

III.4-APLICACIÓN DE UNA PRAXIS DE INVESTIGACIÓN PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA TERMODINÁMICA EN LA GEOLOGÍA

I.G. Meza-Pardo ^{a*}, G.A. Ramos-García^a, H.A. Guerrero-Vidal^b y J.A. Cobos-Murcia^{a,b*}

^aUniversidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Ciencias de la Tierra y Materiales, Carr. Pachuca-Tulancingo km 4.5 s/n, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.

^bConsejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Depto. de Cátedras, Av. Insurgentes Sur 1582, Col. Crédito constructor, Deleg. Benito Juárez, Ciudad de México, CP 03940, México.

* Autor de correspondencia: catseven78@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo muestra dos casos de estudio en los cuales se aplicó una praxis pedagógica, la cual fue realizada simultáneamente a la clase tradicional de Termodinámica. Consiste en realizar un proyecto de investigación, el cual fue elegido por los propios alumnos que cursan la materia de termodinámica en la Licenciatura en Ingeniería en Geología Ambiental de la UAEH, considerando la afinidad de la temática a su futuro ámbito profesional y con la dirección de parte del profesor. Con ello se mejora la interpretación de procesos geológicos y se logra que el alumno desarrolle empatía con la temática y su conexión con el ámbito de aplicación, obteniendo un aprendizaje grupal e individual, favoreciendo la construcción de conocimientos experimentales, no solo teóricos sino también prácticos. Mediante la simulación con programas computacionales de los casos de estudio, con los que obtuvieron características y propiedades termodinámicas de sus sistemas, generando un análisis de los datos generados y con lo que les permite establecer un dictamen, conclusión y solución a problemas que se puedan presentar en dichas aplicaciones termodinámicas.

Palabras clave: Enseñanza, Aprendizaje, Praxis, Termodinámica, Geología.

ABSTRACT

This paper presents two case studies in which a pedagogical praxis was applied, which was conducted simultaneously with the traditional class of Thermodynamics. It is to conduct a research project, which was elected by the students enrolled in the field of thermodynamics in the Bachelor of Engineering in Environmental Geology UAEH, considering the affinity of the issue to their future professional field and the direction of the teacher. This interpretation of geological processes is improved and achieved that students develop empathy with the theme and its connection with the scope, obtaining a group and individual learning, promoting the construction of experimental knowledge, not only theoretical but also practical. By simulating with computer programs, case studies, with which they obtained characteristics and thermodynamic properties of systems, generating an analysis of the data generated and allowing them to establish an opinion, conclusion and solution to problems that can be presented in these thermodynamic applications.

Keywords: Teaching, Learning, Praxis, Thermodynamics, Geology.

1. INTRODUCCIÓN

Existen temas considerados por los propios alumnos como complejos, por pertenecer a ciencias como la Matemática, Química o Física, dando pauta a que el alumno desarrolle apatía a la temática y generando dificultad en la enseñanza-aprendizaje, lo que provoca dificultad en la interpretación y correlación en el ámbito a desarrollarse de materias tan importantes [1]. La teoría del aprendizaje enunciada por Piaget, apoya el análisis del conocimiento dentro del ámbito experimental, creando así una praxis pedagógica la cual permita al docente efectuar el proceso de enseñanza-aprendizaje de manera que optimice el desarrollo cognitivo del alumno [2]. Es por eso, que ha surgido la necesidad de utilizar diferentes medios que atraigan la atención del alumno, tales como incorporar las TIC's como herramienta de estudio y en específico programas computacionales tales como TermoGraf, HSC Chemistry, Avogadro, Mathematic, entre otros. Que permiten formar un aprendizaje consolidado, evitando la falta de concordancia, y logrando la eficiencia en el entendimiento de la información adquirida. [3] Dada esta problemática se ha implementado en el aula de clases otras propuestas didácticas, como la utilización de programas computacionales, como apoyo en la adquisición de competencias básicas que el alumno necesita desarrollar para su buen desempeño en el ambiente laboral, obteniendo resultados e interpretación de los sistemas termodinámicos estudiados en la geología y que ayuden a resolver problemáticas aplicando conocimientos adquiridos durante la clase. En este trabajo se muestran dos casos de estudio termodinámicos aplicados a la geología; el primero en la interpretación del desarrollo de los depósitos supérgenos de oro (Au) en las zonas de oxidación en yacimientos de oro [4], como resultado del proceso sucede la migración de Au y por remoción de la ganga soluble y los sulfuros. Evidenciándolo mediante la evaluación de la energía molecular de cada especie química que pudiera formarse bajo las condiciones del estudio. El segundo caso de estudio se realizó el estudio de procesos mineralógicos que suceden durante el calentamiento del mineral ortosa y su posterior cambio de fase a Leucita considerando un proceso a presión constante y construyendo diagramas que ayudan a la interpretación. [7]

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

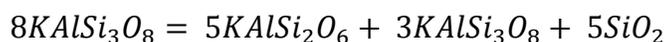
2.1. Primer caso de estudio

En este primer caso de estudio se analizó la interacción que presenta el oro nativo, aunque relativamente inerte puede presentarse en muchos depósitos de sulfuros y otras sulfosales, zonas oxidadas esencialmente en la misma condición de la mena primaria, pero en ciertas condiciones puede disolver el Au y formar complejos iónicos. Por otro lado, la energía molecular de los minerales que pueden formarse bajo estas condiciones, es una función de estado que solo depende de la composición química y por lo tanto es posible determinar cuáles serían las especies químicas favorecidas termodinámicamente en el ambiente químico presente. A partir del Au supérgenico que puede cristalizar a minerales hipógenos en este tipo de yacimientos que pueden ser generados; Oro nativo (Au), Aurostibnita (AuSb_2), Fischerita (Ag_3AuSe_2), Electrum (AuAg), y Aurocúprico (AuCu_3) [5] Para analizar la energía molecular de cada mineral se utilizó el programa computacional Avogadro, con el que se realiza el diseño de las moléculas, se optimiza la geometría y se calculó la energía molecular empleando el campo de fuerza UFF.

2.2. Segundo caso de estudio

En el segundo caso de estudio se realizó el estudio de las propiedades termodinámicas de la Ortosa y la Leucita, tales como entalpía de formación (ΔH_f) y Capacidad Calorífica (C_p). [4] Para analizar el cambio de fases entre la Ortosa a Leucita se consideró el equilibrio químico (Figura 1) entre las

especies químicas que están involucradas en el cambio de fase, y se obtuvieron los valores de las propiedades termodinámicas Energía Libre de Gibbs (ΔG) y la Constante de Equilibrio (K). Para la obtención de estos parámetros termodinámicos se utilizó el programa computacional de HSC Chemistry version 5.11. Con los datos obtenidos se construyó un diagrama de calentamiento y cambio de fase utilizando el programa computacional Microsoft Excel 2016 [6].



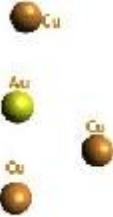
Ortosa Leucita Mezcla fundida

Figura 1. Equilibrio químico del cambio de fase entre Ortosa y Leucita.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los resultados del diseño, optimización de geometría y cálculo de energía molecular de cada mineral. Con ello le es posible al alumno identificar que la Fischerita es el mineral con menor energía molecular con 4.944 kJ/mol, en comparación con los otros minerales lo que puede correlacionarse con la mayor abundancia de estos depósitos de minerales asociados al Au.

Tabla 1. Diseño de moléculas del programa Avogadro, con su descripción.

Estructura	Nombre	Energía
	Au Nativo	0 kJ/mol
	Aurostibnita	-2.98779 kJ/mol
	Fischerita	-4.94365 kJ/mol
	Electrum	-0.156879 kJ/mol
	Aurocúprico	-0.199362 kJ/mol

En la Tabla 2 se muestran los resultados de C_p de la Ortosa entre 100 y 250°C, así como la $\Delta H_{reacción}$, $\Delta S_{reacción}$ y $\Delta G_{reacción}$, que se calcularon utilizando el programa HSC Chemistry a partir de estos resultados el alumno debió tratar y analizar los datos para el estudio del sistema de su interés.

Para determinar el calor para el calentamiento de la Ortocita (Q_c) se determina por regresión cuadrática la ecuación; $C_p = -0.0007T^2 + 0.5206T + 201.76$ (1) a partir del análisis de la variabilidad de la capacidad calorífica en función de la temperatura (Tabla 2) y de acuerdo a la definición de calor $dQ_c = C_p dT$ (2), se puede obtener $dQ_c = (-0.0007 T^2 + 0.5206T + 201.76)d$ (3).

Tabla 2. Resultados de entalpía, entropía y energía libre de Gibbs de la reacción de cambio de fase. Los resultados demuestran que el sistema gana energía, siendo un proceso termodinámico.

$T / ^\circ C$	100	125	150	175	200	225	250
$C_p / kJmol^{-1}K^{-1}$	246.1	255.4	263.3	270.0	275.9	281.0	285.5
$\Delta H_{reacción} / kJmol^{-1}$							42.320
$\Delta S_{reacción} / JK^{-1}$							- 23.409
$\Delta G_{reacción} / kJmol^{-1}$							54.567

Por otro lado, el calor de cambio de fase que corresponde a la $\Delta H_{reacción}$, por lo que el calor total

$$dQ_T = \Delta H_{reacción} + (201.76 + 0.5206T - 0.0007T^2) dT \quad (4)$$

y finalmente se obtiene el calor total Q_T de 77.653 kJmol⁻¹ utilizando la ecuación integrada (5);

$$Q = \Delta H_{reacción} - \frac{0.0007}{3} (T_2 - T_1)^3 + \frac{0.5206}{2} (T_2 - T_1)^2 + 201.76(T_2 - T_1) \quad (5)$$

En la figura 1 se muestra el diagrama de calentamiento y cambio de fase construido a partir de los datos de la Tabla 2 que fueron obtenidos mediante la ec. 5, donde el calor total del proceso representa el área debajo de la curva y que se representa matemáticamente con la ecuación integrada. Finalmente, los valores de entropía y energía libre de Gibbs, indican que la reacción no se realiza de manera espontánea y que se encuentra favorecida a la formación de la Ortosa.

Es así como se demuestra en estos dos casos de estudio que el alumno, al utilizar éste tipo de herramienta didáctica (software) puede consolidar sus conocimientos, así como darle mayor importancia a éste tipo de temática viendo la correlación que existe con el medio que se va a desempeñar terminando su carrera profesional, dando resultados eficientes dentro de su ambiente laboral.

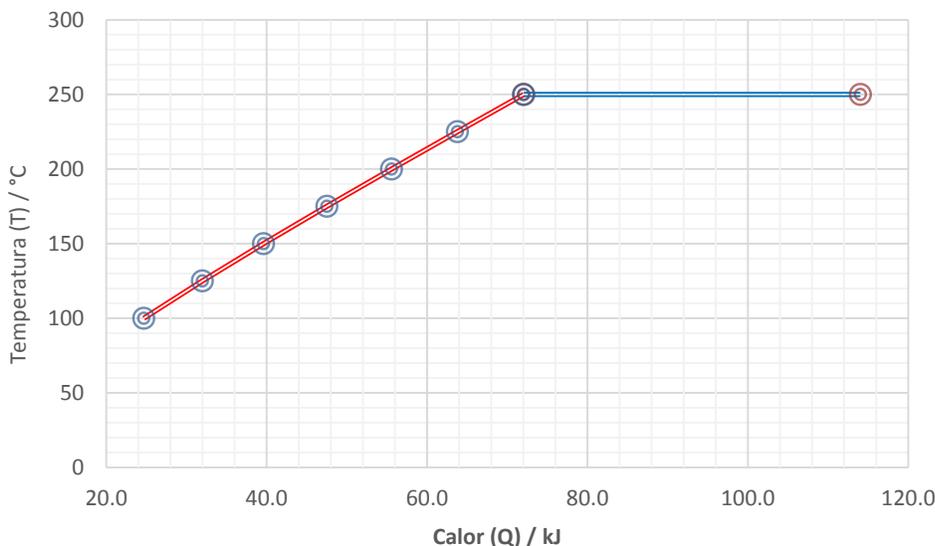


Figura 1. Se muestra el cambio de fases entre la ortosa y leucita considerando a Q. En Q_2 a temperatura se mantiene constante (250°C).

4. CONCLUSIONES

Se determinó que utilizando diferentes técnicas de enseñanza se corrobora que el alumno puede ver desarrollado su conocimiento dentro del ámbito experimental, logrando así que haya afinidad entre la temática denominada compleja y el alumno, como se puede observar en los casos de estudio los alumnos pudieron llegar a una conclusión satisfactoria que de acuerdo a la literatura preexistente [8], es concordante con resultados previos, provocando la formación de un conocimiento más sólido, de tal manera que cuando salgan al ambiente laboral sus conocimientos les sean útiles para la resolución de problemas en su ámbito de desarrollo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores IGMP, GARG y HAGV agradecen a la UAEH por los estudios de posgrado y por sus estudios de licenciatura respectivamente y JACM agradece a Conacyt, por el programa de Cátedras Conacyt.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Pozo, J.A. et al. (1991). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. Enseñanza de las Ciencias, 9(1), pp. 83-94.
- [2] Wilson A.F., (1984), Origin of quartzfree gold nuggets and supergene gold found in laterites and soils — a review and some new observations, Australian Journal of Earth Sciences, Volume 31, Issue 3, pp. 303 – 316.
- [3] Pozo, J.A. et al. (1991). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. Enseñanza de las Ciencias, 9(1), pp. 83-94.
- [4] A. Dongo: revista IIPSI, 2008, vol. 11, 167-181 pp.

- [5] Toselli, A., (2009), Elementos básicos de petrología ígnea: San Miguel de Tucumán, Mineralogical Society of America, 270 pp.
- [6] Best, M., (2003), Igneous and Metamorphic Petrology: Oxford, Blackwell Publishing, 758 pp.
- [7] Price, M., Walsh, K., (2005), Pocket Nature Rocks and Minerals: Great Britain, Dorling Kindersley, 224 pp.
- [8] Klein, C. (1993). Minerals and Rocks. John Wiley and Sons, New York.