

# HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA, ENSENYAMENT I LES TECNOLOGIES DE LA INFORMACIÓ I LA COMUNICACIÓ

**PERE GRAPÍ VILUMARA**

CEHIC, UAB; IES JOAN OLIVER, SABADELL.

*pgrapi@xtec.cat*

Paraules clau: *naturalesa de la ciència, aire, Moodle, TIC, animacions, replicació*

---

Information and communication technologies for the history of science in science teaching

Summary: *The prestigious journal Isis published two essay reviews in the volume 98 for the year 2007 under the generic heading of «Clio Electric». Both articles intended a reflection about the so called «digital revolution» in academic research on history of science. Internet resources are making their way both in university and secondary education, and nowadays it begins to be usual to find readings, forums, multimedia animations, videos and images concerning the teaching of history of science. The fact is that internet has become an ordinary and permanent place of learning. A reality that has to be accepted with its challenges and inconveniences. This paper is dealing with certain kind of learning activities that can allow secondary school students to gain some access to history of science and technology in their science courses. An important point of these activities is that they have been produced to be used with the content management system for educational purposes Moodle founded in the collaborative learning philosophy. The history of science may find in the ICT an appropriate companion to be implemented in science curricula.*

Key words: *nature of science, air, Moodle, ICT, animations, replication*

---

## Introducció

L'any 2007 es van publicar a la revista *Isis* dos articles que amb el títol genèric de «Clio Electric» oferien certa reflexió sobre l'impacte de l'anomenada «revolució digital» en la recerca en la història de la ciència. El primer d'aquests articles (Hatch, 2007) pretenia iniciar una discussió a l'entorn dels recursos digitals que oferia o podia arribar a oferir internet i, en aquest sentit, proposava alguns temes per debatre com: la documentació (textual, gràfica, visual o oral) assequible a internet, les publicacions digitals i els museus virtuals. El segon article (Dolan, 2007), tot recollint el repte del primer, obria una reflexió sobre la necessitat d'ubicar de nou la comunicació i la recerca acadèmiques en una nova agenda d'accés més democràtic a la informació. L'objectiu seria el de reconstruir la memòria cultural tot digitalitzant biblioteques i museus per tal de fer accessible el patrimoni cultural de la humanitat a través d'internet.<sup>1</sup> L'annex 1 recull alguns portals que permeten accedir a aquests tipus de documentació i que faciliten la recerca en la història de la ciència. En aquesta mateixa línia cal inscriure l'article d'opinió sobre la rellevància de l'enciclopèdia digital Wikipedia en la història de la ciència publicat en el butlletí de la History of Science Society (Ross, 2008).

Els recursos a internet estan també fent el seu camí en els currículums universitaris, de manera que en el camp de la història de la ciència és possible trobar lectures, fòrums, animacions multimèdia, filmacions, imatges, etc. formant part dels continguts de cursos universitaris. En aquest sentit cal destacar *Internet History Source Book Project*<sup>2</sup> i el portal ECHO<sup>3</sup> (*Exploring and Collecting History Online*),<sup>4</sup> com a buscador dissenyat per cercar informació sobre ciència, tecnologia i indústria. Aquest buscador, a diferència dels buscadors generalistes (com el totpoderós Google) que poden proporcionar centenars d'entrades per a qual-sevol tema, realitza recerques més selectives, la qual cosa facilita la feina a les persones que s'inicien en la recerca en la història de la ciència. Tant pel que fa als estudis universitaris com a l'ensenyament secundari, internet està esdevenint per als estudiants un lloc permanent i habitual d'aprenentatge. Aquesta és una realitat que cal acceptar com més aviat millor i no donar-li l'esquena, tot i els reptes i els inconvenients que presenta i que cal atendre<sup>5</sup> (Goody, 2003; Sumner, 2003).

1. En aquest sentit, el mateix any 2007, el professor Fabio Bevilacqua va tractar aquesta temàtica en la seva conferència «Challenges in the xxist century: participatory media for a community of scholars», en el simposi internacional *Reptes de la historiografia de la ciència al segle XXI* (Barcelona, 22 de setembre de 2007, IECent).

2. <http://www.fordham.edu/halsall/>.

3. No confondre amb un altre ECHO (*European Cultural Heritage Online*), <http://echo.mpiwg-berlin.mpg.de/home>, dedicat a la història de la mecànica, ciències de la vida, física i altres àrees d'interès per a la història de la ciència.

4. <http://echo.gmu.edu/index.php>.

5. En aquest sentit existeixen recursos tutoriala a internet creats amb la intenció de facilitar la formació en història de les ciències a través de la xarxa. Vegeu *Internet for the History and Philosophy of Science (Subject Center for Philosophical and Religious Studies. University of Leeds)*, <http://www.vts.intute.ac.uk/he/tutorial/hps>.

### **La naturalesa de la ciència, la història de la ciència i l'ensenyament de les ciències**

Actualment —en l'àmbit de l'ensenyament secundari— ensenyar i aprendre ciències suposa adquirir cert coneixement i comprensió tant dels fets i les explicacions bàsiques de fenòmens naturals com de la naturalesa de la pròpia ciència. Les concepcions sobre la naturalesa de la ciència són tan variades com les aproximacions que s'han fet entorn a aquesta empresa anomenada «ciència». Així trobaríem concepcions, sovint complementàries, segons la naturalesa de la ciència s'abordi des de la seva filosofia, la seva sociologia o la seva història.

Un estudi realitzat pels autors del projecte curricular *Twenty First Century Science*<sup>6</sup> proposa les competències que un alumne hauria de tenir sobre la naturalesa de la ciència en acabar aquesta etapa. En concret, un alumne hauria de ser capaç de conèixer i comprendre aspectes sobre: les explicacions científiques, la metodologia científica, la diversitat d'explicacions de la ciència, la creativitat científica, el paper de la comunitat científica i les implicacions de la ciència. Si això és així, un dels objectius generals del currículum de les ciències a la secundària hauria de pretendre, doncs, que l'alumne desenvolupés la capacitat de reconèixer la naturalesa de la ciència.

Aquestes competències es poden adquirir desenvolupant continguts acadèmics de ciències —la ciència normal en el sentit que Kuhn va donar al terme— que trobem a la vida quotidiana. Alternativament, i a vegades pot ser millor, aquestes competències també es poden adquirir situant els coneixements científics en un context històric, per conèixer tant l'origen d'algunes idees com les interaccions de la ciència, la tecnologia i la societat en el passat i en el present.

En el cas concret de l'ensenyament secundari la qüestió a discutir seria quins aspectes bàsics de la naturalesa de la ciència (accessibles als alumnes de secundària) es poden adquirir des de la història de la ciència. Així, un alumne hauria de ser capaç de conèixer i comprendre que: 1) les bones explicacions científiques han permès fer prediccions i, a vegades, controlar i modificar els fets; 2) no ha existit un únic mètode científic que proporcionés coneixements de forma automàtica però que, no obstant això, el treball dels científics té uns trets característics i diferencials; 3) existeixen diferents tipus d'explicacions entre les quals hi ha hipòtesis, lleis, teories i models proposats per explicar les dades; 4) l'elaboració d'explicacions ha estat un procés creatiu que no ha depès tan sols de dades experimentals, sinó també de l'esquema mental de l'experimentador i del seu context cultural i social; 5) la comunitat científica ha establert procediments per contrastar els descobriments i les conclusions dels científics per poder arribar a acords i consensos, i 6) l'aplicació dels coneixements científics a noves tecnologies, materials i aparells ha incidit en la vida de les persones tot mostrant els seus efectes secundaris inesperats o no volguts.

---

6. DIVERSOS AUTORS. *Ideas About Science*, Oxford, XX1st Century Science, GSCE Science.

### **El pes de l'aire. Un tema per posar la història en l'ensenyament de les ciències**

El coneixement de l'aire és un tema idoni per fer palesa la història de la ciència en l'ensenyament. La invisibilitat de l'aire l'ha convertit en un medi poc reconegut generalment per la població tant pel que fa a les seves característiques físiques com pel seu paper en molts fenòmens químics. Cal recordar que la concepció aristotèlica de l'aire com un dels quatre principis naturals va perdurar fins al final del segle XVIII. A continuació es presenten algunes activitats que permeten fer accessible als alumnes la presència de la història en l'aprenentatge de determinats continguts entorn al coneixement físic de l'aire. Aquestes activitats han estat dissenyades per ser incorporades al sistema de gestió de continguts educatius Moodle<sup>7</sup> i, en aquest sentit, s'ha fet un ús intensiu i extensiu de les TIC educatives.<sup>8</sup> Moodle és un sistema o plataforma de gestió de continguts educatius que prima l'aprenentatge col·laboratiu fonamentat en el constructivisme social, un posicionament teòric rellevant en les recerques sobre l'aprenentatge en línia. Aquesta perspectiva teòrica defensa que l'individu construeix els seus coneixements posant les seves idees en comú amb les idees d'altres —experts i iguals— amb qui les contrasta, i a partir d'aquest procés col·laboratiu arriba a cristal·litzar els seus coneixements.

Progressivament internet s'està convertint més en un mitjà de comunicació que no pas en un mer proveïdor de continguts.<sup>9</sup> Tot i així, cal reconèixer pel que fa a la presència de la història de la ciència en l'ensenyament el paper que està desenvolupant internet com a biblioteca de continguts i, particularment, de material audiovisual en proporcionar replicacions virtuals d'experiments històrics. Cal afirmar que, ara per ara, els portals d'alguns museus que acullen col·leccions de material científic i tecnològic s'han convertit en bons fons de recursos multimèdia d'història de la ciència (Annex 2). De fet, els museus que custodien la cultura material de la ciència estan en una posició immillorable per dur a terme una reconstrucció virtual del passat que es vol ensenyar. Aquests recursos tenen la virtut de combinar narracions interpretatives amb imatges d'objectes, escenografies contextualitzades, animacions i, fins i tot, audicions originals. En definitiva, són capaços d'oferir una reconstrucció virtual del passat i una interactivitat que els mitjans impresos difícilment poden assolir (Borda & Bud, 2003)

En aquest cas aquestes replicacions virtuals formen part de qüestionaris. Així, per una banda, les animacions permeten actualitzar virtualment experiments com els de Torricelli, Pascal i Von Guericke, tot recreant la seva escenografia històrica i facilitant a l'alumne una

---

7. «Moodle» és un acrònim de Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment, tot i que en anglès ha derivat cap una forma verbal per indicar la manera en què professors i alumnes poden apropar-se a l'ensenyament i a l'estudi mitjançant cursos a distància.

8. Aquestes activitats han estat elaborades per un crèdit variable adreçat a l'alumnat del tercer curs de l'ESO.

9. Jordi Adell ha descrit les formes genèriques d'utilitzar internet a l'ensenyament a través de tres metàfores: internet com a biblioteca, com a impremta i com a canal de comunicació.

visió de l'experiment en el seu context històric. Per altra banda, Moodle permet una gestió educativa del recurs gràcies a la seva facilitat d'acoblar una animació a una activitat d'aprenentatge.

### **Torricelli i el problema del buit**

El tema s'inicia tractant el rebuig a la idea del buit per part d'Aristòtil i els seus seguidors, i de la creença en la ingravidesa de l'aire. Aquesta posició va desenvolupar a l'edat mitjana la teoria de l'*horror vacui*, segons la qual l'aversion pel buit portava la naturalesa a emprar tots els mitjans al seu abast per evitar la seva aparició. Les discussions entre «plenistes» i «vacuistes» van arribar al seu punt àlgid quan Evangelista Torricelli (1608-1647) va posar en crisi la idea de l'*horror vacui* després del seu famós experiment realitzat a Florència el 1644 (Fig. 1).

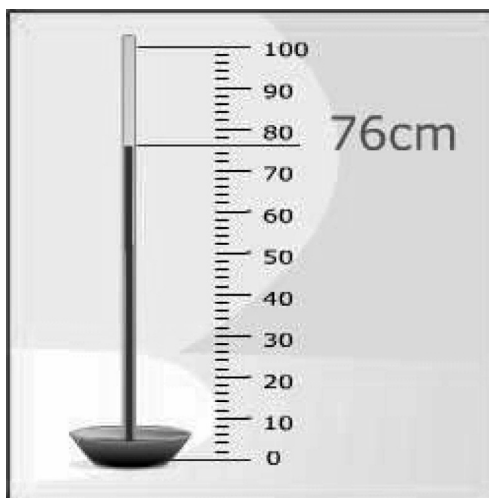


Figura 1. Retall d'un fotograma de la recreació virtual de l'experiment de Torricelli. L'animació està hostejada a l'IMSS de Florència.

### **Pascal i l'experiència al Puy de Dôme**

Torricelli havia dit que les persones vivíem al fons d'un oceà d'aire i que l'aire als cims de les muntanyes era menys pesant que a baix. Blaise Pascal (1623-1662) va utilitzar aquesta idea i va predir que si allò que havia dit Torricelli era cert aleshores la quantitat de mercuri —dins d'un tub— que l'aire podia sostenir havia de ser menor al cim d'una muntanya que a la seva base. Pascal no tenia gaire bona salut i per això el 1648 va fer pujar el seu cunyat al cim del Puy de Dôme (1.400 m) per corroborar aquesta predicció. En aquest cas no es tracta d'una replicació virtual de l'experiment al Puy de Dôme, sinó d'una rèplica del mateix experiment que van dur a terme acadèmics de l'Accademia del Cimento el 1657 (Fig. 2).

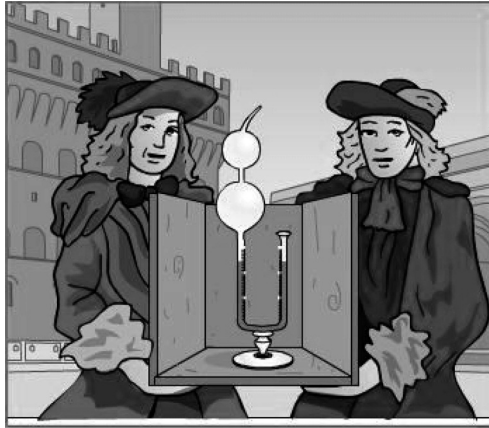


Figura 2. Retall d'un fotograma de la recreació virtual de l'experiment de Pascal dut a terme per membres de l'Accademia del Cimento. L'animació està hostatjada a l'IMSS de Florència.

### ***Otto von Guericke i la força de l'aire***

L'activitat fa referència a l'experiment que el 1656 va realitzar Otto von Guericke (1602-1686) a Magdeburg (Fig. 3). Després d'aspirar l'aire de dins d'una esfera metàl·lica formada per dues semiesferes enganxades, va comprovar com un tir de vuit cavalls amb prou feines podia separar-les. La força de l'aire era suficient per mantenir-les unides.



Figura 3. Retall d'un fotograma de la recreació virtual de l'experiment d'Otto von Guericke. L'animació està hostatjada a l'IMSS de Florència.

### Aprenentatge col·laboratiu amb la història de la ciència

Tal com s'ha esmentat anteriorment, internet s'està convertint, cada vegada més, en un canal d'intercanvi d'informació. Per altra part, el rerefons epistemològic de Moodle és el constructivisme social, per la qual cosa aquesta plataforma educativa potencia totes aquelles activitats orientades a un aprenentatge col·laboratiu. Si a tot això hi afegim que la història de la ciència proporciona situacions de debat que fan palesa l'existència de controvèrsies i debats en la ciència, aleshores l'acoblament de totes aquestes perspectives permet generar activitats d'aprenentatge en les quals els alumnes comparteixin coneixements tot treballant el context històric d'esdeveniments científics concrets. Mòduls com els fòrums, xats, wikis i glossaris permeten construir aquests tipus d'activitats.

Per tractar el tema de l'aire s'ha proposat un fòrum de debat per posar de manifest que en ciències, sovint, no hi ha hagut una única manera d'explicar els fenòmens. A partir de l'experiència (Fig. 4) d'omplir un vas d'aigua, tapar-lo amb un full de paper, capgirar-lo i observar com no cau l'aigua; es demana que s'expliqui aquest fenomen a partir tant de la idea aristotèlica de l'aversion al buit com de les idees de Torricelli i de Pascal sobre la pressió atmosfèrica.




Figura 4. Seqüència de les manipulacions realitzades per dur a terme l'experiència que és objecte de debat al fòrum.

Aquesta és una experiència que es pot fer tan fàcilment avui dia com dos mil anys enre. Els participants d'aquest fòrum han d'esforçar-se per donar les seves opinions des de perspectives científiques diferents, adonar-se que les dues perspectives poden donar explicacions teòricament coherents, contradir, modificar o donar suport a les explicacions dels altres; en definitiva, reviure una polèmica científica i, per tant, conèixer un tret característic de la naturalesa de la ciència.

L'altre tipus d'activitat col·laborativa utilitzada ha estat la confecció d'un glossari per recollir les biografies dels personatges que van sorgint en els diferents temes. A diferència

**ptolomeu**  
per Tania García Madrid - diumenge, 10 febrer 2008, 17:49



**Nom:** Claudius Ptolemeu  
**Lloc i data del naixement:** Ptolemais Hermiu, al voltant del 85.  
**Lloc i data de la mort:** Canop, al voltant del 165.  
**Estudis que va fer de jove:** Astronomia, geografia i matemàtiques.  
**Detalls personals de la seva vida:** Li agradava la música. Va escriure un tractat de teoria musical.  
**Recerques:** Va ser un bon geògraf que va descriure el món de la seva època. Va ser autor del tractat d'astronomia conegut com *Almagest*. Hereu de la concepció de l'Univers de Plató i Aristòtil, creia que la Terra estava immòbil i ocupava ocupant el centre de l'Univers, i que el Sol, la Lluna, les estrelles i els planetes, giraven al seu voltant.

Valoracions: 8 / 10

Figura 5. Exemple d'una entrada al glossari de biografies.

del fòrum de debat anterior, en el glossari de biografies (Fig. 5) no es tracta tant de contrastar opinions sinó de potenciar les aportacions individuals en benefici de tot el col·lectiu. Les biografies dels personatges que sorgeixen solen captivar força l'atenció dels alumnes (en general la vida dels altres sol despertar interès). L'activitat pretén enfocar aquest interès cap a personatges de les ciències per fer-los més propers i, a vegades, desmitificar-los.

**Científics de prop** timeline

● Galileu Galilei ● William Harvey ○ Evangelista Torricelli ○ Blaise Pascal

Feb 15, 1564 Mar Apr Oct 15, 1608 Jun 19, 1623 Jul

- PROTESTANTISME**  
Nov 10, 1483 - Feb 18, 1546  
Marli Luter fou un teòleg alemany sacerdot qui va iniciar, per mitjà dels seus escrits i qüestionaments
- Tycho Brahe**  
Dec 14, 1546 - Oct 24, 1601  
Astrònom
- Galileu Galilei**  
Feb 15, 1564 - Jan 8, 1642  
Físic, matemàtic
- William Harvey**  
Apr 1, 1578  
Va ser metge a un hospital de Londres.

Figura 6. Línia de temps de personatges científics.



Com que cal aprofitar aquells bons recursos que existeixen a la xarxa i que ajuden a enganxar l'alumnat, aquesta activitat està connectada a dues més. Una consisteix a ubicar els personatges cronològicament, afegint les seves biografies en una línia de temps (*timeline*) que també pot permetre relacionar personatges i fets de les ciències amb el seu context social, artístic, literari, religiós i filosòfic (Fig. 6). L'altra activitat permet ubicar els diferents personatges geogràficament i adquirir així una visió més local de les activitats científiques (Fig. 7).



Figura 7. Mapa de la ubicació geogràfica dels personatges.

### A tall de conclusió

Resulta evident que internet està esdevenint per als estudiants un lloc permanent i habitual d'aprenentatge. Aquesta és una realitat que cal acceptar com més aviat millor i no donar-li l'esquena, tot i els reptes i els inconvenients que presenta i que cal atendre. L'ús de la història de la ciència i de la tècnica en l'ensenyament de les ciències és una assignatura pendent del currículum de les ciències a secundària. Aquest article pot ajudar a posar de manifest com internet i les TIC educatives poden facilitar l'elaboració d'activitats per impulsar la presència de la història en l'ensenyament de les ciències amb unes perspectives d'èxit que, m'atreveria a dir, fins ara no hem tingut.

## Bibliografia

BORDA, A; BUD, R. (2003), «Engaging with Science and Culture: Major Missions across Cyberspace to Share Good History». A: MOSELEY, D. J. (ed.), *The Challenges of using the Worl-Wide Web in Teaching History of Science*, Leeds, Philosophical and Religious Studies Subject Center, Learning and Teaching Support Network, 26-32.

DOLAN, B. (2007), «Clio Electric: Online Resources in Post-1750 History of Science, Medicine, and Technology», *Isis*, **98**, 2, 355-360.

GOODAY, G. (2003), «The Challenge of Using World-Wide Web Resources to Enhance Student's Learning of History/Philosophy of Science, Tehcnology and Medicine», A: MOSELEY, D. J. (ed.), *The Challenges of using the Worl-Wide Web in Teaching History of Science*, Leeds, Philosophical and

Religious Studies Subject Center, Learning and Teaching Support Network, 5-10.

HATCH, R. A. (2007), «Clio Electric: Primary Texts and Digital Research in Pre-1750 History of Science», *Isis*, **98**, 1, 150-160.

ROSS, S. (2008), «Wikipedia and the History of Science», *Newsletter of the History of Science Society*, **37**, 1, 1 i 6.

SUMNER, J. (2003), «A Web Development Policy for History of Science, Technology and Medicine Teaching». A: MOSELEY, D. J. (ed.), *The Challenges of using the Worl-Wide Web in Teaching History of Science*, Leeds, Philosophical and Religious Studies Subject Center, Learning and Teaching Support Network, 22-25.

## ANNEX 1

Portals on es pot trobar documentació històrica original digitalitzada:

- Gallica (Bibliothèque Nationale de France):  
<http://gallica.bnf.fr/>
- CNUM (Conservatoire Numérique des Arts et Métiers):  
<http://cnum.cnam.fr/>
- Bibliothèque Internuniversitaire de Paris:  
<http://www.bium.univ-paris5.fr/histmed/debut.htm>
- The British Library Online Gallery:  
<http://www.bl.uk/onlinegallery/homepage.html>
- Google Book Search:  
<http://www.bl.uk/onlinegallery/homepage.html>
- Istituto e Museo di Storia della Scienza de Firenze:  
<http://fermi.imss.fi.it/rd/bd>
- Discórides (UCM):  
[http://www.ucm.es/BUCM/foa/english\\_version/dioscorides.htm](http://www.ucm.es/BUCM/foa/english_version/dioscorides.htm)
- Université de Bordeaux:  
<http://thesis.bu.u-bordeaux1.fr/ouvrages/index.html>
- Académie des Sciences:  
[http://www.academie-sciences.fr/archives/histoire\\_memoi-re.htm](http://www.academie-sciences.fr/archives/histoire_memoi-re.htm)

Projectes individuals on a més de textos originals dels autors s'hi pot consultar la seva correspondència:

- Galileo: <http://galileo.rice.edu/index.html>
- Hartlib: <http://www.shef.ac.uk/library/special/hartlib.html>
- Boyle: <http://www.bbk.ac.uk/boyle/>
- Newton: <http://www3.imperial.ac.uk/>
- Einstein: <http://www.alberteinstein.info/>
- Darwin: <http://darwin-online.org.uk/>
- Lamarck: <http://www.lamarck.cnrs.fr/>
- Linnaeus: <http://linnaeus.c18.net/Doc/presentation.php>
- Lavoisier: <http://moro.imss.fi.it/lavoisier>
- Leibniz: <http://leibnizviii.bbaw.de/>
- Buffon: <http://www.buffon.cnrs.fr/>
- Ampère: <http://www.ampere.cnrs.fr/>

## ANNEX 2

Portals on hi ha recursos rellevants d'història de la ciència per ser utilitzats en els cursos de ciències:

- CNAM (Conservatoire Nationale des Arts et Métiers):  
<http://www.arts-et-metiers.net/musee.php?P=191&lang=fra&flash=f>
- IMSS (Istituto e Museo di Storia della Scienza):  
<http://www.imss.fi.it/espo/indice.html>
- The History of Science Museum at Oxford University:  
<http://www.mhs.ox.ac.uk/index.htm>
- Ingenious (National Museum of Science and Industry):  
<http://ingenious.org.uk/>
- Pavia Project Physics (Università degli Studi di Pavia):  
<http://ppp.unipv.it/PagesIT/pppit.htm>
- Making the Modern World (National Museum of Science and Industry):  
<http://www.makingthemodernworld.org.uk/>
- MNCT (Museo Nacional de Ciencia y Tecnología, Madrid):  
[http://www.mec.es/mnct/movimientos/CD/index\\_ciencias.html](http://www.mec.es/mnct/movimientos/CD/index_ciencias.html)