

## CURSO ABERTO *QUÍMICA, UNHA CIENCIA EXPERIMENTAL*

**BERMEJO, MANUEL R.**  
**FERNÁNDEZ FARIÑA, SANDRA**  
**FERNÁNDEZ GARCÍA, M. ISABEL**  
**GÓMEZ FÓRNEAS, ESTHER**  
**GONZÁLEZ NOYA, ANA M.**  
**MANEIRO MANEIRO, MARCELINO**  
**MARTÍNEZ CALVO, MIGUEL**  
**PEDRIDO CASTIÑEIRAS, ROSA**  
**RODRÍGUEZ SILVA, LAURA**  
**ROMERO CASTRO, MARÍA J.**  
**ROUCO MÉNDEZ, LARA**  
**VELO HELENO, ISABEL**

*Grupo de Innovación Docente CienciaNOSA  
Universidade de Santiago de Compostela*

**FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, BEATRIZ**  
*IES Ánxel Fole*

**GARCÍA SEIJO, M. INÉS**  
*IES Lucus Augusti*

### **Resumo**

As medidas de confinamento derivadas da pandemia da COVID afondaron na necesidade do desenvolvemento de ferramentas educativas en liña ás que o alumnado poda acceder en remoto autonomamente de maneira asíncrona. Neste artigo descríbese a nosa proposta dun curso aberto de química en liña a partir dun enfoque experimental, baseado principalmente en prácticas de laboratorio coas que se pretende introducir os conceptos desta disciplina. O curso está dividido en seis leccións ou módulos, para cada un dos cales se elaborou un resumo, un conxunto de vídeos e un cuestionario de avaliación. O curso completo comprende vinte e seis vídeos e está en aberto, xa á disposición da comunidade educativa.

## 1. INTRODUCCIÓN

Unha consecuencia colateral da pandemia da COVID foi a adaptación obrigada a novas tecnoloxías no contorno da aprendizaxe, ampliando e desenvolvendo a denominada aprendizaxe en liña (Flores-Tena, 2020; Impey e Formanek, 2021). A experiencia dos docentes e alumnado neste contexto foi diversa e desigual, debido a un conxunto de variables que non imos debullar neste artigo. Moi probablemente se podería concluír que para a maioría dos procesos de ensino, a docencia en liña non está en condicións de ser substitutiva da presencial, pero oferta ferramentas que poden complementar o proceso de ensino-aprendizaxe. Entre esas ferramentas atópanse os cursos abertos masivos en liña (MOOC, polas súas siglas en inglés), que intensificaron a súa oferta durante o período da COVID.

Os MOOC son unha ferramenta de aprendizaxe en liña baseada no principio da educación aberta e na cal o alumnado pode desenvolver a súa formación a distancia e de xeito asíncrono en función das súas posibilidades e motivacións para avanzar no coñecemento de temas específicos. A súa orixe está nas universidades norteamericanas, e pode incluso situarse o xerme co curso “Connectivism and Connective Knowledge” creado por George Siemens e Stephen Downes no ano 2008 na Universidade de Manitoba en Canadá (Torres e Gago, 2014).

No grupo de innovación docente CienciaNOSA, da Universidade de Santiago de Compostela, levamos anos co obxectivo de procurar dotar á lingua galega de novas ferramentas multimedia para o ámbito científico tendo presentado anteriormente o denominado *proxecto funil* (Bermejo e outros, 2016), accesible no portal [www.funil.gal](http://www.funil.gal), que consistía nun libro electrónico de prácticas de laboratorio de química e unha serie de vídeos onde se visualizan os procedementos, as técnicas e o desenvolvemento práctico no laboratorio de química. A experiencia do noso equipo docente evidenciaba a necesidade de ofrecer novas fórmulas de transmisión do coñecemento que conectaran coa xuventude da nosa sociedade. Na presentación do proxecto funil xa manifestabamos que un laboratorio virtual nunca podería substituír ao laboratorio real, pero si complementar a formación do alumnado, axudar a fixar conceptos e impulsar a inquietude ou vocación científica da nosa xuventude.

Como continuación do traballo nesta liña, no ano 2018 formulamos un novo proxecto de proposta de MOOC en Química na *I Convocatoria de Proxectos de Innovación Educativa en MOOC*, que foi seleccionado como primeiro e único proxecto de curso aberto en liña da USC na rama de ciencias experimentais (CienciaNOSA, 2018). Os materiais do curso xa estaban elaborados e listos para poder utilizalos no cuarto trimestre do ano 2018, pero diferentes impedimentos administrativos non permitiron que o curso se implantase nas plataformas dende as que se imparten estes cursos a nivel mundial, en particular pola imposibilidade de ofertalo en lingua galega segundo os criterios que rexen nestas plataformas.

O obxectivo deste artigo non é cuestionar as implicacións éticas sobre as vías para implementar estes cursos, pero unha realidade sobre a que é necesario reflexionar é que as plataformas sobre as que se están desenvolvendo as revolucións tecnolóxicas no contorno da aprendizaxe pertencen ao ámbito privado, isto é así tanto para as que permiten realizar videoconferencias, aloxar vídeos, interactuar por redes sociais, etc., como para as plataformas MOOC de educación en liña (no caso particular da plataforma elixida pola USC para aloxar os cursos en liña creados polos seus docentes, trátase de *Miríadax*, un proxecto sustentado polo Banco Santander e Telefónica). Este feito implica ter que cumprir os criterios que elas establezan para o uso destas ferramentas, o que pode derivar nunha concepción uniforme e imposta do ensino-aprendizaxe en liña (Adam, 2019).

Outro dos puntos críticos a considerar no desenvolvemento destas ferramentas que precisan duns medios tecnolóxicos en mans privadas é a cuestión da mercantilización do ensino, que

deriva nunha ampliación da fenda entre os sectores máis ricos e os máis pobres (Martínez e Bordignon, 2020). Neste sentido, cabe subliñar que aínda que a definición de MOOC implica que o curso sexa aberto e gratuíto, finalmente para conseguir unha acreditación de telo realizado na grande maioría dos casos ten un custe económico. Tampouco se cumpre a condición de aberto cando os cursos en realidade están aloxados en plataformas creadas por empresas que non teñen interese en compartir os seus cursos de forma aberta, de maneira que como mínimo hai que rexistrarse na plataforma para acceder aos contidos.

No caso do noso proxecto, tras máis de tres anos de espera co material elaborado, no grupo CienciaNOSA decidimos publicar a maior parte das ferramentas elaboradas nunha páxina web propia (<http://funil.gal/mooc-curso-aberto.html>) para facelo accesíbel á comunidade educativa galega. Trátase do mesmo portal no que inicialmente tiñamos os materiais do *proxecto funil*, pero habilitando unha sección diferenciada para acceder ao novo curso (Figura 1).



**Figura 1.** Código QR de acceso ao curso *Química, unha ciencia experimental*

O curso creado está dirixido a alumnado do segundo curso de bacharelato ou do primeiro curso de química dos diferentes graos universitarios que inclúen esta materia. O seu título é *Química – Unha ciencia experimental*, un curso deseñado para ofertar os contidos básicos da materia de química cun enfoque empírico. Este enfoque fundaméntase en que a maioría dos coñecementos nesta área son froito da observación e do ensaio, por exemplo así descubriu Lavoisier a conservación da masa ou Dalton a lei das proporcións múltiples.

## 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA E METODOLÓXICA

Os MOOC baséanse nun formato derivado da escola condutivista de pedagogía da educación. Trátase dun tipo de curso aberto ofertado a través de contornos virtuais de aprendizaxe dentro da área de educación a distancia. O deseño pedagóxico dos MOOC fundaméntase en que orienta, organiza, estrutura, sistematiza, explicita e publicita a acción formativa que se leva a cabo (Raposo, Martínez-Figueira e Sarmiento, 2015). O desenvolvemento destes cursos pivota sobre o estudantado e os seus procesos de aprendizaxe, procurando a co-construción dunha aprendizaxe autónoma e autorregulada. No caso do presente curso eliximos un modelo híbrido baseado en contidos e en tarefas.



**Figura 2.** Detalle da lista de distribución da canle de YouTube onde están recollidos os vinte e catro vídeos do curso *Química, unha ciencia experimental*

O curso deseñado por nós tenta, ademais, fuxir do enfoque teórico co que ás veces se ensina a química, evitando a memorización de datos para centrar o ensino nunha comprensión dos conceptos a través dos cambios experimentais que provocan. No ámbito da química moitas veces o proceso de ensino-aprendizaxe está orientado á conceptualización e a representación simbólica

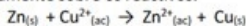
máis que á experimentación, esquecendo que a comprensión dos fenómenos e reaccións químicas se pode acadar a través de actividades prácticas. O curso *Química – Unha ciencia experimental* pretende recuperar a esencia experimental desta materia. Deste xeito, os diferentes conceptos de estequiometría, equilibrio químico, ácido/base, etc., introdúcense visualmente co cambio químico que provocan: a cor, o fume, a formación dun precipitado ou a súa desaparición, etc.

Os obxectivos do curso inclúen a familiarización do alumnado cos conceptos fundamentais da química, a formación nesta disciplina a través de casos de experimentación que lle resulten amenos e atractivos e que lle permitan decatarse da importancia desta materia e a súa relación coa vida cotiá.

O curso está dispoñible en aberto pero para a súa elaboración e mantemento utilízanse aplicacións como o Microsoft Forms (para os cuestionarios) ou YouTube (onde se aloxan os vídeos, ver Figura 2).

**Celas galvánicas ou voltaicas**

Pódese aproveitar a enerxía liberada por unha reacción redox espontánea. Os electróns son forzados a pasar a través dunha vía externa en lugar de actuar directamente sobre os reactivos:



Os metais conectados polo circuito externo chamámolos electrodos sólidos.

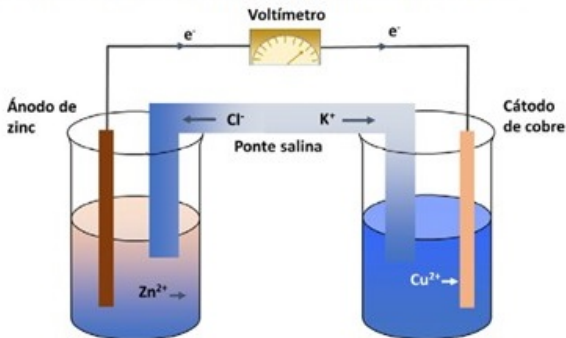


Figura 6.2. Esquema dunha cela voltaica

Electrodo no que se produce a oxidación: ánodo  $\text{Zn}_{(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(ac)} + 2e^-$

Electrodo no que se produce a redución: cátodo  $\text{Cu}^{2+}_{(ac)} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$

Ponte salina: cede ións para manter neutralidade de cargas nas dúas semicelas da pila.

Nunha cela voltaica é favorable enerxeticamente para os electróns fluir do ánodo cara ao cátodo pois hai unha diferenza de enerxía potencial entre as dúas semicelas.

Ao potencial ou forza motriz que move os electróns a través do circuito externo chamámola forza electromotriz (fem) ou potencial de cela. Depende de: i) a reacción química que ten lugar na cela; ii) a concentración dos reactivos/produtos (nas condicións estándar ou normais: 1 M); iii) a temperatura (nas condicións estándar ou normais: 25 °C).

O potencial da cela redox está relacionado coa enerxía libre de Gibbs segundo a expresión:

$$\Delta G = -nFE$$

onde F é a constante de Faraday (–96500 J/mol.e)  
n é o número de moles de electróns transferidos

En condicións normais  $\Delta G^\circ = -nFE^\circ$

Para condicións diferentes das normais aplicase a ecuación de Nerst:

$$E = E^\circ - (0.0591/n) \log Q, \text{ sendo } Q \text{ o cocente de reacción}$$

**Relación potencial-enerxía libre**

**Electrólise**

Se as reaccións redox espontáneas dan lugar ás celas voltaicas e xeran electricidade, coa

Figura 3. Detalle da ficha resumo do tema de reaccións de oxidación-redución

### 3. DESENVOLVEMENTO

O curso *Química, unha ciencia experimental* consta de seis temas, para cada un dos cales se lle ofrece ao alumnado:

- un resumo cos principais conceptos de cada módulo baseándonos en exemplos prácticos e cotiás (Figura 3);
- unha serie de audiovisuais que inclúen experimentos de laboratorio, no global do curso recóllense 24 pezas audiovisuais;
- un cuestionario para que o alumnado comprobe o seu progreso en cada un dos temas (Figura 4).

4. Os coeficientes estequiométricos:  
(5 puntos)

- indican o número de gramos que reaccionan dos reactivos
- sempre son números enteiros
- póñense tanto en reactivos coma en produtos
- só é obrigatorio poñelos nos reactivos dunha reacción

5. O rendemento teórico dunha reacción:  
(5 puntos)

- obtense dividindo o número de gramos obtidos nunha reacción e multiplicando por 100
- sempre é maior que o experimental ou real
- ten que axustarse ao real
- calcúlase ao pesar o produto na balanza

6. Cando se prepara unha disolución acuosa de ácidos e bases hai que engadir:  
(5 puntos)

- a base sobre o ácido
- o ácido sobre a base
- ao mesmo tempo ácido e base
- a auga ao final

7. O material de vidro graduado:  
(5 puntos)

- pódese meter na estufa
- ...

**Figura 4.** Detalle dunha sección do cuestionario do tema de conceptos básicos. O cuestionario está creado na aplicación Forms de Microsoft

Os módulos nos que se divide o curso son:

**Tema 1. Conceptos básicos.** A historia da humanidade está estreitamente ligada á da química. Dende as sociedades antigas ata as modernas necesitamos transformar materiais para construír ferramentas, procuramos técnicas de conservación e preparación de alimentos ou buscamos substancias que nos curasen das enfermidades. Todo isto, e máis, implica química, a ciencia experimental que estuda a composición, estrutura e as propiedades da materia, así como as transformacións que ocorren nesta. Neste primeiro tema preséntase (ver Figura 5) o material que utilizamos no laboratorio, á vez que se fai un repaso das normas de seguridade e se discuten cales son as claves para realizar cálculos estequiométricos. Vense, tamén, algunhas técnicas para separar os compoñentes dunha mestura; deste xeito destíllase viño para despois determinar o seu grao alcólico e tamén se preparará un aceite esencial.

The image shows a screenshot of the 'funil.gal' MOOC website. At the top, there is a navigation menu with links: 'Inicio', 'Que é funil.gal', 'Prácticas', 'Vdeos', and 'Manual'. Below the menu, it says 'MOOC Curso aberto' and 'funil.gal laboratorio visual de química'. On the left, there is a sidebar with the text 'MOOC Curso aberto' and 'Química - Una ciencia experimental'. Below this, there is a list of topics: 'Tema 1 Conceptos básicos', 'Tema 2 Disolucións e as súas propiedades', 'Tema 3 Sistemas coloidais', 'Tema 4 Equilibrio químico', 'Tema 5 Reaccións ácido-base', and 'Tema 6 Reaccións redox'. The main content area is titled 'Tema 1 Conceptos básicos' and features a video player with the USC logo (Universidad de Santiago de Compostela) and the text 'Conceptos básicos'. Below the video player, there is a list of links: 'Acceso ao vídeo de material de laboratorio', 'Acceso ao vídeo de normas de seguridade', 'Acceso ao vídeo de determinación grao alcólico dun viño', 'Acceso ao vídeo de obtención de esencia de lavanda', 'Acceso ao vídeo de Cálculos estequiométricos', and 'Acceso ao cuestionario do tema 1'. At the bottom of the sidebar, there are social media icons for Facebook, Twitter, and YouTube.

Figura 5. Imaxe do aspecto da páxina web co acceso ao materiais do tema 1 de conceptos básicos.

**Tema 2. Disolucións e as súas propiedades.** Son poucas as substancias que aparecen ou se manexan coma puras, senón que a maioría se atopan mesturadas. Unha disolución é unha mestura homoxénea de dúas ou máis substancias, das cales, á que aparece en maior cantidade chamarémola disolvente e á outra (ou outras) soluto. Neste tema verase como preparar disolucións e como realizar os cálculos para saber a composición desa disolución. Con estes obxectivos prepararase unha disolución de fertilizante do tipo NPK, ou sexa, que conteña nitróxeno, fósforo e potasio. Tamén se preparará caldo bordelés, un fungicida que se pode utilizar en agricultura ecolóxica a base de sulfato de cobre, e obterase un biocarburente a partir dun aceite.

**Tema 3. Sistemas coloidais.** As disolucións son mesturas homoxéneas que se estudan no tema anterior, xunto coas súas propiedades; outro tipo de mesturas son as heteroxéneas, como por exemplo auga e areia, que se poden separar mediante filtración, pero hai un terceiro tipo de sistemas, intermedios entre estes dous modelos de mesturas. Son os coloides, que non son mesturas homoxéneas pero tampouco se poden separar por filtración, e que xogan un papel moi importante tanto na nosa vida como na industria. O leite, a manteiga, a pasta de dentes ou a maionesa son exemplos de coloides. Neste tema estudaranse as propiedades destes sistemas coloidais, como son o efecto Tyndall e o movemento browniano, tamén se separarán os diferentes compoñentes do leite: graxa, albúmina, caseína, etc., introducíndose así novas técnicas de separación de substancias, como a centrifugación.

**Tema 4. Equilibrio químico.** En química aprendemos que no proceso de reacción química, os reactivos transfórmanse en produtos. Algunhas veces o sentido da reacción é unicamente ese, de reactivos a produtos e temos procesos que chamamos irreversíbeis. Pero a maioría dos procesos son, en realidade, reversíbeis, e pode darse transformación química nun sentido ou noutro. Porén, cando se igualan as velocidades de reacción nos dous sentidos mantéñense as concentracións de reactivos e produtos. Chegamos ao equilibrio químico. Trátase dun concepto moi habitual en química, gobernado pola constante de equilibrio e tamén polo principio de Le Chatelier. Os temas que restan neste curso abordan diferentes tipos de equilibrio, o equilibrio ácido-base e o equilibrio redox. Neste tema preséntanse algúns destes conceptos relacionados co equilibrio químico, e tamén se verá un exemplo de equilibrio heteroxéneo no que se prepara carbonato cálcico.

**Tema 5. Ácidos e bases.** Xa dende a antigüidade se coñecen os ácidos e as bases (ou alkalis, como se chamaban daquela). Chamábenselle ácidos a unha serie de substancias que tiñan sabor agrio, como o zume de limón, e que podían incluso disolver metais; pola contra, as bases, de sabor amargo, provocaban unha sensación esvarosa ao tacto (por exemplo, o xabón). Hoxe definimos os ácidos como a aquelas substancias capaces de liberar protóns mentres que as bases poden captalos. Algúns dos procesos máis importantes dos sistemas químicos e biolóxicos son reaccións ácido base. Neste tema prepararase un indicador ácido-base natural con col lombarda, aprenderase a realizar unha valoración ácido-base coa que poder calcular o grao de acidez dun vinagre ou determinarase o contido de calcio nunha mostra de penso.

**Tema 6. Reaccións de oxidación-redución.** A área da química que estudia a conversión entre a enerxía eléctrica e a enerxía química é a electroquímica. Os procesos electroquímicos son reaccións redox onde a enerxía liberada por unha reacción espontánea transfórmase en electricidade, ou a electricidade utilízase para inducir unha reacción química na electrolise. Nas reaccións redox transfírense electróns dunha



substancia a outra. A perda de electróns durante a oxidación dun elemento distínguese por un aumento no seu número ou estado de oxidación. Neste tema verase como descompoñer electroquimicamente auga para obter hidróxeno, un combustible co cal podemos obter novamente electricidade para mover distintos motores eléctricos.

### 3. CONCLUSIÓNS

A irrupción dos MOOCs pode implicar unha serie de cuestións éticas que debemos ter presentes, entre elas están o aumento da fenda dixital en función das posibilidades económicas do alumnado, a mercantilización do ensino ou a imposición de criterios uniformes por parte das plataformas nas que se aloxan estes cursos, dependentes de empresas privadas.

Aínda que a docencia en liña non está en condicións de ser substitutiva da presencial para a maioría das situacións, permite ofertar novas ferramentas que poden complementar o proceso de ensino-aprendizaxe. O curso en liña *Química, unha ciencia experimental* ofrece ferramentas dispoñibles que pensamos poden ser de utilidade tanto para docentes do último curso de ensino medio como do primeiro de ensino superior. O persoal docente pode aproveitar os resumos, os vídeos e os cuestionarios elaborados tanto no seu conxunto coma unicamente utilizando aqueles materiais que se adapten mellor ao desenvolvemento da súa materia de química.

O enfoque experimental deste curso entendemos que suporá un atractivo adicional para os potenciais destinatarios.

### 4. REFERENCIAS

- Adam, T. (2019) Digital neocolonialism and massive open online courses (MOOCs): colonial pasts and neoliberal futures. *Learning, Media and technology*, **44**, 365-380.
- Aguaded-Gómez, Ignacio (2013) The MOOC revolution: a new form of education from the technological paradigm? *Comunicar*, **21**, 07-08.
- Bermejo, M. R.; Fernández-García, M. I.; Gómez-Fórneas, E.; González-Noya, A. M.; Maneiro, M.; Pedrido, R.; Rodríguez Silva, L.; Romero, M. J.; Fernández, B.; García-Seijo, M. I.; Vicente García, M. (2016) Proxecto Funil. Laboratorio visual de Química. *Boletín das Ciencias (XXIX Congreso de ENCIGA)*, **82**, 47-48.
- CienciaNOSA (2018). Química, unha ciencia experimental. En <https://ciencianosa.blogspot.com/2018/02/quimica-unha-ciencia-experimental.html>, consultado o 1/10/2021.
- Flores-Tena, M. J. (2020) The use of educational technology during COVID-19 increases the use of Moocs as a training tool in education, *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, **7**, 457-465.
- Impey, C; Formanek, M. (2021) MOOCs and 100 days of COVID: enrollment surges in massive open online astronomy classes during the coronavirus pandemic, *Social Sciences & Humanities Open*, **4**, 100177.
- Martínez Pérez, J.; Bordignon, F. R. A. (2020) Mercantilización de la educación: cuando la tecnología digital es la promesa. Informe técnico accesible en <http://sabereditales.unipe.edu.ar/images/publicaciones/2020->

---

Mercantilizacin\_de\_la\_educacin\_cuando\_la\_tecnologia\_digital\_es\_la\_promesa.pdf,  
consultado el 1/10/2021.

- Raposo-Rivas, M., Martínez-Figueira, E., & Sarmiento, J. A. (2015). Un estudio sobre los componentes pedagógicos de los cursos online masivos. *Comunicar*, **44**, 27-35.
- Torres, D., e Gago, D. (2014). Los MOOCs y su papel en la creación de comunidades de aprendizaje y participación. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, **17**, 13-34.