



Ministerio de Capital Humano
República Argentina

Secretaría
de Educación

inet
Instituto Nacional de
Educación Tecnológica

CeNET
Centro Nacional de
Educación Tecnológica

Banco Federal de Proyectos Tecnológicos

Propuestas de Aprendizaje Basado en Proyectos

Título del proyecto

Minerales críticos para la IA: el mapa que el mundo necesita.

Autor/a

Nadía Ayelén Paez Rubia

Escuela

Escuela Provincial de Educación Técnica (EPET) N° 1

Localidad

Albardón

Jurisdicción

San Juan

Familia profesional

Minería e Hidrocarburos

Áreas de implementación

Minería y yacimientos mineros



Contexto y destinatarios

La institución, el entorno formativo y el problema que da origen al proyecto

El presente proyecto se abordará en la escuela EPET N° 1 de Albardón, provincia de San Juan. Está destinado a alumnos de séptimo año de la especialidad de Minería. El espacio curricular que enmarca el proyecto es "Proyecto minero". El grupo está compuesto por 28 alumnos, que manifiestan problemas para conectar ideas y relacionar los contenidos adquiridos en años anteriores. Se observa que no manejan buscadores científicos ni bases de datos especializadas, así como dificultad para interpretar textos técnicos y para actualizar los saberes a lo que demanda la industria ante los avances tecnológicos.

Fundamentación

Relevancia para la ETP y enfoque pedagógico

El proyecto se plantea teniendo en cuenta una temática relevante y actual como es la Inteligencia Artificial. La expansión de la IA está generando una demanda de minerales críticos o estratégicos sin precedentes: elementos como el litio, el cobalto, el níquel, el grafito y las tierras raras se convirtieron en el núcleo de la economía tecnológica global. A raíz de esta temática se busca dar conexión a los espacios curriculares de la especialidad, recuperando saberes previos; en específico, se integrarán saberes de Mineralogía y Yacimientos Mineros de 5° año y de Prospección y Exploración de 6° año. Otra problemática es que los perfiles profesionales buscados por la industria cambian con los avances tecnológicos, por lo que se incorporan herramientas tecnológicas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG/QGIS). Además, se pretende seguir desarrollando competencias transversales como la búsqueda y el análisis crítico de la información, el trabajo colaborativo y la comunicación técnica oral. El proyecto se plantea en tres etapas secuenciales y grupales: en la primera, los alumnos investigan los minerales críticos para la IA y sus propiedades; en la segunda relacionan esos minerales con sus yacimientos en el mundo; y en la última arman un mapa temático que integra toda la información. Al finalizar cada etapa, los alumnos presentan su producto (la tarjeta mineralógica, la planilla de yacimientos y el mapa final) a modo de coevaluación entre pares, mientras el docente aplica la rúbrica correspondiente. La presentación del mapa final en la Semana de Educación Técnica agrega una dimensión de comunicación oral técnica ante un público más amplio.

Objetivos y aprendizajes

Capacidades a desarrollar

- Buscar y seleccionar información de fuentes técnicas y científicas confiables, distinguiéndolas de fuentes no especializadas.

Esta obra está bajo una licencia [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](#)





- Recuperar y articular los saberes de Mineralogía, Yacimientos y Prospección en torno a una problemática real y actual.
- Aplicar herramientas informáticas propias de la actividad minera: planillas de datos georreferenciados y Sistemas de Información Geográfica (QGIS).
- Producir material técnico de calidad: tarjetas mineralógicas, base de datos de yacimientos y mapa temático con distribución mundial de depósitos de minerales críticos.
- Comunicar resultados de manera oral con vocabulario técnico en el marco de la Semana de Educación Técnica.

Contenidos

Organización por ejes de saber

- Propiedades y clasificación de los minerales.
- Tipos de yacimientos mineros y contextos geológicos de formación.
- Recursos y reservas mineras: conceptos, categorías y fuentes de información.
- Métodos de prospección y exploración aplicados a minerales críticos.
- Sistemas de Información Geográfica: conceptos básicos, capas, simbología y elementos cartográficos.
- Introducción a QGIS: interfaz, carga de datos, importación de tablas y composición de mapas.
- Minerales críticos para la Inteligencia Artificial: litio, cobalto, níquel, tierras raras, grafito y otros.
- Búsqueda y evaluación crítica de información técnica en bases de datos especializadas.

Secuencia de enseñanza

Etapas y actividades

ETAPA 1: Mineralogía

Clase 1: ¿Qué minerales necesita la IA?

Inicio: se lanza la pregunta disparadora del proyecto: ¿Cuáles son los minerales críticos para el desarrollo de la Inteligencia Artificial? Se presenta brevemente el contexto global: el crecimiento exponencial de los centros de datos, los autos eléctricos, las baterías y los teléfonos inteligentes como tecnologías que dependen de minerales específicos. El docente orienta a los alumnos sobre cómo iniciar una búsqueda en fuentes confiables: USGS, SEGEMAR, Agencia Internacional de Energía.

Desarrollo: los alumnos, organizados en grupos de cuatro o cinco, realizan una primera búsqueda en clase utilizando computadoras o celulares. El objetivo es confeccionar una lista preliminar de al menos cinco minerales críticos para la IA, indicando para qué



tecnología se usa cada uno. El docente circula por los grupos orientando la evaluación de fuentes.

Cierre: cada grupo comparte su lista con el resto de la clase. Se construye de manera colectiva en el pizarrón una lista común de minerales críticos. Se analizan las fuentes utilizadas: ¿son confiables? ¿Tienen autor? ¿Están respaldadas por algún organismo?

Clase 2: Propiedades mineralógicas

Inicio: el docente recupera saberes previos de 5° año sobre propiedades de los minerales. Se repasan brevemente los conceptos.

Desarrollo: cada grupo elige el mineral crítico que trabajará durante toda la etapa. Buscan las propiedades de ese mineral: fórmula química, grupo mineralógico, sistema cristalino, dureza, densidad, lustre, color, raya, exfoliación y fractura.

Cierre: los grupos comparten las propiedades que encontraron. Se discute en clase si los datos son coherentes entre distintas fuentes. Se plantea la pregunta para la próxima clase: ¿a qué grupo mineralógico pertenece tu mineral y por qué?

Clase 3: Clasificación mineralógica

Inicio: recuperación de saberes previos sobre la clasificación de los minerales.

Desarrollo: cada grupo clasifica su mineral en el grupo y subgrupo correspondiente, justificando la clasificación en función de la composición química. Complementan la información de la clase anterior y ajustan cualquier dato incompleto de la ficha.

Cierre: exposición breve de cada grupo.

Clase 4: Cierre Etapa 1: tarjeta mineralógica y exposición oral

Inicio: el docente explica el formato de la tarjeta mineralógica (ver Anexo 1) y los criterios de evaluación. Se aclara que toda la información debe surgir de fuentes citadas y que no se acepta la copia textual.

Desarrollo: cada grupo organiza y vuelca toda la información recolectada en la tarjeta mineralógica según el modelo del anexo.

Cierre: cada grupo expone su tarjeta al resto de la clase con una presentación oral breve. Los compañeros pueden hacer preguntas. Se evalúa según la rúbrica de la Etapa 1.

ETAPA 2: Yacimientos

Clase 5: Tipos de depósitos minerales

Inicio: el docente presenta los principales tipos de yacimientos mineros recuperando lo visto en 5° año. Se plantea la pregunta: ¿en qué tipo de depósito se forma cada mineral crítico?

Desarrollo: cada grupo investiga en qué tipo o tipos de yacimiento se puede encontrar su mineral crítico, describiendo el proceso geológico que lo origina.

Cierre: puesta en común. Se construye colectivamente una tabla en el pizarrón: mineral, tipo de yacimiento y proceso genético. Esta tabla sirve de base para la clase siguiente.

Clase 6: Localización de yacimientos y datos de reservas



Inicio: breve repaso del concepto de recursos y reservas minerales. Se recuperan conceptos de Prospección y Exploración de 6° año.

Desarrollo: cada grupo localiza al menos tres yacimientos mundiales de su mineral crítico. Para cada uno registra: nombre del yacimiento, país, tipo de depósito, reservas o recursos declarados, latitud y longitud en formato decimal, y fuente consultada. El docente explica cómo obtener las coordenadas: usando *Google Maps*, buscando el nombre del yacimiento y leyendo las coordenadas en el panel de información.

Cierre: los grupos muestran sus datos y verifican las coordenadas en un mapa online.

Clase 7: Cierre Etapa 2: carga de datos en la planilla Excel

Inicio: el docente presenta la planilla Excel (ver Anexo 2) y explica cada columna. Se muestra cómo ingresar datos, cómo escribir coordenadas en formato decimal y cómo citar la fuente en la última columna.

Desarrollo: cada grupo carga sus datos en la planilla compartida.

Cierre: se exporta una vista previa de la tabla completa del curso. Los alumnos identifican qué minerales tienen más yacimientos registrados y en qué regiones del mundo se concentran. Se entrega la planilla como segundo producto evaluado según la rúbrica de la Etapa 2.

ETAPA 3: Mapa en QGIS

Clase 8: Introducción a los SIG y a QGIS

Inicio: ¿qué es un Sistema de Información Geográfica? Se muestra el tipo de mapas que produce la minería. Se presenta QGIS como la herramienta de código abierto más usada en el sector. Se describe brevemente su interfaz: barra de herramientas, panel de capas, vista del mapa.

Desarrollo: los alumnos abren QGIS por primera vez. Descargan una capa de países del mundo en formato *shapefile*. Exploran la tabla de atributos y modifican el color de la capa. Descargan además una imagen satelital de fondo usando el plugin *QuickMapServices*.

Cierre: cada alumno guarda su proyecto QGIS con su nombre. Se verifica que todos tengan el software funcionando correctamente para la próxima clase.

Clase 9: Importar la tabla Excel como capa de puntos.

Inicio: el docente explica el concepto de capa vectorial de puntos. Se muestra cómo QGIS lee esas coordenadas y las coloca automáticamente en la posición correcta.

Desarrollo: los alumnos importan la planilla Excel del curso como capa de puntos en QGIS, seleccionando las columnas de latitud y longitud correctas y el sistema de referencia de coordenadas.

Cierre: se exportan los datos de la tabla a formato CSV para garantizar la compatibilidad con QGIS.

Clase 10: Simbología diferenciada

Inicio: se muestra la diferencia entre un mapa con todos los puntos iguales y uno con simbología diferenciada.



Desarrollo: los alumnos configuran la simbología categorizada por mineral: cada mineral tiene un color y símbolo diferente. Renombran las capas con nombres descriptivos y organizan el panel de capas de manera lógica.

Cierre: comparación entre mapas del grupo: ¿se entiende fácilmente qué muestra cada color? Se ajusta la simbología si es necesario.

Clase 11: Imagen satelital de fondo y elementos cartográficos

Inicio: Se presentan los cuatro elementos cartográficos básicos: escala, leyenda, rosa de los vientos (norte) y proyección (sistema de referencia). Se muestra un mapa profesional de exploración minera como referencia.

Desarrollo: los alumnos incorporan los elementos presentados a su proyecto.

Cierre: vista previa del mapa completo. Se identifican elementos faltantes o mal posicionados para ajustar en la próxima clase.

Clase 12: Composición final y exportación

Inicio: revisión de los mapas de cada grupo. El docente señala mejoras posibles en simbología, legibilidad de la leyenda y disposición general de los elementos.

Desarrollo: ajuste final del mapa y exportación en formato PNG o PDF. Los alumnos guardan el archivo exportado con el nombre del grupo y el nombre del mineral.

Cierre: se socializa una selección de mapas proyectándose en el aula. Los alumnos votan el mapa más claro y legible, y se discute por qué es más efectivo que los demás.

Recursos y materiales

Elementos necesarios para el desarrollo

Equipamiento y tecnología:

- Computadoras o netbooks con acceso a internet. (
- Software QGIS instalado en las computadoras del aula.
- Proyector o pantalla para las presentaciones y las demostraciones del docente.

Materiales digitales:

- Planilla Excel de yacimientos.
- Modelo de tarjeta mineralógica (Anexo 1).
- Capa shapefile de países del mundo

Bibliografía:

Dana, J. D. & Hurlbut, C. S. — Manual de Mineralogía. (

USGS Mineral Commodity Summaries — edición más reciente. Disponible en: pubs.usgs.gov

IEA — The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions. Disponible en: [iea.org](https://www.iea.org)

Mindat.org — Base de datos mineralógica mundial.



Estrategia de evaluación

Qué, cómo y cuándo se evalúa

La evaluación del proyecto se organiza en tres instancias, una por cada etapa de trabajo. En cada una se evalúa el producto final que los alumnos van construyendo: la tarjeta mineralógica, la planilla de yacimientos y el mapa temático.

Al finalizar cada etapa, los grupos presentan su producto al resto de la clase. Esta presentación cumple una doble función: por un lado, funciona como informe de avance, ya que los compañeros conocen lo que hicieron los otros grupos y pueden hacer preguntas o comentarios, a modo de coevaluación entre pares. Por otro lado, es el momento en que el docente aplica la rúbrica correspondiente a esa etapa, evaluando tanto el producto como la exposición oral.

Además de los criterios específicos de cada producto, en las tres rúbricas se evalúa la comunicación técnica oral, ya que se espera que los alumnos vayan ganando seguridad y vocabulario técnico a medida que avanza el proyecto. Esto cobra mayor relevancia en la última etapa, donde el mapa se presenta ante la comunidad educativa en la Semana de Educación Técnica.

Para cada etapa se utiliza una rúbrica con cuatro criterios y cuatro niveles de desempeño (ver a continuación). La calificación final del proyecto surge del promedio de las tres instancias. Se considera aprobado el proyecto cuando el alumno alcanza, como mínimo, el nivel "en proceso" en todos los criterios evaluados debe explicitar el qué, el cómo y el cuándo de la evaluación.

Cronograma de implementación

Distribución temporal del proyecto

Organización temporal y duración total del proyecto en la práctica.

Mes	Etapas	Producto	
Agosto	1	Tarjeta mineralógica	
Septiembre	2	Planilla Excel	
Octubre	3		
Noviembre	3	Mapa temático.	

Anexos

Rúbricas, listas de cotejo e instrumentos

RÚBRICA POR ETAPAS

**ETAPA 1**

Criterio	Excelente	Muy Bien	Bien	Insuficiente
Propiedades de los minerales	Reconoce todas las propiedades de los minerales.	Reconoce las propiedades de los minerales, pero con algunos errores.	Reconoce algunas propiedades de los minerales	No reconoce las propiedades de los minerales.
Clasificación de los minerales	Clasifica correctamente.	Clasifica correctamente pero no justifica respuesta.	Clasifica parcialmente correcta.	No clasifica
Comunicación técnica y oral	Expone con claridad, seguridad y vocabulario técnico; responde preguntas	Expone con claridad; algunas dificultades en preguntas.	Expone con apoyo del docente; vocabulario básico.	No expone o lo hace sin manejo del contenido.
Fuentes de información utilizadas	Cita fuentes confiables.	Cita fuentes confiables, pero no la totalidad de los datos.	Cita fuentes parcialmente confiables.	No cita fuentes confiables.

ETAPA 2

Criterio	Excelente	Muy Bien	Bien	Insuficiente
Tipo de yacimiento y contexto geológico	Identifica el tipo de yacimiento y lo relaciona correctamente con el proceso geológico.	Identifica el tipo de yacimiento con algún error.	Identifica el tipo de yacimiento, pero sin contexto geológico.	No identifica o confunde el tipo de yacimiento.
Datos de recursos y reservas	Clasifica correctamente.	Clasifica correctamente pero no justifica respuesta.	Clasifica parcialmente correcta.	No clasifica
Comunicación técnica y oral	Expone con claridad, seguridad y vocabulario técnico; responde preguntas	Expone con claridad; algunas dificultades en preguntas.	Expone con apoyo del docente; vocabulario básico.	No expone o lo hace sin manejo del contenido.
Organización de la planilla de información.	Todos los campos completos vacías.	90% de los campos completos; organización aceptable.	50-89% de los campos; desorganización parcial.	Menos del 50% completo o planilla desordenada.



ETAPA 3				
Criterio	Excelente	Muy Bien	Bien	Insuficiente
Carga y georreferenciación de datos	Importa la tabla Excel correctamente	Importa la tabla con errores menores	Importa la tabla con errores que afectan la visualización.	No logra importar la tabla o los puntos no aparecen.
Simbología y capas temáticas	Diferencias minerales por símbolo y color; capas organizadas y nombradas.	Simbología diferenciada, pero capas sin nombre o desorganizadas	Simbología básica sin diferenciación por mineral.	Sin simbología o mapa sin capas organizadas.
Comunicación técnica y oral	Expone con claridad, seguridad y vocabulario técnico; responde preguntas	Expone con claridad; algunas dificultades en preguntas.	Expone con apoyo del docente; vocabulario básico.	No expone o lo hace sin manejo del contenido.
Elementos cartográficos (escala, leyenda, norte, proyección)	Todos los elementos presentes, correctos y legibles.	Tres de los cuatro elementos presentes.	Uno o dos elementos presentes.	Sin elementos cartográficos

Tarjeta Mineralógica



FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MINERALES	
Mineral: _____	Fecha: ____ / ____ / ____
Grupo / Clase: _____	Muestra N°: _____
DUREZA (Mohs) Valor aproximado: _____ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	DENSIDAD Valor aproximado (g/cm³): _____
LUSTRE Tipo de lustre: _____	EXFOLIACIÓN / CLIVAJE Tipo y dirección: _____ _____
SISTEMA CRISTALINO Sistema: _____ Descripción de los cristales (forma, hábito): _____ _____	
COLOR Color: _____	
RAYA (Color de la raya) Color de la raya: _____	
FRACTURA Tipo de fractura: _____	
OBSERVACIONES ADICIONALES _____ _____ _____	
TRANSPARENCIA Marca con una X: Transparente ☐ Translúcido ☐ Opaco ☐	OTRAS PROPIEDADES (ej: magnetismo, efervescencia, olor, sabor, etc.) _____ _____
DIBUJO / ESQUEMA DEL MINERAL 	

Uso de la IA

Declaración de uso de inteligencia artificial

Para la elaboración de este proyecto se utilizó Claude (Anthropic, modelo Claude Sonnet 4.6). La IA fue utilizada como herramienta de apoyo en el proceso de escritura y organización del proyecto.



Ministerio de Capital Humano
República Argentina

**Secretaría
de Educación**

inet
Instituto Nacional de
Educación Tecnológica

CeNET
Centro Nacional de
Educación Tecnológica