt en la nostra recerca. La dificultat afegida és que ens trobàvem volent fer servir eines que no coneixíem. L'ajuda que vam rebre per part dels companys de didàctica de les ciències va resultar clau per seguir amb la nostra recerca. Com veurem seguidament, per les característiques del públic objectiu així com del propi taller, l'ús de rúbriques ha estat el mètode avaluador que s'escollí i el que hem fet servir combinada amb l'observació i les converses amb docents.

## 5.1 Reacciona... explota!

*Reacciona... explota!* és un taller de divulgació de la química, demostratiu i participatiu, destinat a estudiants d'educació secundària, ideat i dissenyat per Josep Duran. Aquests darrers anys he tingut el privilegi de poder-hi participar, desenvolupant el taller però també aportant modificacions i adaptacions. D'aquesta manera el *Reacciona... explota!* ha anat evolucionant, des del seu naixement, incorporant diferents experiments demostratius, continguts i explicacions. Aquest també ha hagut d'ésser adaptat en funció del públic objectiu, de manera que hi ha diversos models que varien una mica en funció de si s'ha d'oferir a estudiants de 1r curs d'ESO o bé als de 2n curs de batxillerat, així com en funció de l'espai on es durà a terme, ja sigui l'aula ordinària, el laboratori, el pati o el teatre de l'escola.

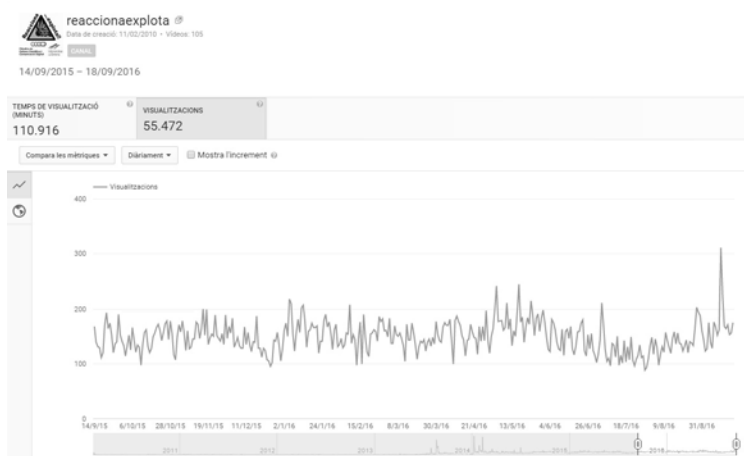
El canal de Youtube *Reacciona... explota!* està vinculat a la pàgina web del projecte (Duran, J 2016) i té en aquests moments 105 vídeos repartits en quatre llistes de reproducció: "Kopèrnik en català", "Kopèrnik en espanyol", "UAu, això és química!" i "Reacciona al teu centre". A dia d'avui el total de subscriptors és de més de 600.





**Figura 5.1.** Representació gràfica de les visualitzacions del canal de Youtube respecte el temps. Recuperada de *Youtube analítics*.

El nombre de visualitzacions del canal supera actualment les 160000 i el temps de visualització per vídeo s'acosta als dos minuts. Aquest temps indica si les persones que els visualitzen ho fan durant una estona mínima que els permeti captar el missatge. Bona part de les visualitzacions s'acosten al temps de durada màxima dels vídeos, que és d'uns cinc minuts.



**Figura 5.2.** Representació gràfica de les visualitzacions del canal de Youtube respecte el temps. Recuperada de *Youtube analítics*.

El darrer any s'ha mantingut en una franja entre 100 i 200 visualitzacions/dia i el valor mitjà de temps de visualització segueix essent d'uns 2 minuts. El darrer mes hi ha hagut més de 4600 visualitzacions amb una durada de més de 8800 minuts. Els 10 vídeos més populars són subtítulats al castellà i entre ells el vídeo de la reacció termita ha tingut més de 2300 visualitzacions i el segueix el vídeo que mostra per quin motiu no s'ha de barrejar mai salfumant i lleixiu, amb més de 800 visualitzacions.

## Zones geogràfiques principals

### Temps de visualització

Espanya (31%)  
Mèxic (22%)  
Argentina (12%)  
Colòmbia (7,1%)  
Xile (5,9%)



**Figura 5.3.** Representació geogràfica del temps de visualització relatiu a la zona on es troba l'espectador.  
Recuperada de *Youtube analítics*.

Podria sorprendre que un canal amb vocació de ser una eina pels centres de secundària del nostre entorn geogràfic i on el català és la llengua principal de comunicació, tingui entre els 10 vídeos més visitats les versions en castellà. L'explicació s'ha de trobar en el vincle existent entre el MOOC “De la alquímia a las partículas subatómicas” que és presentat al capítol 8. Les dades de les zones geogràfiques principals que visualitzen els continguts del canal revelen que després d'Espanya, i a poca distància, Mèxic té un gran nombre de visitant. La resta de persones que visiten de forma assídua el canal són també de països llatinoamericans.

Per tal d'aprofundir en el taller divulgatiu adjunto l'article publicat al número 10 de la revista EduQ (2011) titulat “*Reacciona... explota!*, un taller per fomentar les vocacions científiques”. L'interès de la publicació recau sobre la descripció amb profunditat del taller divulgatiu *Reacciona... explota!*, esdevenint una referència interessant per als professors de secundària.

Al seu darrere adjunto l'article enviat a la revista *Journal of Chemical Education* i presentat, en forma de comunicació oral, al congrés *ECRICE 2016*, on publiquem l'estudi posterior al taller “*Reacciona... explota!*” a tall d'avaluació d'aquest, tot trobant una evidència del seu efecte sobre els estudiants preuniversitaris en el foment de vocacions científiques. Aquest article ha estat escollit per a formar part dels resultats de la tesi degut al seu interès al tractar-se d'una recerca al voltant de les dades estadístiques que ens indiquen la repercussió de l'activitat divulgativa.



---

### **5.1.1 REACCIONA... EXPLOTA!, UN TALLER PER FOMENTAR LES VOCACIONS CIENTÍFIQUES**

Incrustada la publicació:

Duran, J., **Vieta, J.A.** (2011). Reacciona... explota!, un taller per fomentar vocacions científiques. *Educació Química EduQ*, 10, 34-40.

---

### 5.1.1.1 Resum

El taller *Reacciona...explota!* és un projecte de divulgació científica que permet descobrir la cara més atractiva de la química als estudiants preuniversitaris. Consisteix en la realització d'experiments de química recreativa. Els alumnes senten especial interès pels experiments sorprenents i espectaculars, amb canvis de colors, llum, soroll, fum... Tots tenen nom molt atractiu: el monstre del vàter, la serp del faraó, el món del fred, la reacció termita...

### 5.1.1.2 Introducció

Amb el taller *Reacciona...explota!* el grup de química recreativa de la Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital (C4D) i el Departament de Química de la Universitat de Girona han acostat la química, la ciència i la recerca a més de 2000 alumnes preuniversitaris el curs passat.

L'experiència ve de força lluny, quan l'any 2003 es va iniciar el projecte *laQuimica.net* (Duran, M et al. 2006), (Duran, M et al. 2007), que tenia com a finalitat apropar la química als estudiants de secundària. El professors del Departament de Química implicats en el projecte van ser reconeguts amb la concessió de la Distinció Jaume Vicens Vives a la Qualitat Docent Universitària, atorgada l'any 2007 per la Generalitat de Catalunya. Aquest és l'embrió del qual va néixer, l'estiu de 2008, la C4D i el grup de química recreativa.

La recent celebració de l'Any Internacional de la Química (AIQ2011) ha fet més palesa la presència de la química en la vida quotidiana. Aquesta ciència sovint es presenta com a poc útil, fins i tot perillosa, que contamina i que només es porta a terme en laboratoris i indústries. Tanmateix, els estudiants de secundària consideren que la química és una ciència complicada, i l'actual programa de secundària no afavoreix precisament que els alumnes es motivin per aquesta ciència. Sumant els dos factors, no és estrany que cada vegada hi hagi menys estudiants de secundària que escullin el currículum científic i, encara menys, que vulguin estudiar química i cursar-ne el grau universitari.

El títol del projecte és un joc de paraules. Tot i que és evident que estem parlant de química, aquestes dues paraules es dirigeixen al públic. Gràcies a les trobades que el nostre Departament organitza des de fa temps amb professors de secundària i batxillerat, hem arribat a la conclusió que un dels factors fonamentals en l'aprenentatge és la motivació. És en aquest punt on es vol incidir amb aquesta proposta: *Reacciona!* és una provocació. Estem dient a qui ens escolta que es desperti, que estigui atent. *Explota!* és la conseqüència de l'acció anterior,

vol dir a l'estudiant que sigui capaç d'expressar tot allò que porta endins, que mostri les seves capacitats. Un és conseqüència de l'altre: despertar per actuar.

### 5.1.1.3 Descripció del taller

El taller consisteix en la realització d'experiments amb un fil conductor comú, però que poden variar en funció del nivell dels estudiants o de l'interès del centres per una determinada temàtica. Enguany els experiments segueixen una història de la química que comença amb els alquimistes. En l'experiment anomenat *les dents de drac* un alquimista explica les seves teories sobre la matèria i els quatre elements que la formen: aire, aigua, terra i foc. Posa com a exemple que els dracs treuen foc per la boca i que ell ha descobert com s'ho fan: són les seves dents i la seva saliva, que quan es barregen fan fum i foc. Uns segons després que l'alquimista ha ajuntat les dents de drac –terra- amb la saliva del drac –aigua- comença a aparèixer fum blanc –aire- i tot seguit una gran flama –foc- d'un bonic color porpra. En aquest experiment màgic es combinen els quatre elements alquímics (Figura 5.4).



**Figura 5.4.** Experiment alquimista anomenat *Les dents de drac*.



**Figura 5.5.** El nitrogen líquid pot congelar una flor en qüestió de segons.

Durant segles, l'alquímia va ser una pràctica oculta, màgica i a l'abast de molt poques persones. A poc a poc, aquest vessant màgic es va anar posant en dubte. Un dels primers va ser Robert Boyle, que amb la seva publicació *El químic escèptic* defensava que la química era la ciència de la composició de les substàncies. Tot i que ell encara creia en la transmutació dels metalls, les seves aportacions a la ciència van ser molt importants, com ara el descobriment del fòsfor. En l'experiment *una amistat explosiva*, s'utilitza fòsfor per demostrar-ne la reactivitat.

Tot i la importància de Boyle, es considera que el pare de la química moderna és Antoine Laurent Lavoisier. Per exemple, va demostrar que ni l'aire ni l'aigua no eren elements, i

va refusar la teoria del flogist. Va batejar el gas majoritari de l'aire com a azot (no apte per a la vida), que després es va anomenar nitrogen (en francès, però, es diu *azote*). El nitrogen líquid és el protagonista dels experiments, anomenats *el món del fred*, en què s'aprofita la capacitat criogènica del nitrogen líquid (Figura 5.5). L'alquimista ja deixa pas al científic.

Si no és possible transportar nitrogen líquid, es poden fer altres reaccions en què intervingui un compost de nitrogen. Un exemple és *La serp del faraó*. Diu la llegenda que el dia que s'ajuntin les restes de la mòmia de Tutankamon amb la sorra del desert sota la llum i la calor del sol, caurà sobre la Terra la maledicció de la mòmia, en forma de la serp del faraó. Com que aquesta és una llegenda prou interessant, convé provar si és veritat. Es barregen sorra del desert i fragments de la mòmia. Es ruixa amb combustible d'encenedor i es crema, per simular el sol. Sorprenentment, de la sorra del desert comença a aparèixer una inquietant figura que realment sembla una serp maleïda.

La Revolució Industrial va suposar un canvi històric en què la humanitat va començar a manipular màquines per ajudar en el treball. Una de les claus va ser la màquina de vapor. Segurament la més representativa d'aquestes màquines van ser les locomotores de tren. Les xarxes de vies van suposar una gran fita. La ficció cinematogràfica també ho ha presentat així en moltes pel·lícules del gènere *western*. Per unir fragments de vies de tren es feia servir una reacció aluminotèrmica, molt exotèrmica, en la qual es forma ferro fos. Es tracta de la *Reacció termita*, que deu el seu nom a que és capaç de foradar planxes metàl·liques. En el nostre cas, fem servir la soldadura aluminotèrmica per soldar claus. En aquesta reacció la temperatura assolida supera els 1800 °C, de manera que el ferro que s'obté és fos i permet unir peces metàl·liques, com uns claus. Si la reacció es pot fer a la penombra, l'efecte és realment espectacular (Figures 5.6 i 5.7).



**Figura 5.6.** L'espectacular *reacció termita* és una de les mostres més belles de reacció exotèrmica.



**Figura 5.7.** Claus soldats pel ferro fos producte de la *reacció termita*.

Cada descobriment d'un nou element suposava un significatiu pas endavant en el progrés científic. Els alquimistes no sabien diferenciar compostos –com l'aigua- d'elements, i fins a mitjans del segle XIX tampoc no era senzill diferenciar uns elements d'uns altres. El descobriment de l'espectre d'emissió dels àtoms va tenir una importància cabdal a l'hora d'identificar nous elements. També va tenir altres conseqüències: la interpretació de l'espectre d'emissió de l'àtom d'hidrogen va permetre un nou model atòmic basat en la quantització de l'energia. L'experiment anomenant *Les flames de colors* consisteix en polvoritzar una dissolució de sals metàl·liques en etanol sobre una flama. D'aquesta forma s'obtenen flames grogues, vermelles, verdes o blaves.



**Figura 5.8.** Reacció de desproporció del peròxid d'hidrogen catalitzada per iodur potàssic.



**Figura 5.9.** L'espectacularitat de la reacció la fa perfecta per a una sessió divulgativa amb estudiants de secundària.

El futur encara no està escrit. Potser tindrà a veure amb les energies renovables, amb la utilització d'hidrogen com a combustible o en el desenvolupament de processos químics més respectuosos amb el medi ambient. És en aquest sentit que treballa la química sostenible, també anomenada química verda. Una de les línies en què es treballa és la utilització de catalitzadors, que permeten reduir pressions i temperatures de treball. També afavoreixen el que s'anomena economia atòmica: es minimitza o s'anul·la l'obtenció de productes no desitjats. D'aquesta forma s'aprofiten millor els recursos i s'evita haver de tractar subproductes. Un bon exemple per visualitzar l'acció d'un catalitzador és la reacció de desproporció del peròxid d'hidrogen. Es tracta d'un procés molt lent a temperatura ambient. Amb l'addició d'un catalitzador la reacció s'accelera i l'oxigen s'allibera a gran velocitat amb una reacció exotèrmica. Si s'ha afegit sabó líquid al peròxid d'hidrogen, aleshores la reacció esdevé molt espectacular (figura 5.8).



#### 5.1.1.4 Part experimental

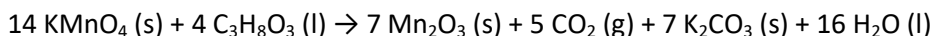
Amb la voluntat que els experiments que formen part del taller *Reacciona...explota!* puguin ser realitzats també per part del professorat de química de secundària, a continuació es presenten algunes de les experiències realitzades. S'explica el material i reactius necessaris, el procediment a seguir i el fonament teòric, informació que també trobem a la bibliografia (Lister 2003), (For 1993), (Estalella facsímil 2007), (Roesky, Möckel 2003), (Roesky 2003). Amb aquesta informació el professorat de química podrà reproduir els experiments del taller i elaborar activitats per treballar aspectes concrets dels currículums tot afavorint l'interès i la motivació dels alumnes.

En totes les reaccions cal seguir les mesures de seguretat habituals: l'ús de bata i ulleres de seguretat i la manipulació dels reactius perillosos per part d'una persona experimentada.

#### ***Dents de drac***

##### Fonament:

En aquest experiment es produeix una reacció exotèrmica com a conseqüència de l'oxidació de la glicerina per part del permanganat.



##### Material:

- Rajol.
- Espàtula.
- Xeringa o comptagotes (per afegir la glicerina).

##### Reactius:

- Permanganat de potassi.
- Glicerina.

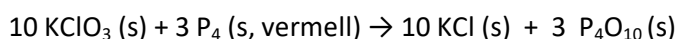
##### Procediment:

Sobre una superfície plana i resistent al calor s'hi disposa 1g de permanganat de potassi apilonat en forma de volcà. S'hi fa un petit orifici a la part superior on es disposa 1ml de glicerina. Després d'uns 20 segons s'observa la formació de fum seguida d'una flama porpra.

## ***Una amistat explosiva***

### Fonament:

El gran poder reductor de fòsfor i el gran poder oxidant del clorat de potassi fan que la reacció entre aquestes dues substàncies sigui molt exotèrmica, i de caràcter explosiu. La barreja de fòsfor i clorat de potassi és sensible a la percussió, de manera que si un objecte pesant cau sobre ella, l'energia cinètica de la col·lisió activa la reacció química:



### Material:

- Fusta planera
- Martell petit
- Ploma d'au

### Reactius:

- Fòsfor vermell
- Clorat potàssic

### Procediment:

Sobre una superfície planera com una fusta s'hi dipositen 0,1 g de fòsfor vermell. S'hi afegeix una quantitat igual de clorat de potassi. Els dos sòlids es mesclen amb compte de no donar-li cap cop ni de fregar massa fort. Per aquest motiu es fa servir una ploma, el que afegeix dramatisme a l'acció. Si la manipulació la fa un alumne, cal advertir-lo de la perillositat de la mescla. Un cop la mescla és prou homogènia s'apilona i es colpeja amb el martell. Aleshores es produeix una sonora explosió acompanyada de llum i fum (Figura 5.10). Convé no superar les quantitats esmentades ja que la reacció és violenta.



**Figura 5.10.** Reacció entre fòsfor vermell i clorat de potassi iniciada per pressió.



**Figura 5.11.** Efecte del fred sobre un globus ple d'aire.

## ***El món del fred***

### Fonament:

El nitrogen líquid està a una temperatura de  $-196^{\circ}\text{C}$ . Aprofitant aquesta capacitat criogènica es poden fer demostracions molt interessants relacionades amb la baixa temperatura. Per exemple, les cèl·lules, com les d'una flor o d'un plàtan, estan formades majoritàriament per aigua. Es poden congelar per acció del fred i aleshores la flor i el plàtan adquireixen prou rigidesa per ser trencada en un cas i per actuar com a objecte contundent en l'altre. També podem refredar un globus ple d'aire. El fred disminueix l'energia cinètica de les molècules que formen l'aire, pel que col·lisionen amb les parets del globus amb menor velocitat i l'efecte observat és que el globus es desinfla.

### Material:

- Recipient per transportar el nitrogen líquid, normalment un vas Dewar.
- Flor
- Plàtan, fusta i clau
- Globus llarg
- Nitrogen líquid

### Procediment:

Cal tenir ben present que el nitrogen líquid està tan fred que pot provocar cremades a la pell si no es manipula convenientment.

Una flor es pot congelar en segons només de submergir-la en el recipient que conté el nitrogen líquid. Els pètals aleshores es tornen trencadissos i es poden esmicolar fàcilment amb una simple pressió dels dits.

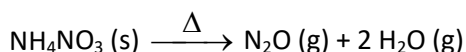
El mateix tipus de demostració es pot fer amb un plàtan. Després d'uns minuts de submergit un extrem del plàtan en nitrogen líquid, aquest ha adquirit prou consistència com per poder clavar un clau en una fusta. El plàtan s'ha de subjectar per l'extrem no congelat.

Un darrer experiment que es pot fer és refredar un globus ple d'aire. L'efecte macroscòpic observat és que el globus es desinfla. En deixar escalfar de nou l'aire, el globus torna a adquirir el seu volum inicial (Figura 5.11). Si abans de deixar escalfar el globus s'hi fa un nus que impedeixi la recuperació del volum complet, la pressió de l'aire serà suficient com per poder explotar el globus.

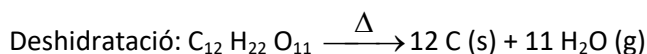
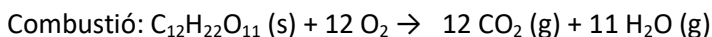
## **Serp del faraó**

### Fonament

Aquesta reacció és una versió menys tòxica de la serp del faraó que es fa amb mercuri. Quan la mescla s'escalfa per acció del foc, el nitrat d'amoni descompon per donar lloc a monòxid de dinitrogen, el gas del riure:



Ahora, el sucre es caramel·litza per acció del calor. En aquest estat plàstic, el sucre s'infla per acció del gas després. A mida que el sucre s'infla i la reacció continua, el sucre acaba per cremar-se, en una reacció que combina la combustió i la deshidratació:



El que s'obté de la reacció és carbó inflat, amb una forma que recorda la d'una serp. Es tracta d'un bonic experiment en què hi intervenen diverses reaccions i que permet introduir diferents temes quotidians, des de cuina a explosius.

### Material:

- Rajola
- Sorra fina
- Combustible per a encenedors
- Encenedor
- Espàtula

### Reactius:

- Sucre
- Nitrat d'amoni

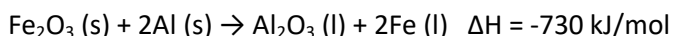
### Procediment:

Es prepara una mescla homogènia amb 3 g de sucre i 3 g de nitrat d'amoni. Sobre una rajola es fa un munt de sorra fina, i al mig s'hi fa un clot. El forat s'omple amb la barreja de sucre i nitrat d'amoni i es ruixa amb el combustible. S'encén i s'espera veure com de la sorra inert emergeix una inquietant figura envoltada de foc (Figura 5.12).

## Reacció termita

### Fonament:

Es tracta d'una reacció red-ox en què l'alumini redueix l'òxid de ferro (III) a ferro metàl·lic. La reacció és tan exotèrmica que se supera la temperatura de fusió del ferro, pel que s'obté en estat fos. D'aquesta manera es poden unir –soldar– diverses peces de ferro.



### Material:

- Rajola
- Sorra
- Bengala infantil
- Claus de ferro

### Reactius:

- Alumini en pols
- Òxid de ferro (III)

### Procediment:

Es prepara una mescla amb 3 g d'òxid de ferro (III) i 1 g d'alumini en pols. Sobre una rajola es fa un base de sorra que faci de continent a la mescla. S'hi diposita aproximadament la meitat de la mescla i es posen uns claus al damunt, que estiguin en contacte entre ells i amb la mescla. S'hi clava una bengala que farà la funció de metxa i s'hi acaba d'afegir la resta de la mescla. S'encén la bengala i quan la flama arriba a la mescla inicia una espectacular reacció exotèrmica que desprèn gran quantitat de calor, llum i fum, a més de guspires de ferro fos. Una altra versió de la reacció permet foradar planxes de ferro, com l'experiment de la Figura 5.13.



Figura 5.12. Màgica aparició de *la serp del faraó*.



Figura 5.13. Reacció termita a la *Researchers' Night 2010*. Fotografia d'Òscar Bonet.

## ***Flames de colors***

### Fonament:

Aquestes i altres sals metàl·liques són molt utilitzades per realitzar els focs artificials. Els diversos colors de les flames són causats pel diferent espectre d'emissió dels elements metàl·lics presents a les dissolucions.

### Material:

- Bunsen o flama regular
- Polvoritzadors

### Reactius:

- Etanol (en el seu defecte, alcohol de cremar)
- Clorur de liti
- Àcid bòric
- Clorur de sodi
- Clorur de coure (II)

### Procediment:

Es preparen dissolucions en alcohol de les sals esmentades (o altres, segons els colors que es vulguin visualitzar). Una concentració del 5% acostuma a ser més que suficient per apreciar bé els colors. Les dissolucions es traspassen a uns flascons polvoritzadors. Es ruixa una flama estable i s'observa com el color de la flama varia en funció de la dissolució emprada. Es poden aconseguir grans flames fent servir ruixadors a pressió, com els que es fan servir per ensulfatar plantes.

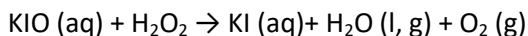
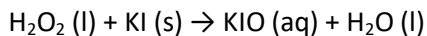


**Figura 5.14.** Flama d'una dissolució alcohòlica de clorur de coure (II).

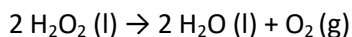
## ***El monstre del vàter***

### Fonament

El peròxid d'hidrogen desproporciona a temperatura ambient per donar aigua i oxigen. Amb tot, la reacció és tan lenta que no s'aprecia; ni tan sols quan s'afegeix sabó líquid no s'observa la formació de bombolles ni d'escuma. Amb la participació d'un catalitzador la reacció s'accelera de forma espectacular, i es forma gran quantitat d'escuma.



És a dir, que la reacció global és:



### Material:

- Un recipient tipus baló, erlenmeyer, o proveta d'un litre.
- Sabó líquid

### Reactius:

- Peròxid d'hidrogen del 30%
- Iodur de potassi

### Procediment:

En un recipient d'un litre s'hi aboquen uns 200 ml de peròxid d'hidrogen (30%). Aquesta operació l'ha de realitzar una persona experta i fer servir guants, ja que l'aigua oxigenada quan supera el 10% de concentració provoca cremades i coïssor a la pell. S'afegeix al recipient uns 5 ml de sabó líquid, i seguidament 1 g de iodur de potassi sòlid. Molt ràpidament s'observa la formació de gran quantitat d'escuma que surt pel broc del recipient. També s'observa que la reacció és exotèrmica per la condensació del vapor d'aigua que es desprèn del recipient.

### **5.1.1.5 Resultats**

El grup de química recreativa ha pres com a propis els objectius de l'AIQ2011, fent arribar una visió lúdica i atractiva de la química, alhora que formativa. Tot i que fa anys que aquest grup es desplaça a centres preuniversitaris de l'àrea d'influència de la Universitat de Girona, ha estat aquest curs passat que el taller *Reacciona...explota!* ha arribat més lluny: ha visitat 42 centres de les comarques gironines, Maresme i Osona. Així, més de 2000 estudiants de l'entorn gironí han participat en aquest taller. Fora de l'entorn més proper, es va presentar *reacciona...explota!* en el marc d'accions relacionades amb l'AIQ, com les *IV Jornades sobre l'Ensenyament de la*

*Física i la Química*, al CosmoCaixa de Barcelona, a les *XV Jornades Curie*, a Alacant, o a *l'Aula de la Ciència* de la Universidad de Cantabria, entre altres.

La comunicació oral es complementa amb la comunicació virtual; la divulgació viatja també per la xarxa, i el passat curs es va posar en funcionament el portal <http://www.reacciona.cat>, on es mostra aquesta activitat divulgativa. La intenció és que aquest web, acabi essent un referent pel que fa a la química recreativa com a instrument per divulgar la ciència a nivell català.

#### **5.1.1.6 Conclusions**

La percepció és que el taller motiva els estudiants, i que pot fer augmentar les vocacions científiques. Aquesta afirmació es veu recolzada per l'opinió dels professors, que agraeixen la visita d'investigadors i professors universitaris als seus centres. A més, s'estableix un vincle, molt necessari, que fa palesa la presència de la nostra Universitat en la societat. Aquesta percepció esperem ben aviat poder-la corroborar amb un estudi iniciat en col·laboració amb 11 centres de secundària amb els que la universitat a través de la C4D ha signat un conveni de cooperació educativa.

Sigui com sigui, els estudiants, el futur de la nostra societat, tindran una visió diferent de la ciència: més útil, més atractiva, més interessant. Tant de bo es preguntés més sovint el perquè del que els envolta. Si és així, haurem fet bona feina.

#### **5.1.1.7 Agraïments:**

El projecte ha comptat amb un ajut de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (Ministerio de Ciencia y Tecnología del Gobierno de España), l'any 2009, un Ajut per a la Comunicació de la Recerca (Universitat de Girona), l'any 2010, i d'un ajut per a Actuacions en l'Àmbit de la Divulgació Científica (Direcció General de Recerca de la Generalitat de Catalunya) l'any 2011. Agraïm el suport donat al projecte a totes les institucions esmentades.





---

**5.1.2 REACT... EXPLODE! EVIDENCES OF THE RELATIONSHIP BETWEEN RECREATIONAL CHEMISTRY AND THE INCREASE OF CHEMICAL VOCATIONS**

Incrustada la publicació:

Duran, J., **Vieta, J.A.**, Duran, M. (2016). React... explode! Evidences of the relationship between recreational Chemistry and the increase of chemical vocations. Manuscrit presentat per ésser publicat.

---

### **5.1.2.1 ABSTRACT**

React... explode! is a project developed by researchers and professors at the Department of Chemistry of the Universitat de Girona aiming to fight against the decrease of the interest high school students have in Chemistry. The use of recreational chemistry and the explanations and demonstrations done by University researchers in high school classes are the pillars of this project.

For two years we have traveled to secondary schools and high schools, where we presented non-hazardous workshops based on chemistry experiments, which could be done in the classroom for the appropriate level of the students. The intention was to show the chemistry as a science closer to us. For the purposes of the actions we have collected and analyzed hundreds of surveys that have been done in the classroom after each workshop. Students have found the workshops very interesting and said it definitely increased their interest in chemistry.

This action, together with other actions taken by the Department of Chemistry, helped in bringing more awareness and increase interest in chemistry, as also evidenced by the data registration studies.

The aim of this project is to get students more involved and excited about Chemistry and, thereby ensuring a future with people who value science and scientific research. The data show that the objective has been achieved.

### **5.1.2.2 Keywords**

Introductory Chemistry, Undergraduate, Recreational Chemistry, Discovery Learning, Motivational Experiments.

## 5.2 De la C4D a les escoles. De les escoles a la C4D

Coincidint amb l'inici del curs escolar de l'any 2014, l'agència de notícies científiques SINC publicava l'article titulat "Todos los niños son científicos" (García, G 2014) on, tot fent referència a estudis que determinen que la ment infantil és molt permeable al coneixment i al mètode científic, presenta noves metodologies d'ensenyament que fomenten un aprenentatge basat en la creativitat i la curiositat.

Des de la C4D hem dissenyat diversos tallers manipulatius on els alumnes de l'escola o l'institut tenen l'oportunitat d'estar en contacte amb investigadors universitaris i aprendre o consolidar conceptes científics tot experimentant. Hem ofert aquests tallers a tots els nivells de l'ensenyament: educació infantil, primària i secundària, tant a l'escola com als espais de quals disposem al Parc Científic i Tecnològic de la UdG. Els diversos tallers que hem dissenyat, com "Química: un ingredient saludable", "La màgia de la química" o "La química de les olors", entre altres, els hem portat a escoles de tot Girona ciutat i zona d'influència de la nostra universitat. Tots aquests tallers els hem impartit jo mateix i estudiants universitaris de química i altres estudis de la Facultat de Ciències de la UdG que, interessats en la divulgació i didàctica de la ciència, han estat formats per nosaltres i becats per formar part del projecte. Al capítol 4 d'aquesta memòria, en forma d'article adjunt, hi trobem la descripció i una discussió sobre aquests.

### 5.2.1 *DIBUIXA A UN CIENTÍFIC*

Un dels projectes que, des de la C4D, hem dut a terme amb escolars ha estat "Dibuixa a un científic o científica". Es tracta d'un concurs de dibuix, on els infants es senten atrets a participar, del qual nosaltres podem treure'n conclusions, després d'analitzar els dibuixos.

Els dibuixos recollits ofereixen una visió de la percepció que tenen els joves i els infants dels científics i podem concloure que, amb els anys, la imatge dels alumnes de primària i secundària pel que fa al científic està canviant –reflex d'aquest canvi en la societat en general-. Als dibuixos hi conviuen els estereotips de sempre amb imatges molt més ajustades a allò que l'activitat científica realment representa. L'home d'edat avançada, despentinat i amb cara de malvat o grillat, a poc a poc, va prenent menys pes al concurs de dibuix donant pas a la presència de dones o noies joves. La diversitat en ciència és real, cada cop més, i la percepció de la societat respecte a aquest fet també es va ajustant a la realitat. Aquest darrer fet és el que ens interessa, també des de la divulgació i comunicació científica. El ciutadà sentirà la ciència més propera si veu al seu veí, la seva germana, si es veu a ell mateix, fent ciència. Que els

científics sortissin del laboratori i es mostressin a la societat, interactuant amb els ciutadans, al carrer o a la xarxa, ha estat un pas important per apropar la ciutadania a la recerca científica.

Ajuden molt a que els infants i joves tinguin una altra cara del científic personatges com Dani Jiménez o América Valenzuela. Joves científics, objectivament atractius i atraients, mediàtics, experts en comunicació i en l'ús de tècniques com l'humor o la persuasió, són un bon model perquè l'estereotipi de científic coincident amb la imatge d'Albert Einstein vagi desapareguent de la ment dels infants. I si hi afegim l'oportunitat de que científics i científiques, així com joves estudiants de la universitat, visitin les escoles per parlar amb els alumnes i desenvolupar-hi demostracions estarem contribuint a aquest canvi d'imatge. Aquesta és també una manera de treballar per a la igualtat de gènere des de la ciència. Es tracta d'un procés d'educació en valors.



Des del 2007 *Recerca en Acció* promou l'anàlisi regular d'aquests dibuixos (Recerca en Acció 2014). Jo mateix he tingut el plaer d'esdevenir un dels membres del jurat qualificador, juntament amb companys investigadors a la C4D, en diverses d'aquestes edicions en les quals l'hem convocat –la C4D juntament amb la FCRI- des del projecte *La Nit Europea de la Recerca*. Recordo molt bé, per la seva qualitat artística i el gran simbolisme i contingut metafòric defugint l'estereotip, un dibuix de l'edició 2013 el qual una alumna de secundària havia plasmat una investigadora pujant per una escala feta d'ADN, titulat "Escalada del coneixement" (<http://tinyurl.com/tesiPAV5-1>).

**Figura 5.25.** "Escalada del coneixement" de l'alumna de secundària Anna Petit guardonat al concurs "Dibuixa un científic o científica" convocat amb motiu de la Nit de la Recerca 2013.

El mateix desembre de 2013 al suplement *Criatures* del diari *Ara* va ser publicat un reportatge sobre el projecte. A partir de les entrevistes a la directora de la C4D, Sílvia Simon, i a David Segarra -de la FCRI- le diari publicava el reflex i algunes de les dades resultants de l'anàlisi exhaustiu dels dibuixos, al qual vam participar uns quants investigadors de la C4D, provinents del concurs de dibuix d'aquella edició (Ferrado, 2013).

Un estudi semblant al que hem estat duent a terme des de Girona va ser publicat el 2012 a *Science Communication* de la mà d'investigadores de l'ODC (Ruíz Mallén, Escalas 2012).

## 5.2.2 NINSLAB. CIÈNCIA DE CONTE

Un altre dels projectes que hem desenvolupat des de la C4D, i del qual he estat formador, basat en tallers educatius per a alumnes d'educació primària és *NinsLab*. Aquest projecte, que permet fer arribar la ciència als més petits i al mateix temps apropar la Universitat a les escoles, nasqué el 2014 del si del ja existent *NinsClub* (@ninsclub) que pertany a la societat *Educatales* la qual realitza una tasca educativa, en base d'activitats, a partir de contes infantils editats per Barcanova i escrits per Carlota Iglesias i Àngels Ribas. Aquestes activitats inclouen: Ninsletter (per aprendre a escriure cartes i telegrams), *Ninsmúsica* (a partir del qual s'ha format una coral), *Ninsjocs* (per estimular jocs de taula) i, gràcies a l'equip de la C4D, *NinsLab* (Trillas 2004).

El propòsit de *NinsLab* és introduir els infants de cicle inicial d'educació primària a la ciència i a l'experimentació, sempre a partir dels contes de *Ninsclub*, d'una forma lúdica i divertida. D'aquesta manera s'aconsegueix unir ciència i literatura, dues disciplines que, en el procés d'aprenentatge formal, els alumnes estudiaran de forma separada. *NinsLab* també pretén anar més enllà del sol fet d'oferir tallers i experiències demostratives o manipulatives als infants. L'objectiu és que ells mateixos tinguin un rol actiu com a experimentadors i investigadors. Durant la formació dels "nins", que hem dut a terme amb una periodicitat quinzenal i a les instal·lacions que la C4D té al Parc Científic i Tecnològic de la UdG, aquests aprenen a realitzar experiments que mostren conceptes i processos de la química, la física, la biologia, la geologia, les matemàtiques o la robòtica. Posteriorment aquests mateixos infants els expliquen i posen en pràctica a les escoles, davant d'altres companys, i als esdeveniments literaris on es presenten els contes que són acompanyats d'aquests experiments. Mètode que assegura que els infants assimilen més els conceptes i els processos que tenen lloc en cada experiment ja que es preparen per explicar-los i fer les demostracions.

El 13 de febrer de 2015 les càmeres de TV3 venien a la UdG per assistir a una de les sessions formatives de *NinsLab*. El periodista Rafel Bagot ens va entrevistar i preparà un reportatge esplèndid pel programa Espai Terra que va ser emès el 22 del mateix mes (<http://tinyurl.com/tesiPAV5-2>).



**Figura 5.26.** Foto publicada a *El Punt Avui* de 22 de setembre de 2014, juntament amb un reportatge sobre el projecte *NinsLab*. Foto: Joan Castro/Iconna.

El gran ressò de *NinsLab* vingué arrel de la celebració del *GiroLab*, que tingué lloc el 22 de maig de 2015 a l'auditori del Col·legi Maristes de Girona. Organitzat per *NinsClub* i la C4D, el *GiroLab* va ser una exhibició de literatura i ciència on els equips d'alumnes de primària de diverses escoles de Girona i rodalies que s'havien classificat per aquesta final varen oferir els seus experiements lligats amb el conte que també explicaren. Nosaltres mateixos també vam estar assessorant els equips de treball de les escoles i vàrem fer de jurat a l'hora de decidir quins d'aquests oferirien la seva proposta al *GiroLab*. L'endemà la premsa es va fer ressò del multitudinari esdeveniment (Trillas 2015).



[www.ninsclub.cat](http://www.ninsclub.cat)

**Figura 5.27.** Logotip de *NinsLab*.



**Figura 5.28.** Al laboratori de recerca (Departament de Química UdG) amb el fulard del nostre Cau (AEiG Pinya de Rosa de Blanes).

Ja a tall de curiositat recordo com el logotip de *NinsLab* (Figura 5.27) va ésser dissenyat a partir d'una foto que m'havien fet, temps enrere, al laboratori i amb el meu fulard del Cau (Figura 5.28), amb motiu d'una entrevista publicada al número 82 de la revista d'escoltisme i guiatge *El Correu* de Minyons Escoltes i Guies de Catalunya (MEG) publicada a la secció "Protagonistes de MEG" (Camacho 2012) la qual ajunto als annexos d'aquesta memòria.

### 5.3 La màgia com a recurs per a divulgar ciència

Anteriorment hem parlat de l'amenaça de la pseudociència i la seva persecució des de la ciència i moviments divulgatius. Aquesta aconsegueix enganyar al ciutadà que, profà de la ciència, potser està en busca de solucions a problemes mèdics o d'altre tipus; essent l'antagonista de la divulgació científica i contrària a la seva finalitat. Amb la màgia, tal i com l'entendem nosaltres, no passa el mateix, ans al contrari. "A la màgia hi ha engany però, a diferència de la bruixeria o l'estafa, l'espectador sap que està essent burlat per un truc" (Delclós 2015).

Per nosaltres la màgia és precisament un art comunicatiu, el domini d'unes habilitats que ens proporcionen un conjunt de recursos molt interessants a l'hora de comunicar ciència. Aquesta vinculació, entre la màgia i la ciència, ve de lluny. Robert Houdin (1805-1871), pare de la màgia moderna, fou el mag que va treure la màgia dels carrers portant-la a l'escenari, on combinà il·lusionisme i experiments científics. El mateix Houdin el 1877 publicà un llibre de màgia i física recreativa titulat *Magie et physique amusante*. Des de la C4D, també hem participat i organitzat diverses trobades de màgia-ciència i educació. Tal i com comento més endavant, amb l'article que s'adjunta a continuació, amb l'espectacle "La màgia de la taula periòdica" vàrem rebre la menció d'honor a l'edició de 2014 del certamen *Ciència en Acció*, premi que ens va permetre portar la posta en escena a la final europea *Science on Stage* que el 2015 es celebrà a Londres. Anant ja més enllà i esdevenint, un cop més, pioners en l'àmbit, des de la C4D i dins del projecte "De la màgia de la ciència a la ciència de la màgia" (@magsci), del 25 al 27 d'abril de 2015 vàrem organitzar la "I Trobada de Ciència, Màgia i Educació" (#ecme15) (Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital UdG 2015a). El congrés, que va ser coordinat per Miquel Duran i Fernando Blasco, va estar finançat parcialment per la FECyT, el Consell Social de la UdG i la Fundació La Caixa. El passat juliol de 2016, com a projecte més recent, vàrem organitzar el Campus d'Estiu de Màgia i Ciència (#CeMC16) per a estudiants preuniversitaris.

Acabo fent referència a una interessant edició de *La Contra* de *La Vanguardia* d'aquest estiu, concretament del passat 28 de juliol de 2016 on s'entrevista a Álvaro Conde, mestre que es declara mag i que utilitza els recursos de l'il·lusionisme a l'aula per motivar els alumnes (Sanchís 2016).

Seguidament adjunto l'article publicat al llibre titulat "Ensenyar i Divulgar Química d'avui per demà (Actes Terceres Jornades Sobre l'Ensenyament de la Química a Catalunya)" (Vieta et al. 2014b) fruit de la comunicació presentada per mi mateix al congrés III Jornades Sobre l'Ensenyament de la Química a Catalunya organitzades pel Col·legi de Químics de Catalunya.





---

### **5.3.1 MQE: MÀGIA, QUÍMICA I EDUCACIÓ**

Incrustada la publicació:

**Vieta, J.A.**, Guillaumes, L., Simon, S., Duran, J., Miró, J., Blasco, F., Duran, M. (2014). *MQE: Màgia, Química i Educació*. Publicat al llibre *Ensenyar i Divulgar Química d'avuiper demà (Actes Terceres Jornades Sobrel'Ensenyament de la Química a Catalunya)*. p. 295-303. Ed. Josep M. Fernández-Novell (2014) ISBN: 978-84-942544-5-1. K3FER Editorial. Barcelona.

---

### **5.3.1.1 Resum**

Darrerament investigadors de la Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital de la Universitat de Girona, en col·laboració amb la Universidad Politécnica de Madrid, han dut a terme diferents activitats divulgatives per a infants, joves i adults basades en la intersecció entre màgia, ciència i educació. En diferents esdeveniments i projectes com *La Nit Europea de la Recerca*, *Setmana de la Ciència*, el *Gathering for Gardner* o diverses fires de ciència, aquest equip ha organitzat jocs, demostracions, tallers, espectacles i tota mena de petites activitats on la Taula Periòdica dels Elements és la protagonista. El resultat de la recerca i l'enginy ha estat el projecte "Màgia, Química i Educació", una nova fórmula per a endinsar-nos al meravellós univers de la Química.

### **5.3.1.2 Antecedents**

Tot i la millora en la seva percepció social en els darrers anys, després d'un segle de certa estigmatització, alguns sectors de la societat encara tenen una visió negativa de la química. Algunes persones la consideren una ciència perillosa, que contamina, perjudicial i molt llunyana de les seves vides, que només és present en laboratoris i indústries (Lattes 2005), essent poc conscients de la relació directa entre la recerca en química i els avanços tecnològics i mèdics que estan revolucionant les nostres vides. Molts estudiants de secundària, a més, la consideren una assignatura complicada i abstracta al seu currículum. Tot aquest conjunt de prejudicis, entre altres factors, han fet que durant la darrera dècada s'hagi notat una davallada dels estudiants que escullen l'itinerari científic a l'institut i, molt especialment, els que accedeixen a la Universitat per a matricular-se al grau (fins fa poc llicenciatura) de química.

Tenint en compte aquests factors, des de l'any 2004 el Departament de Química de la Universitat de Girona promou una sèrie d'activitats que tenen com a objectiu augmentar el contacte amb els estudiants i professors d'educació secundària, mostrant-se molt actiu en la divulgació de la ciència en general i de la química, en particular (Duran, M et al. 2006), , (Duran, M et al. 2007). Investigadors del Departament de Química de la UdG, especialment del si de l'Institut de Química Computacional i Catàlisi (IQCC) de la mateixa Universitat, l'estiu de 2008 varen fundar la Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital (Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital UdG 2008) de la Universitat de Girona, que centra una de les seves principals tasques en la divulgació de la ciència, sobretot en l'àmbit de la comunicació digital i especialment focalitzada als estudiants d'educació secundària, tot fomentant la cultura científica entre la societat.

Específicament pel que fa a la química, ara fa tres anys i amb motiu de la celebració de l'Any Internacional de la Química es dugueren a terme nombroses accions enfocades directament a la difusió d'aquesta ciència per tal d'acostar-la a la societat i engrescar els estudiants d'escoles i instituts a descobrir-la i submergir-s'hi.

### 5.3.1.3 INTRODUCCIÓ

Darrerament investigadors de la Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital de la Universitat de Girona, en col·laboració amb la Universidad Politécnica de Madrid, han dut a terme diferents activitats divulgatives per a infants, joves i adults basades en la intersecció entre màgia, ciència i educació. En diferents esdeveniments i projectes com *La Nit Europea de la Recerca* (Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital UdG 2015), la *Setmana de la Ciència* (Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació 2016), el *Gathering for Gardner* (<http://tinyurl.com/tesiPAV5-3>) o diverses fires de ciència, aquest equip ha organitzat jocs, demostracions, tallers, espectacles i tota mena de petites activitats on la Taula Periòdica dels Elements és la protagonista. El resultat de la recerca i l'enginy ha estat el projecte "Màgia, Química i Educació", una nova fórmula per a endinsar-nos al meravellós univers de la Química.

En aquest projecte es mostra una col·lecció d'activitats educatives, curioses, divertides i entretingudes, totes elles amb l'objectiu de connectar el públic amb la Ciència, especialment amb la Química. La Taula Periòdica dels Elements sovint és presentada a classe de secundària d'una forma feixuga. Aquesta, gràcies a les seves característiques i periodicitat, permet adaptar jocs clàssics de la *matemàgia* per tal de presentar aquesta ordenació dels elements químics d'una forma amena i divertida.

Una taula, fulls de paper, llapis, cartes de pòquer, globus i altres estris relacionats amb la màgia i l'il·lusionisme, juntament amb la Taula Periòdica dels Elements gironina (Figura 5.30), conformen els reactius necessaris per a, combinats de forma eficaç, atractiva i rellevant, presentar la Taula Periòdica dels Elements d'una forma sorprenent i engrescar els estudiants d'educació secundària, i en general a tota la població, a endinsar-se al meravellós univers de la Química.

**TAULA PERIÒDICA DELS ELEMENTS**

Legend:

- s-block
- p-block
- d-block
- f-block
- Noble gases
- Lanthanides and Actinides

6 - variants  
7 - actins

Universitat de Girona      Disseny promogut pel Departament de Química de la Universitat de Girona      Química

**Figura 5.29.** Taula Periòdica dels Elements gironina. Disseny promogut pel Departament de Química de la UdG.

### 5.3.1.4 La Màgia de la taula periòdica

“La Màgia de la Taula Periòdica” és el fill gran del projecte “Màgia, Química i Educació” i nasqué del si del grup d’investigadors en química membres de la Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital de la Universitat de Girona i el matemàtic Fernando Blasco, de la Universidad Politécnica de Madrid. L’interès, per part de tots aquests professors universitaris i investigadors, per la divulgació de la ciència i l’experiència en l’ús de recursos de la màgia, l’il·lusionisme i les curiositats científiques per aquest fi va portar-los a endinsar-se en la recerca i innovació en la intersecció entre la màgia, la ciència i l’educació.

A casa nostra aquest és un camp encara poc explorat per tant podem afirmar que l’equip que autor de la present comunicació n’és pioner. A l’estranger, en canvi, fa anys que es desenvolupen projectes molt interessants i com a referent per a tots els investigadors i divulgadors de l’àmbit, pel que fa a l’ús de l’il·lusionisme per a la divulgació científica, és Martin Gardner (<http://tinyurl.com/tesiPAV5-4>). El qui “convertí milers de matemàtics en nens i milers de nens en matemàtics” (famosa cita del matemàtic Ron Graham) es feu molt conegut per les seves columnes matemàtiques a la revista *Scientific American* amb estructura de joc de mans. Precisament, coincidint amb el centenari del seu naixement (1014-2014), el present gener de 2015 la *Real Sociedad Matemática Española* ha editat un nou volum de la col·lecció *Biblioteca Estímulos Matemáticos* titulat *Gardner para principiantes. Enigmas y juegos matemáticos* (Blasco 2014a), coordinat per Fernando Blasco, coautor de la present comunicació. El mateix Dr. Blasco el passat 2014 va fer la selecció d’articles i presentar el monogràfic Temes 77 de la revista *Investigación y Ciencia* titulat “El universo matemático de Martin Gardner” (Blasco 2014b).

“La Màgia de la Taula Periòdica” consta d’un seguit d’activitats i propostes per a presentar la Taula Periòdica dels Elements d’una forma amena i curiosa gràcies a recursos de la *matemàgia*. La innovació pròpiament dita per part dels investigadors autors de la present comunicació rau en el fet d’haver adaptat jocs clàssics de la *matemàgia* a la Taula Periòdica dels Elements. En aquest joc s’ha aconseguit que els nombres quedin totalment amagats tot utilitzant els símbols dels elements per a fer els jocs mentre que el matemag científic que el desenvolupa té en compte en tot moment el nombre que té associat l’element en qüestió (nombre atòmic). D’aquesta manera s’aconsegueix presentar la Taula Periòdica de forma divertida, manipular les matemàtiques i introduir conceptes de la química (Figura 5.31).



**Figura 5.30.** Trencaclosques de la Taula Periòdica dels Elements a *La Fête de la Science* de Perpinyà 2014. Disseny C4D UdG.



**Figura 5.31.** *La Nit Europea de la Recerca* a Girona. Pati de la Casa de Cultura, setembre de 2013.

El projecte consta d’una gran diversitat d’activitats i propostes en funció del tipus de trobada al qual es vol presentar (congrés de científics, casal d’estiu...), el públic assistent (estudiants, ciutadans en general...), l’objectiu que es persegueix (divulgació, educació...) i l’espai de que es disposa (aula d’institut, teatre municipal...). I, pel que fa a modalitat i estructura, en general aquestes propostes es classifiquen en en dos grans grups. La fira científica i l’espectacle.

### 5.3.1.5 *La fira de ciència*

La fira de ciència sol constar d’un conjunt de carpes amb taules repartides en un entorn tancat o semitancat formant un circuit pel qual els assistents, ciutadans en general, poden anar passant (Figura 5.32). Les característiques d’aquest tipus d’esdeveniment són l’espai limitat (normalment una sola taula), la possible manca de punt de llum i d’aigua i la gran afluència de

públic però de curta parada davant la teva taula (acostumen a romandre drets mentre observen les demostracions i manipulen). Aquestes característiques fan que uns jocs siguin molt adients per a la fira de ciència (per exemple jocs de mans que es fan a prop de l'espectador i que es poden anar repetint cada cert període de temps ja que el públic es va renovant ràpidament), en canvi n'hi ha d'altres que no són possibles (per exemple els que requereixen l'ús del projector).

El darrer any 2014 destaca la participació de l'equip a *La Nit Europea de la Recerca* a Girona, la fira *Petits Científics* a Girona, el *Toc de Ciència* (ciència al bar mentre "es fa el toc"; innovació a casa nostra a partir de la idea dels *Beer for Science* que es fan a l'estranger), Jornada de portes obertes a la UdG, fira *Ciència entre Tots* a Girona, *Fête de la Science* a la Universitat de Perpinyà, la Festa de la Ciència al Parc de la Ciutadella de Barcelona

### 5.3.1.6 L'espectacle



**Figura 5.32.** L'equip presentant l'espectacle *La Màgia de la Taula Periòdica*. II Jornadas de Divulgación Innovadora. Saragossa, octubre 2014.

Per altra banda l'espectacle de ciència comparteix molts aspectes amb el teatre. Requereix un espai més gran que el que es té en una fira de ciència, cal que els assistents estiguin asseguts ja que la durada sol ser llarga com una classe magistral. Recursos com llum, projecció d'imatges o l'acompanyament musical poden ser de gran ajuda per a fer l'espectacle més amè, visualment atractiu i perceptible pels qui estan asseguts més lluny. Un fil conductor és bàsic per a presentar un espectacle que duri més de mitja hora (un conjunt d'experiments o jocs de matemàgia no valen) i l'equip n'ha dissenyat un en base de la història de la química i, concretament, la de la Taula Periòdica dels Elements.

Al llarg del passat 2014 l'equip ha dut a terme diverses modalitats d'espectacle actuant a places, teatres d'escoles i instituts o auditoris de congressos científics. Es destaca la participació a diverses jornades divulgatives a la UdG com el *Gathering for Gardner*, les *II Jornadas de Divulgación Innovadora - Saragossa 2014*, a l'auditori del CosmoCaixa Palma de Mallorca, aules i sales d'actes de diversos instituts i escoles de la província de Girona i més enllà,

a la *Festa de la Ciència* al Parc de la Ciutadella de Barcelona... Sobretot destaca la participació al concurs internacional *Ciencia en Acción* on l'equip va ser guardonat amb la *Mención de Honor* per "La Magia de la Tabla Periódica" (Figura 5.33).

De cares al proper estiu de 2015 ja estan programades actuacions importants com la que es farà a *Science and You, The Journées Hubert Curien International Conferene*, que tindrà lloc a principis de juny a Nancy (França) o a *Science on Stage Europe*, que tindrà lloc a Londres a finals de juny.

### **5.3.1.7 RESULTATS I CONCLUSIONS**

El projecte "Màgia, Química i Educació", dut a terme des de les diverses activitats divulgatives i educatives, han involucrat la creació de ponts entre la Universitat i els centres escolars i instituts o bé directament amb la societat en general. Específicament la interacció amb els estudiants de secundària i els professors d'institut ha estat sempre molt enriquidora fins al punt d'anar adaptant les iniciatives a la realitat cospada a partir de l'interès dels estudiants i les necessitats curriculars.

A grans trets l'ús de recursos de la màgia, l'il·lusionisme i les curiositats científiques per a la divulgació científica i, en aquest cas específic, de la Taula Periòdica dels Elements ha resultat ésser molt positiu per a presentar de forma atractiva o bé per a fer veure una nova cara d'aquesta als estudiants de secundària que han d'estudiar-la als darrers cursos d'institut.

Si bé aquestes accions van dirigides a la societat en general, l'equip té un interès especial en el foment de vocacions científiques entre els estudiants de secundària. Si bé això és desitjable, serà efectiu en només un cert nombre d'estudiants, de manera que el gran objectiu d'aquet tipus d'activitats ha de ser contribuir a alfabetitzar científicament aquests alumnes per tal de desmitificar la ciència, disseminar la cultura científica, treballar per un futur amb ciutadans més capaços d'opinar respecte la ciència, que puguin distingir ciència de pseudociència i que valorin i apostin per a la recerca com a motor, font de riquesa i bandera de país. D'aquesta manera promourem un futur més democràtic, just i lliure.



### 5.3.2 LA IMPORTÀNCIA DE L'*STORYTELLING*: TRADUIR LA CIÈNCIA EN UNA HISTÒRIA

Més enllà d'incorporar recursos de l'il·lusionisme a les xerrades de ciència, com són els efectes visuals i els jocs de mans, destaco la importància capdal de l'*storytelling*. He comprovat que, més enllà de gaudir d'explosions controlades i deixar-se meravellar per la transformació de la matèria, el públic assistent a una xerrada o taller de divulgació científica vol sentir una història.

Si bé els processos i reaccions que duem a terme als nostres tallers divulgatius són la clau de la vistositat i l'espectacularitat, estic convençut que l'*storytelling* ho és de l'assimilació del missatge i l'autèntica comprensió. Pels nostres tallers divulgatius hem treballat molt aquest aspecte, tal i com podem llegir a l'article incrustat al capítol 5 referent al "Reacciona... explota!", aquest té un *storytelling* basat en la història de la química. Per altra banda el 2010 presentàvem l'article sobre el taller que havíem desenvolupat amb l'objectiu de presentar la química a infants d'educació infantil i primer cicle de primària (Duran, J et al. 2010c).

Des dels moviments d'educació en el lleure, entre ells l'escoltisme i el guiatge, tenim clara la importància d'un bon eix d'animació per engrescar els infants i joves en qualsevol projecte. Tal i com he presentat al capítol 5è, amb motiu de l'entrevista que em van fer per revista d'escoltisme i guiatge *El Correu* (Camacho 2012), i que adjunto als Annexos de la tesi, la ciència recreativa m'ha proporcionat recursos per a fer servir en algun d'aquests eixos d'animació.

D'exemples pel que fa al bon ús de l'*storytelling* en comunicació de la recerca científica en recordo alguns de bons, entre els quals destaco la intervenció de Marcel Swart (@MarcelSwart) al TEDxUdG 2012 titulada "I'm a chemist" (Tedx Talks 2012).

6.  
RESULTATS III:  
VÍDEOS DIVULGATIUS.  
DE LA DESAPARICIÓ DEL VHS  
A LA REVOLUCIÓ YOUTUBE

---

Avui, fent endreça, encara podem trobar alguna cinta en VHS, oblidada en algun calaix de casa, i dos fets ens indiquen que aquesta es troba totalment obsoleta. Per una banda no tenim aparell per reproduir-la i per altra, si tenim canalla per casa... ja veurem quina cara posen al descobrir l'estrany objecte.

Un dels canvis tècnics i socials més potents que han tingut lloc durant els darrers anys ha estat al voltant del vídeo, la seva gravació, edició, enmagatzematge i reproducció. La desaparició dels aparells de reproducció de vídeos a les nostres llars, així com les mateixes cintes VHS, i l'evolució dels aparells de gravar i reproduir que han arribat fins a l'extrem d'ocupar menys que la cartera a les nostres butxaques són els símptomes més directes de la revolució viscuda. I la revolució tecnològica n'ha desencadenat una de social encara més potent. Personalment em sento privilegiat d'haver viscut aquest procés mentre duia a terme la meua tesi doctoral. Haver-ne estat testimoni directe és emocionant i ha estat una oportunitat ben aprofitada per la recerca que he desenvolupat i aquí recullo.

El vídeo ha esdevingut una de les peces clau d'aquesta tesi i una eina fonamental en la meua formació i configuració com a comunicador de la ciència. Dels primers experiments amb *Youtube* i la meua primera càmera digital compacta (llavors encara no disposava de mòbil amb càmera) a la participació a interessants projectes de *Recerca en Acció*, altres amb Josep Duran i l'Escola Universitària ERAM (EU-ERAM) o fins arribar a la descoberta i immersió al món dels MOOC. Tot plegat coronat per la gran oportunitat que vaig tenir de fer recerca durant tres mesos a la Universitat de Nottingham, aprenent del Prof. Sir Martyn Poliakoff i companys, col·laborant amb l'excel·lent projecte *The Periodic Table of Videos*.

## **6.1 *The Periodic Table of Videos*. Un model a seguir**

Reconegut internacionalment, el projecte de divulgació de la química 2.0 *The Periodic Table of Videos* (PTOV) (@periodicvideos), encapçalat pel Professor Sir Martyn Poliakoff (School of Chemistry, The University of Nottingham) i el vídeo reporter Brady Haran, nasqué amb l'afany de presentar cada element de la Taula Periòdica en forma de vídeos curts, atractius i rigorosos, fent l'ús de la química recreativa i les reflexions d'investigadors (Haran, Poliakoff 2008), (Haran, Poliakoff 2011a.), (Haran, Poliakoff 2011b.). Aquesta resultà la fórmula adient per a fer que els estudiants preuniversitaris i la societat en general es connectés al *YouTube* per a cercar vídeos de química. De la mateixa manera, professors d'institut d'arreu del món utilitzen aquests recursos a la seva aula, mostrant la química d'una forma més atractiva a tall d'introducció o aclariment d'una lliçó i treballant també altres competències, com el domini de la llengua anglesa.

Per tal d'aprendre dels pares de l'excel·lent projecte, durant el segon trimestre de l'any 2013 viag tenir el privilegi de dur a terme una estada de tres mesos al grup de recerca esmentat, a la Universitat de Nottingham, de la qual nasqué un interessant projecte de didàctica de la química, complementari al reconegut PTOV. Es tracta del disseny d'un extens material didàctic, sobre cadascun dels 120 vídeos referents als elements químics, recollit en unes lliçons. Aquest material ja forma part del gran projecte d'ensenyament digital TED-Ed i va ser presentat a nivell internacional per tal de que els professors de secundària d'arreu en puguin treure profit a les seves classes de química.

Al 8è capítol d'aquesta memòria, dedicat a la formació de la ciència, presento d'una forma més detallada el projecte que vaig desenvolupar guiat per Sir Poliakoff. Ara adjunto l'article que vaig escriure, juntament amb el Prof. Poliakoff, Samantha Tang i Brady Haran (els tres pilars de PTOV) que va ser publicat al número 18 de la revista *EduQ* (Poliakoff et al. 2014). L'interès d'aquesta publicació, i el motiu de la seva elecció per a formar part d'aquests resultats, rau en el fet que es tracta de presentar un projecte d'èxit internacional al professorat de secundària del país.



---

**6.1.1 «THE PERIODIC TABLE OF VIDEOS»: AN EXCELLENT BRIDGE BETWEEN UNIVERSITY RESEARCH AND THE HIGH SCHOOL CHEMISTRY CLASSROOM**

Incrustada la publicació:

Poliakoff, M., Tang, S., Haran, B., **Vieta, J.A.** (2014). The Periodic Table of Videos: an excellent bridge between University research and the high school Chemistry classroom. *Educació Química EduQ*, 18, 30-33.

---

### **6.1.1.1 Abstract**

Teachers and professors know that excitement in the class and school lab is a key factor for promoting vocations. With this article we want to show an interesting project developed from the University of Nottingham with this objective. *The Periodic Table of Videos* (PTOV) has become an excellent bridge between University research and the high school chemistry classroom. This proposal aims to increase scientific vocations in students and give a better view of chemistry and scientific culture in society.

It is known that society often takes a negative view of chemistry and perceives the scientific research conducted in universities as something distant. Over the last decade, in our country, we have noticed a steady decrease in the number of students enrolled in the degree of Chemistry in universities. One of the reasons for that is that the number of students choosing the scientific itinerary in high schools has also progressively decreased. This trend was not specific for our countries, but also for other regions of Europe. How could we combat this lack of interest? Teachers and professors know that excitement in the class and school lab is a key factor for promoting vocations, so several new actions were promoted, from the use of recreational chemistry resources in the class to the creation of blogs and the addition of videos about interesting and amazing aspects of chemistry. These proposals aim to increase scientific vocations in students and give a better view of chemistry and scientific culture in society. Thanks to them, we can see a glimmer of hope in reversing that downward trend. One of these interesting projects is «The periodic table of videos» (PTOV). From the University of Nottingham, this project, developed by the video journalist Brady Haran and Prof. Martyn Poliakoff and colleagues, has become an excellent bridge between University research and the high school chemistry classroom.

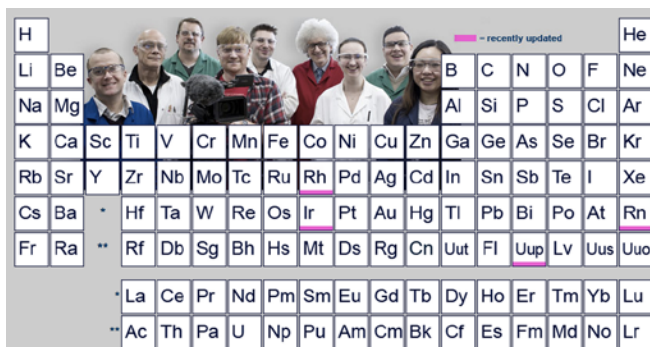
### **6.1.1.2 Background**

«I wanted to show what real scientists are like and how they work». With this sentence found on his Test Tube web page, the BBC-trained video journalist Brady Haran presented this project to the public. Test Tube started in September 2007, when Haran was appointed filmmaker-in-residence for Nottingham Science City, and it now consists of more than four hundred videos covering topics in chemistry, physics, astronomy and mathematics, to name but a few.

Test Tube became the cradle of several independent projects such as Sixty Symbols (@sixtysymbols), Numberphile (@numberphile) or Deep Sky Videos (@DeepSkyVideos) and, obviously, PTOV.

PTOV began in June 2008. The project was devised by Brady Haran and features chemists from the University of Nottingham led by Prof. Martyn Poliakoff, *The Professor*. Of course, the other stars of the project are the elements and the major protagonist is chemistry.

The school and high school students that have the privilege of visiting the School of Chemistry at the University of Nottingham can watch amazing chemical demonstrations performed live by Dr. Pete Licence, Dr. Samantha Tang or Prof. Poliakoff or other colleagues. Since it is not possible to meet all audiences in person, the enthusiasm of these researchers for science has been captured on film with the production of PTOV. This is a series of short online videos for each of the elements in the periodic table (Figura 6.1). The runaway success of these, and overwhelming demand from viewers across the world, has resulted in the production of other additional video series that respond to current science news stories, tie in to seasonal events and include molecules of general interest.



**Figura 6.1.** The PTOV homepage with the current nine regular presenters. Clicking on each element opens a link to the video about it.

In addition to one hundred and twenty videos about the elements themselves, some of which have been updated with newer versions, special ones were produced to reflect chemistry in the news: the helium leak at the Large Hadron Collider, the award of Nobel prizes or the Deepwater Horizon oil spill disaster. A few have been more light-hearted, such as «Pumpkins at Halloween» or «Which element for Christmas?». In 2010, with funding from the Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC) in the United Kingdom, the team began uploading videos about molecules under the title «Molecular videos». They have also made «road trip» films to destinations such as Ytterby (where the first rare earths were discovered),



Darmstadt (birthplace of some of the superheavy elements), Brazil, Australia (one video was even filmed on Sydney's Bondi beach!) and to the United States, Ethiopia and India to meet young chemists. Maybe the greatest adventure was the journey to Everest basecamp, where Brady climbed with a kettle and a thermometer. The aim of the trek was to demonstrate that the boiling point of water became lower as the team climbed higher, and the result was one of the most beautiful videos of the entire project.

PTOV has become one of the most interesting projects about public engagement of chemistry that we can find nowadays on the web. It is a very useful tool for high school teachers and the videos are used in classrooms all over the world.

### **6.1.1.3 A 2.0 periodic table**

This is a 2.0 project and not only in the sense of «using social networks», but also for the physical feedback established between the researchers and the viewers of the videos.

The feedback from pupils, teachers, parents and even Nobel Prize winners has been extremely positive and many students have contacted the team to tell them how inspirational and helpful the videos are to their studies. As of April 2014, the number of subscribers to the PTOV YouTube channel has reached >413,000 and the videos have been viewed over 57.5 million times. The impact of the PTOV project is discussed in an article published in *Nature Chemistry* (Haran, Poliakoff 2011). In order to make the videos as accessible as possible, the team have worked with transcriptors to produce accurate subtitles in English for it. The videos have also been translated into Portuguese and the translation into other languages, like Spanish, is an exciting project for the future.

In an article published by the team in *Science* (Haran, Poliakoff 2011), «the impact of PTOV is best judged qualitatively from the many thousands of comments and unsolicited e-mails received from viewers». These messages come from students excited by the chemistry they have seen in the videos or from teachers who use them in their classes.

A loyal fan base for PTOV is noticeable. *The Professor's* eccentric hairstyle and endless selection of chemistry-themed neckties are some of the icons of this project, and the viewers watch the videos with much more sympathy than a conventional chemistry class. Viewers feel they are watching a «true record» of life in the Chemistry Department. The presenters are real scientists who are often caught off guard, forced to answer unexpected questions from the interviewer. Their hesitations and occasional admissions of ignorance reinforce the bond with

the viewers. The videos look professional because they are produced with broadcast-quality equipment used by Brady, yet they deliberately retain an amateur flavour and raw appearance (Figura 6.2).



**Figura 6.2.** Brady Haran recording at the GSI (Gesellschaft fuer Schwerionenforschung), Darmstadt, Germany, where hassium was first synthesized.



**Figura 6.3.** Prof. Sir Martyn Poliakoff in one of the videos of the project.

#### 6.1.1.4 *Now and future after five hundred videos*

Recently, in November 2013, the PTOV group celebrated the success of five years' worth of chemistry on YouTube with its special five hundredth video.

The celebratory five hundredth video is a round-up some of the series' very best moments since its launch in 2008. It features impressive explosions, some of Prof. Poliakoff's classic lines, and lots and lots of bars of gold.

One of the big reasons for the videos' success is Prof. Poliakoff, as celebrated in the five hundredth video. However, at the start of the project, Brady had no idea how popular *The Professor* would prove. «Off camera, *The Professor* is very humble and almost shy. He doesn't strike you as a clichéd "internet star". But in hindsight, it is that humility, combined with great knowledge, which makes him so popular. People can spot a fake, and they know Prof. Poliakoff is the genuine article», says Brady.

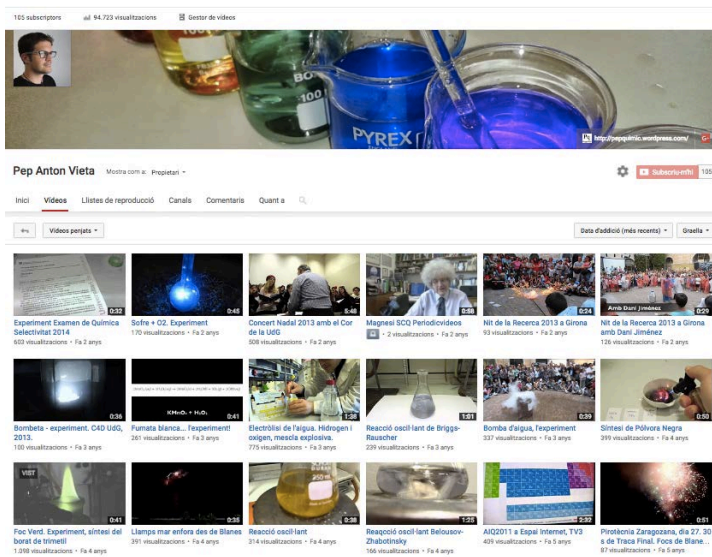
In addition to the *Poliakoff effect*, Brady believes that it is chemistry itself that is the key to the videos' popularity. He said: «I think that even after five hundred videos, the scientists are still excited to be sharing their love of chemistry. I also think the videos try to be very honest and show what life's like in a real lab. You don't see that unvarnished depiction of science too

often on TV or in videos. We've also been lucky: with so many people making so many videos, you need a little bit of luck on YouTube».

Reaching the five hundredth video doesn't signal the end. More videos continue to be uploaded, and there will always be new discoveries and news stories about chemistry. Despite having achieved the initial aim of making a video about each element in the periodic table and even having reached the five hundred mark, PTOV is a living project.

## 6.2 Experimentant amb el Youtube

El novembre de 2007 obria el meu compte a *Youtube* (Vieta 2007), essent aquesta la primera xarxa social a la que entrava. Era estudiant de carrera i acabava de gravar un imant levitant sobre un superconductor refrigerat sota nitrogen líquid, demostració que ens va fer el professor Ribas. Aquest és el primer vídeo que vaig penjar i a dia d'avui ja se'n troben un total de 115.



**Figura 6.4.** Captura de pantalla del meu canal de Youtube amb la imatge destacada dels darrers vídeos.

Valoro molt positivament l'ús del vídeo breu per a la divulgació científica a la xarxa i avui generar-ne és més fàcil que mai. Tal i com comentava a la introducció d'aquest capítol en aquests darrers anys ha tingut lloc una revolució a favor de la popularització del rodatge casolà de vídeos i de la seva edició i compartició, de manera que es pot observar un canvi de qualitat entre els primers vídeos penjats al canal de Youtube, ara fa 9 anys, i els d'avui.

En els darrers cinc anys, en el meu diada a dia de la Universitat, he passat de portar sempre a sobre una càmera digital compacta, el seu carregador i transformador per acoblar la targeta de memòria a l'ordinador i un petit trespeus a portar, avui, únicament el mòbil. Aquell kit ocupava un volum destacable de la meua motxilla, gravar un vídeo era feixuc i encara més el procés fins a tenir l'arxiu a l'ordinador i no en parlem de l'edició. Avui gravo el petit vídeo amb el mòbil amb gran qualitat d'imatge i so. Amb una aplicació d'edició senzilla i pocs minuts el vídeo està a punt per ésser penjat i compartit a la xarxa. En aquest cas és evident que amb pocs anys hem guanyat en eficiència i qualitat de producte generat.

El juny de 2008 naixia un canal de Youtube titulat “La taula periòdica dels vídeos”. De seguida em va cridar l’atenció i des de llavors que el segueixo. El que llavors no em podia esperar, com a estudiant de química a la universitat que era, és que al cap de cinc anys, com a llicenciat i doctorand viatjaria fins a Nottingham per a incorporar-me, durant tres mesos, al grup de recerca del professor que realitzava aquells vídeos.

### **6.3 Del Youtube a la televisió per tornar al Youtube**

Tal i com he comentat anteriorment els primers projectes amb els quals em vaig iniciar com actor davant les càmeres varen ser “Ciència a la cuina” (Recerca en Acció 2009a) i “Ciència a la fresca” (Recerca en Acció 2010a). Unes col·laboracions amb el portal Recerca en Acció de la FCRI. A partir d’aquí, per a mi el concepte de vídeo divulgatiu començava a evolucionar i agafar solidesa, estructura, mètode i rigor. Ja no era un vídeo autoproduït sinó que venien uns càmeres a la cuina de casa, tal i com va passar el juliol de 2009. Amb aquest projecte de “Ciència a la cuina”, on cada investigador participant duia a terme un experiment a la cuina de casa seva, jo vaig voler mostrar com cuinar un ou ferrat verd i preparar una llimonada vermella, gràcies a l’extracte de col llombarda com a indicador d’acidesa (Recerca en Acció 2009b). Vídeo Youtube Recerca en Acció gravat el juliol de 2009 i amb 6582 visualitzacions a dia d’avui (23 d’octubre de 2016).

També amb Recerca en Acció el 2010 vàrem participar al projecte “Ciència a la fresca” on els científics participants havíem de fer un experiment a l’aire lliure. En Josep Duran i jo vàrem participar junts mostrant un experiment pel qual filtrar aigua gràcies a estrats de sorres de diferent gramatge. El context de l’experiment va ser especial: érem a la riva del riu Ter i jo anava amb la meua equipació del Cau (Recerca en Acció 2010b). Vídeo de Recerca en Acció gravat el juny de 2010 i amb 3160 visualitzacions a dia d’avui (23 d’octubre de 2016).

Finalment passàvem de la petita pantalla de l’ordinador a la més grosseta de la televisió. Després d’aquests projectes amb en Josep Duran vàrem portar l’espai “L’experiment” del programa *Kopèrmik* emès per la Xarxa de Televisions Locals. Anteriorment he comentat el projecte, de manera que només afegiré, a tall de reflexió personal, el meu convenciment que aquest projecte, de la mateixa manera que els anteriors o el “UAu, això és química!” del que parlaré més edavant, suposen una oportunitat pel sistema educatiu. Els professors tenen (tenim) la responsabilitat d’estar al dia, aprofitant el bon material que es genera a fi de repondre a les necessitats dels alumnes. I, en general, estic segur de la contribució a la millora en la comprensió pública de la ciència amb aquests projectes.

7.

RESULTATS IV:

ITINERARIS CIENTÍFICS.

FUSIÓ ENTRE TERRITORI I CIÈNCIA

---

Si bé podem trobar iniciatives com *Històries de Ciències* (<http://tinyurl.com/tesiPAV7-1>) de Barcelona o els *Places of Chemistry* per Londres, de la *Royal Institution*, o l'itinerari per la Londres de Faraday que hem presnetat al capítol quatre, el concepte d'itinerari ha estat sempre molt lligat a altres camps del coneixement, com la història, i els que tocaven la ciència solien ésser naturalistes.

Partint de l'itinerari Químic per Girona de Josep Duran, que va esdevenir una peça clau i innovadora en la divulgació de la química, des del nostre grup de recerca s'han dissenyat diversos i diferents itineraris científics els quals s'han posat a la pràctica i els resultats són excel·lents, tal i com es presenta a les següents publicacions. Entre ells l'itinerari que combina màgia i ciència amb la contribució de Miquel Duran i de Fernando Blasco, investigador i professor de matemàtiques a la Universidad Politécnica de Madrid. Ambdós, per cert, mags aficionats i innovadors en l'ús de la màgia i l'il·lusionisme en la didàctica i divulgació de les ciències.

## 7.1 Itinerari Químic per Girona

Amb un record especial al recentment desaparegut Sr. Ensesa (ACS) faig referència a un dels grans projectes de la C4D, l'autor, ànima, promotor i responsable del qual és Josep Duran. L'itinerari Químic per Girona va ser publicat en format llibre l'abril de 2010 (Duran, J 2010a), (Duran, J et al. 2010 b) i presentat oficialment precisament al taller *Cromats Ensesa*, un dels indrets més emblemàtics de la ruta per la química gironina. El programa de televisió *Kopèrnik*, de Comunicàlia i distribuït per la Xarxa de Televisions Locals, en va emetre un reportatge (Reaccionaexplota 2010). En un dels articles adjuntats al capítol 4 s'aprofundeix en el projecte.

L'any 2008, acabant la carrera de química, vam dur a terme, la companya Montserrat Dalmau i jo mateix, un "treball acadèmicament dirigit" sota la direcció de Josep Duran consistent en l'edició de la pàgina web de l'itinerari Químic per Girona (Duran, Dalmau, Vieta 2008). El web segueix actiu i actualitzant-se amb les darreres fotos a mida que es fan rutes amb grups classe. Finalment l'itinerari Químic va acabar formant part de la realitat virtual tal i com presentàvem al congrés "II Jornades TIC i educació", celebrat el 2012 a Girona, mitjançant la comunicació que seguidament adjunto. Es tracta d'aplicar la innovació sobre un projecte ja innovador. La seva rellevància fa que l'esculli per a formar part d'aquests resultats.

---

### **7.1.1 UN GUIA A LA BUTXACA. ITINERARI QUÍMIC PER GIRONA EN REALITAT AUGMENTADA**

Incrustada la publicació:

Duran, J., **Vieta, J.A.**, Duran, M., Simon, S. (2012b). Un guía a la butxaca: Itinerari químic per Girona en Realitat Augmentada. *II Jornades TIC i Educació*. Girona.

---



### **7.1.1.1 Objectius**

El treball presentat és una aplicació en realitat augmentada de l'itinerari químic per Girona (Duran, J 2010a). Els objectius de l'aplicació són facilitar l'accés a la informació corresponent a l'itinerari a través de qualsevol dispositiu mòbil amb accés a internet que disposi de sistema operatiu *Android* (o equivalent) i l'aplicació *Layar*.

L'aplicació permet identificar el recorregut de l'itinerari mitjançant GPS, situa les parades sobre la imatge captada per la càmera del dispositiu, i facilita la descripció dels continguts gràcies a l'accés a la pàgina web (Duran, Dalmau, Vieta 2008) de l'itinerari.

La pàgina web té un esquema similar a la versió impresa i manté els seus objectius: apropar la química als estudiants i presentar-ne la cara més amable i quotidiana. L'activitat té lloc fora de l'aula i aquest ambient pot facilitar la motivació i els aprenentatges.

Aquest passeig per la ciutat de Girona ha estat pensat per a estudiants dels darrers cursos de secundària i de batxillerat. Els continguts conceptuals formen part del currículum de ciències de la terra i química, respectivament. Per les seves característiques, presenta moltes similituds a una activitat de química en context (Bennet, Lubben 2006), pel que cal afegir a les competències pròpies de la química de batxillerat, les competències d'una activitat que emfasitza la relació de la química amb la nostra vida quotidiana.

La utilització d'aquesta eina TIC afavoreix l'aproximació de l'alumnat jove, ja que els dispositius mòbils formen part del seu instrumental bàsic. L'aplicació pot afavorir l'autoaprenentatge i motivar l'interès per una ciència posada en qüestió massa vegades.

### **7.1.1.2 Desenvolupament**

La realitat augmentada permet afegir informació virtual a la informació física o real. Amb l'ajuda d'aquesta eina TIC la informació del món real que ens envolta es converteix en interactiva i ampliable. En el cas de l'aplicació *layar* (*layer + augmented reality*) la informació digital sobre l'entorn es superposa en forma de capa al món real.

L'aplicació combina la utilització del GPS, la brúixola digital, la càmera i la connexió permanent a internet. D'aquesta manera, la càmera captura imatges de l'entorn i el mostra a la pantalla. El GPS determina la posició exacta, i la brúixola la direcció cap on s'està mirant. Basant-se en aquesta informació, l'aplicació pren les dades d'internet i els superposa sobre la pantalla del mòbil. L'ayar pot oferir diferents capes d'informació amb diferents continguts.



**Figura 7.1.** Tots els sistemes de Realitat Augmentada consten d'aquests quatre blocs.

La posició i l'orientació són fonamentals per situar cada punt en l'itinerari preestablert. Des de cada parada es pot consultar el contingut de la informació a la pàgina web. S'hi defineixen onze aturades que s'han escollit depenent del seu potencial d'interès i didàctic. L'estructura de cada aturada és similar en tots els casos i inclou una explicació amb un llenguatge simple que a vegades es complementa amb experiments o demostracions. En cada aturada hi ha un apartat anomenat "ho sabies?" que recull curiositats de temes diferents de la química, com l'art o la literatura, però que tenen un fonament químic.

L'itinerari es complementa amb fitxes didàctiques que inclouen exercicis. Alguns es fan abans, altres durant i altres després de l'itinerari, i tenen com a objectiu aprofundir en els continguts conceptuals del tema. Tots els continguts són accessibles des del dispositiu mòbil.



**Figura 7.2.** Exemple de superposició d'informació: la imatge real comparteix espai a la pantalla amb la informació virtual. En aquest cas, les diferents aturades que componen l'itinerari.

Les aturades es comenten breument a continuació (**Taula 7.1**):

1	Torre. Introducció. Presentació de l'itinerari. Relació de Girona amb la química, antigues i actuals empreses químiques. La Universitat i el Parc Científic com a <i>hotspots</i> . Exposició simple de conceptes d'estructura atòmica que s'utilitzaran en la resta de l'itinerari, relacionant el diàmetre de la torre amb la mida d'un nucli atòmic. Curiositat: Dalí i el seu període corpuscular.
2	Muralla. Materials utilitzats en construcció: maons, ciment, calç. Obtenció de ls materials i canvis que experimenten a partir de les argiles i roques calcàries. Experiment simple de reacció entre carbonat de calci i sulfurat. Curiositat: utilització de marbre i granit a les cuines.
3	Taller de cromats. Visita a uns banys electroquímics on es fan cromats, niquelats, platejats, etc. Aliatges. Curiositat: la restauració de l'escultura de l'àngel de la catedral.
4	Argenteria. Metalls emprats en joies: or, pal·ladi, rodi, platí, coure, plata. Junts als aparadors i junts a la taula periòdica. Pedres precioses i relació estructural entre algunes d'elles. El carboni i els seus al·lòtrops, incloent-hi el diamant. Curiositat: les estufes de diamants.
5	Farmàcia. Els medicaments i la seva influència en l'allargament de l'esperança de vida. Els antibiòtics, el sabó i l'aniversari de l'aspirina. Exemples de la contribució de la química en el benestar de la societat. Curiositat: l'equip que va guanyar el premi Nobel de medicina amb el Dr. Fleming al capdavant.
6	Pont sobre el riu Onyar. L'aigua i el seu cicle. Cloració de l'aigua. Respiració dels éssers vius. Molècules relacionades amb l'aportació energètica a les cèl·lules, hemoglobina i clorofil·la. Curiositat: els cristalls de gel.
7	Plaça coberta. La llum. Funcionament dels tipus diferents de llums. Relació amb els components químics que els formen: tungstè, halògens, gasos nobles, fòsfor, silici. Incandescència i luminescència. Demostració del funcionament d'un LED i d'un bastó de llum. Curiositat: fantasmes i fosforescència.
8	Plaça. Oxidació del ferro. Reaccions quotidianes de transferència d'electrons (red-ox) Materials per evitar la corrosió: pintures, alumini, acer inoxidable, acer galvanitzat, acer tipus <i>corten</i> . Curiositat: els coberts d'alumini d'en Napoleó.
9	Barri vell. La química de l'amor. La química entre animals és prou clara. En els humans, hi ha molts factors que hi intervenen. Hormones i neurotransmissors. Curiositat: la xocolata, un alleujament per als cors trencats.
10	Antiga carbonera. Combustibles fòssils i energies renovables. El paper del silici. La recerca en el camp de l'energia sostenible. Demostració i explicació del funcionament d'una placa fotovoltaica. Curiositat: de la pluja àcida a les cebes que ens fan plorar.
11	Els Quatre Cantons. Magnetisme, electricitat i relació amb el moviment d'electrons. Materials magnètics. Fabricació d'una brúixola. Curiositat: la descoberta del magnetisme.

**Taula 7.1.** Cadascuna de les 11 a turades de l'itinerari Químic per Girona amb els conceptes que s'hi presenten.

L'aplicació presentada sobre l'itinerari ofereix una aproximació a conceptes de química amb un plantejament més atractiu que el que se centra exclusivament en la comprensió dels conceptes teòrics de química. En aquest sentit comparteix objectius amb el projecte *Salters Advanced Chemistry*, desenvolupat pel *Science Educational Group* de la Universitat de York (RU) en col·laboració amb la indústria química. La química *Salters* es construeix a partir de les múltiples aplicacions de la química. Els conceptes químics i les activitats s'estructuren a l'entorn de la química aplicada, emfasitzant-ne la transcendència social. Les parades descrites anteriorment permeten descobrir que la química és present arreu: relacionen situacions quotidianes amb conceptes químics. Són una potent eina motivacional, però alhora un bon mètode d'aprenentatge, molt proper a l'alumne. Conceptes d'estructura atòmica, d'àcid-base o red-ox s'entenen molt millor en el context on tenen lloc, o amb un simple experiment que segur que els alumnes no oblidaran.

### 7.1.1.3 Avaluació

L'itinerari forma part del catàleg de recursos educatius de l'Ajuntament de Girona des del curs 2007-2008. Després de funcionar un temps en període de proves, 307 alumnes pertanyents a 12 grups classe van fer l'itinerari el curs 2010-11 va ser sol·licitat per 12 grups classe. El curs passat, 2011-12, van ser 19 grups classe els que van sol·licitar el *passeig per l'invisible*, fent un total de 482 alumnes. El creixent interès per la realització de l'itinerari, la presència en publicacions de l'àmbit educatiu (Duran, J 2010d), mitjans de comunicació inclosa la televisió (Gorini 2010), ens permet valorar molt positivament la proposta. La presència a la xarxa i en l'aplicació per mòbils només pot fer que incrementar l'interès per l'activitat. Els centres de secundària i batxillerat tenen al seu abast i de forma gratuïta accés per una banda a tota la informació i continguts de l'itinerari químic per Girona via web, i per l'altra, la possibilitat de fer servir la realitat augmentada per deixar-se guiar per Girona i descobrir-hi la química.



**Figura 7.3.** Des del dispositiu mòbil es pot consultar tota la informació continguda a la pàgina web vinculada a l'itinerari.



**Figura 7.4.** L'aplicació de realitat augmentada permet situar l'itinerari en el mapa i seguir-lo sense dificultats.

#### **7.1.1.4 Conclusions**

Totes les evidències demostren que l'itinerari motiva els estudiants, que se senten més interessats per la química. Els desperta la curiositat i això facilita l'aprenentatge. Els conceptes i capacitats adquirides durant aquesta activitat difícilment es poden obtenir a través d'altres estratègies educatives.

L'activitat es pot emmarcar en el projecte Salters de química en context. Els conceptes i les competències s'adquireixen millor amb la motivació que suposa una situació real. Els itineraris són una eina molt poderosa en aquest sentit, com s'ha demostrat en altres disciplines científiques. Ara també s'hi inclou la química.

Amb la utilització de l'aplicació de Realitat Augmentada, es pot fer l'itinerari sense la presència d'un guia. El dispositiu mòbil indica la posició i recorregut de totes les aturades de l'itinerari, que es poden reconèixer sobre una imatge real presa amb la càmera del dispositiu. Un cop situats en l'aturada corresponent, es pot accedir a tota la informació de la pàgina web de l'itinerari.

L'itinerari facilita que es formulin moltes qüestions. Preguntar-se la raó de les coses és el primer pas per ser un bon científic.

## 7.2 Itinerari màgic-científic per Girona

Amb l'empenta i l'experiència que ens proporcionà l'itinerari Químic per Girona, des de la C4D, l'any 2015 vàrem dissenyar l'itinerari màgic-científic per Girona. En ell l'entorn monumental de la ciutat de Girona, així com jocs i curiositats de la màgia i l'il·lusionisme esdevenen uns recursos únics per parlar de ciència tot caminant.

Amb una durada d'uns 90 minuts es tracta d'una fusió entre màgia, ciència i territori, disciplines que apassionen als investigadors involucrats en el projecte.

La diferència amb altres itineraris, a part del focus d'interès, és que a cada parada s'hi desenvolupa un joc de mans per part d'algun dels mags-il·lusionistes que acompanyaran la visita. Els jocs estan sempre relacionats amb els punts d'aturada i permeten aprofundir en qüestions científiques que no són abordades en les visites guiades habituals turístiques i que són esmentades breument en visites de caire històric, naturalista o cultural.

Seguidament adjunto l'article publicat mitjançant la plataforma Figshare el passat setembre de 2016. Es tracta d'un article de rigorosa actualitat, recurs per al foment de vocacions.



---

### **7.2.1** *MAGIC & SCIENCE WALKING TOURS: THE CASE OF GIRONA*

Incrustada la publicació:

Duran, M., Duran, J., Simon, S., **Vieta, J.A.**, Blasco, F. (2016). Magic & Science Walking Tours: The case of Girona.

*Figshare*. doi: 10.6084/m9.figshare.3806727

---



### **7.2.1.1 Abstract**

We describe a city walk whose purpose is to increase Public Awareness in Science, by locating proper spots in the City of Girona and connecting them to common, adapted magic performances and curiosities. By analyzing a few items of this Itinerary, we show that Magic is a useful tool, when combined with the attraction of a City architecture, heritage and particularities, to attract visitors to Science.

### **7.2.1.2 Introduction**

Walking Tours are a usual strategy of touristic cities to exhibit their Heritage assets, usually through professional guides delivering explanations for a limited period of time, mostly between one and three hours. Besides those touristic walks, Guided Nature walks are also common in geographical areas with suitable natural environments. Other types of guided visits may also be available; for instance a new Girona Walk involves visiting spots where various scenes of HBO Game of Thrones' 6th season were shot. In this GoT-related visit, guides complement real and virtual scenery with details of Girona's heritage (Assoc. Guies de Girona 2016).

Unfortunately, Science-related tours are not so common. In our regional area there are some examples of seasonal or occasional tours like the Barcelona Tour of streets named after Scientists, Barcelona mathematics-oriented tours, or the Girona Chemical Itinerary. Indeed, there are other walks related to various fields of knowledge, like poetry and literature tours.

Those walks and itineraries share a common purpose: they are demonstrative activities linked to geographical spots - either historic, heritage, natural or physical. Indeed, classical touristic guided tours are enhanced through storytelling by local guides, thus adding a layer of knowledge and interpretation to the actual history or characteristics of the visited spots.

For Science walks, it is rather difficult to attract visitors enough, in contrast with widespread touristic walks and natural environment walks. Usually, Science walks gather Science-prone local visitors, or particular Science-minded citizens, which happen to be rather scarce. On the contrary, the major part of citizenship is not very attracted to non-environmental tours.

To increase attendance to Science-related tours, and even to show a city's heritage in a different way, we have come up with a blending of Science tour and Magical performance (e.g.,

a Magic&Science walk). As a pilot test, we have designed a Magic & Science tour of the Old City of Girona, where a group of ca. 25 people visited several spots in the City. These locations are not only of utmost value from the point of view of Heritage and Science, but are bear some kind of specificity which makes them suitable enough to perform a magic game. Here for “magic” we mean all kinds of conjuring - light magic, illusions, mathemagic, card magic, Science curiosities...

Girona is a heritage-rich city 100 km north from Barcelona. Its old quarter gathers buildings from the Roman, Middle Age and Modern eras. Furthermore, the city is crossed by the Onyar river, whose sightseeing leads to the most well-known images in advertising.

### 7.2.1.3 The walks

Our Magic&Science walk through Girona involves a selection of sightseeing spots that include an item suitable to start a magic performance. Thus, magic itself is the catalyst to attract visitors and lure them into a Science (light) activity, thus increasing Public Science Awareness and even in some cases Understanding of Science. The tour is of course entertaining, relevant to the City and attractive, where the mysteries of Magic are used to connect especially to Mathematics and Physical Sciences. In this sense, it bears some similarities with the aforementioned Girona Walk on HBO’s Game of Thrones locations: curiosity about each spot brings about an increase of knowledge in history, science, or general culture.



Figura. 7.5. Cientific-magic itinerary through Girona.

### 7.2.1.3.1 Description

We have organized three editions of such a walk, one in spring 2015 (I Meeting on Science and Education, in connection with a local Science Fair), another in spring 2016 (coorganized with the Town Hall), and a third one on occasion of the I Young Campus on Magic and Science, on July 2016. The three itineraries have shared a common set of spots, with small differences that are unrellevant here.

Our itinerary uses specific buildings, areas or elements to kick off adapted magic games. For instance, a few years ago someone attached a playing card permanently on the roof of an arch in the Old City of Girona close to a small electrochemical factory (the factory being located inside a former theater). That leads to any card prediction game, and allows also to comment the curious location of a such a plant and to comment metals and alloys. Of course, one can relate the card suits to the four elements of Antiquity (earth, wind, fire and water).

Another example involves the iron-cast Eiffel bridge over River Onyar. There one can use any game of our project “The Magic of the Periodic Table”, because of Iron being the key metal of this bridge. The bridge spans a large number of intercrossed “X”s, thus facilitating all kinds of games. Corrosion, metallurgy and engineering are subjects that can be tackled here.



Along the main Old City thoroughfare, the Força Street - the former Roman-era Via Augusta, one finds ironcast grid in a ground-level window. This curious grid depicts several instances of the Clubs icon (there are actually eight). Thus, any card game involving the Eight of Clubs allows for a relevant piece of Science communication.

Figura 7.6. MAGSCI logo.

The Girona Cathedral (like many churches) has an interesting item to explore: its Clock Tower and the Clock itself. One can talk there about modular arithmetic, circular motion... and perform any magic related to clocks and watches. In this case, the tower is octogonal, which is another source of Science inspiration.

Interspersed along the walks one finds curiosities, sculptures and other art works related to Science. Some of them may allow for magic performances while allowing for scientific chatter. For instance a Moebius-band sculpture, arches, ...

Tesselations offer a wide range of opportunities because of their geometric characteristics and also because of the particular material they are made of. One of the bridges over the Onyar River is tessellated with Gaudi's pieces, thus allowing to introduce mathematical-oriented Gaudi's architecture. The Necker Cubes tiling is found in a building entrance, thus leading to 3D illusions.

Girona offers magnificent views of buildings facing directly River Onyar. Thus, it is easy to spot Golden Section-related windows, and talk about Fibonacci Series and its implication in Science, especially Biology. This offers the opportunity to play mathematical games related to this Series.

Numbers are found all around a City, and Girona is by no means an exception. For instance, the Geographical signs show the official altitude. Such a number (in this case, in meters) allows for any numerical prediction game. A fair amount of ancient homes depicts the year they were built, mainly from the 16th century. One may use any of the mathematical methods to predict a number, e.g., inflating a balloon and exploding it with the touch of a lemon juice-spread finger.

Literature may be addressed through special conjuring. For instance, Girona's Mezuzas lead to poetry, and thus to any game based on the Kruskal Principle.

Chemistry is magic in itself; in fact, it is not easy to transform an amazing chemical effect into something with the attributes of mainstream magic. For instance, if one can spot a metal curiosity, one can talk about the metal that led to successive changes in color of a candy-mediated water (we use the Chupa-Chups brand). Another example may involve the well-known Candy and Soda Geyser, if a proper city spring is passed by. Parabolas by fountains and such a Geyser may lead to kinematics dissemination.

A Paris Map was painted many years ago on a roof in the Girona Rambla. We use it as an outcome of any magic game based in parity, e.g., that popularized by Martin Gardner (Solar Trip) and adapted by Richard Wiseman.

Many other examples may be created. Here we have only pinpointed those we actually carry out here in Girona. Imagination leads to unlimited possibilities.

#### **7.2.1.4 Extension to other cities**

Some of these examples may be found also in other cities, some of them cannot. When planning a Magic & Science visit, one should first visit the city along with a local guide, thus coming up with a short list of suitable spots which combine (1) scientific interest, (2) heritage, natural or architecture appeal, and (3) magic usefulness.

We are currently planning a Magic&Science Itinerary in Barcelona, at Parc de la Ciutadella. Barcelona provides a wealth of opportunities around this Park, which this team knows quite well. Approximately 10 spots will be located and used for magic performances. We plan to offer this activity twice on the forthcoming Spring Science Festival, once on Saturday morning, and once on Saturday afternoon.

#### **7.2.1.5 Conclusions**

The outcome of the three (slightly different) editions of our Magic&Science walk is very positive. We have always received enthusiastic comments by visitors, and asked about new editions. Indeed, organizing such a walk takes time and consumes energy of organizers and magicians. Preparation time is also nonnegligible. However, satisfaction after the 2-hour walks far than compensates for the efforts invested.

Costs involved in this activity are not very high. We try not to use expensive magic material. Cards, paper copies and handouts cost are not a reason to think about charging a fee – yet. Organizers' and students' compensation arises from Research projects and learning credits. Of course, if such an itinerary is to be organized often, we should think of charging a small fee and reward magicians and students.

The ideal number of group size is ca. 20, and two scientists-magicians should at least be present always. They must take turns in leading tricks and games, while allowing for secret preparation of forthcoming spots. Another staff member should be in charge of taking photos, videos and sharing the activity instantly through social networks.

#### **7.2.1.6 Acknowledgements**

We thank all students that have helped us to plan and develop this activity, and also researchers, educators, students and magicians that have attended #ecme15 and #cemc16. Partial support has been provided by Spain's Fundación para la Ciencia y la Tecnología (FECyT) through projects FCT-14-9228 and FCT-15-10607.

8.  
RESULTATS V:  
FORMACIÓ.  
APLICACIÓ D'INNOVACIONS  
PEDAGÒGIQUES

---

“L’educació és el mitjà necessari per transformar la societat i alliberar-la”.  
(Vicens Ferrer)

Per a nosaltres és obvi que el sistema educatiu inclogui l’ensenyament de les ciències però es tracta d’un fet històric prou recent. L’ensenyament institucionalitzat de les ciències s’inicia a finals del segle XVIII, durant la Revolució Francesa, és a dir, gairebé dos segles després de la revolució científica (Solbes 2002).

Avui, tal i com ja hem comentat al primer capítol, l’educació formal de la ciència es troba directament afectada per la política essent les seves inestabilitats un dels principals enemics dels plans educatius. La percepció des del sistema educatiu, i també des del carrer – convertint-se sovint l’educació en un tema de conversa gratuït pels qui els agrada opinar sense comptar amb raonaments fonamentats- no és bona. I comptem amb dades que corroboren aquest dèficit dels nostres estudiants d’educació superior pel que fa a coneixements científics. Els resultats del darrer informe PISA (de l’any 2015) no seran públics fins el mes de desembre d’aquest any de manera que hem de mirar els de 2012. En aquests veiem com pel que fa a ciències, Espanya es situà 5 punts per sota de la mitja de la OCDE. Cal dir que aquests resultats són gairebé idèntics en els països veïns de França i Itàlia (megd 2012).

A més a més, tal i com també comentàvem a l’inici de la memòria, des de les darreres dècades del segle XX s’ha anat percebent un desinterès per part dels estudiants cap a la ciència i el seu ensenyament, en especial la física i la química. La conseqüència més directa és l’abandó del seu estudi. Els mateixos estudiants, segons diverses investigacions, assenyalen com els principals causants del seu desinterès cap a la ciència i el seu aprenentatge la presència en l’ensenyament d’una ciència descontextualitzada de la societat i de l’entorn, poc útil i sense temes d’actualitat, juntament amb altres factors com els mètodes d’ensenyament poc participatius, l’escassetat de pràctiques i, especialment, la falta de confiança en l’èxit quan són avaluats (Solbes i Traver 2003).

Fent un exercici de reflexió personal concloc que, tal i com penso que ha passat tradicionalment entre experts en àmbits del periodisme i la comunicació, també s’ha observat que un problema de fons ocorre, darrerament, en els àmbits dels professionals de l’educació infantil i primària. Si bé els professors de ciències a secundària són llicenciats o graduats en estudis científics o tècnics amb un màster de didàctica (que aquest sigui suficient per a esdevenir professor és un altre tema que caldrà discutir) els mestres d’educació infantil i primària són graduats en magisteri i és freqüent –si no general, ni de bon tros, però sí freqüent- que aquests defugissin les ciències tan bon punt van poder. La meva reflexió no va en la direcció de que no siguin capaços de fer una classe de ciències a 5è de primària, per exemple.

Evidentment que sí. Ara bé, sense sentir passió per una disciplina és molt difícil comunicar-la de forma atractiva i esperar que pugui ser rebuda de forma apassionada, especialment pel que fa als infants que, amb aquest mestre o aquesta mestra, descobreixen la ciència.

Davant d'aquestes evidències es fa palès que alguna cosa (o més d'una) no acaba d'anar bé i cal buscar solucions. En aquest sentit i com que es tracta d'una situació força general diverses iniciatives s'estan duent a terme i interessants propostes es posen en pràctica amb l'objectiu de millorar-ne la captació de l'atenció i l'interès dels estudiants cap a la ciència així com l'aprenentatge d'aquests.

Una de les propostes que trobo més interessants és la de la metodologia de la *flipped classroom* (classe inversa). Es tracta d'un model d'aprenentatge en el marc d'un procés docent semipresencial on, a diferència del model pedagògic tradicional -que compta amb una seqüència que comença amb el professor explicant la lliçó a classe-, l'alumne comença aprenent nous continguts amb la visualització de vídeos educatius, a casa o en un espai que no és l'aula ordinària. Posteriorment a classe i amb el suport personalitzat del professor l'alumne realitza les activitats per assimilar els coneixements adquirits.

La comparativa d'ambdós models està molt ben esquematitzada al vídeo que trobo a la bibliografia. Val la pena fer-hi un cop d'ull (The flipped classroom 2013).

Precisament amb aquest objectiu naixia el projecte que vaig dur a terme, dirigit pel Prof. Sir Martin Poliakoff, al llarg de l'abril-juliol de 2013 durant la meua estada de recerca a la Universitat de Nottingham. Al final d'aquest mateix capítol en parlo amb més detall.

## **8.1 La col·laboració entre professionals de l'educació científica**

En el sentit de col·laborar i compartir, entre professionals de l'ensenyament, dono molta importància a les plataformes i iniciatives que faciliten i fomenten aquesta trobada. Molt bon material generat per part de companys de professió, fruit de la seva experiència i recerca, és avui accessible per a tots i aquesta és una manera de rentabilitzar esforços, fer comunitat, i treballar per un objectiu comú.

És coneguda la revista internacional *Journal of Chemical Education* on, com he detallat a la memòria, hem enviat un article que aquí s'adjunta. Però a casa nostra es publica molt bon material. Em refereixo, específicament, pel que fa a la didàctica de la química, a la revista *EduQ*, també presentada a la memòria amb la presentació d'alguns dels nostres treballs publicats en



ella. En aquest mateix sentit també voldria recomanar la revista d'accés obert *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* (REurEDC) (<http://tinyurl.com/tesiPAV8-1>).

També les trobades són destacades en el sentit de fer comunitat i compartir experiències d'èxit i material generat. Si bé he participat a diverses de les edicions de la Jornada de Física i Química a l'IEC que organitza la SCQ (Vieta 2011e) o a les Jornades sobre l'ensenyament de la Química, organitzades pel col·legi de Químics de Catalunya (Vieta 2011f), també he participat a l'organització del "Congrés de Docència en Química a Secundària", el "[Nano]Reacciona!", les "Pràctiques a Grups Classe" i "Els Matins de la Química". Totes elles són les activitats que el Departament de Química de la UdG (Universitat de Girona 2016) (@QuimicaUdG) organitza pels professors i estudiants de secundària i batxillerat de Girona i comarques.

Aquest mateix setembre de 2016 he participat a una d'aquestes trobades, en aquest cas internacional. La primera setmana de setembre tingué lloc el congrés *European Conference in Chemical Education* (ECRICE 2016) de didàctica de la química, enguany celebrat a Barcelona i organitzat per EuCheMS (@EuCheMS) i la SCQ (@SCQ\_IEC). Hi he presentat una comunicació sobre el nostre projecte, en forma de posta en escena, titulada "The màgic of the Periodic Table" –guardonat al certamen estatal *Ciencia en Acción* i finalista a l'europeu *Science on Stage*– que combina jocs de mans i altres recursos de la màgia i l'il·lusionisme amb experiments de química recreativa per a presentar la Taula Periòdica dels elements d'una forma atractiva i sorprenent. Als annexos adjunto la portada de la presentació *ppt* que tenim preparada com a darrer material comunicatiu generat que serà inclòs en aquesta tesi. L'objectiu: augmentar la comprensió pública de la química.

## 8.2 Millora de Qualitat Docent

El curs 2009-2010 vaig participar en un projecte de Millora de la Qualitat Docent universitària guiat per Josep Duran, dins l'Àrea de Química Inorgànica del Departament de Química de la Universitat de Girona. Vàrem presentar el projecte en forma de comunicació oral a les 4es Jornades de Bones Pràctiques celebrades el 2013 a la UdG (Duran J, Vieta 2013). Seguidament n'adjunto l'article, rellevant per recollir el cas d'una innovació pedagògica a l'aula universitària.

---

**8.2.1 EXPERIMENTS DE QUÍMICA RECREATIVA COM A EINA COMPLEMENTÀRIA EN L'ASSIGNATURA "QUÍMICA DELS ELEMENTS"**

Incrustada la publicació:

Duran, J., **Vieta, J.A.** (2013). Experiments de química recreativa com a eina complementària en l'assignatura Química dels elements. *IV Jornades de Bones Pràctiques*, Universitat de Girona.

---

### **8.2.1.1 Objectius**

L'activitat presentada té com a objectiu principal la motivació i participació de l'alumnat. Als alumnes els agrada veure demostracions i experiments de química, i hi presten força atenció. Tot i això, les demostracions han d'oferir quelcom més que entreteniment: han de ser una eina participativa, motivacional i han d'ajudar els estudiants a aprendre conceptes i principis presents en l'experiment proposat (Meyer et al. 2003), (Duran J, Vieta 2011b). Les noves tecnologies i la creixent presència de la química recreativa entre la societat ofereixen noves possibilitats perquè l'estudiant s'interessi per l'assignatura i gestioni més efectivament el seu propi aprenentatge (Mistler-Jackson, Butler 2000), (Vieta et al. 2012b).

### **8.2.1.2 Desenvolupament**

L'assignatura *química dels elements* s'imparteix al segon curs del grau de química i consisteix en la descripció dels elements de la taula periòdica, fent especial atenció als elements dels blocs *s*, *p* i *d* (és a dir, tots excepte lantànids, actínids i resta de transurànids). Els alumnes en disposen els apunts a través de la plataforma *moodle*<sup>®</sup>, així com d'una àmplia bibliografia. Atesa la característica descriptiva de l'assignatura i el fet que disposen de tots els continguts teòrics, el paper del professor a l'aula és el de generar dinàmiques que motivin els alumnes i facilitin l'autoaprenentatge. És en aquest sentit que des de l'adopció del nou pla d'estudis el curs 2010-11 es venen proposant activitats a l'aula (Duran J, Vieta 2011a). Es tracta de les presentacions per part dels alumnes sobre elements de la taula periòdica, la generació de grups per enfrontar-se mitjançant qüestions de resposta breu i la realització d'experiments de química recreativa.

La química és una ciència experimental, i com a tal es treballen competències que inclouen les habilitats, especialment al laboratori. Les sessions pràctiques permeten als estudiants observar i obtenir dades per elaborar les seves pròpies teories i coneixements en funció dels raonaments que ells mateixos elaboren. La teoria educacional constructivista emfasitza la importància d'aquest procés (Brooks JS, Brooks MJ 1993), (Caprio 1994). Els nostres alumnes realitzen nombroses i interessants experiències al laboratori, moltes relacionades amb temes que s'expliquen en l'assignatura, el que els ajuda a comprendre el comportament i les característiques de certs elements i compostos. Per raons òbvies, és impossible que treballin al laboratori amb tots els elements i els seus compostos i que ho facin d'una manera simultània amb les classes teòriques. Però seria fantàstic poder-ho fer així.

Les noves tecnologies aplicades a l'aula ofereixen moltes formes de presentar exemples de reactivitat química als estudiants (Donnelly et al. 2013). No hi ha cap dubte que l'ús de les TIC obre un magne ventall de possibilitats, des dels telèfons mòbils (Williams, Pence 2011) als vídeos (Wulfsberg, G. et al. 2003). És en aquest darrer cas que hem trobat una font de recursos pràcticament inabastable. La xarxa conté in comptables exemples, en nombrosos portals, de tots els elements de la taula periòdica, amb exemples espectaculars, interessants, atractius i que fomenten el debat.

A efectes pràctics, s'ha afegit a la present comunicació una *youtubegrafia* que recull els vídeos escollits per presentar els temes més significatius de l'assignatura.

Per al primer element, l'hidrogen, s'ha escollit la seva molècula com a possible font d'energia del futur, en vídeos que mostren el funcionament d'una cel·la de combustible. Pels metalls alcalins s'ha buscat vídeos que mostrin la gradació de propietats d'aquest grup en la taula periòdica. En aquest cas, la seva reactivitat en aigua. Dels metalls alcalinoterris s'ha escollit la reacció de magnesi en neu carbònica, ja que és molt espectacular.

Del grup 13 s'ha escollit la reacció entre el brom i l'alumini, així com un experiment amb gal·li que mostra el seu baix punt de fusió.

El carboni i el silici són els protagonistes dels vídeos del grup 14. El grafè és un al·lòtrop recentment descobert i del que s'auguren múltiples aplicacions tecnològiques, Pel silici, un vídeo mostra la facilitat per formar silicats, mentre que un altre mostra aplicacions tecnològiques en la fabricació de semiconductors.

Pel grup 15, sobretot el nitrogen i el fòsfor tenen gran interès. Pel nitrogen es mostra la reactivitat del nitrat d'amoni, un compost present en la majoria d'adobs. Pel fòsfor es presenta la reactivitat de l'element amb oxigen.

Del grup 16 és interessant mostrar el paramagnetisme de la molècula d'oxigen, així com les diferents formes en què es troba el sofre elemental.

Els halògens són molt reactius, pel que es troben nombrosos experiments a la xarxa, tant dels elements com dels seus compostos. Un dels exemples escollits mostra la reactivitat de tres halògens amb ferro, el que també permet veure els estats d'agregació. Els dos altres vídeos mostren la reactivitat del clor amb sodi i la capacitat oxidant del clorat de potassi.

Dels gasos nobles, atesa la seva poca reactivitat, el vídeo escollit és el del color d'emissió dels gasos a baixa pressió quan se sotmeten a una diferència de potencial.

Dels elements del bloc *d* s'ha escollit vídeos com el que posa de manifest la capacitat oxidant de l'heptòxid de manganès, la reacció d'aluminotèrmia entre l'òxid de ferro i l'alumini (reacció termita), l'obtenció de cristalls de plata formant estructures tipus fractal i dues reaccions on intervé el mercuri: l'amalgama i la combustió del tiocianat de mercuri.

Una bona font d'experiments per l'assignatura química dels elements es pot trobar a la pàgina web del projecte *Periodic Table of Videos*. Aquesta pàgina web recull de forma excel·lent tots els elements de la taula periòdica en vídeos d'uns cinc o sis minuts de durada. La qualitat i repercussió internacional del projecte dut a terme des de la University of Nottingham els ha permès publicar-ne els resultats en revistes molt prestigioses (Haran, Poliakoff 2011a), (Haran, Poliakoff 2011b).

També representa una bona font d'experiments la pàgina web de la *Royal Society of Chemistry*, els vídeos dels quals es troben molt ben explicats i presentats. A més, tot aquest material el trobem en anglès, de manera que els alumnes també practiquen la competència transversal de la llengua anglesa.

A la selecció esmentada s'hi poden afegir els capítols corresponents a "l'experiment" del programa *Kopernik* emès per la Xarxa de Televisions Locals de Catalunya. Als vídeos s'hi pot accedir a través de la pàgina web del projecte *Reacciona...explota!* i més recentment des del portal *Recerca en Acció*. Els vídeos segueixen la història de la química a través del descobriment dels elements de la taula periòdica.

### **8.2.1.3 Avaluació**

L'activitat s'ha avaluat en els seminaris de l'assignatura. Els alumnes manifesten una majoritària satisfacció pel que fa a la projecció dels experiments, i encara més quan aquests es complementen amb experiments en directe. Així mateix demostren que els experiments els motiven, ja que sovint demanen ser ells mateixos els protagonistes de noves demostracions. Amb molta freqüència fan arribar al professor adreces i pàgines web amb reaccions químiques sorprenents. Quan es creu oportú, aquests es comenten a classe amb la intenció d'aprofundir en el fonament científic implicat.

#### **8.2.1.4 Conclusions**

Els vídeos d'experiments són un bon recurs per ser utilitzat a l'aula en una assignatura descriptiva dels elements de la taula periòdica, ja que dinamitzen la classe i la fan participativa. El fet d'haver d'interpretar els fenòmens químics que s'hi produeixen incideix en determinades competències bàsiques i relatives al coneixement. Pel fet que majoritàriament els vídeos són en anglès, també es treballa aquesta competència transversal.

Degut a que els alumnes disposen dels apunts de l'assignatura i la seva tipologia descriptiva, probablement l'absentisme a classe seria molt més gran sense aquesta proposta, juntament amb les altres activitats que es realitzen a l'aula. D'aquesta forma, els alumnes, tot i que saben el temari que toca, mai no saben quina activitat es trobaran a l'aula, i això els motiva. Jugar amb la curiositat dels alumnes és una bona estratègia: estan atents, s'interessen i elaboren les seves pròpies hipòtesis. Els vídeos d'experiments són una eina fàcilment assequible i amb un gran potencial si s'utilitza correctament.



### 8.3 UAu, Això és Química!

També pel que fa al vídeo com a eina de didàctica i divulgació de la química, des de la C4D darrerament s'ha publicat un interessant projecte. *UAu, això és química!* és una eina al servei dels professors de química a batxillerat. Consisteix en vídeos de curta durada que tracten setze temes corresponents a la divisió del temari de química a batxillerat, des dels estats de la matèria a les reaccions químiques, de l'estructura atòmica a la química orgànica. L'estructura dels vídeos és sempre la mateixa: es parteix d'una situació quotidiana, propera als alumnes, de la qual sorgeix una pregunta. Els químics, investigadors i professors a la Universitat de Girona, responen des del laboratori amb una explicació curta acompanyada d'un experiment espectacular. D'aquesta manera, aquests vídeos esdevenen una bona forma d'introduir cadascun dels temes a l'aula de química a batxillerat. Despertar la curiositat per saber què passa i per què passa pot facilitar el treball docent i l'aprenentatge per part dels alumnes. Els vídeos de *UAu, això és química!* poden esdevenir una forma de presentar la química sense despeses en infraestructures, reactius i materials, i sense risc, d'una forma propera als alumnes, divertida, atractiva i amb rigor científic.

El projecte ha estat ideat des de la C4D, el Departament de Química i la Facultat de Ciències de la Universitat de Girona, en conveni amb l'Escola d'Audiovisuals i Multimèdia (ERAM) adscrita a la UdG i el conjunt de vídeos del projecte *UAu, això és química!* estan disponibles de forma lliure als portals *Recerca en Acció*, *xtec.cat* i *edu365.cat* (Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya) i a *Reacciona.cat* (Duran, J 2016) des del mes de gener de 2014.

Pel que fa al projecte adjunto l'article que va ser publicat al llibre "Ensenyem i fem química (Actes Quarta Jornada sobre l'Ensenyament de la Química a Catalunya)" (Duran et al. 2015) fruit de la comunicació presentada per Josep Duran al congrés IV Jornades sobre l'Ensenyament de la Química a Catalunya organitzat al Col·legi de Químics.





---

**8.3.1 UAU, AIXÒ ÉS QUÍMICA! VÍDEOS PER APROPAR LA QUÍMICA ALS ESTUDIANTS DE SECUNDÀRIA I BATXILLERAT**

Incrustada la publicació:

Duran, J., **Vieta, J.A.**, López, T., Corominas, T. (2015). UAU, Això és Química! Vídeos per apropar la química als estudiants de secundària i batxillerat. Publicat al llibre Ensenyem i fem química (Actes Quartes Jornades sobre l'Ensenyament de la Química a Catalunya), p. 299-310. Ed. Josep M. Fernández-Novell (2015) ISBN: 978-84-944667-4-8. K3FER Editorial. Barcelona.

---

### **8.3.1.1 Resum**

*UAu, això és química!* és una eina al servei dels professors de química de batxillerat. Consisteix en vídeos de curta durada que tracten setze temes de química. Aquests temes es corresponen a la divisió del temari de batxillerat, des dels estats de la matèria a les reaccions químiques, de l'estructura atòmica a la química orgànica. L'estructura dels vídeos és la mateixa: es parteix d'una situació quotidiana, propera als alumnes, de la qual sorgeix una pregunta. Els científics responen amb una curta explicació acompanyada d'un experiment químic espectacular. Així, aquests vídeos poden esdevenir una bona forma d'introduir un tema a l'aula.

Paraules clau: Química, batxillerat, experiment, química recreativa, química espectacular, motivació, recurs.

### **8.3.1.2 introducció**

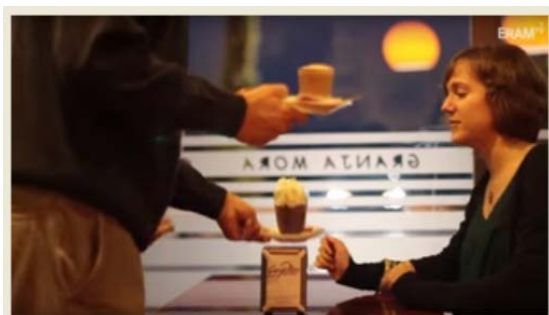
En una ciència experimental com la química, la realització d'experiments és fonamental en l'adquisició de les competències pròpies de l'assignatura. Malgrat això, no tots els centres tenen equipaments, materials o reactius suficients per realitzar experiments al laboratori. Una bona alternativa és que el professor pugui dur a terme petits experiments a l'aula, alguns dels quals es poden realitzar amb materials casolans (Bohring 2002), (Garnett, Tobin 1989) (Duran J, Vieta 2011a). L'ús de les noves tecnologies obre noves vies per a la presentació d'experiments en un entorn poc o gens preparat com és l'aula (Vieta et al. 2012b).

Amb el present projecte s'ha pretès facilitar als docents de batxillerat una eina per introduir d'una manera atractiva els temes del currículum de química. Els experiments són un bon complement per les classes magistrals i els alumnes se senten atrets per l'espectacularitat d'alguns experiments (Lister 2003), (Shakhashiri 1983).

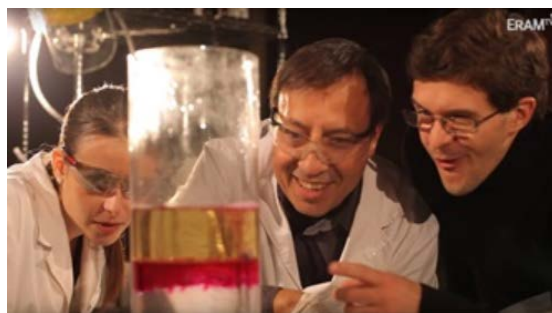
### **8.3.1.3 desenvolupament del projecte**

El projecte *UAu, això és química!* és un recurs que els professors de química tenen a l'abast per presentar els temes del currículum de batxillerat. Amb aquesta intenció, el temari s'ha dividit en 16 temes: mescles homogènies, mescles heterogènies, sòlids, líquids, gasos, reaccions químiques, cinètica de reacció, equilibri químic, equilibri de solubilitat i complexació, equilibri de transferència de protons, reaccions de transferència d'electrons, termodinàmica, teoria atòmica, sistema periòdic, enllaç químic, química orgànica. A cada tema li correspon almenys un vídeo. Els vídeos s'inicien amb una situació quotidiana (Figura 8.1), de la qual sorgeix una pregunta que es respon en forma d'explicació curta i un experiment espectacular.

Les respostes tenen lloc des d'un laboratori (Figura 8.3), per aquelles reaccions que es poden fer en aquest entorn, o bé en un espai obert, per les reaccions que generen flames o fum i que no es poden fer en un lloc tancat (Figura 8.6). La voluntat ha estat fer experiments que per les seves característiques de seguretat o de complexitat no es poden fer en una aula. S'han buscat experiments visualment atractius, sorprenents o espectaculars, i han estat gravats per experts en el món audiovisual, el que assegura la qualitat tècnica dels vídeos editats.



**Figura 8.1.** En aquest projecte s'ha partit de situacions quotidianes, protagonitzades per persones joves. En aquest cas, aquesta xocolata amb nata exemplifica una mescla heterogènia.



**Figura 8.2.** Reacció entre el sodi i l'aigua sota una capa d'oli. Cap al final de l'experiment el color de la fase aquosa és ben rosat.



**Figura 8.3.** L'experiment que il·lustra la formació de cristalls va tenir lloc en el plató de l'Escola d'Audiovisuals i Multimèdia, ERAM, convertit en un laboratori per uns dies.



**Figura 8.4.** L'*espavilat* detectiu s'ha adonat que el pont fa poc que s'ha pintat. El projecte ha comptat amb diversos col·laboradors: actors de l'ERAM, alumnes del grau de química, entitats, empreses i particulars.

### 8.3.1.4 Temes i preguntes proposades

#### 8.3.1.4.1 Mescles homogènies

Un noi mira un western en què el protagonista encén una cerilla fregant-la en una columna del *saloon*. És possible encendre un misto així? Sí, és possible perquè els mistos antics tenien els dos components de la mescla en el cap.

En les mescles homogènies no es poden distingir les diferents substàncies que formen la mescla. Un bon exemple en són les dissolucions. En aquest cas, però, es fa una mescla amb dos sòlids: el fòsfor i el clorat de potassi. Junts tenen un caràcter explosiu que es posa de manifest després d'un efecte dòmino que desencadena la reacció.

#### 8.3.1.4.2 Mescles heterogènies

Una parella pren xocolata amb nata en un bar. El noi, fent-se el setciències, diu: aquest és un clar exemple de dues fases d'una mescla heterogènia. I la noia respon: *Què dius? És veritat, això?* En les mescles heterogènies es poden distingir les substàncies que la formen.

Es presenten dos líquids immiscibles, que són l'oli i l'aigua. L'aigua duu dissolta una petita quantitat de fenolftaleïna. S'introdueix una petita quantitat de sodi, que travessa lentament la capa d'oli. Quan arriba a tocar l'aigua, es desprèn hidrogen i hidròxid sòdic, en una reacció controlada. S'observen bombolles de l'hidrogen i com l'indicador vira a rosat per la formació de la base (Figura 8.2).

#### 8.3.1.4.3 Estat sòlid

Una noia mira minerals en una botiga i pregunta: *com es formen els minerals?* Els cristalls que estem mirant, les pedres precioses tenen una forma similar i una composició química que varia molt poc.

La resolució de l'estructura cristal·lina mitjançant raig-X era una de les poques tècniques que permetien conèixer la composició i estructura de compostos químics. En aquest experiment s'obtenen cristalls d'hidrogenfosfat d'amoni sobre una superfície de cartró que recorda un cirerer (Figura 8.3).

#### 8.3.1.4.4 Estat líquid

Descans en un entrenament de waterpolo. El porter diu: *ja veieu que l'aigua ens agrada. Per què no ens en parles?* I tant. Segur que moltes vegades us heu preguntat per què una gota d'aigua adopta una forma esfèrica (...).

En els líquids, les molècules es mouen lliurement, però la seva velocitat depèn sobretot de la temperatura. En aquest experiment veurem com la difusió d'un colorant es veu afectada per la temperatura del líquid. Així mateix es parla també de la tensió superficial.

#### 8.3.1.4.5 Estat gasós

Dues persones reposen al costat d'una piscina i mengen un gelat. Una diu: *Saps que molts cuiners avantguardistes fan servir nitrogen líquid per fer gelats com aquest?* L'altre respon. *Però el nitrogen no és un gas?* Sí, a temperatura ambient i a pressió atmosfèrica és un gas (...) però a altes pressions i baixes temperatures es pot liquar.

En l'estat gasós les molècules es mouen amb total llibertat, de forma que quan un líquid passa a gas, ocupa tot el volum possible, tal i com mostrem en un experiment amb nitrogen líquid.

#### 8.3.1.4.6 Reaccions químiques

El xef d'un restaurant, després de preparar alguns plats exquisits, pregunta. *Oi que hi ha química a la cuina?* I tant, en una cuina hi tenen lloc moltes reaccions químiques. Podem dir que una cuina és un gran laboratori casolà.

A diferència d'un canvi físic, en una reacció química es produeix una reordenació dels àtoms. A l'experiment se'n presenten les reaccions més habituals: oxidació-reducció, àcid-base, de precipitació...en una espectacular reacció en cadena.

#### 8.3.1.4.7 Cinètica química

Uns joves prenen un cafè amb gel. Un d'ells posa el gel i després hi afegeix el sucre. L'altre li diu que no ho fa bé, al que el primer li respon: *però no és el mateix?* No, no és el mateix. Quan posem sucre al cafè estem preparant una dissolució. És molt millor que el líquid estigui calent perquè es dissoldrà millor.

La cinètica és la part de la química que s'encarrega d'estudiar la velocitat de les reaccions. La velocitat es veu afectada per diversos factors, com la temperatura. A l'experiment s'observa com influeix la concentració dels reactius en la velocitat de reacció.

#### 8.3.1.4.8 Equilibri químic

Una noia juga amb el seu telèfon i la bateria s'esgota. Just abans de connectar-lo al corrent es pregunta: *carregar la bateria del mòbil és un procés químic?* Sí, és un procés químic reversible.

En les reaccions reversibles hi ha un equilibri entre reactius i productes de forma que el sentit de la reacció pot ser de reactius a productes i al revés. En l'experiment veurem un exemple clàssic d'equilibri entre el diòxid de nitrogen i el tetraòxid de dinitrogen, regit per la pressió.

#### 8.3.1.4.9 Equilibri de solubilitat

En una cova, un espeleòleg ens demana: *per què no ens expliques com es formen les estalactites?* El terreny on hi ha la cova està format per carbonat de calci. Quan plou es dissolen petites quantitats d'aquest compost que és transportat per esquerdes, fins que s'acumula en una zona determinada.

Quan afegim molt solut a un dissolvent, arriba un moment en què ja no pot dissoldre res més. Aleshores diem que la dissolució està saturada. L'experiment que es presenta és la precipitació d'una dissolució *supersaturada* d'acetat sòdic.

#### 8.3.1.4.10 Equilibri de transferència de protons

Un turista fotografia les escales de la Catedral de Girona. Es fixa en les roques calcàries que formen part d'aquesta i moltes altres construccions. *El deteriorament de la pedra té a veure amb la química?* Sí, molts ens hi hem fixat. Aquest és un efecte de la pluja àcida.

Les reaccions de transferència de protons, també conegudes com a reaccions àcid-base, son molt freqüents a la vida quotidiana. Per identificar si una substància és àcida o bàsica es pot fer servir un indicador de pH. En aquest experiment es veu un colorit exemple del viratge dels indicadors.

#### 8.3.1.4.11 Equilibri de transferència d'electrons (I)

Un detectiu observa el pont de les Ferreteries Velles de Girona (Figura 8.4) i diu: *Aquest pont l'han pintat fa poc.* Les peces de ferro que es troben a la intempèrie es rovellan; el ferro es combina amb l'oxigen.

Quan el ferro es rovella passa d'un estat d'oxidació zero a més tres. Com que ha guanyat estat d'oxidació diem que s'ha oxidat. L'altre reactiu, l'oxigen de l'aire, s'ha reduït. Al laboratori Es tracta de la reacció de Belousov-Zhabotinskii, una reacció oscil·lant.

#### 8.3.1.4.12 Equilibri de transferència d'electrons (II)

En una excursió dos joves mengen una poma. Un ha deixat el seu tros exposat a l'aire una estoneta. L'altre veu que el seu tros és més clar i li pregunta: *com és que la teva és fosca?* La poma es torna fosca perquè s'oxida. En contacte amb l'oxigen de l'atmosfera a la poma li passa el mateix que a una peça de ferro; es rovella.

En les reaccions d'oxidació-reducció, una de les espècies cedeix electrons i s'oxida, mentre que l'altra en guanya i es redueix. El volcà de dicromat, un espectacular i perillós experiment, és un bon exemple d'aquest tipus de reaccions.

#### 8.3.1.4.13 Termodinàmica. Reacció endotèrmica

Un jugador de futbol rep una puntada de peu i es lesiona. L'entrenador li posa una bossa que es refreda després de donar-li un cop. *Com és que refreda?* Quan es dona un cop a la bossa es produeix una reacció química endotèrmica.

Una reacció química pot desprendre energia però també en pot absorbir. Quan això passa, les substàncies es poden refredar. En aquest vídeo s'explica com funcionen els gels que es refreden i que es fan servir en molts esports.

#### 8.3.1.4.14 Termodinàmica. Reacció exotèrmica

Una noia és davant la llar de foc. *La calor que desprèn el foc també és química?* Si, és una reacció de combustió en la qual, entre altres, hi intervé l'oxigen.

Bona part de les reaccions químiques més espectaculars són exotèrmiques, és a dir, desprenen energia. En aquest experiment es presenta la violenta reacció entre dos elements: el brom, un no metall a temperatura ambient, i l'alumini, un sòlid metàl·lic. Un experiment molt bonic de veure però gens recomanable de fer.

#### 8.3.1.4.15 Teoria atòmica

Una parella miren focs artificials. Els colors dels focs artificials tenen a veure amb la química? Si, els colors en pirotècnia tenen a veure amb l'estructura atòmica, l'estructura que tenen els àtoms.

Cada element químic té un espectre d'emissió diferent, és com la seva empremta dactilar. Basant-se en aquest espectre, Bohr va postular la seva teoria atòmica, que ja incloïa els postulats de la mecànica quàntica: l'energia estava quantitzada.



#### 8.3.1.4.16 Sistema periòdic

Tres nois assagen una cançó amb veu i instruments de corda (Figura 8.5), i pregunten: *de veritat que la música té alguna cosa a veure amb la taula periòdica?* Si, si que té a veure. Un dels primers intents d'agrupar els elements coneguts de forma periòdica agrupava els elements de vuit en vuit. Aquesta llei es va conèixer com les octaves de Newlands.



**Figura 8.5.** Tres joves músics estan a punt de descobrir que la música i la química tenen una relació poc coneguda.



**Figura 8.6.** En els vídeos de "UAu, Això és química!" s'ha utilitzat un segon escenari per als experiments de més gran format, els que requerien d'un espai més ampli. Aquesta gran sala també es troba a l'edifici de l'ERAM.

La taula periòdica ordena els elements en grups (columnes) i períodes (files). Els àtoms d'un mateix grup tenen propietats similars, com passa amb els halògens. A l'experiment es comprovarà la diferent reactivitat dels halogenats de potassi.

#### 8.3.1.4.17 Enllaç químic

Un noi i una noia ballen salsa per separat. Decideixen ballar junts i diuen: *millor ballar junts, no? Els àtoms també ho fan, això?* I tant. A més els enllaços dobles són més curts i més forts que no pas els simples. Ambdós tenen lloc en compostos covalents.

Després de parlar breument de l'enllaç covalent i l'iónic, es presenta un experiment en què es forma un enllaç metàl·lic. Es tracta d'una espectacular reacció d'aluminotèrmia, en què es forma ferro metàl·lic (Figura 8.6).

#### 8.3.1.4.18 Química orgànica

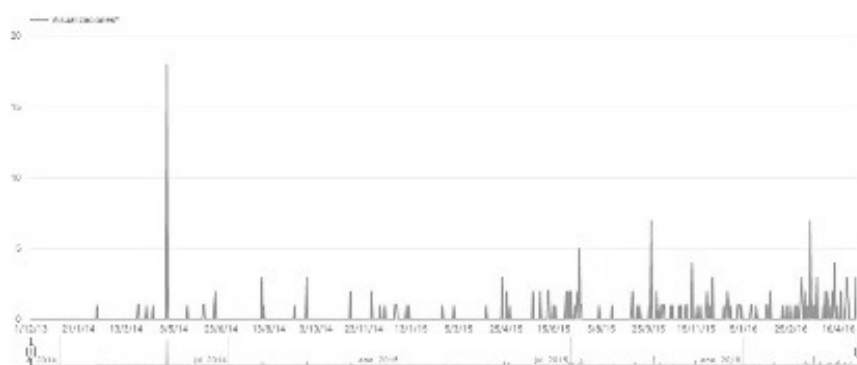
Dues noies s'asseuen a l'interior d'un cotxe. Una d'elles diu: *Que còmode! De què estan fets aquests seients?* Això és un polímer. Els polímers tenen moltes i variades aplicacions, com la roba, el plàstic dels bolígrafs o de les ampolles d'aigua.

La química del carboni és tan important que ha donat lloc a una branca de la química. Aquest és un element únic, amb unes característiques d'enllaç que fan possible una gran diversitat de compostos. En l'experiment proposat, s'obtindrà un polímer, com a resultat de la unió de moltes molècules més curtes.

#### 8.3.1.5 Resultats obtinguts

Aquests vídeos es poden visualitzar i baixar de forma totalment gratuïta a través dels portals que ofereix la xarxa, com *Youtube* (Reaccionaexplota 2014) o *Vimeo* (ERAM 2016). Diverses pàgines web hi faciliten l'accés i en fan promoció, com la pàgina web del projecte *Reacciona...explota!* (Duran, J 2016) o la de recerca en acció.

Les dades recollides de la plataforma *analytics de youtube* mostren que la llista de reproducció s'ha iniciat 131 vegades, amb un temps de visualització total de 377 minuts i 197 visualitzacions. La Figura 8.7 mostra el nombre de reproduccions per data, on es pot observar que el nombre més gran de visualitzacions en un dia va coincidir amb la presentació del projecte als mitjans de comunicació: diaris, revistes i al programa *Espai Terra* de Televisió de Catalunya.



**Figura 8.7.** Visualitzacions del canal UAu, *Això és química!* des de la seva creació el desembre de 2013.

També es pot observar com al principi el nombre de visualitzacions és molt més puntual. A mida que ha anat passant el temps, hi ha globalment més visualitzacions. Això pot indicar que aquest recurs està essent utilitzat cada cop més, i d'una forma més regular.

La Figura 8.8 mostra les estadístiques dels cinc vídeos més vistos. Com en la figura anterior, es pot observar com en el darrer període el nombre de visites és més gran que al principi de les dades estadístiques. Dels cinc vídeos, dos d'ells corresponen a experiments molt espectaculars, com la reacció termita (enllaç químic) o la reacció del brom amb alumini (reacció exotèrmica). Curiosament, però, el segon vídeo més vist no és precisament gaire espectacular. Ara bé, hi ha dos factors que potser han fet que hagi estat tan visualitzat. Un, que els protagonistes del vídeo són un equip de futbol format per joves de 16 a 18 anys. L'altre, que l'experiment és un dels pocs exemples de reaccions endotèrmiques.

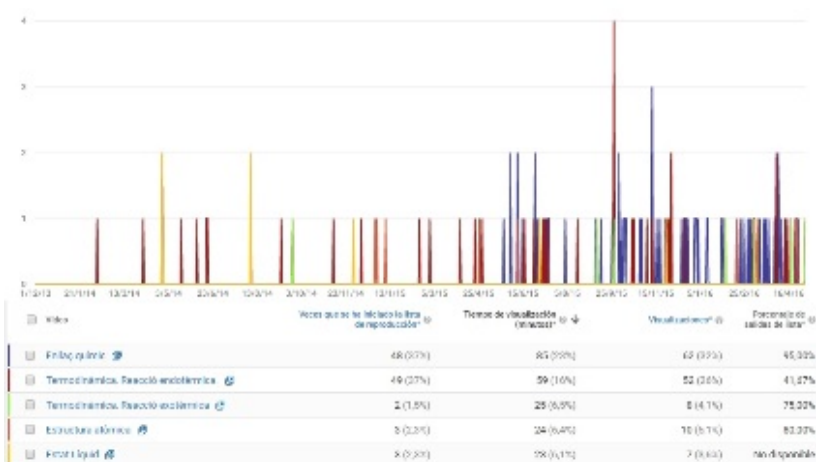
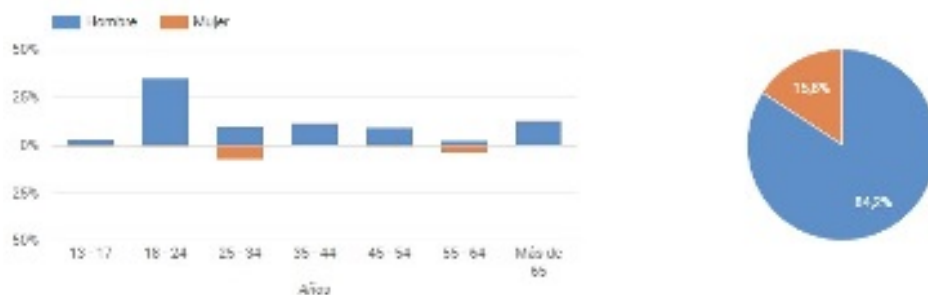


Figura 8.8. Estadística dels cinc vídeos més vistos (per temps de visualització).

Una altra dada que crida l'atenció són les edats i el sexe de les persones que miren els vídeos. És curiós que més del 80% de les visualitzacions són protagonitzades per homes (Figura 8.9). Aquesta dada, combinada amb l'edat, és encara més sorprenent. Només les franges d'edat de 25 a 34 anys i de 55 a 64 anys presenten una certa igualtat entre homes i dones. La resta de franges d'edat estan dominades per les visualitzacions masculines. És satisfactori comprovar com els joves de 18 a 24 anys són els que més han vist els vídeos, ja que aquest és majoritàriament el públic objectiu del projecte. Una part de les franges d'edats posteriors pot correspondre a professors que presenten els vídeos a l'aula. També és sorprenent que el grup de persones de més de 65 anys sigui el segon en nombre de visualitzacions.



**Figura 8.9.** Visualitzacions del projecte segons edat i sexe.

Finalment, comentar que la majoria de persones que han consultat els vídeos ho han fet amb un ordinador. Només el 12% han fet servir el telèfon mòbil i el 6% tauletes. Aquesta dada podria reforçar la hipòtesi que bona part dels vídeos es veuen a l'aula o amb finalitats didàctiques.

### 8.3.1.6 Conclusions

El títol del projecte, *UAu, això és química!* juga amb dos elements de la taula periòdica per confeccionar una exclamació. L'objectiu és que aquesta exclamació surti no només dels protagonistes dels vídeos sinó també dels alumnes de batxillerat que els visualitzin i se sentin atrets pels experiments. Despertar la curiositat per saber què passa i per què passa pot facilitar el treball docent i l'aprenentatge per part dels alumnes. Els vídeos de *UAu, això és química!* poden esdevenir una forma de presentar la química sense despeses en infraestructures, reactius i materials, i sense risc, d'una forma propera als alumnes, divertida, atractiva i amb rigor científic.

Segons les dades estadístiques de seguiment de les diverses plataformes, els vídeos han estat visualitzats de manera més irregular durant el curs passat, mentre que en el present curs els vídeos han estat consultats d'una manera més continuada. Aquesta progressió és molt positiva, pel que és d'esperar que el projecte segueixi essent consultat. Les dades indiquen que la franja d'edat que més ha consultat els vídeos es troba entre 18 i 25 anys, el que correspon a l'objectiu del projecte. Segueixen els que tenen menys de 18 anys i, sorprenentment, els que tenen més de 65 anys.

Entre els vídeos més visualitzats es troben dos capítols (enllaç químic i reaccions exotèrmiques) que inclouen dos experiments molt espectaculars (termita i brom amb alumini, respectivament). Malgrat això, en segon lloc es troba un experiment poc vistós però que pot ser de gran interès docent i que es refereix a les reaccions endotèrmiques.

Els vídeos del projecte *UAu, això és química* aviat es complementaran amb altres vídeos que explicaran com Girona també és una ciutat que té molta química. Els bons resultats i acollida del projecte presentat fan ser optimistes de cares a aquesta nova col·lecció de vídeos.

#### **8.3.1.7 Agraïments**

El projecte ha estat ideat des de la Càtedra de Cultura Científica i Comunicació digital de la Universitat de Girona, el Departament de Química i la Facultat de Ciències de la Universitat de Girona, en conveni amb l'Escola d'Audiovisuals i Multimèdia, ERAM, adscrita a la Universitat de Girona. El projecte ha estat subvencionat per la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, Ministerio de Economía y Competitividad.

## 8.4 Obrint la ciència: com construir ponts entre investigació i societat

Des de la C4D l'any 2013 vàrem oferir el curs "Obrint la Ciència: com construir ponts entre investigació i societat", una iniciativa de l'Àrea de Ciència, Investigació i Medi Ambient de l'*Obra Social "la Caixa"* a la qual vam participar. El curs tingué lloc, de forma paral·lela, a tres seus, la Universitat de les Illes Balears, la Universitat Autònoma de Barcelona i la Universitat de Girona on s'organitzà des de la C4D.



**Figura 8.10.** capçalera del web *Obrint la Ciència*. Recuperat de <http://aciencia2013.blogspot.com>

Els objectius del curs eren donar a conèixer el concepte de *Responsible Research and Innovation* (RRI), que utilitza el 8è Programa Marc de la Comissió Europea (Horitzon 2020) per definir les polítiques d'investigació de la UE per aquests 7 anys, aglutinar una xarxa de persones interessades en treballar des d'aquesta perspectiva i proporcionar eines i coneixements bàsics que els permetessin posar en marxa les seves idees.

Mitjançant el bloc del curs, així com amb l'ús de les xarxes socials (amb el hashtag #aciencia2013), les tres seus on va tenir lloc el curs ens vàrem mantenir en contacte. El conjunt d'estudiants podien accedir a documents, conferències gravades i debats oberts originats a qualsevol de les seus.

## 8.5 El MOOC en educació científica

Pel que fa a la formació 2.0 recentment un nou mètode docent basat en l'ús del vídeo curt a l'aula està agafant embranzida i hi ha qui pronostica que revolucionarà el sistema educatiu actual (Liyangunawardena et al. 2013). Es tracta dels *Massive Open Online Course* (MOOC). En aquesta línia, pel que fa a la trobada entre la divulgació de la ciència i l'ensenyament d'aquesta amb l'ús de la comunicació digital i les noves eines 2.0, l'ús dels MOOC ha estat estudiat pel nostre grup de recerca.

Seguidament adjunto la comunicació que jo mateix vaig presentar al Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació (CIDUI) 2014 que es celebrà a principis de juliol de 2014 a la ciutat de Tarragona (Vieta et.al 2014c).

I al darrere d'aquest adjunto el capítol que vam escriure des del nostre grup i ha estat publicat aquest 2016 al llibre col·laboratiu "La cultura de los MOOCS" publicat per l'Editorial *Síntesis* (Gómez, García 2016).

---

### **8.5.1 DE L'AULA UNIVERSITÀRIA ALS MOOC**

#### **REpte I OPORTUNITAT PER A LA DIDÀCTICA I DIVULGACIÓ CIENTÍFICA**

Incrustada la publicació:

**Vieta, J.A.**, Guillaumes, L., Simon, S., Duran, J., Güell, M., Santos, E., Cornellà, P., Solà, M., Duran, M. (2014c). De l'aula universitària als MOOC: Repte i oportunitat per a la didàctica i divulgació científica. Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació (CIDUI).

---



### **8.5.1.1 Resum:**

Recentment un nou mètode docent basat en l'ús de les noves tecnologies està agafant embranzida i hi ha qui pronostica que revolucionarà el sistema educatiu actual. Es tracta dels cursos online massius oberts (MOOC). En aquesta línia, pel que fa a la trobada entre la divulgació de la ciència i l'ensenyament d'aquesta amb l'ús de la comunicació digital i les noves eines 2.0, l'ús dels MOOC ha estat estudiat i posat a la pràctica pels autors de la comunicació en forma de diversos cursos online de forma pionera a l'entorn.

### **8.5.1.2 Abstract:**

Recently a new teaching method based on the use of new technologies is appearing and growing quickly and there is predicted that could revolutionize our education system. There are the Massive Open Online Courses (MOOC). In this way the meeting between the dissemination and teaching of science with the use of new digital media and 2.0 web tools, the use of MOOC have been studied and put into practice by the authors of the communication.

**PARAULES CLAU:** MOOC, Educació, Ciència

**KEYWORDS:** MOOC, Education, Science

### **8.5.1.3 Desenvolupament:**

#### a) Objectius

Després de parlar durant molt de temps del Procés de Bolonya, de les metodologies docents basades en competències o de la introducció de les TIC en educació superior, ha arribat un revulsiu que no se sap si serà efímer o bé s'instal·larà a les Universitats de forma permanent. Coincidint amb la crisi de finançament de les Universitats en moltes regions del món (la primera, els USA però també la del sud d'Europa), els cursos online massius oberts (MOOC) s'han vist com una oportunitat per a un nou mètode de formació, si bé avui no es veuen com a substituïts dels graus universitaris.

Fa poc, el New York Times va declarar el 2012 com l'Any del MOOC (Pappano 2012), mentre revistes científiques de primer nivell com Nature (Waldrop 2013) o Chemistry & Engineering News (Arnaud 2013) se'n feien molt de ressò. Per altra banda, moltes universitats estan recolzant el naixement de MOOCs del si dels seus grups de recerca i departaments

docents, així com diversos governs i altres institucions. Per a una visió general i actual del tema, veure (Dans 2013), (Adell 2013) o (Rivard 2013). A (Trujillo, F 2013) hi ha una bona reflexió també, ben estructurada.

L'objectiu d'aquesta comunicació és el de mostrar, analitzar i discutir la participació d'un equip de professors i investigadors universitaris en la realització i implementació de diversos cursos MOOC de didàctica i divulgació de la ciència. De la mateixa manera, el fet d'ésser pioners en l'entrada en aquesta nova realitat, membres de l'equip han participat a nombrosos congressos, seminaris i trobades referents als MOOC i, fins i tot, han impartit un curs a l'ICE sobre com muntar un MOOC.

La Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital (C4D) de la Universitat de Girona va ésser fundada l'estiu de 2008 i centra la seva tasca principal en la divulgació de la ciència amb un especial interès en l'ús de les eines digitals i 2.0. Aquesta tasca està especialment focalitzada als estudiants d'educació secundària, tot fomentant la cultura científica entre la societat. D'aquesta manera els MOOC han estat vistos com una eina ideal pel que fa a la recerca i accions dutes a terme des de la C4D i actualment es tracta d'un grup pioner en el tema pel que fa a l'entorn més proper.

## b) Descripció del treball

Tot i la novetat i la poca bibliografia i coneixement dels MOOC a nivell internacional quan l'equip de la Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital (C4D) de la Universitat de Girona va decidir enrolar-se a l'aventura dels MOOC, es va dur a terme un estudi de la proposta didàctica i de la oportunitat que se'ns presentava, previ a passar a l'acció.

A diferència de l'*Open Courseware* (OCW), on és fonamentalment la recopilació de materials docents, que qualsevol persona pot seguir en qualsevol moment i que no porta a cap reconeixement, als MOOC hi trobem una guia d'aprenentatge, una avaluació dels coneixements que es van adquirint i també un procés d'avaluació peer-to-peer (entre parells). Aquest tipus d'avaluació permet que aquests cursos siguin realment massius. Els mateixos estudiants inscrits al curs valoren els treballs dels seus companys i així van superant els diferents mòduls. Les proves de tipus test, auto corregibles, també hi tenen un pes fonamental.

Pel que fa a l'obtenció d'un certificat al superar el curs MOOC, ja s'està parlant de noves Universitats que es limitaran a reconèixer aquests certificats, que potser només proposaran cursos MOOC o bé que n'encarregaran. La certificació dels coneixements adquirits, la correcció de treballs i l'aprofitament real dels cursos, és un dels aspectes més controvertits de l'actualitat.

Pel que fa a la inscripció, s'ha de tenir en compte que els cursos MOOC són de franc. Això fa que no consti gens registrar-s'hi i fins i tot fer la primera lliçó (varis dels autors d'aquesta contribució en tenen experiència personal). Ara bé, també és fàcil l'abandonament. Sovint es considera que només el 10% dels inscrits a un MOOC l'acaba.

Pel que fa al contingut, els MOOC consisteixen de petites píndoles de coneixement, que solen ser avaluades de forma independent. Sovint es tracta de curts vídeos, encara que poden ser presentacions, documents escrits estàndard, o podcasts d'àudio. Precisament aquest format i la metodologia comentada, els MOOC s'estan configurant també com a una eina important en l'aprenentatge al llarg de la vida. Amb l'ús del vídeo com a eina docent, i amb la introducció de procediments senzills, és adaptable a tota mena de temes, cursos i edats.

Actualment les principals plataformes de MOOCs són les americanes *Coursera*, *Udacity* i *EdX*, encara que n'hi ha d'altres com l'espanyola *MiríadaX* o l'alemanya *Iversity*. Precisament a la plataforma *MiríadaX* és on l'equip d'autors de la present comunicació ha desenvolupat dos cursos MOOC durant el passat curs i ara n'està preparant dos més. Els cursos MOOC duts a terme des de la C4D de la UdG són "*Investigación científica 2.0.1: procesos clave en una sociedad digital*" que va durar des del 21/02/2013 fins el 24 d'abril (data màxima d'acabament dels cursos de la primera edició de *MiríadaX*) i "*Descubriendo la química: de la alquimia a las partículas subatómicas*" (Figura 8.11), el qual va començar el 19/3/2013, i va acabar el 24/4/2013.

El projecte desenvolupat per a la realització de cadascun dels dos cursos MOOC es pot organitzar al voltant de tres eixos, tots interconnectats. Primer, la redacció, organització i disseny dels continguts. Segon, la filmació de les píndoles de vídeo. I tercer, l'estructuració del flux d'aprenentatge i avaluació dels estudiants.

Actualment el mateix equip docent està preparant el material necessari, així com gravant i editant vídeos, per a la implementació de dos nous cursos MOOC, els quals seran operatius de cara a aquest mateix any en la segona edició de la mateixa plataforma *MiríadaX*. Es tracta de "*Magia, ciencia y secretos confesables*", el qual neix de la trobada entre la ciència i la màgia (Figura 8.12), i el curs de química zero que s'oferirà per qui vulgui assolir el nivell de química elemental per a iniciar qualsevol carrera universitària de l'àmbit científic.



**Figura 8.11.** Estudi de gravació *low-cost* a l'ICE Universitat de Girona portat per Pere Cornellà. Una aula equipada amb una tela verda com a croma, un projector i un ordinador portàtil com a telepromter, una càmera i un micròfon varen ésser les eines necessàries per a gravar els vídeos del MOOC.



**Figura 8.12.** Gravant un dels vídeos del MOOC “Magia, ciència y secretos confesables” amb els professors Fernando Blasco (Universidad Politécnica de Madrid) i Miquel Duran (Universitat de Girona) a l'estudi *low-cost* improvisat al Parc Científic i Tecnològic de la UdG.

Per al disseny d'aquest nou MOOC sobre química zero, la Càtedra de Cultura Científica i comunicació Digital de la Universitat de Girona ha estat treballant, i ho segueix fent, amb el Departament de Química de la mateixa UdG, qui ha vist en aquest curs un factor interessant per a una necessitat real. Precisament el Departament de Química de la Universitat de Girona és molt actiu i innovador pel que fa a la construcció de ponts entre la Universitat i l'institut o escola. Concretament des de l'any 2004 promou una sèrie d'activitats que tenen com a objectiu augmentar el contacte amb els estudiants i professors d'educació secundària. En aquest sentit el programa “laQuimica.net”, que va néixer del si del Departament, s'inicià i segueix ben viu amb la finalitat d'apropar la química universitària als estudiants i professors de secundària. El programa va gaudir d'un merescut reconeixement amb la concessió de la Distinció Jaume Vicens Vives a la Qualitat Docent Universitària, atorgada l'any 2007 per la Generalitat de Catalunya. Veiem en el MOOC de química zero l'evolució natural i necessària d'aquells primers projectes amb objectiu d'afavorir el contacte entre l'ensenyament preuniversitari i l'estrictament universitari.

De la mateixa manera la segona edició dels dos cursos duts a terme l'any passat ja estan a punt, amb millores i adaptacions respecte al material de l'any passat, per a ésser oberts. Precisament per a la millora d'un d'aquests MOOC estrenats el curs passat, amb resolució a 20 de desembre de 2013, la Generalitat de Catalunya va concedir un “ajut per al finançament de projectes per al foment de la creació o millora dels cursos en línia oberts i massius oferts per les Universitats catalanes i els centres de recerca de Catalunya per al curs 2013-2014 (MOOC's)”.

### c) Resultats i/o conclusions

La participació d'aquest equip en els cursos MOOC comentats és molt positiva i ha suposat endinsar-se en la necessitat de planificar el procés d'aprenentatge dels participants, tot proporcionant una seqüència temporal de continguts compatible amb una llibertat relativa d'accés als diferents mòduls. Per a l'equip, participar en l'organització dels MOOC ha suposat una nova experiència molt gratificant, i també moltes hores de treball altruista.

Per altra banda, els membres de l'equip, professionals de la recerca universitària i la docència, han anat descobrint i aprenent l'ús de les eines de gravació, edició i realització de vídeos, així com el funcionament de les plataformes de MOOCs com *MiríadaX*. Tot plegat ha permès a avançar en l'anomenat Social Learning, així com incrementar el coneixement de l'equip en la docència 2.0.

Un dels requisits de participació a la plataforma *MiríadaX* era la utilització del castellà com a llengua comunicativa. En el nostre àmbit això és poc usual, ja que les dues llengües habituals per a nosaltres són el català i l'anglès. La llengua castellana ens ha obert la porta a la comunitat iberoamericana. Per una banda, representa la possibilitat d'arribar a una població de 400 milions de persones, més de 500 si es té en compte les persones que l'han apres com a llengua estrangera. Però més enllà d'aquest fet, aquest tipus de cursos poden permetre l'accés a la informació i al coneixement a persones de països en vies de desenvolupament. Un estudi al respecte s'ha publicat recentment (Liyana Gunawardena et al. 2013).

És molt interessant abordar el tema de l'obertura d'aquests cursos. Donat que tot el material ha de tenir llicència Creative Commons, aquests MOOC representen un bon fonament, juntament amb l'OCW, els repositoris en obert i les dades obertes, per bastir Coneixement Obert. Conjunjar i fer sostenible tot això amb l'estructura actual de la Universitat és complicat.

El fet d'ésser pioners en l'entrada en aquesta nova realitat, membres de l'equip han participat a nombrosos congressos, seminaris i trobades referents als MOOC i, fins i tot, han impartit un curs a l'ICE sobre com muntar un MOOC.

Actualment l'equip es troba en plena feina pel que fa al rodatge i edició dels vídeos que compondran els nous MOOC que s'oferiran aquest mateix any. Com hem dit, es tracta del curs "Magia, ciència y secretos confesables" i del curs de química zero que s'oferirà per qui vulgui assolir el nivell de química elemental per a iniciar qualsevol carrera universitària de l'àmbit científic. D'ambdós hem rebut una encoratjadora expectativa per part dels estudiants potencials alhora de presentar els projectes i publicar el seguiment de la preparació de materials i rodatge de llurs vídeos.

---

### **8.5.2 DE LA UNIVERSIDAD A LA PANTALLA. LOS MOOC: UNA REVOLUCIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR?**

Incrustada la publicació:

Duran, M., Simon, S., Blasco, F., Duran, J., Guillaumes, L., **Vieta, J.A.** (2016). De la Universidad a la pantalla: Los MOOC, una revolución en la educación superior? En Carlos Monge, Alba García, Patricia Gómez (ed.), *La cultura de los MOOCs* (1a ed., 89-97). Madrid: Editorial Síntesis.

---

## 8.6 De la Taula Periòdica dels Vídeos a les Lliçons de TED-Ed. Estada de recerca a la Universitat de Nottingham

“If all the elements be arranged in the order of their atomic weights, a periodic repetition of properties is obtained”.  
(Dmitri Mendeléev)

Aquestes ratlles, escrites per Dmitri Mendeleev, foren publicades el 1869 a l'obra *Principles of Chemistry*. Amb aquesta proposta naixia la Taula Periòdica dels Elements. Més enllà del seu ús acadèmic i de la informació que emmagatzema i classifica ha esdevingut tot un símbol per la química i, fins i tot, per a tota la ciència. És un recurs imprescindible a tenir en compte pels qui dediquem esforços en la divulgació científica.

Tal i com he mencionat anteriorment l'any 2013 vaig tenir l'oportunitat d'incorporar-me al grup de recerca liderat pel Professor Sir Martyn Poliakoff (Figura 8.15), a la School of Chemistry de la University of Nottingham, durant tres mesos. Com a principal fruit d'aquesta estada en resultà un extens material didàctic sobre cadascun dels 120 vídeos de PTOV referents als elements químics (Haran, Poliakoff 2008). Aquest compon un total de 120 lliçons amb l'objectiu que els professors de secundària d'arreu puguin aplicar-lo a les seves classes de química.



**Figura 8.14.** La meua arribada al despatx de Sir Prof. Martyn Poliakoff a la Universitat de Nottingham amb l'obsequi de la Taula Periòdica de Girona per a la seva col·lecció. Nottingham, abril de 2013.

TED-Ed és un dels projectes de la coneguda internacionalment organització sense ànim de lucre TED, dedicada a difusió del coneixement. TED-Ed (“Ed” fa referència a educació) té l’objectiu d’oferir lliçons online a partir de curts vídeos d’interès didàctic. Els professors de secundària d’arreu del món (d’aquí la necessitat de que aquest material sigui en llengua anglesa), poden accedir als vídeos iniciant sessió en el lloc web de TED-Ed (també accessibles des del *Youtube*) i a tot el material que compon la lliçó (TED-Ed 2014). Es tracta de qüestions, tant de resposta múltiple com lliure, informació d’actualitat de la recerca sobre el tema del vídeo, curiositats o afavorir l’inici d’una discussió. Els professors poden personalitzar la lliçó pels seus estudiants, així com afegir material o qüestions donant un veritable accent 2.0 a aquest projecte de comunicació i didàctica en un entorn digital. En aquest sentit col·laborar en portar el projecte de PTOV a aquesta plataforma ha estat molt enriquidor (Vieta et al. 2014 d).

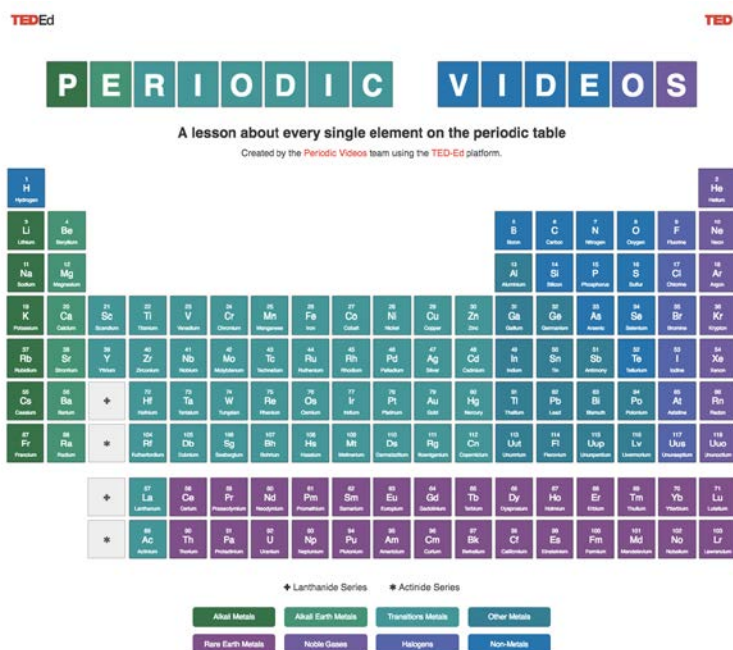


Figura 8.15. Pantalla principal de Periodic Videos a TED-Ed (TED-Ed 2014).

Com comentàvem a la introducció d’aquest capítol entre les noves propostes per a l’ensenyament, no només de les ciències, es troba el concepte de les *flipped classrooms*. Gràcies a les lliçons de TED-Ed que contenen els vídeos de la PTOV els professors d’arreu poden proposar aquest sistema als alumnes de les seves classes de química a secundària.



## Hydrogen - Periodic Table of Videos



1,193,990 Views

5,372 Questions Answered

### Let's Begin...

The team at [periodicvideos](#) has created a TED-Ed Lesson for every element of the periodic table. This one is about hydrogen and an exploding balloon. But what creates the fireball?

1 2 3 4 5 6 7 8

According to the professor, which clean source of energy could potentially solve the energy challenge?

A Nuclear fusion.

B Nuclear fission.

C Hydrogen combustion.



Watch

Think

Dig Deeper

Discuss

And Finally

**Figura 8.16.** Captura de pantalla de la lliçó sobre l'element hidrogen (TED-Ed 2014).

La Figura 8.17 mostra l'estructura de les lliçons del projecte TED-Ed de PTOV. Clicant a cadascun dels elements de la taula s'accedeix a la lliçó corresponent, en aquest cas sobre l'hidrogen. Un total de cinc nivells van estar ésser desenvolupats per tal de poder avaluar el coneixement adquirit per l'alumne després de veure el vídeo. Aquests continguts s'avaluen en preguntes preparades per a ser visualitzades com a tipus test o bé de resposta lliure.

**Figura 8.17.** Captura de pantalla del vídeo "Periodic Table of Lessons" on surt una foto meua de quan em trobava al despatx de Sir Martin Pliakoff, on vaig treballar durant tres mesos dissenyant les lliçons pel projecte de portar els Periodic Videos a Ted Ed (Periodic Videos 2014).



# 9. DISCUSSIÓ

---

Fent un exercici de reflexió personal inicio aquesta discussió final de la present memòria de la meva tesi doctoral i ho encetaré partint de la fórmula de “les 5 W i la H” (les 5 W anglosaxones –“What”, “Who”, “When”, “Where”, “Why”- i la H –“How”-) base perquè un article o comunicació siguin considerats complets.

## 9.1 Divulgar ciència... Per què?

Tal i com hem vist al llarg d'aquesta memòria de tesi els objectius pels quals es porta a terme una activitat divulgativa poden ser tan diversos com:

- Alfabetitzar la societat en ciència i tecnologia. Mantenint-la al dia i afavorint la formació continuada en la vida dels ciutadans.
- El foment de vocacions científiques.
- Augment de la cultura científica entre la societat fent-la més democràtica, lliure i fonamentada alhora de prendre decisions.
- Obtenir fons públic i privats per a la recerca científica.
- Combatre el creixement de les pseudociències.

I n'hi podíem afegir altres.

Al meu entendre totes aquestes raons responen al compromís que pren el científic, la comunitat científica, envers la societat. Una responsabilitat social pel que fa al retorn dels esforços rebuts a favor de la recerca els quals han de reverir en forma de millores en la qualitat de vida dels ciutadans.

Ben mirat una de les conseqüències fonamentals de la recerca ha de ser la publicació de resultats; de manera que un experiment científic no acaba fins que els resultats d'aquest es comuniquen. La comunicació, per tant, esdevé una peça clau del procés investigador. Però no només ha de tenir lloc entre experts sinó que, des del meu punt de vista, aquest procés no acaba fins que els resultats de la recerca arriben a la societat i aquesta fa un retorn a l'investigador. Parlar al públic amb les orelles obertes per seguir investigant responent a unes necessitats, interessos i inquietuds socials.

Precisament fa ben poc, aquest passat 10 de setembre de 2016, *El Periódico* publicà l'article de Salvador Macip titulat "On és la ciència?" (El Periódico 2016) on el científic blanenc reivindica més minuts per a la ciència i, en general, per a la cultura a la nostra ràdio i televisió públiques. La comparativa amb la Gran Bretanya, on l'investigador fa recerca des de fa anys, pel que fa a la normalització de la ciència a la televisió pública és abismal. Ens queda molt camp per recórrer, encara.

## 9.2 Divulgar ciència... Quina?

La necessitat de crear espais de difusió, discussió, divulgació... de ciències "dures" (que en podem dir, de forma col·loquial) d'aspectes de la química, la física o les matemàtiques, és encara avui molt clara, més enllà de l'allau de material publicat (ja sigui audiovisual o bé en forma de llibres) sobre divulgació mèdica, mediambiental o tecnològica. Aquí és on he volgut contribuir i és on els investigadors del nostre grup de recerca actuen. Precisament aquestes ciències són les que més han rebut l'estigma de la societat (en alguns casos amb motiu, tal i com he presento a la introducció de la memòria) i, per tant, les que més necessiten ésser presentades des d'un nou enfocament i que la societat rebi notícies positives sobre aquestes.

## 9.3 Divulgar ciència... Qui?

Tal i com he presentat a la memòria el fet de si ha de ser el mateix expert de la ciència el que divulga o bé que sigui un expert en comunicació genera debat. Des del meu punt de vista, i després d'assistir a discussions sobre el tema a nombroses jornades i congressos, ha de divulgar qui ho vulgui fer. Vull dir amb aquesta afirmació que la persona que es vegi capaç, preparada, amb els seus contactes i referències de l'altre àmbit d'on rebre el suport necessari, ho pot fer perfectament. Per altra banda també aposto per la col·laboració i el treball colze a colze entre el científic i el periodista alhora de comunicar ciència des d'institucions de recerca o també mitjans de comunicació generalistes.

## 9.4 Divulgar ciència... Com?

El capítol titulat "metodologia" està dedicat a això. Allí descriu la metodologia en recerca i acció seguida a la present tesi. Aquí només apuntaria que, des del meu punt de vista, i tal i com aprofundeixo als capítols 4 i 5, l'ús d'un llenguatge adaptat a l'interlocutor i d'un bon *storytelling* són fonamentals a l'hora de comunicar, especialment ciència. Explicar un concepte o

procés, a un determinat públic, amb un llenguatge adaptat a ell, la realització (o no) d'experiments demostratius i amb una bona història assegura -tal i com s'ha defensat en aquesta tesi- que l'acte comunicatiu no es trenqui.

Vull destacar l'oportunitat que he tingut per experimentar en foves formes de comunicació presencial. He innovant en comunicació formal de recerca, presentant comunicacions a congressos de forma diferent, ajudar-me de recursos com la ciència recreativa, demostracions experimentals en directe, jocs de mans, il·lusions òptiques, realitat augmentada, etc. I he copsat com el públic assistent, també quan estem parlant de comunicar resultats de recerca a col·legues, esdevé més interessat, més engrescat afavorint l'èxit del procés comunicatiu.

És a dir, que independentment del contingut que es pretén comunicar i del públic objectiu, he experimntat una millora substancial de la percepció de la comunicació oferta posant en pràctica aquestes noves formes de comunicació presencial.

## **9.5 Divulgar ciència... Quan?**

Només vull destacar que la divulgació científica entenc que s'ha de donar quan hi ha la demanda i quan aquesta no hi és. A diferència de la majoria de productes del món capitalista i competitiu en el que ens trobem, suposo que també certs productes informatius i periodístics (no ho conec per no ser del ram), si haguéssim d'esperar una demanda social per engegar projectes de divulgació científica tinc la impressió que poca se'n faria. Entenc que a l'hora de publicar llibres o de proposar la traducció i reedició de clàssics s'hagi de fer un estudi social i de mercat però des de la meva experiència, quan hem dissenyat projectes divulgatius els hem pensat per engrescar, precisament, a la societat; no pas perquè aquesta demanés ciència com qui demana nous capítols de "Joc de Trons".

## **9.6 Divulgar ciència... On?**

Al capítol quart de la memòria ja he escrit una breu reflexió sobre l'ús de les xarxes socials per a la divulgació de la ciència. Al meu entendre aquestes conformen un espai privilegiat i únic que no ens dóna el llibre, la revista, la televisió, la ràdio o el cinema. Ja partint de l'intrínsec objectiu de la divulgació científica, tal i com discutia unes ratlles més amunt, un mitjà de comunicació obert, gratuït, sense intermediaris, revisors ni censuradors és ideal per a aquest fi.

I si no fixem-no com, les xarxes socials que nasqueren com a eines de relació personal avui (també mantenint aquesta primera finalitat) s'han convertit en les nostres principals fonts d'informació, el nostre telenotícies. Les persones prefereixen, potser, rebre informació d'altres iguals (o, si més no, propers) que no pas d'un presentador encorbatat? Potser sí. Si més no els nombres ho avalen i per a nosaltres, com a comunicadors de la ciència, això es una gran oportunitat.

Per altra banda, com ja comento al capítol corresponent, els adolescents d'avui són a Instagram, defugint –en certa mesura- el *Facebook* on són els seus pares i sense haver sentit l'interès per *Twitter*. Per tant, avui proposaria l'obertura d'un compte de *Instagram* de la Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital.

Resumint, després de desenvolupar les meves reflexions al voltant de les 5 W i la H, haig de dir que la posició que prenc és la que respon al “Quan?” amb un “sempre!”, al “Qui?” amb un “tothom!” i l’“On?” amb un “arreu!”. Una qüestió d'actitud.

## **9.7 L'ensenyament de la ciència. Mancances i oportunitats**

Troband-me ja al segon curs lectiu com a professor novell de secundària m'adono com aquest és un lloc on hi ha dèficit de formació de formadors. Tots nosaltres (els professors més joves) hem fet un màster de didàctica que, malgrat alguns dèficits, és més complet que l'anterior certificat d'aptitud pedagògica (CAP). Per exemple, el CAP constava de 150 hores de classe i 150 hores de pràctiques. En canvi, el màster és una titulació adaptada a l'Espai Europeu d'Ensenyament Superior, amb una estructura totalment diferent a l'anterior CAP. A la UdG consta de 60 crèdits ECTS (European Credit Transfer System) dels quals 20 corresponen al Practicum.

Les mancances són encara més rellevants quan parlem dels professionals de l'educació infantil i primària, tot i que des d'un altre punt de vista. Aquí els dèficits no són en el terreny de la didàctica, ans al contrari, sinó que ho poden ser al voltant dels continguts i mètode científic. Aquesta afirmació, lluny de ser despectiva, la faig des de l'evidència que una persona pot haver cursat la carrera de magisteri sense venir d'un itinerari científic, a la secundària. Fins i tot, sovint es dona el cas que els qui han anat defugint les ciències i matemàtiques a la seva formació esdevenen aquests futurs mestres. D'aquesta manera la nostra participació als cursos de formació pel professorat ha resultat una petita contribució a la causa, especialment pel que fa a la formació continuada i el reciclatge del professorat. A més a més molts dels instituts i escoles del nostre entorn tenen limitacions a l'hora d'utilitzar els laboratoris en hores lectives, com és la

limitació d'espai, temps o la impossibilitat del desdoblament de grups grans. És amb aquesta finalitat que he participat en els tallers de formació en experimentació química que organitza la *Fundació Catalana per la Recerca* i la Innovació a la UdG i en els tallers de formació per a professors de secundària en el marc d'un ajut del Consell Social en col·laboració amb el Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya (Ajuts Consell Social 2014, projecte tallers de química recreativa als instituts de Girona).

El model que vaig trobar molt interessant com a investigador però que avui, com a docent a secundària, no el trobo d'aplicació senzilla és el de les *flipped classrooms*. Tal i com he presentat anteriorment durant la meva estada de recerca a la Universitat de Nottingham (UoN), en el si del grup de recerca i comunicació de la química liderat pel Prof. Sir Martyn Poliakoff, vaig dissenyar les lliçons del projecte que portaria el conjunt de 120 vídeos de la *Periodic Table of Videos* a esdevenir un curs virtual a TEDEd <http://ed.ted.com/periodic-videos>. Com també he comentat el resultat va ser de gran qualitat i tinc constància de que el curs té moltes visites i, el més interessant, que són professors -d'arreu del món- qui la consulten per aplicar les lliçons a les seves classes. Ara bé, com a professor de secundària que ara sóc em trobo amb limitacions i certs impediments a l'hora de pensar en aplicar un model innovatiu d'aquest tipus a les meves classes. Especialment em refereixo al fet que el contingut de les assignatures ve marcat des del Departament d'Ensenyament i la metodologia seguides a classe estan establertes pel departament de ciències de l'escola, és a dir, que hi ha d'haver un acord entre els professors i l'equip directiu per a aquests. Es tracta de decisions de centre, més aviat, i no pas d'un professor individual. Per altra banda, també m'adono de les realitats dels alumnes, alguns dels quals no tenen a l'abast connexió a Internet ni ordinador o equivalent a casa. I, el que seria una gran ajuda en aquests casos, les biblioteques o altres espais públics que ofereixin la possibilitat de treballar amb ordinadors presenten massa limitacions horàries i d'espais per confiar en poder-hi accedir en qualsevol moment. De manera que, ara per ara, si bé sé que models d'aquest tipus ja s'estan implementant a centres d'arreu, aquí –a casa nostra- no ho veig factible a curt termini (almenys pel que fa a la realitat d'escola i entorn que jo conec). També em recordo que sóc professor novell i que, segurament, aquest també és un factor que avui em limita.

La meva estada de recerca a la UoN també em va permetre descobrir una figura que no conec a les nostres Universitats. Es tracta del "Public Awareness Scientist" encarnada, allà, per la Samantha Tang. Ella estava contractada per desenvolupar projectes divulgatius, així com per donar suport a la docència. Veig en un professional d'aquest tipus una de les grans solucions al fet que avui pocs professors de la Universitat aposten per la divulgació, m'adono que aquesta tasca sempre recau sobre les mateixes persones que, afegint temps de les seves vides –fora de l'horari laboral-, decideixen optar per respondre a la necessitat de retornar el que la societat



diposita a la Universitat. I, si bé aquests professors ho fan perquè volen, aquest és un model que no és sostenible. Aquestes persones es sobrecarreguen de tasques que no repercuteixen en el seu reconeixement com a professionals de la ciència, ans al contrari, fins i tot, ja que el temps que dediquen a aquesta tasca no l'estan dedicant a publicar articles de recerca, per exemple, i segueixen carregats d'hores de docència.

Tornant a la meua experiència per l'estada trimestral a la Universitat britànica, recordo com a la Gran Bretanya -que hi ha una gran oferta científica per a la ciutadania, des de programes educatius, de formació, centres de ciència, etc.- a nivell universitari hi ha un alt nivell d'expectativa cap als professors respecte a la comunicació. Allà s'espera que l'investigador sigui també comunicador de la seva recerca i ja porten evolucionant en aquest concepte més de dues dècades. En aquest sentit penso que les Universitats, el mateix sistema universitari català, és el que ha d'apostar per a la divulgació científica des de les catedrals del coneixement. Aquesta ha de ser una prioritat global o el futur que té és el de quedar relegada als pocs professionals compromesos com l'equip del que he format part a la Universitat de Girona; professors, guies i amics.

Un altre aspecte sobre el qual voldria reflexionar al voltant de l'ensenyament de les ciències és el de la formació continuada d'una persona. Si bé encara avui la televisió, i el periodisme a través d'aquest mitjà, és el principal factor de formació informal de la població – especialment en un rang d'edat mitjà i elevat- amb un pes molt gran sobre la persona, avui aquesta formació es sustenta gràcies a l'ajut de les noves eines digitals i dels recursos educacionals que generem i pengem, en obert, a la xarxa. Clàssicament l'autodidacta ja ho feia però aquest requeria molta recerca, accedir a material bibliogràfic i molta constància i disciplina. Ara bé, més enllà d'esdevenir una persona autodidàctica les noves eines digitals i les noves propostes metodològiques afavoreixen aquesta formació continuada. Veig en els MOOC una gran oportunitat en aquest sentit. Els MOOC en són el paradigma d'avui respecte a la formació permanent de les persones i, sovint, gratuïta.

## **9.8 Els MOOC i la socialització del coneixement, no de la seva certificació**

Tal i com hem vist la certificació dels coneixements adquirits esdevé un dels aspectes més controvertits al voltant dels MOOC. Avui es tendeix a un model on la inscripció al curs és de franc, i la total realització d'aquest, però el certificat d'assoliment del curs té un preu. Per una banda aquesta tendència respon a la necessitat d'oferir coneixement gratuït, però per altra banda em pregunto quin seria el paper de la Universitat en un futur on aquest model fos el majoritari alhora d'oferir formació a les persones. I és que avui ja s'està parlant de noves Universitats que es limitaran a reconèixer aquests certificats, que potser només proposaran

cursos MOOC o bé n'encarregaran. Des del meu punt de vista simplificar el concepte Universitat, amb la càrrega que té associada, a la simple expedició de certificats seria acabar amb la catedral del coneixement.

Per altra banda, avui es parla d'un nou concepte en el marc de la innovació pedagògica. Es tracta del programa *Escola Nova 21* (@esoclanova21). És una proposta recent, que sortia a la llum aquest mateix 2016 (Rodríguez 2016), des de la qual es s'apunta cap a un canvi educatiu fonamentat en la recerca (Escolanova21 2016). Avui ja formen part del projecte 481 centres del país (TV3 2016). En aquest contacte que es proposa, entre els grups de recerca universitaris i les escoles i instituts, és on veig el gran interès i oportunitat del programa. En futurs projectes de recerca com el que es recull en aquesta tesi serà interessant tenir en compte l'*Escola Nova 21*. Animo als companys a participar-hi (jo, ja des de secundària, també n'estaré pendent).

## **9.9 La sempre difícil avaluació de l'activitat divulgativa**

Tal i com he comentat al capítol cinquè més enllà del disseny de les activitats comunicatives cal fer-ne el seguiment i l'avaluació. Aquesta darrera no és gens fàcil si bé és molt important de cara a saber si s'ha assolit l'objectiu que es perseguia així com per descobrir quines millores podem implementar de cara a un futur immediat. La dificultat d'aquesta avaluació es deu a que no es fa un plantejament estratègic ni un treball per projectes, si bé la meua i nostra dificultat nasqué en el poc coneixement dels mètodes i eines qualitatives d'estudi de les opinions i percepció del públic que s'utilitzen en ciències socials. Així que al llarg d'aquests anys hem hagut d'aprendre-les i decidir quines aplicar en cada tipus d'activitat que, com comentem al capítol cinc, pel que fa als tallers divulgatius tipus "Reacciona... explota!" per les característiques del públic objectiu així com per les del propi taller, l'ús de rúbriques fou el mètode avaluador que escollírem i hem aplicat. Aquest es troba ben detallat al capítol cinquè.

## **9.10 El canvi d'imatge estereotipada pel foment de la cultura i vocacions científiques i la igualtat de gènere**

Com he anat comentant al llarg de la memòria, la imatge que la societat té del científic està canviant. L'estereotip de científic despistat, boig, amb una fesomia característica, sempre és home i d'edat avançada... en definitiva, la icona "Einstein", poc a poc va passant a la història. Com hem vist, els resultats de la recerca mitjançant el projecte "Dibuixa a un científic o científica" ho confirmen. Estic convençut que les iniciatives més properes són les que ajuden a fer aquest canvi d'imatge i model, especialment pel que fa als estudiants més joves. Que

aquests vegin una científica jove que va a fer una xerrada a l'escola o que segueixin un programa de televisió presentat pel físic Dani Jiménez afavoreix a aquest canvi d'imatge. Aquestes trobades, cara a cara, amb científics reals són, per a mi, la millor manera de combatre aquests estereotips històrics i les fortes influències externes com la del cinema. I aquí és on l'estudiant preuniversitari es pot preguntar "I per què no? Jo també puc esdevenir un expert de la ciència" tot fomentant les vocacions.

Per altra banda i en aquest mateix sentit que el científic surti del laboratori, amb la bata i quelcom per mostrar sobre la seva recerca, per acostar-se al ciutadà (que és el seu veí, metgessa, cosí, etc.) és una manera molt potent de "normalitzar" la figura del científic, fent-la propera.

"Un bon comunicador científic pots ser almenys tan atractiu i popular com qualsevol artista o altra figura pública", escriu Spiros Kitsinelis (Kitsinelis 2012). I és ben bé així. A casa nostra ho veiem amb Dani Jiménez o el mateix Tomàs Molina. El cas d'América Valenzuela encara és més interessant, pel fet d'ajudar a combatre la desigualtat de gènere en la normalització de la figura del científic. Es tracta de personatges que criden a ser seguits. Fins i tot ho hem vist en comunicadors de l'estranger com Bill Nye o el Prof. Sir Martyn Poliakoff. La comunicació científica ben feta crea models.

### **9.11 El congrés de comunicació i l'esdeveniment de divulgació com a generadors de coneixement, més enllà de la compartició**

Al llarg d'aquests anys que he estat desenvolupant la tesi doctoral he assistit a nombroses trobades amb professionals de l'àmbit com congressos, jornades, cursos i fires i me n'he adonat d'una diferència substancial pel que fa a un congrés de recerca clàssic. Aquests els veig com un espai de comunicació del coneixement assolit, per part dels investigadors del moment en un àmbit concret de la recerca, en canvi a les trobades de comunicació científica compartint coneixement s'en genera de nou. La posada en comú de diferents mètodes, experiències i punts de vista desenvolupats i aplicats pels diversos equips investigadors d'arreu fa que es crei coneixement en la pròpia comunicació científica. Tal i com passa amb els dos tipus de cursos MOOC, els xMOOC i els cMOOC. Els primers són els més comuns fins a dia d'avui i l'estudiant hi té un paper passiu, en canvi als cMOOC el contingut es fa entre tots -professors i estudiants- utilitzant les eines de comunicació online.

## 9.12 El pla de difusió contra el calaix tancat

Tal i com demostro al llarg d'aquesta memòria de tesi durant aquest doctorat hem estat generant multitud de bons materials com recursos educatius oberts els quals han estat i/o segueixen estant vinculats a plans de difusió específics o sota l'acció de la difusió general. Aquests processos de difusió, posteriors a la generació de recursos, és imprescindible perquè aquests siguin aprofitats pel públic a qui van adreçats ja sigui per a l'augment de la cultura científica del ciutadà com un recurs per a que el professorat de secundària el pugui utilitzar a l'aula.

Generar molt material però no tenir un pla de difusió clar seria talment com guardar-lo en un calaix tancat i precisament en l'àmbit en el qual he desenvolupat la recerca doctoral això seria un contrasentit i un fracàs. Divulgar és compartir! M'adono de la bona feina feta en aquest sentit.

## 9.13 La formació del comunicador científic, una tasca contínua i sense fi. Dues recomanacions

Ho he comentat als primers capítols de la memòria. A nivell formal jo he rebut formació púrament científica, tant a nivell de carrera com de màster de recerca. Més endavant vaig acabar cursant el *màster en formació del professorat de secundària* on he rebut formació en àmbits de la didàctica i l'ensenyament de les ciències. Però a nivell de comunicació no tinc més formació que la rebuda amb l'experiència a partir de l'assistència a cursos, congressos, *workshops*, jornades i trobades amb professionals de l'àmbit. Des de l'annual Campus Gutenberg, que el mes de setembre ens citava a Barcelona, al curs MOOC que vaig fer per aprendre a dissenyar, precisament, un MOOC o a l'interessant curs "El científico ante los medios de comunicación" organitzat per la Fundació Dr. Antoni Esteve als estudis de RTVE, que em va fer instal·lar uns dies a Madrid. Finalment, com a peça clau en la meva formació en els àmbits de la divulgació i comunicació científica, haig de destacar l'estada de recerca en el si del grup liderat pel Professor Sir Martyn Poliakoff a la Universitat de Nottingham.

De manera que la meva recomanació és que per esdevenir comunicador científic primer de tot t'ha d'agradar la ciència, per descomptat. Així que seràs més bon comunicador com més t'apassioni el subjecte a comunicar. I no parlo pas de formació, parlo de passió. Evidentment que cal tenir uns coneixements científics, però sovint hom pot explicar de forma més planera un tema del qual no és un gran expert. I el motiu és tan fàcil com que el mateix comunicador

(científic expert en un altre àmbit, per exemple) ha hagut de fer un esforç i passar per un procés d'adaptació del llenguatge, entre altres, que l'acosta a la posició del profà. Per altra banda, més d'ésser amant de la ciència, per esdevenir comunicador cal estar connectat a tot moment i mitjançant totes les xarxes socials, llegir molt, veure molta televisió, escoltar molta ràdio i assistir a moltes xerrades. De ciència, tot plegat, evidentment. Els companys esdevenen els millors professors. Precisament en els primers capítols d'aquesta memòria de tesi n'he mencionat alguns, però podria fer una llista molt més llarga d'autors de llibres que s'haurien de llegir, blocs de referència, usuaris de twitter que cal seguir o canals de youtube als que hem d'estar subscrits.

Si bé tenim a l'abast formació formal en l'àmbit de la comunicació científica, com l'interessant *màster en comunicació científica, mèdica i ambiental* de la UPF, aquestes són les senzilles recomanacions que donaria a un científic que es vol iniciar en l'àmbit de la comunicació científica. Si més no aquest és el camí que jo he seguit i no m'ha anat pas tan malament.

## **9.14 Satisfaccions professionals i personals arrel d'aquesta tesi**

Desenvolupar aquesta tesi en comunicació científica m'ha portat un seguit de satisfaccions, tan a nivell professional com personal. Des de l'oportunitat de col·laborar als mitjans mencionats – com la premsa i ràdio local o la Televisió de Catalunya (TV3) – a la coneixença de grans professionals dels camps de la recerca científica, la divulgació i l'ensenyament (molts professors de secundària, avui col·legues). La publicació d'articles a revistes científiques, així com l'assistència i defensa de treballs a congressos, cursos i jornades celebrats aquí i a l'estranger ha estat molt enriquidora. També he tingut la satisfacció de recollir premis com el "Premi al millor bloc professional d'Universitats, recerca i ciència" a la 5a edició dels Premis Blocs Catalunya (2012) o el Premi a la millor comunicació del simposi "Didàctica de la química" a les dues edicions de la Trobada de Joves Investigadors dels Països Catalans a les que he participat (la 7a celebrada a Palma de Mallorca i la 8a d'Andorra la Vella). També va ser tota una satisfacció rebre la menció d'honor a la 15a edició del certamen *Ciencia en Acción* (2014) pel nostre projecte "La màgia de la Tabla Periódica" fet que ens portà fins a Londres, a la final europea *Science on Stage* (2015) on vam poder presentar la posta en escena davant de centenars de professionals de la divulgació i educació científica d'arreu d'Europa. Valoro molt, també, haver tingut l'oportunitat de formar part de la Junta Directiva de la Societat Catalana de Química (filial IEC), ens que reconec com a motor del foment de la cultura entre la societat catalana i un actiu de l'EuCheMS. Finalment vull destacar l'oportunitat de fer l'estada de recerca al si del grup liderat pel Prof. Sir Martyn Poliakoff. Els tres mesos que vaig estar instal·lat a la

Universitat de Nottingham esdevingueren una intensa i valuosa font de coneixement en base a la seva experiència en comunicació de la química i donaren uns fruits tan valuosos per a l'ensenyament de la química a secundària com les lliçons TED-Ed de tots els *Periodic Videos*.

En general, formar part d'un equip de recerca que ha anat més enllà d'aquesta essent un actiu en la comunicació de la ciència a tots els nivells i de formes tan variades i esdevenir doctorand d'una tesi dirigida per Josep Duran i Miquel Duran ha estat una oportunitat única d'aprenentatges constants i un veritable plaer.

# 10. CONCLUSIONS

---

Les conclusions més destacades de la present tesi doctoral es recullen en els següents punts:

- El bloc personal i les xarxes socials són rellevants com a noves eines de comunicació de la recerca així com interessants instruments de contacte entre experts.
- L'ús de la televisió, ràdio i premsa escrita, com a mitjans de gran abast, és efectiu per comunicar ciència a un gran gruix de població, especialment en certs sectors socials i d'edat de la població.
- La creació d'una càtedra universitària en comunicació de la ciència contribueix a forjar el vincle que fa palesa la presència de la Universitat, així com els seus investigadors i professors, en la societat.
- L'ús de les eines TIC i 2.0 ha estat útil per a la creació de ponts entre la Universitat i l'escola o institut, provocant un allargament de la tasca divulgativa més enllà del centre educatiu i de l'horari escolar, així com per ajudar a descobrir i divulgar la química que ens envolta.
- Fent servir les possibilitats de la Internet, especialment de les xarxes socials i de l'ús de les tecnologies mòbils, es pot millorar la relació entre els diferents nivells educatius. Cal seguir treballant en la direcció d'establir aquesta xarxa que els interconnecti.
- S'ha mostrat que el taller divulgatiu, amb experiments demostratius i participatius de ciència recreativa, ofereix un complement molt rellevant per a la motivació de l'alumne cap a l'estudi de la ciència i representa una contribució a resoldre dèficits del sistema educatiu pel que fa a l'experimentació.
- Desenvolupar formes innovadores de portar la ciència a les aules escolars i col·laborar amb les administracions locals per aconseguir-ho esdevé un mètode efectiu per despertar l'interès per la ciència entre els més petits, sembla de llavors pel futur foment de vocacions.
- La tècnica de *storytelling* esdevé crucial a l'hora d'adaptar els experiments més clàssics de la ciència recreativa per presentar projectes innovadors que acostin la ciència als diferents col·lectius de la societat d'avui.



- Les dades indiquen un augment significatiu de les matrícules, respecte els anys anteriors d'ençà de l'acció divulgativa al centre, pel que fa a l'assignatura de química a darrer curs de secundària, al batxillerat científic i al grau universitari en química. S'observa una relació directa entre la posada en pràctica dels tallers divulgatius i la promoció de vocacions científiques
- La classe de 3r d'ESO, en el pla educatiu d'avui, esdevé el grup de treball més efectiu on aplicar els projectes divulgatius. Aquest és el darrer curs on tots els alumnes cursen l'assignatura de ciència i han de decidir quin itinerari prendran de cara al curs vinent.
- El format d'un itinerari, en general, és atractiu per al ciutadà, connectant l'espai ciutadà amb la ciència. L'itinerari químic és una eina interessant i exportable per apropar la química a la societat.
- L'ús de les eines que ens proporcionen els dispositius mòbils amb connexió a Internet, la *geolocalització* i la Realitat Augmentada és molt interessant alhora d'oferir un itinerari científic a la societat. Innovació en les eines digitals per apropar la ciència als ciutadans.
- L'ús de recursos de la màgia, l'il·lusionisme i les curiositats científiques esdevé molt útil en la divulgació i ensenyament de la ciència; presentant-la de forma més atractiva.
- L'ús del vídeo a Internet com a eina instructiva i divulgadora és una forma d'alinear-se amb les tendències del món actual.
- Els projectes que involucren els curts vídeos divulgatius i els estructuraren en forma de propostes com *UAU, això és química!*, els cursos MOOC i els cursos a TED-Ed, demostren l'interès del vídeo com a eina en l'educació del segle XXI.
- L'actitud científica oberta contribueix a la millora del procés formatiu, especialment a l'educació superior, tant a les classes presencials com als models de *flipped learning* o a l'aprenentatge online amb els MOOC.

- Els MOOC són revolucionaris pel canvi de filosofia i metodologia respecte a l'ensenyament tradicional, permetent a l'alumne assolir múltiples competències fins ara inaccessibles a classe.
- El disseny d'un curs MOOC proporciona l'assoliment de competències diverses i variades com són l'enregistrament i edició de vídeos o l'ús de les TIC a l'hora de "fer classe" o respondre dubtes als alumnes.
- L'experiència i recerca en els MOOC ha permès avançar en l'anomenat *Social Learning*, així com incrementar el coneixement en la docència 2.0. Com que tot el material ha de tenir llicència *Creative Commons*, els MOOC representen un bon fonament, juntament amb l'OCW, els repositoris en obert i les dades obertes, per bastir Coneixement Obert. Precisament l'avenç cap al coneixement obert es pot veure com una amenaça per a al sistema universitari. Tal i com ho veiem nosaltres, és un repte per a un nou sistema d'educació superior.
- Els MOOC són una poderosa eina de democratització de l'educació esdevenint un instrument clau en l'accés al coneixement a persones de països en vies de desenvolupament.
- Les lliçons de TED-Ed representen el llançament d'un projecte divulgatiu o educatiu a un públic molt nombrós afavorit per valor que es reconeix a la marca TED.
- El treball amb la metodologia del *flipped learning* permet interessants aportacions de la recerca universitària a l'educació secundària com a propostes innovadores per a l'escola del segle XXI.

# 11.

## BIBLIOGRAFIA

---

Acevedo, J.A., Vázquez, A., Manassero, M.A. (2002). El movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias. *Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)*. Recuperat de <http://www.oei.es/historico/salactsi/acevedo13.htm>

Adell, J. (2013). *Los MOOC: en la cresta de la ola*. Recuperat de <http://elbonia.cent.uji.es/jordi/2013/03/19/los-moocs-en-la-cresta-de-la-ola>

Aguilera, J., Novella, A. (7 octubre 2012). *Premis Blocs Catalunya 2012, ja tenim els guanyadors!* Recuperat de <http://blogs.ccma.cat/espaiinternet.php?itemid=47760>

Alonso, L. (2013). Ciencia en otro lenguaje: Redacción informativa y acercamiento a la divulgación 2.0. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).

Arnaud, Celia (25 març 2013). Flipping Chemistry Classrooms. *Chemistry & Engineering News*, 91, 12, 41-43. Recuperat de <http://cen.acs.org/articles/91/i12/Flipping-Chemistry-Classrooms.html>

Assoc. Guies de Girona (2016). GoT Game of Girona Experience and Locations. Recuperat de <http://www.gameofgirona.com>

Beck, U. (1992). *Risk Society: Towards a New Modernity* (1a ed.). London: SAGE Publications Ltd.

Bennett, J., Lubben, F. (2006). Context-based Chemsitry: The Salters approach. *International Journal of Science Education*, 28 (9), 999-1015.

Benito, D., Parreño, L. (2015). Democràcia en dues direccions. *Valors*, 129, 22. Recuperat de <https://www.wikimedia.cat/2015/10/18/democracia-en-dues-direccions/>

Bernstein, R. (2014). *Yes, you can attend that career event, says the U.S. government*. Recuperat de [http://sciencecareers.sciencemag.org/career\\_magazine/previous\\_issues/articles/2014\\_12\\_17/caredit.a1400315](http://sciencecareers.sciencemag.org/career_magazine/previous_issues/articles/2014_12_17/caredit.a1400315)

Blasco, F. (2014a). Gardner para principiantes. Enigmas y juegos matemáticos (1a ed.). Madrid: Ediciones SM.

Blasco, F. (juliol-setembre 2014b). El Universo Matemático de Martin Gardner. *Temas Investigación y Ciencia*, 77.

Bowater, Laura; Yeoman, Kay (2013). *Science communication: A practical guide for scientists* (1a ed). Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.

Brockman, J. (1996). *La tercera cultura*. Barcelona: Tusquets editores.

Brooks, J.G., Brooks, M.J. (1993). Honoring the learning process. In search of understanding: The case for constructivist classrooms. Association for Supervisory and Curriculum Development. Alexandria, VA.

Burke, K.L. (2016). Stop Using the Word *Pseudoscience*. *From the staff-AmSciBlogs – American Scientist*. Recuperat de <http://www.americanscientist.org/blog/pub/stop-using-the-word-pseudoscience>

Cabruja, M. (19 novembre 2010). Un adia amb molta química. *El Punt Diari*, La Contra, p.72. Recuperat de <http://www.elpuntavui.cat/article/2-societat/16-educacio/332874.html>

Camacho, A. (2012). Protagonistes de MEG: Pep Anton Vieta. *El Correu*, 82, 20-22. Recuperat de <http://www.escoltesiguies.cat/publicacio/96>

Caprio, M.W. (1994). Easing into constructivism, connecting meaningful learning with student experience. *J. Coll. Sci. Teaching*, 2, 210-212.

Casassas, O. (2012). El llenguatge científic i Pompeu Fabra. Recuperat de <https://www.upf.edu/universitat/presentacio/pompeufabra/casassas.html>

Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital de la Universitat de Girona. (2008). *C4D UdG*. Recuperat de <http://spin.udg.edu/blog/>

Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital de la Universitat de Girona. (2009). *Kit BioNanoMolecular: Construeix les teves pròpies molècules*. Recuperat de <http://kitbionano.udg.edu/>

Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital de la Universitat de Girona. (2011a). *CatQuímica*. Recuperat de <https://catquimica.cat/>

Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital de la Universitat de Girona. (2011b). *CatQuímica*. Recuperat de <https://twitter.com/catquimica>

Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital de la Universitat de Girona. (2011c). *CatQuímica*. Recuperat de <http://www.facebook.com/catquimica>

Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital de la Universitat de Girona. (8 agost 2011d). *El bloc CatQuímica ha estat recomenat a Espai Internet de TV3*. Recuperat de <https://catquimica.cat/2011/08/08/el-bloc-catquimica-a-espai-internet-de-tv3/>

Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital de la Universitat de Girona. (2014). *Magia, ciencia y secretos confesables*. Recuperat de <http://magcimooc.net/>

Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital de la Universitat de Girona. (2015a). *I Encuentro de Ciencia, Magia y Educación*. Recuperat de <https://magsci.eu/i-encuentro-de-magia-ciencia-y-educacion/>

Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital de la Universitat de Girona. (2015b). *La Nit de la Recerca*. Recuperat de <http://lanitdelarecerca.cat>

Cohen, J. (8 setembre 2016). France most sceptical country about vaccine safety. doi: 10.1126/science.aah7280.

Cortiñas, S. (2009). *Història de la divulgació científica* (1a ed). Vic: Eumo Editorial. Universitat de Vic.

Dans, E. (14 abril 2013). *Online learning: panoràmica y anàlisis*. Recuperat de <http://www.enriquedans.com/2013/04/online-learning-panoramica-y-analisis.html>

Davis, T.L. (1940). Pyrotechnic snakes. *J. Chem. Educ*, 17 (6), 268.

De Semir, V. (2011). *Meta Análisis: Comunicación Científica y Periodismo Científico*. Recuperat de <http://www.fecyt.es/es/publicacion/meta-analisis-comunicacion-cientifica-y-periodismo-cientifico>

De semir, V. (2015). *Decir la ciencia: divulgación y periodismo científico, de Galileo a Twitter* (1a ed.). Bsrcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona.

De Semir, V. (2016). *La divulgació científica* (1a ed). Barcelona: Editorial UOC.

De Vos, W., Kostka, K. (1999). *J. Chem. Educ*, 76 (4), 528.

Delclós, T. (2 setembre 2015). El abracadabra hay que sudarlo. *El País Semanal*. Recuperat de [http://elpais.com/elpais/2015/08/31/eps/1441019753\\_673160.html](http://elpais.com/elpais/2015/08/31/eps/1441019753_673160.html)

Departament de Química UdG. (2009). Exposició Ciència i esport: Nous materials en bicicletes d'alta competició.

Recuperat de <http://tnt.udg.edu/dept/docs/pagwebicycle/Exposicio.htm>

Departament de Química UdG. (2010a). Exposició Ciència i esport: Nous materials en els esports de muntanya.

Recuperat de <http://tnt.udg.edu/dept/docs/pagwebmunt/Exposicio.htm>

Departament de Química UdG. (2010b). Exposició Ciència i esport: Nous materials en els esports nàutics. Recuperat de

[http://tnt.udg.edu/ciencies/quimica/dept/docs/pagwebnautic/exposicio\\_nautica.htm](http://tnt.udg.edu/ciencies/quimica/dept/docs/pagwebnautic/exposicio_nautica.htm)

Domínguez, M. (2001). L'estil fa la ciència. En C. Junyent (ed.), *Comunicar ciència* (1a ed., vol 51, p. 185-188). Barcelona: Societat Catalana de Biologia.

Donnelly, D., O'Reilly, J, McGarr, O. (2013). Enhancing the student experiment experience: visible scientific inquiry through a virtual chemistry laboratory, *Res. Sci. Educ*, 43, 1571-1592.

Duarte, C. (1994). El llenguatge científic català: Antecedents i actualitat. *Revista de Llengua i Dret*, 21, 213-215. Recuperat de

[http://www10.gencat.net/eapc\\_rld/revistes/revista.2008-09-](http://www10.gencat.net/eapc_rld/revistes/revista.2008-09-18.2120258257/Carles_Riera_El_llenguatge_cientific_catala_Antecedents_i_actualitat/ca)

[18.2120258257/Carles Riera El llenguatge científic català. Antecedents i actualitat/ca](http://www10.gencat.net/eapc_rld/revistes/revista.2008-09-18.2120258257/Carles_Riera_El_llenguatge_cientific_catala_Antecedents_i_actualitat/ca)

Duran, J., Dalmau, M., Vieta, J.A. (2008) *Passeig per l'invisible: Itinerari Químic per la ciutat de Girona*. Recuperat de <http://www.itinerariquimic.cat>

Duran, J. (2010a). *Passeig per l'invisible. Itinerari Químic per la ciutat de Girona* (1a ed.). Girona: Ajuntament de Girona.

Duran, J., Vieta, J. A., Simon, S., Duran, M. (2010b) Ciencia y deporte: nuevos materiales que hacen posible los récords. V Congreso Comunicación Social de la Ciencia, Pamplona.

Duran, J., Simon, S., Duran, M., Serra, F. (2009a) *Science and sport: new materials in high competition bicycles*. International Technology, Education and Development Conference, INTED. Valencia.

Duran, J., Vieta, J.A. (2011a). "Reacciona... explota!": Un taller per fomentar vocacions científiques. *Educació química EduQ*, 10, 34-40.

Duran, J., Vieta, J.A. (2011b). Participació a l'aula: experiència a química inorgànica descriptiva -química dels elements-. *2es Jornades de Bones Pràctiques*, Universitat de Girona.

Duran, J., Vieta, J.A. (2012a). *Les éléments parmi nous. Un outil pour rapprocher la chimie de la société*. Journées Hubert Curien de la culture scientifique et technique. Nancy.

Duran, J., Vieta, J.A., Duran, M., Simon, S., Gonzalez, D. (2010c). Mousse, a short story to introduce chemistry in primary and secondary school. *International Technology Education and Development Conference*. València.

Duran, J., Simon, S., Vieta, J. A., Bover, R. (2009b) Reacciona...explota! React...explode! Amazing experiments of chemistry. International Conference on Education and New Learning Technologies. Barcelona.

Duran, J. (2008). Walking among the invisible: a chemical itinerary. *International Technology, Education and Development Conference, INTED*, Valencia.

Duran, J. (2010 d). Passeig per l'invisible. Itinerari Químic per la ciutat de Girona. *Educació Química, EduQ*, 6, 43-49.

Duran, J., Vieta, P.A., López, T., Corominas, T. (2015). UAu, Això és Química! Vídeos per apropar la química als estudiants de secundària i batxillerat. Publicat al llibre "Ensenyem i fem química (Actes Quartes Jornades sobre l'Ensenyament de la Química a Catalunya)" p. 299-310. Ed. Josep M. Fernández-Novell (2015) ISBN: 978-84-944667-4-8. K3FER Editorial. Barcelona.

Duran, J., Vieta, J.A. (2013). Experiments de química recreativa com a eina complementària en l'assignatura Química dels elements. *IV Jornades de Bones Pràctiques*, Universitat de Girona.

Duran, J., Vieta, J.A., Duran, M., Simon, S., Santos, E., Cornellà, P. (2013). L'experiència d'un MOOC sobre història de la química. Girona: Univest.

Duran, J. (2016). *Reacciona... explota! Experiments al·lucinants*. Recuperat de <http://reacciona.cat/>

Duran, J., Vieta, J.A., Duran, M., Simon, S. (2012b). Un guia a la butxaca: Itinerari químic per Girona en Realitat Augmentada. *II Jornades TIC i Educació*. Girona.



Duran, J., Vieta, J.A. (2016). React... explode! Evidences of the relationship between recreational Chemistry and the increase of chemical vocations. Manuscrit presentat per ésser publicat.

Duran Frigola, M. (2014). *Més o menys jo* (1a ed). Barcelona: La Galera, SUAU Editorial.

Duran, M. (21 novembre 2014). *Viquitrobada de Ciència: fent ciència oberta*.

Recuperat de <http://edunomia.net/diari/edunomia/arxius/2014/viquitrobada-de-ciencia-fent-ciencia-oberta.html>

Duran, M. (5 setembre 2015a). *Ciència, científics i Wikipèdia: un tema engrescador en un món complex*.

Recuperat de <http://edunomia.net/diari/edunomia/arxius/2015/ciencia-cientifics-i-wikipedia-un-tema-engrescador-en-un-mon-complex.html>

Duran, M. (2015b). Cinc raons per no comunicar ni divulgar ciència. *Auriga*, 77, 25-26. Recuperat de <http://www.auriga.cat/index.php/8-auriga/39-ja-ha-sortit-publicada-l-auriga-77>

Duran, M., Duran, J., Simon, S., Vieta, J.A., Blasco, F. (2016). Magic & Science Walking Tours: The case of Girona. *Figshare*. doi: 10.6084/m9.figshare.3806727.

Duran, M., Simon, S., Blasco, F., Duran, J., Guillaumes, L., Vieta, J.A. (2016). De la Universidad a la pantalla: Los MOOC, una revolución en la educación superior? En Carlos Monge, Alba García, Patricia Gómez (ed.), *La cultura de los MOOCs* (1a ed., 89-97). Madrid: Editorial Síntesis.

Duran, M. (9 març 2006). *Mantenir blogs és molt dur*. Recuperat de <http://edunomia.net/diari/edunomia/arxius/2006/mantenir-blogs-es-molt-dur.html>

Duran, M., Planas, M., Besalú, E., Duran, J. (2006). El pont amb l'ensenyament secundari com a eina per a una millora de la docència dels estudis de química a la Universitat de Girona: El projecte "LaQuímica.net". 4t Congrés Internacional de Docència Universitària. Barcelona.

Duran, M., Besalú, E., Planas, M., Duran, J. (2007). Successes and failures of enhancing the bridge between secondary and higher education. Project LaQuimica.Net. *International technology education and development conference INTED2007 abstract book*. Valencia. Recuperat de <http://iqc.udg.es/articulos/pdf/iqc572.pdf>

Duran, M. (23 desembre 2009). *Mantenir un blog és molt dur, però seguir les xarxes socials n'és molt més*.

Recuperat de <http://edunomia.net/diari/edunomia/arxius/2009/manternir-un-blog-es-molt-dur-pero-seguir-les-xarxes-socials-nes-molt-mes.html>

Duran, X. (2014). Divulgar la química: com, a qui i per què?. *Educació Química EduQ*. 18, 4-11.

Duran, X. (2007). *L'artista en el laboratory: Pinzellades sobre art i ciència* (1a ed). València: Càtedra de divulgació de la ciència, Edicions Bromera.

Duran, X. (2015). *La ciència en la literature: Un viatge per la història de la ciència vista per escriptors de tots els temps* (1a ed9. Barcelona: Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona.

Duran, X. (2016). *L'individu transparent. Dels Raigs X al big data* (1a ed). Lleida: Pagès Editors.

Escolanova21. (2016). *Esocla Nova 21: Una iniciativa badesa en la recerca*. Recuperat de <http://www.escolanova21.cat/basats-en-la-recerca/>

ESOF2016. (2016). *Euroscience Open Forum*. Recuperat de <http://socialimpactsience.org/sis2016/>

ERAM (2016). *ERAM TV*. Recuperat de <http://eramtv.cat/>

Escalas, T. (2010). Presentació ppt "¿Por qué comunicar la ciència?". ODC-UAB.

Estalella, J. (1918). *Ciencia recreativa: Enigmas y problemas, observaciones y experimentos, Trabajos de habilidad y paciencia*. Edició facsímil editada el 2007 per l'Ajuntament de Barcelona.

Estupinyà, P. (2011). "El lladre de cervells". La Magrana. Barcelona.

European Comission (2013a). *Responsible Research and Innovation (RRI), Science and Technology Report*. Recuperat de [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/archives/ebs/ebs\\_401\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_401_en.pdf)

European Comission (2013b). Eurobarometer *Responsible Research and Innovation, Science and Technology*. Recuperat de [http://europa.eu/rapid/press-release\\_MEMO-13-987\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-13-987_en.htm)

Faraday, M. (2014). *La historia química de una vela*. España: S.L. Nivola libros y ediciones.

Felip, M., Puentes, E. (2015). Guia de bones pràctiques per a l'ús docent de Viquipèdia a la universitat, setembre 2015. *Open Access UOC*. Recuperat de <http://hdl.handle.net/10609/38241>

Fernández, E. (2009). *La conspiración lunar ¡vaya timo!* (1a ed). Pamplona: Editorial Laetoli.

Ferrado, M.L. (21 desembre 2013). Podeu dibuixar un científic? *ARA criatures*.

Recuperat de [http://criatures.ara.cat/dibuixar-cientific\\_0\\_1051694837.html](http://criatures.ara.cat/dibuixar-cientific_0_1051694837.html)

Ferrer, J. (28 gener 2014). Vídeos de la UdG per acostar la química als iunstituts. *El Punt Avui*.

Recuperat de <http://www.elpuntavui.cat/article/2-societat/16-educacio/712269-videos-de-la-udg-per-acostar-la-quimica-als-instituts.html>

Figueres. (2016). *1a jornada de divulgació científica a Figueres*. Recuperat de

<http://ca.figueres.cat/upload/element/jornades-desplegable-ok.pdf>

Fischer, E.P. (2003). *La otra cultura: lo que debería saber de las ciencias naturales* (1a ed).

Barcelona: Galaxia Gutenberg.

Fonalleras, J.M., Gorini, C. (2009). Entrevista: Ramon Carbó-Dorca. *Engega*, 12, 20-23. Recuperat de

[http://www.udg.edu/Portals/0/engega/num12/20\\_Carbo.pdf](http://www.udg.edu/Portals/0/engega/num12/20_Carbo.pdf)

For, L. (1993). *Chemical magic*. New York: Dover Publications.

Freise, A. (19 juliol 2016). It's Time for Scientists to Stop Explaining So Much. *Scientific American*.

Recuperat de

<http://blogs.scientificamerican.com/guest-blog/it-s-time-for-scientists-to-stop-explaining-so-much/>

Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació. (2016). *Setmana de la Ciència*. Recuperat de

<http://setmanaciencia.fundaciorecerca.cat/>

Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología FECYT. (maig 2013), Ganador de Famelab

España 2013 - Eduardo Sáenz de Cabezón [vídeo]. Recuperat de

<https://www.youtube.com/watch?v=gHJNMiSFuAM>

Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología FECYT. (2015a). *Percepción social de la ciencia y la tecnología 2014*. Recuperat de

<http://www.fecyt.es/es/publicacion/percepcion-social-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-2014>

Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología FECYT. (2015b). *Mesa redonda "Retos de la Política Científica en España"*. Recuperat de <http://www.fecyt.es/es/publicacion/mesa-redonda-retos-de-la-politica-cientifica-en-espana-0>

García, E. (2014). Los públicos de la Agencia SINC. En L.P. Francescutti (ed.), *Los públicos de la ciencia*. (1a ed., p. 71-73). Barcelona: Cuadernos de la Fundación Dr. Antonio Esteve.

García, G. (13 setembre 2014). Todos los niños son científicos. *SINC*. Recuperat de <http://www.agenciasinc.es/Reportajes/Todos-los-ninos-son-cientificos>

Garnett, P.J., Tobin, K. (1989). Teaching for understanding: Exemplary practice in high school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 1, 1-14.

Generalitat de Catalunya (28 juliol 2016). Les universitats són les institucions millor valorades de Catalunya. Premsa. Gencat. Recuperat de [http://premsa.gencat.cat/pres\\_fsvp/AppJava/notapremsavw/294591/ca/universitats-institucions-millors-valorades-catalunya.do](http://premsa.gencat.cat/pres_fsvp/AppJava/notapremsavw/294591/ca/universitats-institucions-millors-valorades-catalunya.do)

González, M. I., López, J.A., Luján, J.I. (1996). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología* (1a ed). Madrid: Technos.

González, C. (25 gener 2011). El coneixement, molt més a prop: Aula Blanes proposa conferències de ciència, literatura i art a la biblioteca. *El Punt Avui*.

Gorini, C. (juny 2010). *Un recorregut per la química*. *Engega*, 15, 35. Recuperat de <http://dugi-doc.udg.edu//handle/10256/2625>

Gray, Theodore. (2009). *The Elements. A visual exploration of Every Known Atom in the Universe* (1a ed.). New York: BALACK DOG & LEVENTHAL PUBLISHERS, INC.

Gray, Theodore. (2010). *Els Elements. Una exploració visual de tots els àtoms coneguts de l'Univers*. Traducció de Pilar González-Duarte. Valencia: INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS.

Gutiérrez, Bertha (2005). *El lenguaje de las ciencias* (1a ed). Madrid: Editorial Gredos.

Haran, B., Poliakoff, M. (2008.) *The Periodic Table of Videos (PTOV)*. Recuperat de <http://www.periodicvideos.com/>

Haran, B., Poliakoff, M. (2011a). *Nature Chemistry*, 3, 180.

Haran, B., Poliakoff, M. (2011b). *Science*, 332, 1046.

Hinojo, A. (2015). Viquipèdia i ciència: un futur en obert. Recuperat de <https://www.wikimedia.cat/2015/09/04/viquipedia-i-ciencia-un-futur-en-obert/>

How science goes wrong. (19 octubre 2013). *The Economist*. Recuperat de <http://www.economist.com/news/leaders/21588069-scientific-research-has-changed-world-now-it-needs-change-itself-how-science-goes-wrong>

Institut d'Estudis Catalans. (2011). *Any Internacional de la Química 2011*. Recuperat de <http://blocs.iec.cat/aiq2011/>

Kansa, E. (2014). It's the Neoliberalism, Stupid: Why instrumentalist arguments for Open Access, Open Data, and Open Science are not enough. *The London School of Economics and Political Science*.

Recuperat de <http://blogs.lse.ac.uk/impactofsocialsciences/2014/01/27/its-the-neoliberalism-stupid-kansa/>

Kelly, B. (2014). *Why and How Librarians Should Engage With Wikipedia*. Recuperat de <http://ukwebfocus.com/events/why-and-how-librarians-should-engage-with-wikipedia/>

Kitsinelis, S. (2012). *The Art of Science Communication* (1a ed.). Athens: NightLab Publications.

Könneker, C., Luggner, B. (2013). Public Science 2.0: Back to the Future. *Science*, 342 (6164), 49-50. doi: 10.1126/science.1245848

Lattes, A. (2005). *I si tots els químics es declaraessin en vaga?* Trad. de J.Castells (1a ed.). Barcelona: Col·legi de Químics de Catalunya.

Lister, T. (2003). *Experimentos de Química clásica*. (The Royal Society of Chemistry). Madrid: Editorial Síntesis S.A.

Liyanagunawardena, T., Williams, S., Adams, A. (2013). *The Impact and Reach of MOOCs: A Developing Countries' Perspective*. eLearning nº 33. 2013.

Liyanagunawardena, T., Williams, S., Adams, A. (2013) The Impact and Reach of MOOCs: A Developing Countries' Perspective. *ELearning Papers*, 33. , 1-8. Recuperat de <http://openeducationeuropa.eu/en/article/The-Impact-and-Reach-of-MOOCs-A-Developing-Countries%E2%80%99-Perspective?migratefrom=elearningp>

Macip, S. (2010). *Les grans epidèmies modernes: La lluita de l'home contra els enemics invisibles* (1a ed.). Barcelona: La Campana.

Macip, S., de Manuel, J. (2014). *Científics lletrafets*. València: Mètode. Universitat de València.

Macip, S., Bueno, D., Martorell, E. (2014). *Els límits de la vida: Una novel·la sobre el que som* (1a ed). Barcelona: La Galera.

Macip, S., Willmott, C. (2014). *Jugar a ser déus: Els dilemes morals de la ciència* (1a ed.). Alzira: Edicions Bromera.

Macip, S. (8 agost 2015). El problema de les vacunes. *El Periódico*. Recuperat de <http://www.elperiodico.cat/ca/noticias/opinio/problema-les-vacunes-4416555>

Macip, S. (10 setembre 2016). On és la ciència? *El Periódico*. Recuperat de <http://www.elperiodico.cat/ca/noticias/opinio/ciencia-5370310>

Mans, C. (2005). *La truita cremada: 24 lliçons de Química* (3a ed). Barcelona: Col·legi Oficial de Químics de Catalunya.

Mans, C. (2016). *La química de cada dia. Com la química ens ajuda a comprendre la cuina i moltes altres coses* (1a ed). Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona.

Martí, M. (28 març 2010). La nova Llei de la Ciència: l'anàlisi dels experts. *Diari de Girona*, p. 4.

Materia. (2016). *Descubrir la ciencia*. Recuperat de <http://elpais.com/promociones/descubrir-la-ciencia/>

Mazoue, J. G. (10 novembre 2014). Beyond the MOOC Model: Changing Educational Paradigms. *Educause Review*. Recuperat de <http://www.educause.edu/ero/article/beyond-mooc-model-changing-educational-paradigms>

Meyer, L.S., Schmidt, S., Nozawa, F., Panee, D. i Kisler, M. (2003) Effective use of demonstration assessments in the classroom relative to laboratory topics. *Journal of Chemical Education*, 80, 431-435.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2013). *PISA 2012*. Recuperat de <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa2012/pisa2012lineavolumeni.pdf?documentId=0901e72b81786310>

Miró, J. (2005). El doctor Josep Estalella a Girona: Fa cent anys. *Revista de Girona*, 233, 40-43.

Mistler-Jackson, M., Butler, N. (2000). Student Motivation and Internet Technology: Are Students Empowered to Learn Science? *Journal of Research In Science Teaching*, 37, 5, 459-479.

Morais, C. (2015). Storytelling with Chemistry and Related Hands-On Activities: Informal Learning Experiences To Prevent "Chemophobia" and Promote Young Children's Scientific Literacy. *J. Chem. Educ*, 92 (1), 58–65.

Mulet, J.M. (2014). *Comer sin miedo: Mitos, falacias y mentiras sobre la alimentación en el siglo XXI* (1a ed). Barcelona: Destino.

Nature.com Communities Team. (21 febrer 2011). Mapping the World's Science Museums. Recuperat de <http://blogs.nature.com/ofschemesandmemes/2011/02/21/mapping-the-worlds-science-museums>

Newmark, C. (15 gener 2016). Wikipedia, the Year of Science, and What That Means. *The Huffington Post*.

Recuperat de [http://www.huffingtonpost.com/craig-newmark/wikipedia-the-year-of-sci\\_b\\_8994120.html](http://www.huffingtonpost.com/craig-newmark/wikipedia-the-year-of-sci_b_8994120.html)

Nieto-Galan, A. (2011). *Los públicos de la ciencia: Expertos y profanos a través de la historia* (1a ed). Paracuellos de Jarama: Marcial Pons Historia.

Pappano, L. (2 novembre 2012). The Year of the MOOC. *New York Times*. Recuperat de <http://www.nytimes.com/2012/11/04/education/edlife/massive-open-online-courses-are-multiplying-at-a-rapid-pace.html>

Periodic Videos. (26 octubre 2014). *Periodic Table of Lessons*. Recuperat de <https://www.youtube.com/watch?v=9xZU5IJFbos>

Pinto, G., Vieta, J.A. (2013). Habemus Papam... ¡y es químico!: Un ejemplo de relación de temas de actualidad con la enseñanza de las ciencias. *An. Quím*, 109(2), 130-133.

Poliakoff, M., Tang, S., Haran, B., Vieta, J.A. (2014). The Periodic Table of Videos: an excellent bridge between University research and the high school Chemistry classroom. *Educació Química EduQ*, 18, 30-33.

Poulter, M. (2012). Writing for Wikipedia has forced me into good scholarly habits and accessible writing. *The London School of Economics and Political Science*. Recuperat de <http://blogs.lse.ac.uk/impactofsocialsciences/2012/10/04/poulter-writing-wikipedia-scholarly-habits/>

PTV. (26 gener 2010). Un centenary d'estudiants de Batxillerat entren als laboratoris de Química de la UdG. *Diari de Girona*.

Purroy, J. (2014). *Homeopatia sense embuts: Una pràctica que prospera entre miracles i miratges* (1a ed). Barcelona: Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona

Reaccionaexplota (14 setembre 2010). *Itinerari Químic per Girona* [Vídeo]. Recuperat de <https://www.youtube.com/watch?v=k1RVRgOHwhI>

Reaccionaexplota (29 gener 2014). UAu, Això és química! Llista de distribució [Vídeo]. Recuperat de [https://www.youtube.com/playlist?list=PLDRxngxl\\_Ew4NZeMritXnaFSEJkUghHH](https://www.youtube.com/playlist?list=PLDRxngxl_Ew4NZeMritXnaFSEJkUghHH)

Recerca en Acció (2009a). *Ciència a la cuina*. Recuperat de <http://www.recercaenaccio.cat/tag/ciencia-a-la-cuina/>

Recerca en Acció (21 juliol 2009b). *Ous ferrats verds. Visualització del pH* [Vídeo]. Recuperat de <https://www.youtube.com/watch?v=x8v91aErYw4&list=FLNg3KQIJ0mERb4h5BVdp26Q&index=1>

Recerca en Acció (22 juny 2010b). *Fabriquem un filter per a depurar l'aigua* [Vídeo]. Recuperat de <https://www.youtube.com/watch?v=3zEBQWnjzi8&list=PL3A2ECF73E3A11049&index=7>

Recerca en Acció (2010a). *Ciència a la fresca*. Recuperat de <http://www.recercaenaccio.cat/tag/ciencia-a-la-fresca/>



Recerca en Acció (2014). El científic dibuixat. Recuperat de <http://www.recercaenaccio.cat/tag/el-cientific-dibuixat/>

Riera, C. (1994). *El llenguatge científic català: Antecedents i actualitat*. Barcelona: Barcanova, col. "Biblioteca Cultural".

Rivera, J., Van der Meulen, R. (2015). *Gartner's 2015 Hype Cycle for Emerging Technologies Identifies the Computing Innovations That Organizations Should Monitor*. Recuperat de <http://www.gartner.com/newsroom/id/3114217>

Rivard, Ry (19 març 2013). Who owns a MOOC?. *Inside Higher Education*. Recuperat de <http://www.insidehighered.com/news/2013/03/19/u-california-faculty-union-says-moocs-undermine-professors-intellectual-property>

Robinson, P. (17 agost 2016). Energy equals chemistry. *Chemistry World*. Recuperat de <https://www.chemistryworld.com/research/energy-equals-chemistry/1017228.article>

Rodríguez, P. (21 abril 2016). Les escoles catalanes innovadores es conjuren per estendre un marc educatiu del segle XXI. El Diari de l'Educació. Recuperat de <http://diarieducacio.cat/les-escoles-catalanes-mes-avancades-salien-per-estendre-el-seu-model/>

Roesky, H. W., Möckel, K. (2003). *Chemical Curiosities*. Weinheim:VCH.

Roesky, H. W. (2007). *Spectacular Chemical Experiments Chemical Curiosities*. Weinheim: WELLEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

Rohring, B. (2002). 150 captivating chemistry experiments using household substances (1a ed.). Ohio: FizzBang Science.

RTVE (2016a). *El cazador de cerebros*.

Recuperat de <http://www.rtve.es/television/20160906/cazador-cerebros/1395745.shtml>

RTVE. (2016b). *Órbita Laika, la nueva generación*. Recuperat de <http://www.rtve.es/television/orbita-laika/>

Ruiz, Carme. (2000). *Salvador Dalí i la ciència*. Recuperat de <http://www.salvador-dali.org/recerca/arxiu-online/textos-en-descarrega/1/salvador-dali-i-la-ciencia>

Ruiz-Mallén, I., Escalas, M.T. (2012). Scientists seen by Children: A case study in Catalonia, Spain. *Science Communication*, 34, 4.

Salas, J. (10 setembre 2016). El recelo frente las vacunas. Un problema de países ricos y sanos. *El País*. Recuperat de [http://elpais.com/elpais/2016/09/08/ciencia/1473327708\\_447917.html](http://elpais.com/elpais/2016/09/08/ciencia/1473327708_447917.html)

Sanchís, I. (28 juliol 2016). Álvaro Conde, mag i mestre d'educació primària. *La Contra, La Vanguardia*.

Recuperat de <http://www.lavanguardia.com/lacontra/20160728/403517534138/utillizo-la-magia-per-convertir-leducacio-en-un-proces-illusionant.html>

Shakhashiri, B.Z. (1983). *Chemical demonstrations: A handbook for teachers of chemistry*. Vol. 4. Madison: The University of Wisconsin Press.

Simon, S. (20 novembre 2011). Ciència per a tots els públics. *La Vanguardia*, p. 34.

Recuperat de <http://hemeroteca.lavanguardia.com/preview/2011/11/20/pagina-34/88228062/pdf.html?search=ci%C3%A8ncia>

SIS2016. (2016). *1<sup>st</sup> Conference on Social Impact of Science*. Recuperat de <http://socialimpactsience.org/sis2016/>

Smith, R.B., Karousos, N.G., Cowham, E., Davis, J., Billington, S. (2008). Covert Approaches to Countering Adult Chemophobia. *J. Chem. Educ*, 85 (3), 379.

Snyder, C. (2003). *The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things* (1a ed.). New Jersey: WILEY.

Snow, CP. (6 octubre 1956 – online 2 gener 2013). The two cultures: CP Snow's epocalessay published online for the first time. *New Statesman*. Recuperat de <http://www.newstatesman.com/cultural-capital/2013/01/c-p-snow-two-cultures>

Solbes, J. (2002). *Les emprentes de la ciència. Ciència, tecnologia, societat: unes relacions controvertides* (1a ed.). Alzira: Editorial Germania.

Solbes, J., Traver, M. (2003). Contra el desinterès cap a la ciència. *Mètode*. Recuperat de <http://metode.cat/Revistes/Article/Contra-el-desinteres-cap-a-la-ciencia>

Souto, M. (28 agost 2016). Cuatro motivos por los que hacen falta más científico en política. *Huffington Post*. Recuperat de [http://www.huffingtonpost.es/manuel-souto/cuatro-motivos-por-los-qu\\_b\\_11718424.html](http://www.huffingtonpost.es/manuel-souto/cuatro-motivos-por-los-qu_b_11718424.html)

Spangler, S. (2012). *Fire, bubbles and exploding toothpaste: More unforgettable experiments that make Science fun* (1a ed.). Austin, Texas: Greenleaf Book Group Press.

TED-Ed (2014). *The Periodic Table of Videos: A lesson about every single element on the periodic table*. Recuperat de <http://ed.ted.com/periodic-videos>

Tedx Talks. (juny 2012). l'km a chemist: Marcel Swart at TedxUdG [Vídeo]. Recuperat de <https://www.youtube.com/watch?v=YRegn8WnSdg>

The flipped classroom. (2013). *Visión - What is Flipped Classroom*. Recuperat de <http://www.theflippedclassroom.es/what-is-innovacion-educativa/>

Timmer, J. (2015). *Editorial: Wikipedia fails as an encyclopedia, to science's detriment*. Recuperat de <http://arstechnica.com/staff/2015/12/editorial-wikipedia-fails-as-an-encyclopedia-to-sciences-detriment/>

Trillas, J. (22 setembre 2014). La força d'un conte. *El Punt Avui*.

Trillas, J. (23 maig 2015). La càtedra de cultura científica de la UdG i NinsClub entren a l'escola. *El Punt Avui*, p.67.

Trujillo, C.A. (2005). A Modified Demonstration of the Catalytic Decomposition of Hydrogen Peroxide *J. Chem. Educ.*, 82 (6), 855

Trujillo, F. (27 març 2013). *Manifiesto MOOC*. Recuperat de <http://www.educacontic.es/blog/manifiesto-mooc>

TV3. (28 setembre 2016). *Propo de 500 escoles i instituts es renovaran amb el programa Escola Nova 21*. Recuperat de <http://www.ccma.cat/324/prop-de-500-escoles-i-instituts-es-renovaran-amb-el-programa-escola-nova-21/noticia/2750977/#>

Universitat de Girona (2016). Departament de Química de la Universitat de Girona. Recuperat de <http://www.udg.edu/depq/Inici/tabid/3997/language/ca-ES/Default.aspx>

UPF Barcelona School of Business (juny 2016). ¿Se puede comunicar ciencia en 140 caracteres? / Campus Gutenberg.

Recuperat de

[https://www.youtube.com/watch?v=jS1F7wzht\\_A&index=4&list=PL9VZVTdwNuK\\_WAxr3KSnI45fkMWOIHc0A](https://www.youtube.com/watch?v=jS1F7wzht_A&index=4&list=PL9VZVTdwNuK_WAxr3KSnI45fkMWOIHc0A)

UPF Barcelona School of Management. (juny 2016a), Los retos de la comunicación científica / Campus Gutenberg 2015 [vídeo]. Recuperat de

[https://www.youtube.com/watch?v=IsaJ5HUTsjs&list=PL9VZVTdwNuK\\_WAxr3KSnI45fkMWOIHc0A&index=14](https://www.youtube.com/watch?v=IsaJ5HUTsjs&list=PL9VZVTdwNuK_WAxr3KSnI45fkMWOIHc0A&index=14)

UPF Barcelona School of Management. (juny 2016b), Leading countries in the scientific communication field/ Campus Gutenberg 2015 [vídeo]. Recuperat de

[https://youtu.be/AbfNFGGj4F4?list=PL9VZVTdwNuK\\_WAxr3KSnI45fkMWOIHc0A](https://youtu.be/AbfNFGGj4F4?list=PL9VZVTdwNuK_WAxr3KSnI45fkMWOIHc0A)

Van Noorden, R. (2014). Online collaboration: Scientists and the social network. *Nature*, 512, 126-129. doi: 10.1038/512126a.

Verkami. (2016). Cómo divulgar la ciencia a través de las redes sociales. Recuperat de

<http://www.verkami.com/projects/15332-como-divulgar-ciencia-a-traves-de-las-redes-sociales>

Verne, J. (1864). *Voyage au centre de la Terre*. París: Pierre-Jules Hetzel.

Verne, J. (1865). *De la terre à la lune*. París: Pierre-Jules Hetzel.

Vieta, J.A. (2007). *Pepquímic*. Recuperat de <https://www.youtube.com/user/pepquimic>

Vieta, J.A. (setembre 2010). Focs artificials per Santa Anna: Química de Festa Major. *RECVLL*, 2002, 10-11.

Vieta, J.A. (2011a). Química recreativa per a la divulgació científica: Foment de vocacions científiques (Treball final de màster). Universitat de Girona, Girona.

Vieta, J.A. (juliol 2011b). Molta química a les estores blanques de Corpus. *RECVLL*, 2012, 28-30.

Vieta, J.A. (18 febrer 2011c). *Divulgació de la ciència a Aula Blanes: Dimarts vinent geometria amb bombolles de sabó.*

Recuperat de <https://pepquimic.wordpress.com/2011/02/18/divulgacio-de-la-ciencia-a-aula-blanes/>

Vieta, J.A. (14 setembre 2011d). PepQuímic. *La Vanguardia – Participación - Tengo un blog.*

Recuperat de <http://www.lavanguardia.com/participacion/tengo-un-blog/20110914/54215114663/pepquimic.html>

Vieta, J.A. (24 octubre 2011e). *VIII Jornada de Física I Química a l'IEC.* Recuperat de <https://pepquimic.wordpress.com/2011/10/24/viii-jornadesfiq/>

Vieta, J.A. (11 novembre 2011f). *IV Jornades sobre l'Ensenyament de la Química.* Recuperat de <https://pepquimic.wordpress.com/2011/11/11/iv-jornades-sobre-lensenyament-de-la-quimica/>

Vieta, J.A., Guillaumes, L., Güell, M., Duran, M., Duran, J., Simon, S. (2012b). Química recreativa i eines 2.0 per a la didàctica i divulgació de la química. *Revista de la Societat Catalana de Química*, 11, 7-13.

Vieta, J.A. (7 octubre 2012c). *PepQuímic premiat als Premis Blocs Catalunya 2012.* Recuperat de <https://pepquimic.wordpress.com/2012/10/07/pepquimic-premiat-als-premis-blocs-catalunya-2012/>

Vieta, J.A., Duran, M., Simon, S., Duran, J., Guillaumes, L., Güell. (2012a). La foto química de la setmana: Innovació en la docència i divulgació de la química mitjançant el projecte 2.0 "CatQuímica". *II Jornades TIC i Educació.* Girona.

Vieta, J.A., Guillaumes, L., Simon, S., Duran, J., Güell, M., Duran, M. (2013). Experiments recreatius i eines 2.0 per a la didàctica i divulgació de la química. Del laboratori universitari a l'aula de secundària, passant per les xarxes socials i l'edició de vídeos. Publicat al llibre "Ensenyament de la Química, de la Innovació a la Indústria (Actes Segones Jornades sobre l'Ensenyament de la Química a Catalunya)" p. 133-142. Ed. Josep M. Fernández-Novell (2013) ISBN: 978-84-942067-5-7. K3FER Editorial. Barcelona.

Vieta, J.A., Duran, M., Simon, S., Duran, J., Guillaumes, L., Güell. (2012a). La foto química de la setmana: Innovació en la docència i divulgació de la química mitjançant el projecte 2.0 "CatQuímica". *II Jornades TIC i Educació.* Girona.

Vieta, J.A. (2 novembre 2013). *Joves investigadors en química de tot Catalunya tornem d'Andorra i jo amb premi*. Recuperat de <https://pepquimic.wordpress.com/2013/11/02/joves-investigadors-en-quimica-de-tot-catalunya-tornem-dandorra/>

Vieta, J.A. (abril 2014a). Salvador Macip: investigador, divulgador i escriptor. *La Marina de Blanes i Lloret*. 11, Contraportada.

Vieta, J.A., Guillaumes, L., Simon, S., Duran, J., Miró, J., Blasco, F., Duran, M. (2014b). *MQE: Màgia, Química i Educació*. Publicat al llibre *Ensenyar i Divulgar Química d'avui per demà* (Actes Terceres Jornades Sobrel'Ensenyament de la Química a Catalunya). p. 295-303. Ed. Josep M. Fernández-Novell (2014) ISBN: 978-84-942544-5-1. K3FER Editorial. Barcelona.

Vieta, J.A., Guillaumes, L., Simon, S., Duran, J., Güell, M., Santos, E., Cornellà, P., Solà, M., Duran, M. (2014c). De l'aula universitària als MOOC: Repte i oportunitat per a la didàctica i divulgació científica. Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació (CIDUI).

Vieta, J.A. , Duran, J., Duran, M. (2014d). Construir ponts entre la Universitat, l'ensenyament no universitari i la societat. Innovació en la didàctica i la comunicació de la recerca a l'aula de química a secundària. *Revista de la Societat Catalana de Química RSCQ*, 13, 61-65.

Vieta, J.A. (2015a). Entrevista a Miquel Duran Frigola. *Celobert de la Costa Brava Sud*, 91, 26-27.

Vieta, J.A. (25 juny 2015b). Tornant de Science on Stage Europe 2015: La Champions de la Divulgació Científica. Recuperat de <https://pepquimic.wordpress.com/2015/06/25/tornant-de-science-on-stage-europe-2015-london-la-champions-de-la-divulgacio-cientifica/>

Vieta, J.A. (juliol 2016). Dels minúsculs elements que completen la Taula Periòdica a l'immens Júpiter: Estiu de focs artificials en honor a Santa Anna i també a la ciència (malgrat el BRèxit). *RECVLL*. 2069, 28-29.

Vilalta, J. (10 juliol 2016). El periodista del segle XXI (era RE: [ACCC] Eduardo Quintana). [Missatge en llista de distribució electrònica]. Recuperat de <https://mail.google.com/mail/u/0/#search/aquest+professional+no+pot+estar+al+mateix+nivell/155d497d4c1452a3>

Waldrop, M. (14 març 2013). Online Learning: Campus 2.0. *Nature*, 495, 7440, 160-163. doi: 10.1038/495160a

Wells, H.G. (26 juliol 1894). Popularising Science. *Nature*, 50, 300-301. doi: 10.1038/050300a0

Wiliams, A.J., Pence, H.E. (2011). Smart phones, a powerful tool in the chemistry classroom. *Journal of Chemical Education*, 88, 683-686.

Wulfsberg, G., Laroche, L.H., Young B. (2003). Discovery videos: A safe, tested, time-efficient way to incorporate discovery-laboratory experiments into the classroom. *Journal of Chemical Education*, 80, 8, 962-966.





# 12.

## ANNEXOS

---

Un breu recull de premsa en les notícies més destacades on he sortit. Recull d'articles divulgatius publicats per mi a les revistes locals i comarcals on col·laboro. Presentacions ppt. Xarxes socials...

1- (p.269) Apèndix: Flashback.

2- (p.271) Recull de totes les publicacions presentades durant la tesi.

3- (p.275) Entrevista que em van fer i va ser publicada el 2010 al *Diari de Girona* amb motiu de la nova Llei de la Ciència. Martí, M. (28 març 2010). La nova Llei de la Ciència: l'anàlisi dels experts. *Diari de Girona*, p. 4.

4- (p.276) Crònica publicada el 2014 al diari *El Punt Avui* sobre el projecte *UAu, Això és química!* Ferrer, J. (28 gener 2014). Vídeos de la UdG per acostar la química als iunstituts. *El Punt Avui*. Recuperat de <http://www.elpuntavui.cat/article/2-societat/16-educacio/712269-videos-de-la-udg-per-acostar-la-quimica-als-instituts.html>

5- (p.277) 6a Fira de la Química amb una foto on surto fent una demostració amb l'ajuda d'una estudiant de ssecundària i davant els seus companys a La Contra del periòdic *El Punt Diari*. Cabruja, M. (19 novembre 2010). Un adia amb molta química. *El Punt Diari*, La Contra, p.72. Recuperat de <http://www.elpuntavui.cat/article/2-societat/16-educacio/332874.html>

6- (p.278) Crònica d'Els matins de la Química 2010 que va ser publicada al *Diari de Girona* acompanyada d'una foto on surto portant un taller per a estudiants de secundària, al *Diari de Girona* de 26 de gener de 2010. PTV. (26 gener 2010). Un centenary d'estudiants de Batxillerat entren als laboratoris de Química de la UdG. *Diari de Girona*.

7- (p.279-281) Entrevista que em van fer i va ser publicada a la secció "Protagonistes de MEG" del número 82 de la revista de Minyons Escoltes i Guies de Catalunya (MEG) *El Correu*. Camacho, A. (2012). Protagonistes de MEG: Pep Anton Vieta. *El Correu*, 82, 20-22. Recuperat de <http://www.escoltesiguies.cat/publicacio/96>

8- (p.282-283) Entrevista a Miquel Duran Frigola publicada al número 91 de la revista *Celobert* de Lloret de Mar. També al meu bloc: <https://pepquimic.wordpress.com/tag/miquel-duran-frigola/>. Vieta, J.A. (2015a). Entrevista a Miquel Duran Frigola. *Celobert de la Costa Brava Sud*, 91, 26-27.

9- (p.284) Article divulgatiu publicat al número de juliol de la revista *RECVLL* de Blanes, el darrer abans de tancar la present memòria de tesi. També al meu bloc: <https://pepquimic.wordpress.com/2016/07/22/dels-ultims-elements-de-la-taula-periodica-a-jupiter-passant-pel-brexite-ciencia-de-festa-major-al-recvll-de-blanes/>

Vieta, J.A. (juliol 2016). Dels minúsculs elements que completen la Taula Periòdica a l'immens Júpiter: Estiu de focs artificials en honor a Santa Anna i també a la ciència (malgrat el BRèxit). *RECVLL*. 2069, 28-29.

10- (p.285-287) Article publicat al número de juliol de la revista blanenca *RECVLL*. També al meu bloc: <https://pepquimic.wordpress.com/2011/07/22/premsa-recvll-corpus-quimic-a-blanes-per-laiq2011/>

Vieta, J.A. (juliol 2011b). Molta química a les estores blanenques de Corpus. *RECVLL*, 2012, 28-30.

11- (p.288) Entrevista a Salvador Macip publicada a *La Marina*.

Vieta, J.A. (abril 2014a). Salvador Macip: investigador, divulgador i escriptor. *La Marina de Blanes i Lloret*. 11, Contraportada.

12- (p.289-290) Imatge de capçalera del meu bloc i twitter divulgatiu a dia 23 d'octubre de 2016.

13- (p.291-292) Portades de quatre de les moltes presentacions que he ofert en forma de comunicació oral al llarg d'aquesta tesi, preparades que mitjançant Microsoft Power Point i Prezi. Per ordre cronològic:

- VIII Trobada de Joves Investigadors dels Països Catalans per la que vaig ésser guardonat amb el premi a la millor comunicació del simposi "Didàctica de la Química" (Vieta 2013).
- Conferència inaugural de la 3a Mostra de Treballs de Recerca de Batxillerat de La Selva II 2015, celebrada al Teatre de Blanes (17 d'abril de 2015).
- "The magic of the Periodic Table" presentat a Science on Stage, London juny 2015 (Vieta 2015b).
- "The màgic of the Periodic Table: from illusion to game". Comunicació presentada al congrés internacional ECRICE 2016 (BCN, setembre 2016).

14- (p.293) Portada del número 18 de la revista *EduQ* on sortim Josep Duran i jo mateix des de l'escenari del Teatre de Bescanó, 19 de març de 2015. Foto que explica molt més del que es veu i que titulo "Una amistat, més més enllà de la ciència". Una bona pàgina per tancar aquesta tesi.

# APÈNDIX: *FLASHBACK*

---

Mentre l'expressió del químic i novel·lista anglès Charles P. Snow, "les dues cultures", sigui vigent caldrà seguir apostant i treballant pel foment de la cultura científica entre la societat. Que la imatge social de la química, o la del "científic" que els infants tenen al cap, ja estigui canviant és indicatiu d'una evolució positiva vers l'ideal d'una societat de demà més culta, més lliure, justa i democràtica; on els ciutadans valorin i apostin per la recerca com a motor, font de riquesa i bandera de país. Tots hi som cridats! És el nostre repte, el nostre compromís amb la ciutadania i amb la mateixa ciència que tant ens apassiona.



**Figura 12.1.** Les cares dels infants davant d'un experiment químic tan bell com la reacció termita (aluminotèrmia entre l'òxid de ferro i l'alumini) pronostiquen un bon futur.

Foto: Pep Anton Vieta, Nit Europea de la Recerca 2016. Girona, 30 de setembre de 2016.



# RECUILL DE TOTES LES PUBLICACIONS PRESENTADES DURANT LA TESI

---

Més enllà de les publicacions incrustades als capítols de resultats (aquí subratllades), al llarg d'aquesta tesi s'han publicat i presentat moltes més publicacions. Aquestes són les que segueixen:

- Duran, J., **Vieta, J.A.**, Duran, M. (2016). React... explode! Evidences of the relationship between recreational Chemistry and the increase of chemical vocations. Manuscrit presentat per ésser publicat.
- Duran, M., Duran, J., Simon, S., **Vieta, J.A.**, Blasco, F. (2016). Magic & Science Walking Tours: The case of Girona. *Figshare*. doi: 10.6084/m9.figshare.3806727
- Duran, M., Duran, J., Simon, S., Blasco, F., **Vieta, J.A.** (2016). Ciència oberta i Viquipèdia. Pendent de publicació.
- Duran, M., Simon, S., Blasco, F., Duran, J., Guillaumes, L., **Vieta, J.A.** (2016). De la Universidad a la pantalla: Los MOOC, una revolución en la educación superior? En Carlos Monge, Alba García, Patricia Gómez (ed.), *La cultura de los MOOCs* (1a ed., 89-97). Madrid: Editorial Síntesis.
- Duran, J., **Vieta, J.A.**, López, T., Corominas, T. (2015). UAu, Això és Química! Vídeos per apropar la química als estudiants de secundària i batxillerat. Publicat al llibre *Ensenyem i fem química (Actes Quarts Jornades sobre l'Ensenyament de la Química a Catalunya)*, p. 299-310. Ed. Josep M. Fernández-Novell (2015) ISBN: 978-84-944667-4-8. K3FER Editorial. Barcelona.
- Duran, J., **Vieta, J. A.**, López, T., Corominas, T. (2014). UAu, Això és Química! *Revista de la Societat Catalana de Química RSCQ*, 18, 34-43. DOI: 10.2436/20.2003.02.133
- Poliakoff, M., Tang, S., Haran, B., **Vieta, J.A.** (2014). The Periodic Table of Videos: an excellent bridge between University research and the high school Chemistry classroom. *Educació Química EduQ*, 18, 30-33.

- **Vieta, J.A.**, Guillaumes, L., Simon, S., Duran, J., Miró, J., Blasco, F., Duran, M. (2014). MQE: Màgia, Química i Educació. Publicat al llibre Ensenyar i Divulgar Química d'aviuiper demà (Actes Terceres Jornades Sobrel'Ensenyament de la Química a Catalunya). p. 295-303. Ed. Josep M. Fernández-Novell (2014) ISBN: 978-84-942544-5-1. K3FER Editorial. Barcelona.
- **Vieta, J.A.**, Guillaumes, L., Simon, S., Duran, J., Güell, M., Santos, E., Cornellà, P., Solà, M., Duran, M. (2014). De l'aula universitària als MOOC: Repte i oportunitat per a la didàctica i divulgació científica. Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació (CIDUI).
- **Vieta, J.A.**, Duran, J., Duran, M., Tang, S., Haran, B., Poliakoff, M. (2014). Construir ponts entre la Universitat, l'ensenyament no universitari i la societat. Innovació en la didàctica i la comunicació de la recerca a l'aula de química a secundària. *Revista de la Societat Catalana de Química RSCQ*, 13, 61-65.
- Duran, M., Duran, J., **Vieta, J. A.**, Guillaumes, L., Santos, E., Güell, M., Solà, M., Cornellà, P., Simon, S. (2013). Hands-on with two MOOC using the MiriadaX platform. UNIVEST. Universitat de Girona, Girona.
- **Vieta, J.A.**, Guillaumes, L., Simon, S., Duran, J., Güell, M., Duran, M. (2013). Experiments recreatius i eines 2.0 per a la didàctica i divulgació de la química. Del laboratori universitari a l'aula de secundària, passant per les xarxes socials i l'edició de vídeos. Publicat al llibre "Ensenyament de la Química, de la Innovació a la Indústria (Actes Segones Jornades sobre l'Ensenyament de la Química a Catalunya)" p. 133-142. Ed. Josep M. Fernández-Novell (2013) ISBN: 978-84-942067-5-7. K3FER Editorial. Barcelona.
- Duran, J., **Vieta, J.A.** (2013). Experiments de química recreativa com a eina complementària en l'assignatura Química dels elements. IV Jornades de Bones Pràctiques, Universitat de Girona.
- Duran, J., **Vieta, J.A.**, Duran, M., Simon, S., Santos, E., Cornellà, P. (2013). L'experiència d'un MOOC sobre història de la química. *EduQ*, 16, 47-52. DOI: 10.2436/20.2003.02.120.
- Pinto, G., **Vieta, J.A.** (2013). Habemus Papam... ¡y es químico!: Un ejemplo de relación de temas de actualidad con la enseñanza de las ciencias. *An. Quím*, 109(2), 130-133.

- **Vieta, J.A.**, Simon, S., Duran, J., Güell, M., Duran, M., Guillaumes, L. (2012). Recreational Chemistry and 2.0 tools as a way to communicate Science and specifically, Chemistry. Bridge between University and high schools. *INTED2012 Proceedings*, 3438-3445.
- **Vieta, J.A.**, Duran, M., Simon, S., Duran, J., Guillaumes, L., Güell, M. (2012). La foto química de la setmana: Innovació en la docència i divulgació de la química mitjançant el projecte 2.0 "CatQuímica". *II Jornades TIC i Educació*. Girona.
- Duran, J., **Vieta, J.A.**, Duran, M., Simon, S. (2012). Un guía a la butxaca: Itinerari químic per Girona en Realitat Augmentada. *II Jornades TIC i Educació*. Girona.
- **Vieta, J.A.**, Guillaumes, L., Güell, M., Duran, M., Duran, J., Simon, S. (2012). Química recreativa i eines 2.0 per a la didàctica i divulgació de la química. *Revista de la Societat Catalana de Química*, 11, 7-13. DOI: 10.2436/20.2003.01.35.
- **Vieta, J.A.**, Duran, M., Simon, S., Güell, M. (2012). Ciència a l'abast de tothom - Química recreativa i eines 2.0 per a la divulgació i difusió de la ciència a la societat. Construcció de ponts Universitat-Escola-Societat. CIDUI.
- Simon, S., Guillaumes, L., **Vieta, J.A.**, Duran, J., Duran, M. (2012). Is digital communication an actual, clever way to disseminate science? Journées Herbert Hurien, Nancy.
- Duran, J., **Vieta, J.A.**, Simon, S., Duran, M. (2012). Rapprocher la science à la société avec des expériences de chimie récréative. Journées Herbert Hurien, Nancy.
- Duran, J., **Vieta, J.A.** (2012). *Les éléments parmi nous. Un outil pour rapprocher la chimie de la société.* Journées Hubert Curien de la culture scientifique et technique. Nancy.
- Duran, J., **Vieta, J.A.** (2011). Reacciona... explota!, un taller per fomentar vocacions científiques. *Educació Química EduQ*, 10, 34-40.
- Güell, M., Simon, S., **Vieta, J.A.**, Duran, J., Duran, M. (2011). Química al alcance de todos. IV Jornades sobre l'Ensenyament de la Química, Universitat de Barcelona. Barcelona.

- Duran, J., **Vieta, J.A.** (2011). Participació a l'aula: experiència a química inorgànica descriptiva -química dels elements-. *2es Jornades de Bones Pràctiques*, Universitat de Girona.
- Duran, J., Romero, M.I., Ribas, X., Polo, A., Vieta, J.A. (2011). Aplicació d'un treball cooperatiu en una experiència de laboratori del grau de química. UNIVEST. Universitat de Girona, Girona.
- Duran, J., **Vieta, J.A.**, Duran, M., Simon, S., González, D. (2010). Mousse, a short story to introduce chemistry experiments in primary and secondary school. Congrés INTED.
- Duran, J., **Vieta, J.A.**, Duran, M., Simon, S., Gonzalez, D. (2010). Mousse, a short story to introduce chemistry in primary and secondary school. International Technology Education and Development Conference. València.
- Duran, J., **Vieta, J.A.**, Simon, S., Duran, M. (2010). Ciencia y deporte: nuevos materiales que hacen posible los récords. V Congreso Comunicación Social de la Ciencia (CSC5 CIENCIA), Pamplona.
- Duran Carpintero, J.; Simon, S.; **Vieta, J.A.**; Bover, R. (2009). Reacciona...explota! React...explode! Amazing experiments of chemistry. Presentació comunicació, International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN 2009). EDULEARN09 Abstracts CD. ISBN: 978-84-612-9801-3 EDULEARN09 Proceedings CD. ISBN: 978-84-612-9802-0, Barcelona.
- Duran Carpintero, J.; Simon, S.; **Vieta, J.A.**; Bover, R. (2009). Reacciona... explota! Experiments de química al-lucinant. UNIVEST. Universitat de Girona, Girona.
- Duran, M., Simon, S., Guillaumes, L., Vieta, J.A., Duran, J., Armangué, Ll. Butxosa, C. *Thermodynamical and kinetical analogies of student participants in university life within Web 2.0 and Social Networks*. UNIVEST. Universitat de Girona, Girona.



# Pep Anton Vieta

**Text:** Anna Camacho  
(col·laboradora de l'equip de Comunicació)  
**Fotos:** Pep Anton Vieta i Recerca en Acció

**“Recomano a tots els caps l'ús de la ciència recreativa per a vestir un eix d'animació”**



**En Pep Anton Vieta, o Pep Químic, tal com l'anomenen amics i companys, és cap de l'Agrupament Escolta i Guia Pinya de Rosa (Blanes) de la Demarcació de Girona. En Pep té 25 anys, es dedica al món de la química i paral·lelament al món de l'escoltisme. El més curiós de tot és l'extraordinària combinació que això suposa.**

**Fem un repàs de la teva vida al cau, Pep. Com i quan vas entrar en contacte amb l'AEIG Pinya de Rosa?**

Fa 6 anys que sóc cap a l'AEIG Pinya de Rosa. Vaig entrar-hi directament com a cap sense haver estat nen, malgrat que vaig participar durant molts estius al casal de la Parròquia que portaven alguns caps de l'Agrupament. Després de tants anys participant al Casal, on vaig acabar essent monitor, un dia, els caps de l'Agrupament ens van comentar a la colla d'amics que, com que l'agrupament no estava per tirar coets, què ens semblaria entrar a formar-ne part. I ens vam animar! I així va ser la meua entrada i la de molts altres nous caps a l'Agrupament. Al llarg d'aquests anys he passat per Castors, Llops i Truc, i també he estat membre de l'Equip d'Agrupament com a tresorer. Una gran experiència, tot plegat!

**Amb quines altres activitats compagines el cau?**

Faig diverses activitats a nivell associatiu a la vila de Blanes i actualment les compagino totes elles amb la tesi doctoral que estic desenvolupant en el si del Departament de Química de la Universitat de Girona, la qual està enfocada a la comunicació i divulgació de la ciència i aquí rau la gran relació que he trobat entre el cau i la química, la química i el cau.

A més, formo part de la Delegació de Joves del Bisbat de Girona, on aquest mateix mes de setembre ha començat la meua tasca com a vicedelegat.

**A simple vista sembla que el món de la química i del cau són dos móns incompatibles. Com relaciones el món de la química i el món del cau? I a l'inrevés? Quines aplicabilitats hi trobes?**

La veritat és que, encara que no ho sembli, aquests dos móns poden tenir molts punts en comú. Jo hi he trobat una gran interacció.

Des del punt de vista professional i com a part de la meua tesi doctoral, durant el curs i en moltes ocasions surto de la universitat per entrar a l'aula de l'escola o l'institut, on faig xerrades formatives i divulgatives amb l'objectiu d'acostar la recerca científica als estudiants preuniversitaris. En elles m'agrada aplicar recursos de l'educació en el lleure, com són l'ús d'un eix d'animació, el fet de sortir de l'aula per a fer la "classe" al pati

o dur a terme experiments d'allò més espectaculars i màgics per a plasmar un concepte. Estic convençut que, sense la descoberta de l'apassionant món de l'escoltisme i el guiatge, no se m'hagués despertat aquesta vocació d'ensenyar i encara menys de fer-ho d'aquesta manera, amb l'ús dels recursos que ens proporciona l'educació en el lleure, fins i tot en la didàctica del que pot semblar una ciència molt clàssica, dura, complicada i pesada com és la química.

**“Estic convençut que, sense la descoberta de l'apassionant món de l'escoltisme i el guiatge, no se m'hagués despertat aquesta vocació d'ensenyar”**

I, pel que fa al cau, el mateix o encara millor! En més d'una ocasió hem utilitzat el recurs de la química, i la ciència en general, per a perfilar algun eix d'animació i a la unitat hem fet experiments amb material i reactius casolans i quotidians. Recordo, per exemple, un misteriós experiment que vam fer amb els RiNG durant la Ruta de les Deu Ermites amb el Sant Graal, en un eix d'animació sobre els Templers.

Recomano l'ús de la ciència recreativa a tots els caps de qualsevol unitat per a vestir un eix d'animació!

**Quina és la combinació més explosiva que has fet en el món de la química? Experimentant sempre passen coses, oi? Explica'ns...**

Gràcies a Déu mai ens ha passat res greu! Però sí que és cert que en una ocasió vaig enredar una companya del Departament de Química perquè m'ajudés a dur a terme l'assaig d'un experiment que havia estudiat però encara no havia vist en directe. Havia de ser un experiment espectacular, el qual involucrava una explosió, però sense cap perill i que m'aniria molt bé per

a mostrar la reactivitat del fòsfor als estudiants de primer curs de química a la universitat, a la classe d'aquella mateixa tarda. Vam sortir a la gespa de la universitat, a l'exterior, per a dur a terme l'assaig lluny del laboratori, només per si de cas... i el resultat va ser genial! Amb l'explosió generada vam mobilitzar tothom que corria per l'exterior de la Facultat, guarda de seguretat inclòs, i la veritat és que ens vàrem espantar i tot. Evidentment que, un cop fet aquest assaig, vaig dur a terme l'experiment amb els estudiants de 1r curs de Química reduint la quantitat de reactius a una tercera part. I, per descomptat (m'ho vaig ben guanyar), la Cristina ja no m'acompanyarà mai més quan li digui que vull provar un nou experiment.

**“En més d'una ocasió hem utilitzat el recurs de la química, i la ciència en general, per a perfilar algun eix d'animació i a la unitat hem fet experiments amb material i reactius casolans i quotidians”**

**Delita'ns amb algun experiment casolà que puguem fer amb la canalla...**

Hi ha molts experiments que es poden dur a terme amb material i reactius ben casolans i quotidians a les tardes de cau o a les sortides i campaments. Per exemple, recomano l'ús de la reacció entre el vinagre i el bicarbonat, amb el desprendiment de diòxid de carboni que comporta, per tal d'impulsar un coet o inflar un globus. Aquest experiment l'he dut a terme al cau i al Casal d'estiu del cau i agrada molt tant a grans com a petits. Tot i que l'experiment estrella amb reactius casolans és el que té lloc en introduir uns quants caramels Mentos dins d'una ampolla de cola. Es genera un guèiser espectacular de la dolça beguda. Perfecte per a fer a l'estiu i obligat per a l'exterior!

He dut a terme experiments de química recreativa al cau, però per altra banda, he portat el cau a projectes científics de la universitat. L'exemple més clar és el de la meua participació al projecte "Ciència a la fresca" de Recerca en Acció (Generalitat de Catalunya), el passat 2010.



L'objectiu d'aquest projecte era, mitjançant una sèrie de vídeos, mostrar a la ciutadania la cara més propera de la ciència i dels investigadors. Aquells que fem recerca als laboratoris de la universitat vàrem sortir al carrer i vàrem mostrar que la ciència ens envolta i que amb material ben quotidià podem fer experiments ben divertits i interessants. En el meu cas, vaig sortir del laboratori i vaig guiar els càmeres a un riu. Allà em vaig treure la bata i em vaig posar camisa (taronja, ja que llavors era cap de Castors i Llúdrigues) i fulard i vaig fer un experiment que els escoltes i les guies coneixem molt bé... un filtre de sorres seguit d'un tractament amb compost de clor, iode o lleixiu per a purificar l'aigua d'una font de muntanya abans de posar-la a la cantimplora.

**Com et dones a conèixer, Pep? Tens algun espai on et puguem conèixer una mica millor?**

Tinc un bloc de divulgació i comunicació científica, <http://pepquimic.wordpress.com/>, mitjançant el qual porto 4 anys fent divulgació científica a la xarxa, per a tots els públics i amb l'humor i la química recreativa com a recursos comunicatius. Al bloc hi he publicat diverses entrades relacionant l'escoltisme i la ciència. Cada 22 de febrer acostumo a publicar-ne una (és data assenyalada!). També sóc actiu a les xarxes socials Twitter (@pquimic i @pepantonvieta) i Facebook, mitjançant les quals intento fer una divulgació científica 2.0. Destacaria el meu interès pels experiments de química recreativa com a eina per a captar l'atenció de l'estudiant (mitjançant un eix d'animació al més pur estil escolta i guia, si cal), per aquest motiu i mitjançant el canal de Youtube <http://www.youtube.com/pepquimic> (actualment, més d'un centenar de vídeos).

**“Hi ha molts experiments que es poden dur a terme amb material i reactius ben casolans i quotidians a les tardes de cau o a les sortides i campaments”**

#### EXPERIMENT ESCOLTA I GUIA

##### Filtre de sorres per purificar l'aigua del riu

En el següent enllaç al web de Recerca en Acció trobareu el vídeo de l'experiment, així com el fonament científic i procediment per dur-lo a terme:

<http://ves.cat/blkd>

#### CIÈNCIA AMB HUMOR

Aquí pots trobar-hi més experiments i conèixer millor en Pep.

##### Blog

<http://pepquimic.wordpress.com/>

##### Twitter

@pquimic i @pepantonvieta

##### Facebook

<http://www.facebook.com/pepantonvieta>

##### Youtube

<http://www.youtube.com/pepquimic>







L'autor Miquel Duran amb el nostre company Pep Anton Vieta

## Entrevista a Miquel Duran a Banyoles

*Bombolleja violentament. L'àcid fosfòric i l'efimer carbònic, realment existent només sobre paper, mantenen el pH de la solució a la banda baixa. Aquest últim és qui emergeix al·lberant-se de la pressió que el retenia. Davant d'un parell de gots de cola, a tocar de l'estany de Banyoles, ens trobem dos químics que hem sortit del laboratori per parlar cara a cara, d'escriptor a lector.*

*Miquel Duran Frigola és un patriota de la seva terra. Més o menys jo és la seva primera novel·la i hi descobreixo un món nou, irreal però totalment quotidià. Novel·la que podria haver fet ocórrer a Londres o Barcelona però la situa a la seva població natal, a Pujarnol, a menys de 3 km en línia recta a l'oest de l'estany que ara contemplo.*

**Banyoles. El Pla de l'Estany. El propi nom de la comarca ens fa pensar en la calma i la tranquil·litat que realment es respira aquest vespre de juny al voltant de l'estany. Jo vinc de la comarca de La Selva i de la Costa Brava! Terra i mar abruptes. Però, de químic a químic; Miquel, aquesta és una terra de curiosa ciència i molts misteris! Carpes gegants i monstres mitològics que s'amaguen sota l'aigua, flaire infernal que emana de la Font Pudosa, una curiosa geologia a Les Estunes, indret que només pot ser habitat per éssers com les Goges... i què me'n dius dels dinosaures vivents que trobem a la vostra platja, els triops d'Espolla? Aquest misteri latent, mig amagat, de la vostra terra i les vostres aigües t'ha servit d'inspiració per a la novel·la on mostres una sorprenent quotidianitat gens terrenal?**

Si, la veritat és que me n'he servit molt. Recordo que quan era adolescent estava entusiasmat amb el realisme màgic. Novel·les com "Cien años de soledad" i altres d'aquest moviment en la novel·la llatinoamericana contemporània em fascinaren. Allà tot era de natura molt feréstega en canvi aquí, a casa, tot era d'allò més normal. Sense animals perillosos, amb muntanyes que no

són ni altes ni baixes, on la gent viu tranquil·lament i fins i tot gaudim de massa calma meteorològica. En aquesta situació, en un ambient gairebé inert com el nostre, em vaig paltejar si seria capaç d'escriure una novel·la amb ambient màgic. I em vaig adonar que, malgrat tot, sí que hi ha una espècie d'aura mística i tot el que em comentaves n'és un exemple. A la novel·la m'he agafat molt a aquestes petites coses del nostre entorn per donar aquest component màgic al llibre.

**I ho has ben aconseguit, t'ho asseguro. I mentre t'imagino del laboratori a l'escriptori, entre matrassos i muntanyes de fulls... no puc fer més que recordar el científic lletraferit que els blanecs tenim de referència, l'amic Salvador Micip. Tu m'hi fas pensar. Novel·la curiosa, un bloc on escrius una mica de tot... i tot plegat mentre fas recerca científica. Miquel, per què escriure una novel·la mentre estàs fent el doctorat en bioinformàtica? Forma part d'alguna teràpia per escapar de les cabòries i laboratoris on deus viure?**

No, la veritat és que no ha estat en absolut terapèutic. Més aviat és contra-terapèutic... és malaltis! (riu).

Escrivint pateixo moltíssim. Em canso, em torno insociable... no he pas escrit com a cosa terapèutica. De fet estar fent el doctorat m'ha anat tan malament per escriure com aquesta activitat m'hi ha anat per la meua tesi.

A mi m'agrada molt la creativitat i, en contra del que esperava fa uns anys, m'he trobat que la ciència és molt menys creativa del que em pensava. El dia a dia no respon a la idea romàntica que tenia de la recerca. M'he arribat a trobar buit des de punt vista creatiu... això em degué portar a escriure. Ah, i no em considero lletraferit! No sóc un gran lector ni havia escrit mai res. El que m'agrada és poder crear alguna cosa... si n'hagués sabut potser ara faria música però aquest [l'escriptura] ha estat el mitjà que he tingut més a l'abast per crear.

**I trobes que aquesta formació científica i la teua carrera investigadora t'han donat eines i mètodes per a escriure una novel·la tan original?**

Clarament penso que sí. Per a escriure he aplicat el mètode de la falsificació científica: "intentaré escriure la novel·la com si fos un gran experiment", em vaig dir. No he escrit més de 2 o 3 frases seguides, a la novel·la. Escrivia frases i hi experimentava intentant enllaçar-les. En el meu mètode científic les hipòtesis de les quals partia eren les frases que posteriorment intentava enganxar seguint aquets laboriós procés. No he escrit cap paràgraf de forma fluida, tot ha estat construït com si es tractés d'un puzzle.

Per altra banda, l'altra eina que m'ha donat la ciència ha estat el fet de ser extremadament analític. Apuntava síl·labes, reiterava sobre frases... vaig fer servir un mètode més propi del treball de laboratori que el de l'escriptor que omple fulls en moments d'inspiració.

I pel personatge principal de l'obra m'ha anat molt bé el posat "fíric" científic i les quatre petites referències a la ciència que deixa anar li acaben de donar una intel·ligència estranya i fora de lloc, que no li tocaria per l'època en la que viu. És un personatge bastant fred i calculador, tot i que parla de temes realment interiors.

**Miquel, em permets que et faci una pregunta? Ara que ja ens coneixem, almenys de fa gairebé mitja horeta, t'escolto i em pregunto tu ets de lletres o de ciències?**

[Pensa una estona, amb la mirada fixada a les línies vermelloses de l'estany de caques i respon] "Jo sóc de lletres". Sóc de lletres i se'm donen millor les ciències... una putada. No m'ho havia plantejat mai, però sóc de lletres, sí. El meu director de tesi ja em va dir "tu ets un humanista frustrat" al llegir com escrivia els articles científics.

**Abans parlàvem d'en Salvador Macip. Ell fa molts anys que està fent recerca a l'estranger. Actualment a una universitat britànica. Tu també has estat investigant a fora, entre altres llocs al prestigiós MIT, als EUA. Amb aquesta perspectiva que tens, avui que estàs desenvolupant la teva tesi doctoral a Barcelona, com veus la recerca científica a casa nostra? Què falla al nostre país perquè tants joves investigadors decideixin marxar a universitats estrangeres?**

Precisament joestic en una espècie de bombolla, ja que faig recerca a l'Institut de Recerca Biomèdica Barcelona, on tenim molt de finançament europeu. El meu àmbit d'investigació, la recerca biomèdica, és gairebé l'únic que segueix rebent suport econòmic de manera que jo, personalment com a investigador, no he viscut en un ambient de decadència però molts amics meus sí que l'han patit.

En aquest país s'ha invertit molt en recerca durant la passada dècada i, malauradament, quan deixes d'invertir-hi es perd tot el que s'havia aconseguit. L'ambient que veig ara a instituts recerca i universitats de casa nostra és de que tot va començar molt fort, per ser competitiu a primer nivell, i de sobte s'ha deixat d'invertir. Hem cagut en picat... em fa molta pena. Els sous dels investigadors són molt baixos i la recerca no està afavorida, de manera que molts joves marxen a treballar a l'estranger. És normal que ho facin. M'entristeix molt. I la solució immediata no la veig... ostarà remuntar-ho. Jo també me n'aniré del país, ho tinc decidit. Es pot treballar millor a altres llocs i a mi m'agrada molt treballar.

**Tornant a la teva obra, perdona'm la indiscreció però m'agradaria saber si la novel·la està basada en fets re-**

**als... és a dir, qualsevol semblança amb la realitat l'hem de veure com a absoluta casualitat o bé publiques el teu diari d'adolescència?**

Seria mentir-te si et digués que no es tracta d'una novel·la molt personal. Aquest personatge en molts moments té la meua visió del món i a molts moments deixa anar opinions que són opinions meves. Ahora, molts altres personatges són, dissimuladament, parts de mi. Per què no he fet així? Crec que no es pot escriure bé d'altra manera. Has de saber molt bé com va la vida i com funciona la gent per intentar escriure sense aquesta ajuda de la teua vivència.

Jo mateix em vaig dir "si la novel·la ha de ser personal, que passi a casa meua, que el personatge neixi a la mateixa època que jo, que no passés res en cap espai que jo no conegués a la perfecció". He intentat no descriure cap espai ja que fen-t'ho sovint caus en descriure coses sobrerres. A més a més vaig fer un acte d'humilitat acceptant que encara no tenia prou experiència com per atrevir-me a parlar de coses que no conec.

En resum, que es tracta d'una novel·la molt personal però no pas autobiogràfica.

**Abans d'acabar et vull felicitar, un cop més, per l'extraordinària obra i els reconeixements rebuts. La pregunta és obligada. Miquel, quan podrem trobar la teua segona novel·la a les llibreries?**

U! Trigaré molt. Jo crec que 5 o 6 anys.

Sí, intentaré escriure un altre llibre i que sigui molt diferent d'aquest primer. M'agradaria molt portar la ciència a la literatura. Jaestic donant-hi moltes voltes... i ho començo a dir a la gent per sentir-me amb el compromís de fer-ho.

*I ens acomodem al mateix lloc on hem quedat. Miro enrere i veig l'estany, ara sí, ben vermellós, reflectint algun dels fenòmens que estudien els físics i els meteoròlegs ens expliquen quan reben una foto maca dels telespectadors. Penco en la pau i la calma que es respira en aquest racó de món... i no per sota el nas. Em sento com si se m'hagués confiat un secret guardat pels autòctons al llarg dels segles. Ja no tornaré a veure aquest preciós indret amb els mateixos ulls. Jo tonto cap al bressol de la Costa Brava però sóc totalment conscient que aquí s'hi amaga alguna cosa més emocionant, potent i misteriosa que la fúria d'un temporal de llevant batent contra Sa Palomera un vespre de tardor. ■*







## Des del laboratori

### Dels minúsculs elements que completen la taula periòdica a l'immens Júpiter

Estiu de focs artificials en honor a Santa Anna i també a la ciència (malgrat el Brèxit)

S'acosta la nostra Festa Major de Santa Anna i en el seu honor el cel de Blanes es tornarà a omplir de colors. Precisament les vacances d'estiu que ara encetem també tindran un caire de celebració per a la ciència, especialment per a la química i l'astrofísica a causa de dues fires notables que s'acaben d'assolir. D'una banda ens fixarem en la Taula Periòdica dels Elements. D'altra banda anirem fins al més gran dels planetes del Sistema Solar. De la síntesi de nous àtoms a l'arribada a Júpiter. Ens fem ressò d'aquest parell de notícies que mostren, d'extrem a extrem, tot el que abasta la recerca científica.

La vam estudiar a l'escola i l'hem vist penjada a les parets dels laboratoris. És tot un símbol per a la química, fins i tot per a la ciència en general. Es tracta de la classificació, ordenada segons diverses propietats, dels minuts maons de l'Univers. I la química encara ha anat més enllà de les peces que formen tot el que coneixem. A la taula periòdica també hi tenim elements sintètics, molts dels quals només han existit durant fraccions de segon, en un laboratori de química nuclear. Precisament el passat 8 de juny

la Unió Internacional de Química Pura i Aplicada (IUPAC) anunciava els noms proposats per uns elements artificials la síntesi i caracterització dels quals no ha estat gens senzilla. Es tracta dels elements que ocuparan els quatre últims buits de la taula periòdica.

Tal com la coneixem la taula periòdica està composta per 118 caselles, cadascuna de les quals amb el símbol d'un dels elements coneguts. Avui encara hi tenim quatre forats, concretament els corresponents als elements amb nombre atòmic 113, 115, 117 i 118. Tal com mana el protocol un cop demostrada l'existència d'aquests elements artificials i tan inestables (alguns d'ells han existit durant menys d'un segon abans de la seva desintegració) els seus descobridors tenen l'honor de proposar el nom i símbol amb el qual sels col·locarà definitivament a la taula periòdica. La proposta de noms i símbols ja ha estat acceptada per la IUPAC. Es tracta del Nihoni (Nh) per l'element 113, Moscoví (Mc) pel 115, Tennessí (Ts) pel 117 i Oganesó (Og) pel 118. Volem en aquests noms homenajes al Japó, a la capital de Rússia, a l'estat

nord-americà de Tennessee i al químic nuclear rus Yuri Oganesian; reflex de la col·laboració entre grups de recerca de diversos punts del planeta per a l'assoliment d'aquesta fita.

Així, el 8 de juny comença el període de cinc mesos durant els quals tota la comunitat química internacional podem dir-hi la nostra. Si algun químic té algun motiu per no acceptar el nom o símbol d'aquests elements ara és el moment de fer-ho saber a la IUPAC. Serà el proper 8 de novembre quan aquest període de consulta acabarà i aquestes quatre últimes caselles seran col·locades definitivament i per sempre a la taula periòdica dels elements.

Aquesta és la pinta que tindrà la taula periòdica dels elements el proper 8 de novembre si la proposta dels quatre nous símbols no és rebutjada.

Tal com comentàvem a la introducció, aquest estiu també és notícia l'assoliment d'una gran fita per la NASA. L'arribada de la sonda Juno al planeta Júpiter. Es tracta d'una nau no tripulada que va sortir de la Terra fa cinc anys i ara es conver-

teix en el vehicle que més s'ha apropat al planeta gegant. Es mantindrà en òrbita al seu voltant i anirà fent diverses mesures i anàlisis amb l'objectiu de resoldre misteris que ens amaga el planeta i el conjunt del Sistema Solar. Durant el proper any i mig la sonda farà un total de 37 voltes entorn del planeta gegant i, entre altres coses, n'analitzarà la composició química enviant dades i imatges als laboratoris de la NASA. Aquest és el temps de vida de Juno, ja que passats uns 20 mesos la gravetat de Júpiter farossegarrà fins a estavellar-la sobre la seva superfície i de la nau no en quedarà ni rastre.

Podem caure en la temptació de pensar que dedicar tants esforços (econòmics, tècnics i intel·lectuals) en la síntesi d'elements que avui no tenen cap mena d'utilitat o per arribar a planetes llunyans és malgastar-los. I res més lluny de la realitat ja que, entre altres assoliments, mentre es duen a terme aquests ambiciosos projectes s'avança en el coneixement, les tècniques, l'ús de recursos i materials fins arribar a fer-se descobriments inesperats que ens toquen de ple.

Voldria acabar recordant que no tot són flors i violes, tampoc en el món de la ciència (bé, el nostre i únic món). Els resultats del referèndum a la Gran Bretanya, la passada nit de Sant Joan, no van ser per tirar coets. Tal com va dir el nostre ambador a Anglaterra, l'investigador blanenc Salvador Maçó, al telenotícies de TV3, per a la ciència el resultat a favor del Brèxit és realment negatiu. Amb aquests vots, moltes coses es van posar a la foguera i corren el perill d'acabar socarrimades. Els projectes de col·laboració entre grups de recerca del continent i del Regne Unit, les ajudes europees per a investigadors de l'illa o els projectes de mobilitat d'estudiants en formació com el conegut Erasmus. Tot s'ha pot anar en orris. I és que la ciència, malauradament, es veu massa afectada per les decisions polítiques i precisament a casa nostra ho sabem del cert... Però d'això ja en parlarem un altre dia. Anímem-nos, omplim les copes de cava blanc i celebrem, amb focs i fires, la nostra Festa Major. Glòria a Santa Anna!

PEP ANTON VIETA

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
Ac	Th	Pu	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			



DES DEL LABORATORI

## Molta química a les estores blanques de Corpus

El passat mes de gener, amb el lema "Química: la nostra vida, el nostre futur", vàrem donar la benvinguda a l'Any Internacional de la Química (AIQ2011). Entre altres motius, perquè enguany celebrem el centenari del Premi Nobel de Química per Marie Curie. Des d'aquesta secció del *Recvll*, Des del Laboratori, ja vàrem dedicar l'escrit del mes de gener a obrir les portes a l'AIQ2011.

Aquest any, des del món de la química i arreu del planeta s'estan organitzant multitud d'actes per commemorar aquesta celebració. Se celebren actes d'àmbits molt diversos. Tan diversos que, fins i tot, aquesta celebració ha arribat a la nostra

vila d'una forma ben curiosa i molt atractiva visualment. La química ha estat la protagonista de les nostres estores de Corpus.

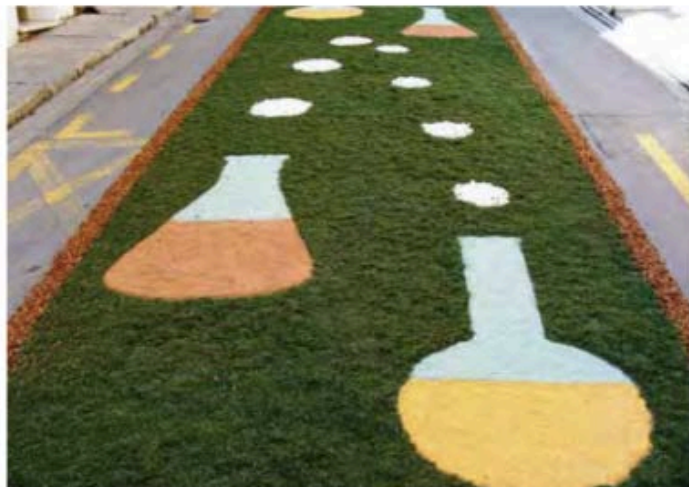
A principis d'any, l'Associació Catifes de Raval em va fer una proposta que em va il·lusionar i engrescar molt. Es tractava de proposar dissenys químics per a les estores de Corpus que enguany cobririen els carrers del veïnat de Raval. D'aquesta manera va començar el projecte que culminàrem el passat 26 de juny, Diumenge de Corpus.

A continuació presentarem fotos de les estores per tal de comentar breument la química que contenen.

### PLAÇA DE MOSSÈN QUER ▶

A la plaça de Mossèn Joan Quer vàrem poder gaudir d'una estora simètrica que contenia el logotip de l'Any Internacional de la Química al bell mig, el qual es trobava envoltat per diversos models de l'estructura helicoidal de l'ADN i alguns cromosomes.

L'ADN és la molècula responsable de contenir la informació genètica en els éssers vius i es troba cargolada en forma de doble hèlix. En vàrem parlar al *Recvll* del desembre de 2010. Per altra banda, els cromosomes són les estructures en les quals trobem l'ADN dins les cèl·lules dels éssers vius. Per tant, a l'estora de Mossèn Quer podem parlar de dues ampliacions diferents. Una primera ampliació on veiem un cromosoma i una ampliació més gran en la qual veiem l'estructura de l'ADN que, ben empaquetat, forma els cromosomes.



### ◀ CARRER DE RAVAL

Les estores del carrer de Raval varen contenir diversos motius químics, entre els quals va destacar el material de laboratori. Matrassos de fons rodó i Erlenmeyers amb un volum de dissolució de diferent color i bombollejant.

Per altra banda, a les estores del llarg carrer de Raval també hi vàrem poder apreciar el model atòmic del liti (veiem 3 electrons, clavell rosa, vermell i blanc, orbitant al voltant d'un nucli) i models de diverses molècules, entre les quals vàrem reconèixer fàcilment la de l'aigua, H<sub>2</sub>O (amb estructura que fa pensar en el cap de Mickey Mouse).





### CARRER DE FILADORS ▶

Al carrer de Filadors vàrem dedicar-lo a la taula periòdica dels elements. Per fer-ho, vàrem escriure "CORPUS CHRISTI" i "RAVAL" combinant diverses caselles de la taula periòdica, on els símbols dels elements corresponents construïen el text citat.



### ◀ CARRER DELS PAPUS

El llarg i estret carrer dels Papus era perfecte per fer-hi una senzilla estructura d'ADN, recta i plana a terra, en dues dimensions. Així, aquesta estructura era més fàcilment identificable que no la complicada doble hèlix d'ADN de la plaça de Mossèn Quer, on la tercera dimensió feia difícil de reconèixer la molècula, si no és que es veia des d'una certa distància.



DES DEL LABORATORI

## Molta química a les estores blanques de Corpus



### PLAÇA DE L'ESGLÉSIA

Finalment, a la plaça de l'Església vàrem situar-hi una molècula aromàtica. Aquests tipus de molècules estan formades per un anell de benzè (cadena de carbonis que es tanca formant un cicle hexagonal). L'aspirina (àcid acetil salicilic) és un exemple quotidià d'aquesta classe de molècules orgàniques.

Pel que fa als materials emprats per a la confecció de les estores, trobem clavell blanc, rosa i vermell, bruc garbellat, gespa, pinyó, substrat vegetal, flocs de fusta, fulles de cua de cavall, de xiprer i de falguera, així com serradures tenyides.

Cap a un quart de nou del vespre, després de la missa, la processó de Corpus

va sortir de la Parròquia de Santa Maria per fer la tradicional volta sobre les estores. El rector, presentant la custòdia sota tàlem, acompanyat pels nois i noies que enguany han fet la Primera Comunió a la nostra vila, varen caminar al compàs de la banda d'"Els Padres", que els seguia.

Un cop arribada la processó a la plaça de l'Església, des de dalt les escales de la Parròquia, Mossèn Enric va fer una molt bona divulgació de la química amb poques i encertades paraules, davant de persones que hi estan força allunyades. El rector va fer referència a "la bona química" que hi ha d'haver entre persones i a la reacció química com a un procés per unir forces (individus independents poden reaccionar per formar un ens més fort; cooperar per treballar en equip). Mossèn Enric va entonar, repetides vegades, un lema que em va agradar especialment: "Tots som química".

Després d'aquest repàs de la celebració de Corpus a la nostra vila, només em queda desitjar que passem una molt bona Festa Major de Santa Anna, blanencs i blanenques! ■

**Pep Anton Vieta i Corcoy, QUÍMIC**



ENTREVISTA

## Salvador Macip: investigador, divulgador i escriptor

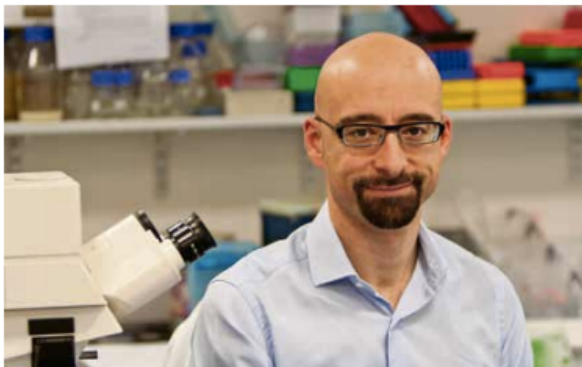
PEP ANTON VIETA

Nascut a Blanes el 1970 i doctor en medicina per la Universitat de Barcelona, Salvador Macip és un d'aquells grans investigadors que està desenvolupant una recerca científica de primer nivell a l'estranger. Quan penja la bata escriu llibres de tota mena, des d'assajos de divulgació científica a contes infantils. Quan corre per Blanes se'l veu. El trobem amb la família pel Passeig de Mar o pel Passeig de Dintre, aturant-se per saludar i amb el mòbil sempre a punt per fer algun "tuit" (@macips01) i difondre arreu la bellesa dels racons de la seva vila natal.

El bressol de la Costa Brava, hiverns suaus i estius radiant, Sa Palomera, Sant Joan... Salvador, què hi fa un blanenc a Anglaterra?

El clima no és el motiu, això segur! La raó és sobretot laboral. En aquests moments és més fàcil fer recerca a Anglaterra que a Catalunya, en general. A més, a la meua universitat col·laboro amb una colla d'investigadors, molt bons en el tema que estúdio, cosa que em permet que els meus projectes avancin més ràpid. En aquest sentit, l'entorn és perfecte. Si plougüés menys ja seria genial.

Què passa al nostre país (i en general a tot l'Estat) amb la recerca científica? Per què tenim tants investigadors reconeguts a l'estranger?



Salvador Macip, Olan Henderson

El nostre no és un país de gran tradició científica, malgrat que comparat amb la resta de l'Estat Espanyol encara estem prou bé. Només cal mirar quants premis Nobel de disciplines científiques han sortit d'Espanya i quants de la Gran Bretanya per fer-nos una idea de quina prioritat ha tingut la ciència històricament a cada lloc. A Gran Bretanya hi ha més consideració per la ciència, que es tradueix en més inversió pública, i això permet que es pugui treballar més i millor en aquests temes. Si la gent no creu que la ciència és important, els polítics no se sentiran pressionats per destinar-hi el pressupost que necessita i les coses no milloraran.

Tot i que haguem llegit el teu llibre "Què és el càncer i per què no hem de tenir-li por" encara és evident un temor cap aquesta malaltia, o conjunt de malalties, a la societat. Està justificada, aquesta por, en ple 2014?

Més que por li hem de tenir respecte. Els càncers ja no són una sentència de mort automàtica, com eren el segle passat. Més de la meitat es curen, amb percentatges que s'acosten al 75% en alguns dels més freqüents (mama, pròstata...). Per tant, hi ha motius de sobres per ser optimistes, comparat amb com estaven les coses abans. Però és cert que n'hi ha molts que se'ns resisteixen i queda molta feina per fer, això no es pot negar. Ara, si li tenim por, perdrem oportunitats de lluitar-hi. Hem de reconèixer el perill que representa, però també saber les armes que tenim i quan hem d'usar-les, i una por excessiva interfereix en tot això.

Recerca, docència universitària, llibres de divulgació científica, novel·les, contes infantils... científic i lletraferit. Tot això és compatible? Intento que ho sigui!

Són coses que m'agrada molt fer, per això trobo la manera d'invertir-hi temps. Si ens organitzem bé, tots podem fer més activitats de les que ens pensem. Només ens cal la motivació adequada.

Precisament a "Científics lletraferits", la teua darrera obra, hi podem veure la col·laboració entre diferents homes i dones de ciència, com si d'una recerca es tractés. Com s'escriu un llibre a tantes mans?

El llibre va ser una idea del Jordi de Manuel, l'altre editor del recull, i jo m'hi vaig apuntar de seguida.

El que volíem era demostrar que la separació entre ciències i lletres és artificial. Hem reunit 20 científics catalans que han triomfat en les seves feines i que, a la vegada, són escriptors amb obra de qualitat publicada. I n'hi ha més que no ens hi han cabut! El llibre és un conjunt de contes on tothom ha tingut llibertat per fer el que volgués, amb l'única condició que el tema estigués relacionat amb la ciència. Hi ha relats que sorprendran a més d'un...

I al costat de "Científics lletraferits", a les parades de Sant Jordi segurament hi trobarem "Jugar a ser déus". Quins són els grans dilemes morals amb els quals avui us trobeu els científics alhora de desenvolupar la vostra feina? N'hi ha molts, massa, fins i tot, perquè la ciència avança més ràpid que la societat. Per això ens hem de plantejar les implicaci-

ons que tots aquests nous descobriments tenen o poden tenir en un futur proper. Estem "millo-rant" l'ésser humà de moltes maneres, i encara hi ha possibilitats més radicals que aviat es faran realitat. Però això no vol dir necessàriament que ho haguem de fer tot. En el llibre expliquem històries de ficció, però amb base real, per iniciar el debat i fer pensar a mica el lector.

A partir d'aquí, proporcionem tota la informació disponible perquè cadascú decideixi si és millor anar en una direcció o una altra. És un debat cada cop més imprescindible, i tots hauríem de ser capaços de participar-hi, no només els científics.

**«El nostre no és un país de gran tradició científica, malgrat que comparat amb la resta de l'Estat encara estem prou bé»**

Per acabar, et veus fent recerca al nostre país en un futur proper? Què caldria perquè Catalunya es convertís en un país capdavanter pel que fa a la recerca científica? Perquè bons científics ja sabem que els tenim, però molts els tenim lluny. Tu n'ets un bon exemple, Salvador.

**«Si ens organitzem bé, tots podem fer més activitats de les que ens pensem»**

Si les coses canvien, si que m'agradaria tornar. Però ara és un moment especialment dolent per la ciència a Catalunya. S'estan fent coses molt interessants, i hi ha grups punters, però els recursos són tan minsos que la supervivència és difícil. Correm el risc de quedar-nos amb uns quants grups capdavanter a nivell internacional però perdre tot el "plantej" que puja, i tots els altres grups intermitjos que en el futur també podrien contribuir a la recerca d'alt nivell. Hem d'assegurar el finançament. Costa de vendre aquesta idea en temps de crisi, quan hi ha retallades a tot arreu, però la veritat és que la ciència està patint especialment, i si no ens espavilem, el mal que es farà tardarà dècades a superar-se. La ciència és un dels motors de la recuperació econòmica dels països, i això en alguns llocs ho tenim molt clar. ■





# PepQuímic

Apunts de  
Divulgació Científica

<des de 2008>

[Inici](#) [L'autor](#) [@pquimic a Twitter](#) [-Tornar al web pepantonvieta.cat-](#)

## Dels últims elements de la Taula Periòdica a Júpiter, passant pel BRèxit. Ciència de Festa Major al RECVLL de Blanes

Posted on [22 Juliol 2016](#)

sAvui a Blanes encetem la Festa Major de Santa Anna i surt publicat el número 2069 del RECVLL. Una edició especial, festiva, on hi parlo de les darreres noves científiques.

[Segueix @pquimic](#) { 1.450 seg.



Descodifica el següent codi QR per accedir al bloc <http://pepquimic.cat/> des del teu dispositiu mòbil:





Descodifica el següent codi QR per accedir al twitter de @pquimic.  
Ah, i pots clicar "follow" ;- )



# CONSTRUIR PONTS ENTRE LA UNIVERSITAT I L'ENSENYAMENT NO UNIVERSITARI. AQÜEDUCTE FINS A LA SOCIETAT.

DE GIRONA A NOTTINGHAM; INNOVACIÓ EN  
LA DIDÀCTICA I EN LA COMUNICACIÓ DE LA  
RECERCA A L'AULA DE QUÍMICA A  
SECUNDÀRIA.

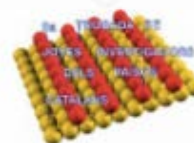
-Pep Anton Vieta Corcoy-  
josepantoni.vieta@udg.edu  
@pqumic

**iqcc**  
Institut de Química  
Computacional i Català

**CCCC**  
Càtedra de  
Cultura Científica i  
Comunicació Digital



Andorra la Vella  
Novembre de 2013



  
Universitat de Girona

 The University of  
Nottingham

Mostra Treballs de Recerca de Batxillerat



## De l'aula de l'Institut al laboratori de la **Universitat** (un viatge d'anada i tornada)

Pep Anton Vieta Corcoy  
Teatre de Blanes, 17 d'abril de 2015  
@pqumic

<http://pepqumic.cat/>

  
Universitat de Girona  
**Departament de Química**

**CCCC**  
Càtedra de  
Cultura Científica i  
Comunicació Digital

CCCCC  
Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital  
Universitat de Girona

FEICYT FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

SCIENCE ON STAGE UNITED KINGDOM

MAGSCI LA MAGIA DE LA CIENCIA

**T H E M A G I C O F T H E**  
**P E R I O D I C T A B L E**

@miquelduran @fblascoyz @pqumic  
#lamtp

London, June 2015

## The Magic of The Periodic Table: from Illusion to Game

Josep Duran (1,4), Pep Anton Vieta (2,4), Miquel Duran (1,4), Fernando Blasco (3),  
Laia Guillaumes (5, 4), Sílvia Simon (1,4)

- (1) Department of Chemistry, Universitat de Girona  
 (2) La Salle High School, Girona, and Dept. Chemistry, Universitat de Girona  
 (3) Escuela de Montes, Dept. Matemática Aplicada, Universidad Politécnica de Madrid  
 (4) Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital, Universitat de Girona  
 (5) Vedruna High School, and Dept. Chemistry, Universitat de Girona

CCCCC  
Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital  
Universitat de Girona

<http://magsci.eu> @magsci #magsci #lamtp



**ECRICE 2016**  
European Conference on Research in Chemical Education  
BARCELONA  
7-10 September



2014 número 18

Educació Química

# EduQ

Societat Catalana de Química - Filial de l'Institut d'Estudis Catalans

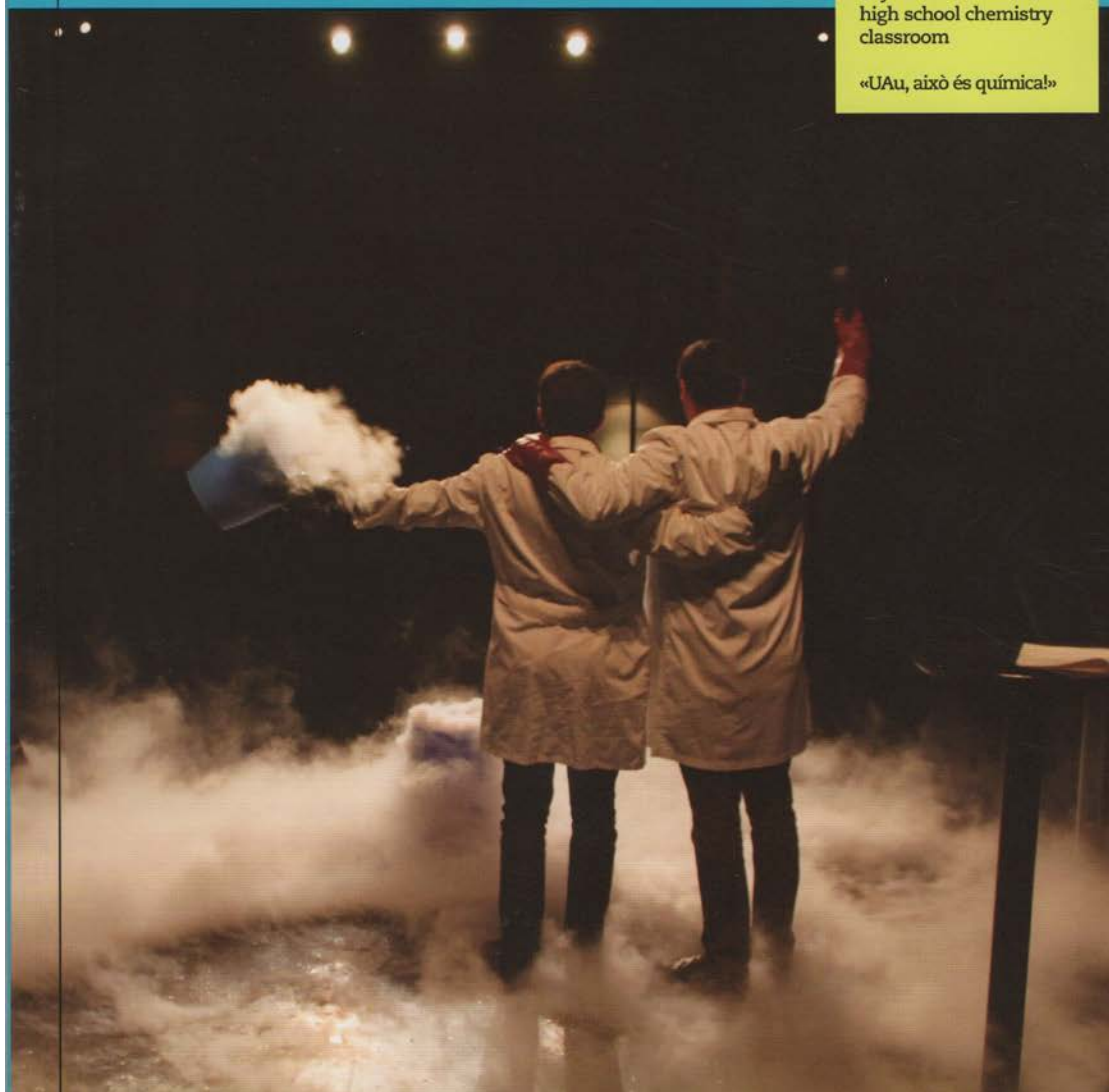
## Divulgació de la química

Divulgar la química: com, a qui i per què?

Los avances de la química y su impacto en la sociedad

«The periodic table of videos»: an excellent bridge between university research and the high school chemistry classroom

«UAu, això és química!»







**6.02 · 10<sup>23</sup>**

*Aquesta tesi doctoral s'ha acabat d'escriure a Girona  
el 23 d'octubre de 2016,*

**Dia del Mol**

Pep Anton Vieta Corcoy