

## Minerales Esenciales para la Revolución verde – 6 “Las tres Ts” EsTaño, Tungsteno y Tantalio

Tres importantes metales de aspecto plateado, el estaño, el wolframio y el tántalo, se encuentran a menudo juntos, y sus nombres en inglés empiezan con la letra "T", ¡aunque sus símbolos químicos no lo hagan! Otro metal de aspecto plateado, el niobio, se encuentra a menudo en estrecha asociación con el tántalo, por lo que se incluye en la tabla siguiente. (El antiguo nombre del niobio es columbio y su principal mena es la columbita, por lo que la mena combinada recibe el apodo de "coltán"). Las menas de las tres T y del niobio se encuentran en rocas graníticas de grano muy grueso, conocidas como pegmatitas, y en vetas que atraviesan rocas más antiguas. Cuando las pegmatitas y las vetas se erosionan, los productos son arrastrados por los ríos e incluso al mar, donde se depositan. Todos los minerales de estos cuatro metales son mucho más densos que la arena de cuarzo y pueden concentrarse en yacimientos aluviales (densidades relativas de alrededor de 7 frente a alrededor de 3 para la arena).

Las principales menas se muestran en la foto (Fig. 1)



Fig. 1. Minerales de las "Tres Ts" y oro: en el sentido de las agujas del reloj, desde arriba a la izquierda: coltán (Ta y Nb); casiterita (Sn), oro (Au) y wolframita (W) (Este archivo está bajo licencia Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported license. Attribution: Rob Lavinsky, - CC-BY-SA-3.0)

La minería se practica a todas las escalas, desde las grandes minas mecanizadas hasta las minas a muy pequeña escala: algunas de éstas tienen licencia, pero muchas son ilegales. Las pequeñas minas son explotadas por la población local, los llamados mineros artesanales, en condiciones peligrosas y a cambio de poco dinero.



Fig. 2. Un minero artesanal de la RD del Congo moliendo a mano mineral de coltán  
(Foto cortesía de Adobe Stock [277349036](https://www.adobe.com/stock/277349036))

En algunos países, como en la parte oriental de la República Democrática del Congo y en Colombia, las bandas criminales intentan controlar la minería y entre la población se han producido muertes o se ha visto obligada a abandonar sus hogares e incluso su país. Los minerales de las 3Ts más el oro suelen denominarse "minerales conflictivos". Sin embargo, muchas de las minas más grandes están dirigidas por grandes empresas que tratan de explotar los minerales de forma responsable, con licencia de las autoridades locales y respetando el medio ambiente y las necesidades de la población local.

Cuando los minerales se han depositado en grandes ríos y en el mar, pueden extraerse dragando las arenas y separando el mineral. La arena no deseada se deposita detrás de la draga a medida que avanza. Por ejemplo, Indonesia, que es el segundo productor mundial de estaño, obtiene cerca del 60% de su estaño de esta manera. La enorme escala de estas operaciones se muestra en la Figura 3.



Fig. 3. Una draga de estaño en Indonesia (Fotografía cortesía de PT Timah Indonesia)

- Propón algunas de las ventajas e inconvenientes de dragar el mineral de estaño en el mar, en comparación con su extracción en grandes pozos abiertos (*El dragado se realiza lejos de las casas de la gente, por lo que se les molesta menos; no se necesitan voladuras ni se levanta polvo; está en la costa, por lo que se puede utilizar un transporte marítimo más barato para el producto; se altera el lecho marino y los residuos deben esparcirse con cuidado para restablecer el medio ambiente; los arrecifes de coral pueden resultar dañados*).
- Sugiere cómo podría garantizar un gobierno responsable que se superen los problemas. (*Conceder licencias mineras solo a empresas que demuestren que cumplen los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU; promuevan*

*buenas prácticas en la restauración de zonas mineras a cielo abierto en tierra mediante la plantación de nuevos árboles forestales, la limpieza de los suministros de agua y la mejora del entorno para la fauna salvaje; sólo permitir las operaciones de dragado lejos de los arrecifes de coral y de las playas turísticas; crear arrecifes adicionales y refugios para peces de forma artificial tras el dragado y plantar manglares.*

A diferencia del litio, el cobalto, etc., las 3T no se utilizan directamente en equipos de ahorro de energía o en el transporte, pero son vitales para las industrias de ingeniería que fabrican estas cosas. Para obtener una breve visión del panorama mundial, pida a los alumnos que consulten la tabla y respondan a las preguntas siguientes.

Metal	Símbolo	Número atómico	Usos	Producción de los principales países en toneladas en 2022
Estaño	Sn	50	Aleaciones para soldadura y bronce; electrodos para baterías de iones de litio; aleación con Nb para imanes de escáneres de resonancia magnética; hojalata para latas de "estaño"; el estaño fundido se utiliza para fabricar láminas de	China 95,000 Indonesia 74,000 Birmania (Myanmar) 31,000 Perú 20,000 RD Congo 26,000
Tantalio	Ta	73	Electrónica, como teléfonos móviles y ordenadores; implantes quirúrgicos y prótesis; electrodos en iluminación; lentes de vidrio especiales; aleaciones resistentes con acero para la industria aeroespacial.	RD Congo 860 Brasil 370 Ruanda 350 Nigeria 110 Australia 57
Tungsteno	W	74	Combinado con carbono para hacer carburo de wolframio para cortar y taladrar metales y mampostería y para brocas diminutas para perforar placas de circuitos electrónicos; aleado con otros metales para fabricar electrodos de soldadura por arco; los compuestos de wolframio se utilizan en la iluminación fluorescente.	China 71,000 Vietnam 4,800 Rusia 2,300 Bolivia 1,400 Ruanda 1,100
Niobio	Nb	41	Se alea con el acero para fabricar aspas resistentes para motores a reacción y oleoductos; imanes superconductores para escáneres de resonancia magnética; el Nb en vidrio aumenta el índice de refracción, lo que permite lentes más finas.	Brasil 71,000 Canadá 6,500 RD Congo 600 Rusia 450 Ruanda 210

- Enumera cuáles de estos países están en África y en su mayoría no están industrializados (*RD Congo, Ruanda, Nigeria*)
- Enumera cuatro grandes países industrializados (*China, Australia, Rusia, Canadá*)
- China tiene escasas reservas de niobio y no está utilizando gran parte de sus enormes reservas de tantalio. ¿Qué países tienen más probabilidades de exportar niobio y tantalio (es decir, "coltán") a China? (*Brasil, RD del Congo, Ruanda y Nigeria*)

## Ficha técnica

**Título:** Minerales Esenciales para la Revolución Verde – 7 “Las tres Ts”

**Subtítulo:** EsTaño, Tungsteno y Tantalio

**Tema:** Se contrastan las buenas prácticas en la extracción de minerales esenciales con la minería ilegal. Breve repaso a la producción mundial de las "Tres T"

**Edad de los alumnos:** de 12 años en adelante

**Tiempo necesario:** 30 minutos, dependiendo de la discusión, las búsquedas en Internet, etc.

**Aprendizajes de los alumnos:** Los alumnos pueden:

- explicar por qué se necesita más estaño, wolframio y tántalo en la industria a medida que se desarrollan nuevas tecnologías;
- evaluar las diferentes fuentes posibles de estaño, wolframio y tántalo;
- esbozar cómo los gobiernos responsables pueden garantizar que la industria minera cumpla las normas de protección del medio ambiente y las poblaciones locales.

**Contexto:** Esta actividad podría utilizarse en una lección sobre la necesidad de identificar y explotar las reservas de estaño, wolframio y tántalo para su uso en aplicaciones vitales en muchos campos diferentes. La demanda mundial de estos metales aumenta rápidamente a medida que se adoptan nuevas tecnologías. Éstas no están necesariamente relacionadas con la reducción del carbono, sino que son necesarias para la ingeniería como, por ejemplo, en aceros especiales e imanes potentes para generadores eólicos; equipos de perforación para instalaciones de captura y almacenamiento de carbono o bombas de calor geotérmicas; almacenamiento de energía; sistemas electrónicos de control y comunicación.

**Ampliación de la actividad:** Se puede pedir a los alumnos que localicen los países que aparecen en la tabla de la página 2, tracen gráficos de barras con las cifras y hagan sus propios comentarios sobre el resultado. Se puede pedir a los alumnos que, en pequeños grupos, busquen información en las páginas web que se indican a continuación o en las de otros organismos públicos o empresas.

**Principios subyacentes:**

- La demanda mundial de las "Tres T" y de niobio aumenta rápidamente con el crecimiento de las nuevas tecnologías.
- Las tecnologías existentes también necesitan más "Tres T" y niobio a medida que aumenta la población mundial.
- Una parte de las "Tres T" y el niobio pueden reciclarse, pero no hay suficiente en circulación para poder satisfacer unas necesidades en rápido crecimiento.

- La demanda, sobre todo de China, fomenta la minería artesanal a pequeña escala y las actividades sin escrúpulos, que a menudo desembocan en conflictos y derramamientos de sangre.
- La extracción de cualquier mineral puede provocar emisiones y contaminación del agua perjudiciales tanto para la salud humana como para el medio ambiente.
- Los gobiernos y las empresas responsables están liderando la reducción de los efectos nocivos de la extracción de minerales mediante la minería o el dragado.
- El Reino Unido y Europa han incluido las "Tres Ts" y el niobio en sus listas de Minerales Críticos, es decir, minerales que son vitales para las economías de los países, pero cuyos recursos propios son limitados o inexplorados.

**Desarrollo de habilidades cognitivas:**

Establecer la demanda mundial de "las Tres Ts" y la necesidad de aumentar su extracción implica construcción. La metacognición interviene cuando se debate sobre la difícil situación de las regiones en conflicto y cuando se evalúan los métodos de recuperación de antiguas zonas de extracción. Aplicar el pensamiento a nuevos contextos permite establecer nuevas conexiones.

**Material:**

- acceso a la tabla, las imágenes y la información anteriores
- un atlas, o su equivalente electrónico, por grupo de alumnos

**Enlaces útiles:** Para actividades relacionadas de Earthlearningidea, ver la tabla siguiente y:

[https://www.earthlearningidea.com/PDF/69\\_Riches\\_in\\_the\\_river.pdf](https://www.earthlearningidea.com/PDF/69_Riches_in_the_river.pdf)

[https://www.earthlearningidea.com/PDF/164\\_Gold\\_panning.pdf](https://www.earthlearningidea.com/PDF/164_Gold_panning.pdf)

Para profesores: para ver un ejemplo de una gran empresa minera que se esfuerza por trabajar dentro de las leyes de un país:

<https://timah.com/blog/sustainability/commitment-to-esg.html>

Para un ejemplo de la necesidad de un país de identificar nuevos recursos de minerales críticos: [BGS Report, single column layout \(ukcmic.org\)](#)

**Fuente:** Escrito por Peter Kennett del equipo de Earthlearningidea. Gracias a Ben Lepley de SLR Consulting Ltd por su asesoramiento.

Nota: Esta actividad era lo más precisa posible en el verano de 2023. Se están produciendo rápidos avances en la tecnología de las energías bajas y renovables.



© **El equipo de Earthlearningidea.** El equipo de Earthlearningidea se propone presentar una idea didáctica cada semana de coste mínimo y con recursos mínimos, útil para docentes y formadores de profesores de Ciencias de la Tierra, a nivel escolar de Geología y Ciencias, juntamente con una “discusión en línea” sobre cada idea con la finalidad de desarrollar una red de apoyo. La propuesta de “Earthlearningidea” tiene escasa financiación y depende mayoritariamente del esfuerzo voluntario. Los derechos (copyright) del material original de estas actividades han sido liberados para su uso en el laboratorio o en clase. El material con derechos de terceras personas contenido en estas presentaciones sigue perteneciendo a las mismas. Cualquier organización que quiera hacer uso de este material, deberá ponerse en contacto con el equipo de Earthlearningidea.

Se han hecho todos los esfuerzos posibles para localizar a las personas o instituciones que poseen los derechos de todos los materiales de estas actividades para obtener su autorización. Si cree que se ha vulnerado algún derecho suyo, póngase en contacto con nosotros; agradeceremos cualquier información que nos permita actualizar nuestros archivos.