



## Energía, espontaneidad y equilibrio

*Alambique*, núm. 107, gener 2022

La revista *Alambique* (núm. 107) dedica el monogràfic «Energía, espontaneidad y equilibrio» a tractar els models que s'elaboren en l'educació secundària per explicar l'energia, l'espon-

taneïtat i l'equilibri dels processos físics i químics, i la forma en què els fem progressar a través dels cursos de l'ESO i el batxillerat, així com algunes de les idees de l'alumnat sobre aquests conceptes.

Quin és l'origen de l'energia absorbida o alliberada en una reacció química, per què certes substàncies reaccionen i altres no, per què cal una energia d'activació perquè s'iniciï una reacció i per què hi ha reaccions que són completes i altres que «s'aturen» abans de completar-se; aquestes són algunes de les preguntes que es plantegen en el conjunt d'articles que constitueix el monogràfic. De fet, són qüestions clau que permeten planificar la progressió dels aprenentatges.

En el primer article, «La energía de las reacciones químicas: lo que piensa el alumnado», Isabel P. Martins descriu els models alternatius que l'alumnat de secundària de quinze i disset anys utilitzen per interpretar l'energia de les reaccions químiques, a l'hora que planteja diverses hipòtesis sobre el probable origen d'aquests models i proporciona alguns suggeriments didàctics per evitar la seva formació.

En el segon article, «Construcción progresiva del concepto de espontaneidad en secundaria», Aureli Caamaño aborda els diferents models que s'utilitzen per explicar com i per què tenen lloc els processos físics i químics espontanis, des de les primeres explicacions basades en el moviment de les partícules i les seves interaccions fins a les explicacions basades en la disminució de l'energia potencial i l'augment d'una nova propietat, l'entropia, definida com una mesura del nombre de configuracions espacials i energètiques que pot adoptar un sistema.

Per la seva part, Vicente Talanquer, en «¿Por qué suceden las reacciones químicas. Desarrollo de una idea central», considera que la direccionalitat de les reaccions químiques està determinada per factors energètics i configuracionals que afecten l'estabilitat termodinàmica relativa de reactius i productes. Es constata que el raonament de l'alumnat comunament es guia per un esquema cognitiu en què el canvi es veu com a resultat

de les accions d'un agent actiu amb certes intencions, propòsits o tendències naturals. Finalment, es presenta una seqüència d'activitats d'aprenentatge per reconèixer els factors que determinen si una reacció tindrà lloc o no de manera espontània a certa temperatura.

Isabelle Kermen, en el seu article «Explicar y predecir la evolución de los sistemas químicos», presenta els resultats escolars que ha tingut la introducció d'un criteri termodinàmic –el quocient de reacció,  $Q_c$ , en relació a la constant d'equilibri,  $K_c$ –, per predir i explicar l'evolució espontània de sistemes químics en el programa de l'últim curs del batxillerat a França. L'anàlisi dels qüestionaris passats a alumnes d'aquest curs indica que els estudiants utilitzen tant models cinètics com el model termodinàmic per explicar l'aturada de l'evolució d'un sistema que es produeix quan assoleix l'equilibri químic.

Juan Quílez, en «Predicción de la evolución de equilibrios químicos perturbados. Una alternativa al principio de Le Chatelier», presenta un estudi termodinàmic que permet fonamentar un raonament alternatiu a la regla de Le Chatelier per predir l'evolució dels equilibris químics pertorbats per variació de la concentració d'una o més substàncies participants en la reacció en condicions isotèrmiques. El criteri es basa en la comparació del quocient de reacció i la constant d'equilibri.

El mateix autor també presenta en l'article «Breve reconstrucción histórica del concepto de equilibrio químico» l'evolució històrica d'aquest concepte que s'inicia amb les taules d'afinitat química que es van desenvolupar en el segle XVIII i els conceptes de «reacció incompleta» i d'«inversibilitat» que va introduir Berthollet. El relat prossegueix amb els treballs realitzats pels químics noruecs Guldberg i Waage i les primeres deduccions termodinàmiques de la constant d'equilibri portades a terme per Van't Hoff a finals del segle XIX.

Per acabar, Gabriel Pinto i Marisa Prolongo, en «Experiencias sobre la energía y la espontaneidad de las reacciones químicas», presenten diferents experiències sobre conceptes relacionats amb l'energia i espontaneïtat de les reaccions químiques: la determinació de l'energia de combustió d'un fruit sec i la determinació de l'espontaneïtat relativa de l'oxidació de metalls a partir de mesures de diferència de potencial de piles galvàniques construïdes amb parells de metalls submergits en un electròlit.

**Aureli Caamaño**

Coeditor de la revista *Educació Química EduQ*