

# Proyecto de aprendizaje basado en retos aplicado a los estudiantes del 2do ciclo académico de Ingeniería en Geología

## Challenge based learning project applied to students in the 2nd academic cycle of Engineering in Geology

John Manrique<sup>1</sup>, Víctor Sanmartín<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geología, Minas e Ingeniería Civil  
Universidad Técnica Particular de Loja  
Loja, Ecuador

<sup>2</sup>Departamento Geología, Minas e Ingeniería Civil  
Universidad Técnica Particular de Loja  
Loja, Ecuador

**Resumen-** Se ha llevado a cabo un proyecto de catedra integradora para los estudiantes del segundo ciclo académico de la carrera de Ingeniería en Geología, en el que se utilizó la metodología de Aprendizaje Basado en Retos, para que los estudiantes puedan poner en práctica las competencias de los temas Cristalografía y Mineralogía, y Química analítica, para identificar muestras de minerales en sedimentos fluviales, tanto desde el punto de vista mineralógico como desde el punto de vista químico. Se organizaron en grupos por asignación de roles y llevaron a cabo el proyecto a lo largo del ciclo académico, empleando dos redes sociales (Instagram y YouTube) pudieron visualizar los resultados que fueron obteniendo en el desarrollo de este, lo que produjo una motivación en ellos al usar estos medios de comunicación actual.

**Palabras clave:** *aprendizaje basado en retos, roles, mineralogía, química, redes sociales.*

**Abstract-** An integrative cathedra project has been carried out for the students of the second academic cycle of the Geology Engineering career, in which the methodology of Challenges Based Learning was used, in order that the students can put into practice the competences of the subjects Crystallography and Mineralogy and Analytical Chemistry, to identify mineral samples in fluvial sediments, both from the mineralogical point of view and from the chemical point of view. They were organized in groups by assignment of roles and carried out the project throughout the academic cycle, using two social networks (Instagram and YouTube) could visualize the results that were obtained in the development of this, which produced a motivation in them when using these current means of communication.

**Keywords:** *learning based on challenges, roles, mineralogy, chemistry, social networks.*

## 1. INTRODUCCIÓN

La educación universitaria a nivel mundial ha cambiado. Las viejas formas de enseñar a un pequeño número de estudiantes comprometidos y bien calificados no funcionan tan bien con clases grandes y con necesidades de estudiantes más diversas (Boyle, 2007).

En la carrera de Ingeniería en Geología se imparten dos cursos fundamentales en el segundo ciclo académico: Química Analítica y Cristalografía y Mineralogía. En esta última asignatura según (Boyle, 2007), los resultados de aprendizaje están limitados por lo que los estudiantes necesitan saber, entender y poder hacer antes de tomar cursos de petrología posteriores. En particular, deben (1) conocer las propiedades de los minerales formadores de rocas comunes, (2) entender los esquemas comunes de clasificación de minerales y rocas, (3) entender cómo se pueden interpretar los minerales para inferir condiciones y procesos geológicos, (4) saber cómo usar una lupa de mano y un microscopio petrológico y (5) adquirir las habilidades necesarias para ser capaz de reconocer los minerales y hacer dibujos apropiados de ellos en espécimen de mano. Esto puede ser algo tedioso para los estudiantes de nuevas generaciones cuya forma de aprender no es similar a la de los profesores que dictan estas materias.

Para ello se planteó un proyecto de catedra integradora, en la que se utiliza la metodología de Aprendizaje Basado en Retos, con el fin de que los estudiantes pongan en práctica las competencias de las asignaturas Cristalografía y Mineralogía y Química Analítica, para identificar muestras de minerales en sedimentos fluviales, tanto desde el punto de vista mineralógico como desde el punto de vista químico; la idea es fomentar el trabajo en equipo, asignando diferentes responsabilidades a cada uno de los miembros, las mismas que serán descritas más adelante, con el fin de que sean ellos los generadores de su propio aprendizaje de manera autónoma, activa y colaborativa.

La metodología de Aprendizaje Basado en Retos (ABR) y Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), hace que el estudiante confronte un reto de su entorno y requiere el análisis e investigación de conocimientos para generar propuestas. Se basa en el concepto de reto como factor clave para despertar el interés en los estudiantes en su propio aprendizaje (Fundación Carlos Slim, 2016).

## 2. CONTEXTO

### A. Aprendizaje Basado en Retos

Octubre 9-11, 2019, Madrid, ESPAÑA  
V Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2019)

Hoy en día los estudiantes pueden acceder a los recursos de la red con fines educativos en cualquier lugar, obteniendo una perspectiva más completa sobre los problemas mundiales de lo que antes era posible. Los educadores prestan cada vez más atención a los niveles de curiosidad y los deseos de sus alumnos para aprender algo nuevo y útil, con aplicaciones prácticas en el mundo real (Johnson and Adans, 2011).

En este contexto, el aprendizaje basado en retos o desafíos ha emergido como un nuevo enfoque para involucrar a los estudiantes en el aprendizaje creativo e innovador, ABR, como método de enseñanza y aprendizaje, incorpora tecnología, trabajo en equipo, aprendizaje autodirigido, aprendizaje entre pares, resolución de problemas del mundo real y aprendizaje reflexivo en sus actividades de aprendizaje, que pueden extenderse del aula a la comunidad local (Johnson and Adans, 2011).

La empresa Apple llevó a cabo en 2008 el proyecto denominado “Apple Classrooms of Tomorrow-Today. En dicho proyecto se aplicó un método en el que el alumnado trabajaba en equipo, no solo entre los compañeros, sino también con profesorado y externos especialistas en el área de ámbito del trabajo. Apple denominó a este método Challenge Based Learning (CBL) (Fidalgo A., Sein-Echaluce M.L. y García F.J., 2017)

#### B. Aprendizaje de materias técnicas en Geología

La instrucción efectiva puede mejorar nuestra capacidad para retener a los estudiantes en la especialización en geociencias y para elevar su nivel de experiencia en mineralogía, petrología y geoquímica (MPG) por ejemplo (Manduca, 2007). La investigación sobre el aprendizaje y la educación proporciona un marco para diseñar experiencias de aprendizaje en nuestras clases. Como comunidad, estamos bien posicionados para considerar los objetivos de la instrucción MPG y evaluar los materiales y métodos que utilizamos actualmente en nuestra enseñanza (Manduca, 2007).

El aprendizaje en la carrera de Geología debe contener conocimientos sólidos en mineralogía y en química, que permita al futuro profesional desenvolverse en un mundo laboral competitivo, en donde el impacto ambiental cada vez es más analizado, aún más en sectores como la minería.

Es por esto por lo que, se decidió desarrollar este proyecto de catedra integradora entre las asignaturas de Cristalográfica y Mineralogía y Química Analítica.

#### DESCRIPCIÓN

El proyecto se llevó a cabo con estudiantes de la Titulación de Ingeniería en Geología, del segundo ciclo académico quienes cursaron las asignaturas Cristalográfica y Mineralogía y Química Analítica. Una vez matriculados los estudiantes, se decidió el número de grupos e integrantes de cada uno por Paralelo (A y B), determinándose 6 grupos en el A y 3 grupos en el B de 5 estudiantes cada uno, para un total de 45 alumnos. Se empleó una encuesta en línea (ver figuras 1 y 2) para asignar cinco roles por grupo, en función de las actividades que debían desempeñar en el proyecto para las dos asignaturas, con la siguiente pregunta: ¿En un grupo de trabajo qué rol te gustaría desempeñar? (elija en orden de preferencia, 5 el de mayor preferencia).

- Coordinador: Debe ser un líder nato. Se encarga de acoplar el trabajo de cada integrante del grupo y dirige al grupo en las tareas asignadas.
  - Explorador: Le gusta el trabajo de campo. Responsable de la logística y materiales necesarios para el muestreo y coordina las actividades de muestreo y traslado de las muestras al laboratorio.
  - Investigador: Tiene curiosidad por adquirir conocimientos. Busca información técnica-científica sobre el trabajo planteado y verifica resultados obtenidos en el transcurso del trabajo.
  - Laboratorista: Le gusta el trabajo de laboratorio. Se encarga de coordinar el tratamiento físico de las muestras recolectadas y coordina todos los análisis químicos y mineralógicos.
  - Presentador: Tiene capacidad de oratoria y transmitir la información. Se encarga de la divulgación visual de los resultados parciales y coordina la elaboración del video final del proyecto.
- De esta manera los estudiantes escogieron los roles que más apreciaban en función de sus destrezas y habilidades.

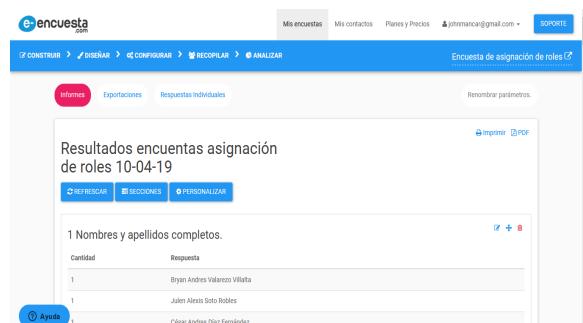


Figura 1. Encuesta en línea gratuita para asignación de roles, primera pregunta.

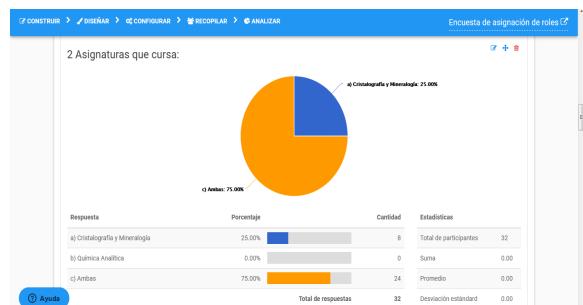


Figura 2. Encuesta en línea gratuita para asignación de roles, segunda pregunta.

Posteriormente se organizaron los grupos en función de los roles de cada alumno, de acuerdo con los resultados determinados en la encuesta, esto con el fin de que los jóvenes desempeñaran un rol afín en cada grupo. Una vez conformados los grupos se procedió a indicarles los sitios de muestreo, en los que, con la colaboración de dos ayudantes de cátedra del séptimo

ciclo de la carrera, cada grupo tomo una muestra de sedimentos fluviales (arenas) (ver figura 3) con el fin de analizarlas en el laboratorio en ambas asignaturas. Esto permitió desarrollar habilidades y destrezas también en los estudiantes del ciclo académico más avanzado.



Figura 3. Toma de muestra de sedimentos fluviales.

El reto para todos los grupos fue el de analizar las muestras de sedimentos, para identificar las principales fases minerales en las muestras empleando las metodologías enseñadas a lo largo del curso de Cristalografía y Mineralogía, así como determinar la composición química de los sedimentos, empleando las metodologías enseñadas a lo largo del curso de Química Analítica.

En el transcurso del proyecto, cada grupo tomó fotos de los minerales y los cargaron en las cuentas creadas en Instagram, para visualizarlas no solo con los estudiantes y profesores de la carrera sino con el resto de los internautas. La foto de cada fracción estudiada (magnética y no magnética) con más “me gusta”, obtuvo la mayor puntuación en un rubro de evaluación en el plan docente. De esta forma cada grupo se esmeró en tomar la mejor foto y hacer la mejor descripción posible, adquiriendo conocimientos acerca de las propiedades físicas de los minerales, formula química, etc. (ver figuras 3, 4, 11 y 12).



Figura 4. Identificación de minerales en muestras de sedimentos en el paralelo B.



Figura 5. Identificación de minerales en muestras de sedimentos en el paralelo A.

Las muestras también fueron analizadas por la técnica denominada Difracción de rayos X (DRX), mediante el uso de un software libre llamado X'Pert Highscore, con el que los propios estudiantes determinaron las principales fases mineralógicas de las muestras, adquiriendo destrezas, habilidades y conocimientos en el campo de la Mineralogía, resolviendo un problema real con el uso de un software moderno.

El proyecto también contempló el análisis químico cualitativo y cuantitativo de las muestras, en la asignatura Química Analítica empleando digestiones ácidas, Fluorescencia de rayos X (FRX) y Espectrometría de Emisión Óptica con Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP OES) del Laboratorio de Geoquímica Analítica.

Para finalizar cada grupo de estudiantes grabó un video del proyecto realizado y fue cargado en YouTube, siguiendo la misma metodología que en el caso de las fotos en el Instagram, con el mayor número de “me gusta” mayor puntuación.

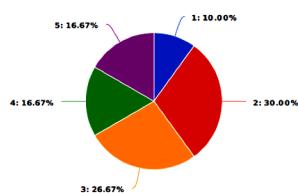
## RESULTADOS

Al aplicar la encuesta en línea gratuita a los estudiantes para asignar los roles, se obtuvieron los siguientes resultados (ver figuras 5, 6, 7, 8 y 9) para el paralelo A, por ejemplo:

Un 30% de los estudiantes tuvieron afinidad con el rol de coordinador del grupo, un 32,6% con el rol de explorador, un 40% con el rol de investigador, un 35,48% con el rol de laboratorista y un 30% con el rol de presentador.

3 ¿En grupo de trabajo qué rol te gustaría desempeñar? (elija en orden de preferencia, 5 el de mayor preferencia).

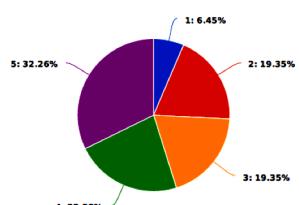
1) Coordinador: Debe ser un líder nato. Se encarga de acoplar el trabajo de cada integrante del grupo. Dirige al grupo en las tareas asignadas.



Respuesta	Porcentaje	Cantidad	Estadísticas
1	10.00%	3	Total de participantes
2	30.00%	9	Suma
3	26.67%	8	Promedio
4	16.67%	5	Desviación estandar
5	16.67%	5	Mínimo
Total de respuestas		30	Máximo

Figura 6. Resultados de encuesta para asignación de roles, tercera pregunta en el rol de Coordinador.

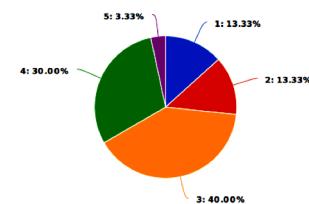
2) Explorador: Le gusta el trabajo de campo. Responsable de la logística y materiales necesarios para el muestreo. Coordina las actividades de muestreo y traslado de las muestras al laboratorio.



Respuesta	Porcentaje	Cantidad	Estadísticas
1	6.45%	2	Total de participantes
2	19.35%	6	Suma
3	19.35%	6	Promedio
4	22.58%	7	Desviación estandar
5	32.26%	10	Mínimo
Total de respuestas		31	Máximo

Figura 7. Resultados de encuesta para asignación de roles, tercera pregunta en el rol de Explorador.

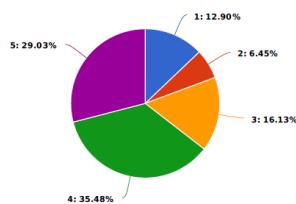
3) Investigador: Tiene curiosidad por adquirir conocimientos. Busca información técnica-científica sobre el trabajo planteado. Verificar resultados obtenidos en el transcurso del trabajo.



Respuesta	Porcentaje	Cantidad	Estadísticas
1	13.33%	4	Total de participantes
2	13.33%	4	Suma
3	40.00%	12	Promedio
4	30.00%	9	Desviación estandar
5	3.33%	1	Mínimo
Total de respuestas		30	Máximo

Figura 8. Resultados de encuesta para asignación de roles, tercera pregunta en el rol de Investigador.

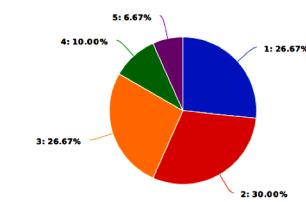
4) Laboratorista: Le gusta el trabajo de laboratorio. Se encarga de coordinar el tratamiento físico de las muestras recolectadas. Coordina todos los análisis químicos y mineralógicos.



Respuesta	Porcentaje	Cantidad	Estadísticas
1	12.90%	4	Total de participantes
2	6.45%	2	Suma
3	16.13%	5	Promedio
4	35.48%	11	Desviación estandar
5	29.03%	9	Mínimo
Total de respuestas		31	Máximo

Figura 9. Resultados de encuesta para asignación de roles, tercera pregunta en el rol de Laboratorista.

5) Presentador: Tiene capacidad de oratoria y transmitir la información. Se encarga de la divulgación visual de los resultados parciales. Coordina la elaboración del video final del proyecto.



Respuesta	Porcentaje	Cantidad	Estadísticas
1	26.67%	8	Total de participantes
2	30.00%	9	Suma
3	26.67%	8	Promedio
4	10.00%	3	Desviación estandar
5	6.67%	2	Mínimo
Total de respuestas		30	Máximo

Figura 10. Resultados de encuesta para asignación de roles, tercera pregunta en el rol de Presentador.

Se conformaron nueve grupos entre los dos paralelos para ambas asignaturas, en los cuales se encontraba en cada uno de ellos: un coordinador, un explorador, un investigador, un laboratorista y un presentador.

Asumiendo los roles cada grupo asumió el reto de analizar las muestras desde el punto de vista mineralógico como químico, en distintas actividades, prácticas planificadas y organizadas por ambos docentes. De esta manera pudieron adquirir competencias específicas que les permitió resolver el problema con un enfoque pedagógico distinto.

En la siguiente figura se muestra a los estudiantes analizando los minerales presentes en las muestras a través de los difractogramas, usando un software libre. Esto permitió que ellos mismos pudiesen preparar las muestras, analizar, e interpretar los resultados por si solos.



Figura 11. Estudiantes analizando los difractogramas en sus computadoras para identificar las principales fases minerales.

Uno de los aspectos más novedosos del proyecto fue la toma de fotografías de los minerales, empleando los microscopios o lupa binoculars del laboratorio de Mineralogía, y posteriormente publicarlas en dos cuentas de la red social Instagram, una por cada paralelo, con el fin de visualizar el trabajo llevado a cabo por cada grupo. Esto indujo en los estudiantes la capacidad de investigar acerca de las principales propiedades físicas de los minerales en dos fracciones: magnéticas y diamagnéticas. A continuación, se muestran algunas fotografías del proyecto.

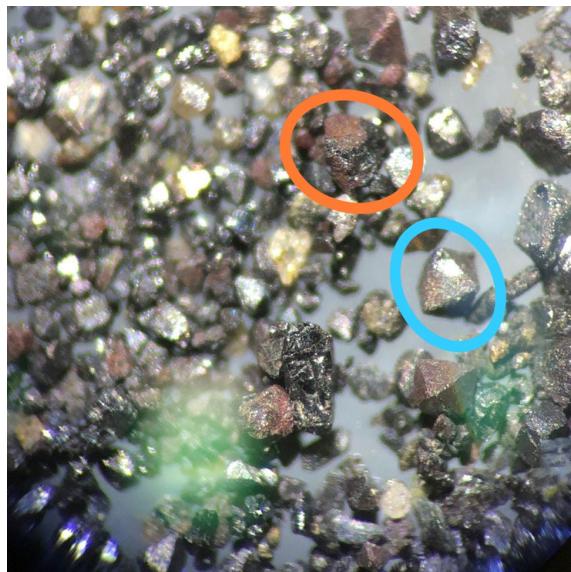


Figura 12. Presencia de magnetita (azul) y hematita (naranja).



Figura 13. Presencia de magnetita y hematita pseudo-magnetita.

En la asignatura Química Analítica los estudiantes determinaron algunos metales de forma cualitativa (ver figuras 13 y 14) y cuantitativa, empleando digestiones ácidas, Fluorescencia de rayos X (FRX) y Espectrometría de Emisión Óptica con Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP OES).

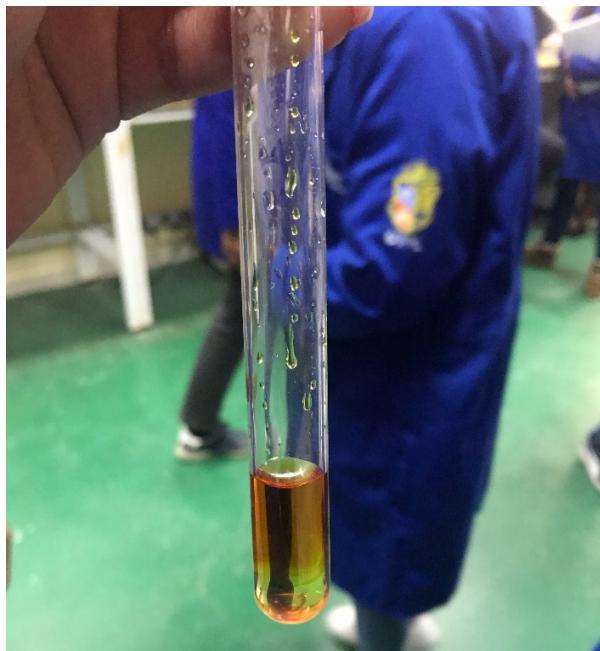


Figura 14. Reconocimiento de cationes.

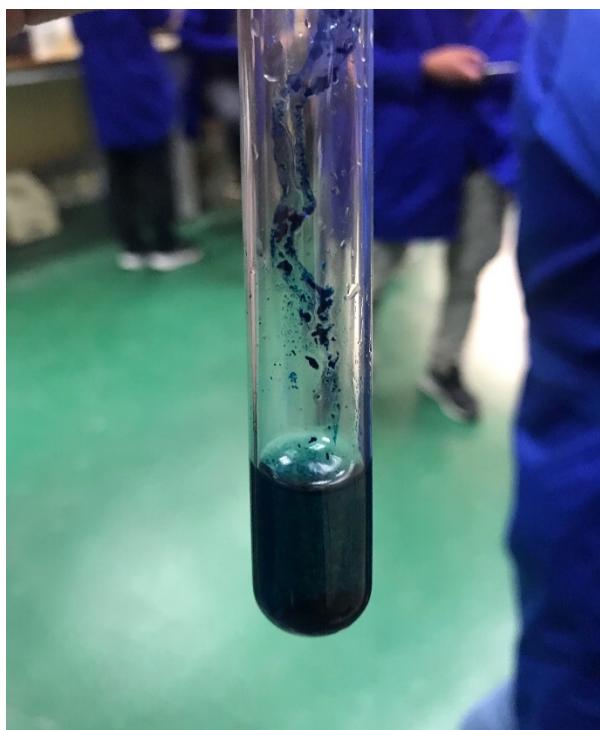


Figura 15. Reconocimiento de cationes.

Este proyecto motivó a los estudiantes ya que, de una forma práctica e innovadora, pudieron resolver un reto y lo más importante lograron adquirir competencias específicas en ambas asignaturas, empleando técnicas de laboratorio y visualizando sus resultados a través de dos redes sociales.

#### CONCLUSIONES

El proyecto de aprendizaje basado en retos aplicado a los estudiantes del segundo ciclo de la carrera de Ingeniería en Geología, cursantes de las asignaturas Cristalografía y Mineralogía y Química Analítica, pudo desarrollarse como un proyecto de catedra integradora, mediante el cual los estudiantes adquirieron competencias específicas de ambas materias, de una forma innovadora.

La visualización de los resultados del proyecto en dos redes sociales permitió una motivación adicional en los alumnos, para desarrollar el proyecto y resolver el reto.

Este tipo de proyectos puede replicarse en otras asignaturas de otros ciclos académicos de la carrera, en la cual los estudiantes deben organizarse en función de unos roles pre establecidos los cuales cumplan con las actividades inherentes al proyecto y que permitan adquirir las competencias específicas de cada componente académico.

#### AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue llevado a cabo con la colaboración del Vicerrectorado Académico de la Universidad Técnica Particular de Loja y los ayudantes de catedra Luis Quezada y Wladimir Carrión del séptimo ciclo de la carrera de Ingeniería en Geología y Minas.

#### REFERENCIAS

- Boyle, Alan. (2007). Using Alignment and Reflection to Improve Student Learning. *Elements*, v. 3, pp. 113-117.
- Fundación Carlos Slim. (2016). Aprendizaje Basado en Retos ABR. Recuperado de <https://capacitateparaeempleo.org/assets/2vw4234.pdf>
- Johnson, L.F., Adams, S. (2011). Challenge Based Learning: The Report From the Implementation Project. The New Media Consortium, Austin, Texas.
- Fidalgo A., Sein-Echáuce M.L. y García F.J. (2017). Aprendizaje Basado en Retos en una asignatura académica universitaria. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, v. 25, pp. 1-8
- Manduca, Cathryn. (2007). Improving Instruction in Mineralogy, Petrology, and Geochemistry—Lessons from Research on Learning. *Elements*, v. 3, pp. 95-100.