



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.  
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada. Toluca, Estado de México. 7223398476*

RFC: ATI120618V12

**Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.**

<http://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/>

**Año: IX    Número: 2.    Artículo no.:113    Período: 1ro de enero al 30 de abril del 2022.**

**TÍTULO:** Las tierras raras y su potencial en el Sistema Educativo Nacional.

**AUTOR:**

1. Dr. Elvis Máximo Álvarez Torres.

**RESUMEN:** La presente investigación, de carácter exploratorio, nos hace conocer las amplias posibilidades de utilización de las tierras raras para la producción de dispositivos tecnológicos, para las TICs, la defensa, la medicina y la nanotecnología, siendo interesante que nuestro país cuente con minerales dentro de la alta diversidad en la naturaleza, asumiendo los metales raros, todo eso en función de la implementación de plantas de desarrollo tecnológico, liderazgo que debería comenzar en la academia, en el área de tecnologías y focalizado hacia la electrónica, las telecomunicaciones y la informática, que se podría expandir hacia la mecánica y robótica, las ciencias del deporte, la pedagogía, así como la arqueología y las ciencias básicas en la Universidad Nacional Enrique Guzmán y Valle.

**PALABRAS CLAVES:** tierras raras, nanotecnología, minerales de la modernidad.

**TITLE:** Rare earths and their potential in the National Educational System.

**AUTHOR:**

1. PhD. Elvis Máximo Alvarez Torres.

**ABSTRACT:** The present investigation, of an exploratory nature, makes us know the wide possibilities of using rare earths for the production of technological devices, for ICTs, defense, medicine and nanotechnology, being interesting that our country has minerals within the high diversity in nature, assuming rare metals, all based on the implementation of technological development plants, leadership that should begin in the academy, in the area of technologies and focused on electronics, telecommunications and information technology, that could be expanded into mechanics and robotics, sports sciences, pedagogy, as well as archeology and basic sciences at the Enrique Guzmán y Valle National University.

**KEY WORDS:** rare earths, nanotechnology, minerals of modernity.

## **INTRODUCCIÓN.**

El primer conocimiento sobre las tierras raras se tuvo en el año 1990, cuando trabajaba en seguridad para Centromin Perú, donde había una ruta subterránea desde San Mateo hasta Morococha, y el desperdicio de mineral en el camino desde San Mateo hasta el Puerto del Callao, derramando mineral por toda la línea férrea a pesar de que se conocía que el plomo era dañino para la salud y contaminaba toda la vertiente del río Rímac.

El plomo combinado con el zinc salía al extranjero como zinc, pero en realidad la utilidad no era el Zinc sino “las tierras raras” que extraídas en ínfimas cantidades, pero con un elevado valor económico, Bellido y Montreuil (1972) explica: “se registra la producción de cerca de 40 sustancias entre metálicas: antimonio, bismuto, cadmio, estaño, hierro, indio, manganeso, mercurio, molibdeno, oro, selenio, talio, telurio y tungsteno; y de las no metálicas: petróleo, carbón, baritina, caliza, yeso, caolín, sílice, sales, arcillas refractarias, ocre, talco, rocas ornamentales, etc.” Algunos minerales se obtienen como sub-productos de los sulfuros y sulfosales de cobre, el plomo y zinc, de las

instalaciones metalúrgicas de La Oroya, Junín y los minerales de cromo, cobalto, níquel, platino, titanio y uranio se obtienen en diversas localidades del país.

Con el boom del almacenamiento de energía, se ha estandarizado el uso del “Litio” a nivel mundial, y contamos actualmente con reservas extraordinarias en Puno, de los cuales la academia debería no solo conocer, sino también iniciar un proceso arduo de investigación, exploración de aplicaciones, y desarrollo de prototipos para alinearnos a las tecnologías emergentes.

La presente investigación busca conocer y plantear nuevas metodologías de enseñanza universitaria con el uso de las “tierras raras” y las diferentes sustancias de nuestra amplia riqueza mineral para la investigación, innovación y desarrollo.

## **DESARROLLO.**

### **Materiales y métodos.**

El presente trabajo es un estudio exploratorio que tiene como propósito “examinar un fenómeno o problema de investigación nuevo o poco estudiado, sobre el cual se tiene muchas dudas o no se ha abordado antes” (Torres et al., 2021); y “la observación es un procedimiento empírico básico que tiene como objeto indagar averiguar y entender los hechos y los datos”; asimismo, Crisólogo (1994) nos explica los tipos de observación científica, relacionadas con el estudio exploratorio:

- (1) La observación no estructurada; que se desarrolla con espontaneidad y sin el adecuado control del proceso.
- (2) La observación estructurada; que establece objetivos delimitando el campo de observación, escogiendo los aspectos más relevantes, estableciendo instrumentos y registrando contenidos de manera precisa y responsable.
- (3) La observación participante; donde el observador permanece dentro del grupo, asumiendo roles para la investigación.

(4) La observación no participante; donde el observador toma contacto con el grupo de estudio permaneciendo ajeno a la situación observada, siendo esta la situación en la presente investigación (Torres et al., 2021).

### **Las tierras raras.**

Las tierras raras son minerales especiales reconocidos en la tabla periódica y extraídos como resultado de la descomposición química de diferentes minerales naturales que tienen un amplio uso en el mercado tecnológico actual y vital para la economía nacional por su utilidad en el funcionamiento de modernos equipos electrónicos que se desarrollan en la actualidad, de los cuales se evidencia que el 93 % de la exploración y explotación corresponde a China, y se identifican diecisiete (17) elementos químicos con propiedades especiales utilizados en tecnología de punta. Estos son el escandio, el itrio y quince (15) elementos del grupo de los lantánidos.

Las tierras raras se clasifican en “tierras pesadas” como: Gadolinio, Terbio, Disprobio, Holmio, Erblio, Tulio, Iterbio, Lutecio y “tierras livianas” como: lantano, cerio, Praseodimio, Neodimio, Prometio, Samario y Europio (Fundación Tecnológica, 2015).

A principios de 1870, un operador de telégrafo llamado Joseph May, utilizando el selenio metálico en una estación de cable irlandesa, se percató de que ciertas variaciones inesperadas en las lecturas de sus instrumentos eran debidas al efecto de la luz generada por el selenio. May descubrió que la luz cambiaba la resistencia eléctrica del material, y la variación de la resistencia era proporcional a la intensidad de luz. Por lo que se podía crear corriente eléctrica a partir de la misma luz.

En el año 1884, el inventor alemán Paul Nipkow patentó el disco que lleva su nombre: un disco que serviría de mecanismo para proyectar la luz reflejada por un objeto sobre una serie de células de selenio que enviarían los impulsos eléctricos correspondientes a través de un cable (Berreones, 2015). Una amplia historia hay respecto al descubrimiento de las tierras raras a lo largo de más de

un siglo y que involucró a un importante grupo de científicos de diversas nacionalidades se presenta en Baran (2016).

### **Aplicaciones de las tierras raras.**

#### ***Tierras raras livianas.***

El Lantano (La-57) se utiliza para fabricar gafas ópticas que absorben la energía luminosa y para maleabilizar el acero, también para el tratamiento de aguas residuales y refinación de petróleo.

El Cerio (Ce -58), utilizado como óxido, se utiliza en convertidores catalíticos para sistemas de escape automotriz, y se utiliza para el pulido de vidrio y cristales; se puede usar en aleaciones de hierro, magnesio y aluminio, imanes, y ciertos electrodos de iluminación de arco de carbono.

El Praseodimio (Pr -59) se usó para pintar cerámica de un color amarillo-naranja y en general se enfocan en la creación de metales de alta resistencia para motores de aviones.

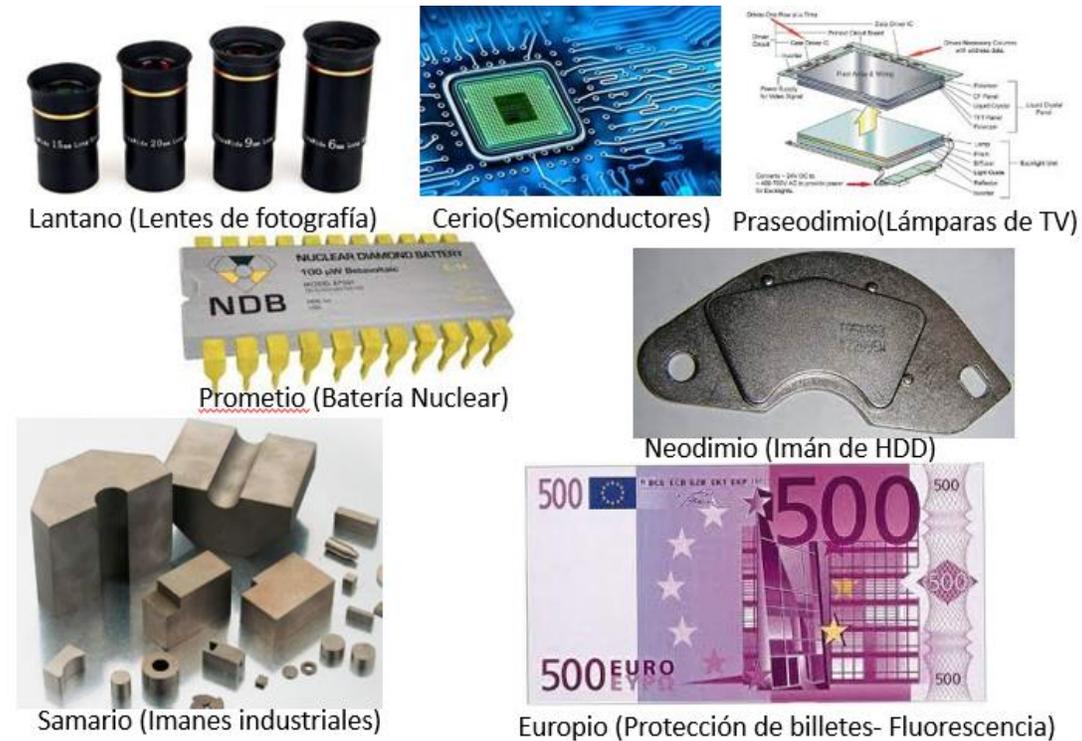
El Neodimio (Nd -60) sirve para crear imanes fuertes, utilizado en vehículos y aeronaves, en auriculares, micrófonos y discos de computadora, láseres infrarrojos de alta potencia para aplicaciones industriales y de defensa.

El Prometio (Pm -61), único elemento de tierras raras naturalmente radiactivo; todo el promethium de la tierra se descompuso hace tiempo, y hoy en día, es creado artificialmente, usado en relojes, marcapasos e investigación científica.

El Samario (Sm -62) se usa para imanes muy potentes, utilizado en tecnologías de transporte, defensa y comercio, radioterapia intravenosa, destruye células cancerosas y se usa para tratamiento del cáncer de los pulmones, la próstata, los senos y algunas formas de cáncer de los huesos; es un absorbente de neutrones y se usa para controlar varillas de reactores nucleares.

El Europio (Eu -63) es un metal duro utilizado para crear luz visible en bombillas fluorescentes compactas y en pantallas a color. Los fósforos de Europium ayudan a fabricar pantallas de color rojo

brillante a color y ayudan a impulsar la popularidad de las primeras generaciones de televisores en color. Se utiliza también para hacer las marcas especiales de fósforos en billetes de euros que impiden la falsificación (Andrade,1998).



### Tierras raras pesadas.

El Gadolinio (Di-64) es utilizado para el blindaje de reactores nucleares y radiografía de neutrones. Se aplica a tumores neuronales, mejora de imágenes por resonancia magnética (MRI), tratamiento y diagnóstico del cáncer, rayos X y pruebas de densidad ósea.

El Disprosio (Dy -66) es una de las más altas fuerzas magnéticas de los elementos, comparada solo con el holmio. Se agrega a imanes permanentes para operar a temperaturas altas, y se utiliza en los discos duros de las computadoras y otros componentes electrónicos que requieren propiedades magnéticas. Se usa en reactores nucleares y vehículos modernos con consumo eficiente de energía.

El Terbio (Tb -65), descubierto en 1843, se usa en iluminación fluorescente, pantallas a color o aditivo a imanes permanentes para funcionar a temperaturas altas, y se encuentra en celdas de combustible para operar a temperaturas elevadas, en algunos dispositivos electrónicos y en sistemas navales; en su forma de aleación tiene la magnetostricción más alta de cualquier sustancia. Tiene muchos usos en defensa y tecnologías comerciales.

El Holmio (Ho -67), descubierto en 1878 junto con el disprosio, tiene propiedades magnéticas increíbles con los campos magnéticos más fuertes creados artificialmente; resultado de concentradores de flujo magnético hechos con aleaciones de holmio, proporciona coloración al Zirconio cúbico y vidrio, el holmio se utiliza en barras de control nuclear y equipos de microondas.

El Erblio (Er-68), con aplicaciones nucleares, se encuentra en barras de control que absorben neutrones. Es componente clave de los sistemas de comunicaciones de fibra óptica de alto rendimiento, y da al vidrio y otros materiales un color rosado para fines estéticos e industriales. Ayuda a crear láseres de uso en fines médicos.

El Tulio (Tm -69). Sus isótopos se usan para rayos X portátiles; componente de los láseres altamente eficientes con diversos usos en defensa, medicina y meteorología.



El Iterbio (Yb -70) presenta importantes aplicaciones en medicina, tratamientos contra el cáncer, mejora el acero inoxidable y se usa para monitorear los efectos de los terremotos y las explosiones en el suelo.

El Lutecio (Lu -71). Los isótopos de lutecio ayudan a revelar la edad de los objetos antiguos, como los meteoritos; además, aplicaciones relacionadas con la refinación de petróleo y la tomografía por emisión de positrones.

El Escandio (Sc -21) es utilizado en televisores, lámparas fluorescentes de bajo consumo y para fortalecer compuestos metálicos.

El Itrio (Y -39) es utilizado en superconductores, láseres, medicamentos para el cáncer, artritis, suministros quirúrgicos, y se usa en televisores a color y lentes de cámara (Andrade, 1998).

### **Tierras raras en el Perú.**

Además de los minerales conocidos desde la antigüedad, como el oro, la plata, el cobre y el zinc, el Perú también cuenta con un alto potencial de tierras raras de alta demanda mundial para el empleo en la industria aeronáutica, la fabricación de reactores nucleares, televisores, equipos de rayos X, dispositivos USB, entre otros. Se destaca que las tierras raras se han vuelto vital para las telecomunicaciones, las energías renovables y los vehículos híbridos. Entre los más conocidos tenemos el Batolito de San Nicolás de edad paleozoica, ubicado en la Cordillera Occidental de la costa, el Macizo de Querobamba del Paleozoico y algunas facies de la cordillera Blanca del Mioceno, también contamos con amplio potencial de tierras raras en la Cordillera Oriental que se encuentra en los intrusivos del Paleozoico y Permotriásico, como es el caso de los batolitos de Aricoma, Limbani y Coasa y el Granito de San Gabán en Puno.

El potencial de tierras raras se da por la naturaleza geoquímica de la Cordillera Oriental, donde existen importantes anomalías de uranio que se encuentran relacionadas con las tierras raras,

asimismo, en el centro y norte del Perú el potencial se encuentra en los intrusivos de la Adamelita de Pacococha, Batolito de San Ramón y Batolito de Pataz (Ministerio de Energía y Minas, 2011).

### **Tierras raras en educación.**

Para determinar estos elementos [arqueológicos], se ha usado la espectrometría de masas a partir de las muestras tomadas de los sedimentos arqueológicos, digeridos con una disolución ácida (...), este análisis de depósitos arqueológicos se ha desarrollado en el marco multidisciplinar, en la Cueva de la Cocina (Dos Aguas, Valencia, España) publicado en Boreas, respecto a las excavaciones recientes de la Universitat de Valencia y el SIP (Museo de Prehistoria de València), donde incluye evidencias de actividades relacionadas con la caza, la recolección y la ganadería (Gallello et al., 2021).

También, materiales como el Holmio y el Erblio para el estudio de aplicaciones en fibra óptica proyectado al análisis de ventanas, comparación de dopantes Vs. niveles de atenuación, sistemas monomodo y multimodo y estudios de iluminación a lo largo del espectro visual; la implementación de laboratorios donde se promueva estudios sobre magnetismo con el Neodimio, Samario, sobre todo en automatización así como el Prometio y el Cerio, donde nos encontramos ausentes en el mundo científico; más interesante son las aplicaciones en el vidrio, que en 1980 desarrollado en la UNMSM (en 1980), pero que en la Cantuta lo encontré ausente; los sistemas catalizadores aún se encuentran vacíos desde el punto de vista tecnológico y podríamos resolver la problemática del azufre, el plomo CO (monóxido de carbono), el CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), el O<sub>2</sub> (Oxígeno), Hidrocarburos no quemados (HC), Nitrógeno, Agua y bajo ciertas condiciones NO<sub>x</sub> (óxidos de Nitrógeno).

Como residuos del combustible impuro y la producción en masa de sistemas de baterías con litio mediante un sistema de investigación tecnológica promovido por la Universidad; no escapa también la educación básica regular (EBR), que en el Ecuador se encuentra inserto dentro de la programación curricular, y específicamente en telecomunicaciones, debemos realizar estudios o focalizar el

espectro electromagnético con la aplicación de las tierras raras; finalmente, la nanotecnología en la Universidad necesita laboratorios y decisión de las autoridades para su implementación.

### **Uranio y Litio en Puno.**

El Exministro de Energía y Minas en conferencia de prensa señaló que hay un proyecto de uranio y litio ubicado en la región de Puno; en ese sentido, el MINEM debe presentar proyectos de exploración y explotación del litio no asociado al uranio (Gobierno Regional Puno, 2021); el mineral del futuro convertiría al Perú en un productor de sistemas de electromovilidad, junto con Chile, Bolivia y Argentina, conocido como el nuevo oro blanco (Energiminas, 2021). Cabe destacar, que Corani, lugar donde se ubica el yacimiento, es uno de distritos más pobres de la región Puno, con 5,000 habitantes que viven de la crianza de alpacas, y al encontrarse el yacimiento en etapa de exploración, no existe ningún beneficio para la población (Gobierno Regional Puno, 2021).

### **Ética de las tierras raras.**

Verrax (2013) manifiesta que las tierras raras generan poco interés en sus tres aspectos éticos:

(1) El daño y beneficio ambiental para el uso de aplicaciones de las tierras raras en las turbinas eólicas, focos ahorradores de energía, autos híbridos, baterías recargables; los procesos de minado y procesamiento de las tierras raras acarrear serios aspectos ambientales provocando problemas a la salud para la población y riesgos globales de calentamiento global y necesidad de desarrollar tecnologías verdes para justificar la orientación industrial de las tierras raras.

(2) El monopolio Chino y la dependencia occidental plantea la obligación de China de exportar sus recursos. A la fecha, China produce más del 95 % de las tierras raras a nivel mundial. A pesar de que el país “sólo” tiene solo un tercio de las reservas conocidas y los países dependientes han hecho quejas formales ante la OMC acerca de las cuotas de exportación chinas.

(3) Uso competitivo. Las tierras raras tienen una variedad de aplicaciones: la industria militar, la nanotecnología o la investigación médica; debiéndose iniciar una regulación vertical para que los ciudadanos tengan la capacidad de establecer los términos de referencias; cabe destacar, que la situación exige respuestas al impacto del manejo de dichos metales, por lo que la nano ética u otros organismos paralelos deben enfocarse en escenarios futuros y hacer un llamado a las organizaciones protectoras del medioambiente a fin de promover la legislación al respecto.

### **Resultados.**

Las evidencias presentadas en el presente documento demuestran que nuestro país cuenta con alta diversidad de metales raros de elevada utilidad en el mercado tecnológico mundial habiéndose demostrado que China cuenta con el 93% de la producción mundial de tierras raras, comprobándose por otro lado, que la extracción de tierras raras del Perú, no están contabilizándose en el mercado, en vista que dichos minerales salen como residuos de extracciones mineras en algunos casos en los containers supuestamente vacíos que retornan a China luego de su actividad comercial sin contabilizar su producto ni su valor agregado.

Desde el punto de vista académico, la universidad no asume su responsabilidad investigativa a pesar de que tuvo un amplio conocimiento de la existencia de litio que puede ser utilizado para el almacenamiento de energía eléctrica en las baterías de celulares y computadoras móviles, siendo los especialistas en electrónica y telecomunicaciones egresados de la Universidad Nacional de Educación quienes deberían liderar estos proyectos de innovación tecnológica.

Existe una clara competencia por destacar en este mercado global por parte de los países limítrofes y únicamente explotando las tierras raras con que contamos en la región, por lo que deberíamos solicitar al gobierno central que nos otorguen las facilidades necesarias para ingresar a las minas de litio y comenzar a realizar proyectos tecnológicos dirigidos a la producción de baterías tanto para

sistemas de comunicaciones como para vehículos que tanto se necesita en la actualidad como es el caso de los vehículos eléctricos Tesla.

En el contenido se muestran las aplicaciones educativas en los cuales puede comenzar la universidad a trabajar en la formación universitaria los mismos que se relatan a continuación: (1) Nanotecnología, (2) Almacenamiento de energía, (3) Transporte de datos por fibra óptica, (4) Arqueología, (5) Agronomía, (6) Tecnología de Microprocesadores, Microcontroladores y semiconductores, (7) Electromagnetismo, (8) Automatización, (9) sistemas catalizadores, (10) aplicaciones del silicio y (11) Bases teóricas aplicadas en ciencia y literatura dirigidos a la Educación Básica Regular, todos ellos distribuidos en las diferentes facultades con que cuenta la Universidad.

Desde el punto de vista ético, es necesario prever que:

(1) Las practicas ética deben estar dirigidos por el gobierno corporativo, en vista que la elevada cantidad de corrupción, todo el nivel ético, en los altos niveles corporativos, destruye todos los valores del sistema administrativo nacional.

(2) La necesidad de un desarrollo sostenible, postexplotación, en vista que como es el caso de puerto Maldonado, la exploración del oro ha llevado a una destrucción total de las zonas de exploración, totalmente contaminada por el azogue (Mercurio) que deja zonas totalmente contaminadas en lugares protegidos para el mundo, por los extractores de oro.

(3) No importan los derechos humanos ni el respeto a la cultura, costumbres y valores de las comunidades en explotación, en vista que aprovechándose del poder económico y militar en algunas ocasiones se toma el control de las zonas de explotación sin coordinación con los pobladores de la comunidad.

(4) No existen sistemas de gestión de riesgo y mejoramiento continuo laboral, debido a que al estar ubicados en zonas inaccesibles, no existe riesgo de la visita de las autoridades laborales contratándose a personas sin ningún tipo de respeto a las leyes laborales.

(5) Un ejemplo de la problemática relacionada con la biodiversidad, corresponde a las minas de litio que contiene una gran biodiversidad que sufrirá daños en caso de iniciar la explotación del Litio, asimismo, al ser una sal especial, los agujeros que quedaran de la explotación provocará una absoluta alteración del sistema acuífero de la zona, con la consiguiente variación de los sistemas de interacción del ciclo del agua de la zona.

(6) No existe, hasta la fecha, un sistema de diseño, uso, reusó, reciclaje y disposición final responsable, por lo que la academia debe hacerse responsable para la formulación de sistemas de protección del medio ambiente en los lugares de explotación.

(7) Existe un compromiso para mejorar el desarrollo social, económico e institucional de la zona, pero eso solamente son propuestas incumplidas, en mi caso fui contratado con presupuesto del canon minero, pero algunos componentes del equipo simplemente pasaban a cobrar su sueldo sin mover ni un solo dedo en el cumplimiento de sus responsabilidades.

(8) Una de las leyes más interesantes de los últimos tiempos corresponde a la Ley de Transparencia, que obliga a hacer conocer información al público sobre el desarrollo de contratos de uso y explotación, y determinar si se les entregó la concesión a un costo real y beneficioso o existió algún tipo de prebenda a la hora de la entrega de la concesión.

### **Discusión.**

Es necesario realizar un estudio pormenorizado de cada uno de los metales raros para determinar con cuáles de ellos contamos en el territorio nacional, y al respecto, el suscrito abastece de materiales y muestras a nivel mundial y pueden encontrar muestras de minerales de todo tipo en la página web: [www.arturinsa.com](http://www.arturinsa.com) También pueden encontrar bases teóricas amplias en mi primera conferencia sobre minerales no metálicos en el auditorio del Ministerio de Energía y Minas de Perú (Álvarez, 2010), un poco de la historia respecto a la extracción, comercialización, lapidado y tallados de las

pedras semipreciosas en el Perú en Álvarez (2000), y una historia más general respecto a las pedras semipreciosas peruanas desde la antigüedad en otro artículo de Álvarez (2005), siendo una evidencia del trabajo que se hace sobre minerales no metálicos en el Perú.

Desde la perspectiva educativa, tenemos a Vázquez (2019) que en su tesis explica el desarrollo de la separación y precipitación de tierras raras mediante el uso de HCl y ácido oxálico que muestran un rendimiento del 96% en el caso de magnetos permanentes de computadoras postconsumo, que podría ser un proyecto de fin de carrera con aplicaciones permanentes en la Universidad.

En Chile, la Universidad de Santiago de Chile y la Empresa Biolantánidos Subsidiaria de Hochtied Mining muestra los resultados del convenio para el desarrollo del “método de Adsorción” de tierras raras, la misma que se encuentra en la fase de evaluación ambiental en la comuna de Penco, que se proyecta su uso hacia la electromovilidad, la generación de energías renovables y el desarrollo de la industria tecnológica (Lende, 2017); en los próximos años se estima un crecimiento importante de Neodimio, Samario, Lantano, Cerio e Itrio, para aplicar como catalizadores de petróleo, pulidores para vidrios, aceros, cerámicos, en la industria nuclear y atómica, en la fabricación de supermagnetos, en la electrónica y el desarrollo de nuevos materiales y superconductores. También en láser, lentes para cámaras de video y fotográficas, para hacerlas irrompibles y que soporten altas temperaturas, en el craqueo catalítico para la elaboración de combustibles y materiales para implantes dentales y óseos.

El Ministerio de Energía y Minas (2011) convocó a un Encuentro de Operadores para la 30ava. Convención Minera desarrollada en Arequipa, donde se abordó el tema de los metales raros y su aplicación en la industria aeronáutica, las 14 corupciones renovables y la fabricación de vehículos eléctricos o televisores, siendo el Perú una zona potencialmente interesante para la operación de estos recursos, habiéndose encargado al especialista Patrick R. Taylor, profesor de la escuela de Minas de Colorado Director del Instituto de Metalurgia Extractiva de Kroll para el desarrollo de la ponencia.

Taylor señala que es importante la proyección por recuperar los metales raros que podrían ser utilizados para la producción inicial de turbinas de viento, entre otros.

Desde el punto de vista comercial, tenemos como ejemplo a las huestes disidentes de las FARC y el ELN, que en alianza con el régimen venezolano, comercian con tungsteno y tantalio extraído de la selva amazónica colombiana, que transportan bolsas de rocas trituradas por los ríos Inírida y Orinoco, y luego hasta Bogotá o Caracas, luego transferidas a empresas comerciales que venden a los mercados internacionales, convertidas en aleaciones o polvos para una amplia gama de componentes utilizados por empresas como BMW, Hewlett-Packard y Samsung Electronics (Calderón & Palacio, 2020).

Desde el punto ético y de protección a la biodiversidad, señala Álvarez (2018) que “durante la explotación y procesamiento de estas tierras se crean cantidades considerables de desechos tóxicos radiactivos. La obtención de una tonelada de tierras raras producirá de 9.000 y 12.000 metros cúbicos de gases, ricos en polvo”, por lo que aunado a los altos niveles de corrupción en el país, tendremos bombas de tiempo en vez de progreso como es el caso de la sentencia a 5 años al Gobernador regional del Callao, Don Alex Kouri Bumachar, por el delito de colusión desleal en agravio del estado; 35 años de prisión al Ex -Gobernador Regional de Ancash Cesar Alvarez Aguilar por crimen organizado, correspondiente a la sentencia resultado del Exp. 120-2014, y actualmente, los dinámicos del centro que dirige el presidente del partido político de Perú Libre Vladimir Cerrón Rojas y exgobernador Regional de Junín.

## **CONCLUSIONES.**

Como conclusiones del trabajo, se presenta que:

1. Según los estudios observados respecto a la extracción de metales raros, se observa alta complejidad en los procesos lo que conlleva a concluir que si los metales y minerales de fácil

extracción se extraen y comercializan sin el mínimo valor agregado, se puede concluir que la comercialización de metales raros todavía tiene un largo camino por recorrer y que es necesario las inventivas de innovación de parte de la universidad, sobre todo de aquellas se reciben presupuesto del canon.

2. En la investigación, no se ha observado evidencia respecto a aplicaciones tecnológicas haciendo uso de metales raros para la educación, existiendo sendos ejemplos de aplicación en distintos lugares del planeta que deberían ser un ejemplo a seguir para recuperar las competencias tecnológicas que se requieren para salvar nuestra malvenida economía
3. Habiendo observado los graves daños que causa la minería tanto formal como informal en el medio ambiente, no existe ninguna garantía en la actualidad que la extracción de nuevos metales altamente especializados garantice una adecuada protección al medio ambiente y a los habitantes que viven en los centros extractivos, más aun contando el Perú con el centro local más contaminado del planeta como lo es “La Oroya”.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

1. Álvarez Quicaño Diana Carolina. (2018) “Las Tierras raras y los actínidos; Estado natural; Propiedades físicas de las tierras raras y actínidos; Importancia en tecnología de punta; Aplicaciones; Impactos sobre la biodiversidad de las tierras raras y los actínidos” (tesis de grado de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Perú).  
<https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/UNE/3602/MONOGRAF%c3%8dA%20-%20ALVAREZ%20QUICA%c3%91O.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
2. Álvarez Torres, Elvis (2000) Las Piedras Semipreciosas en el Perú: Explotación, comercialización, tallado y lapidado. Perú: Artesanía Turismo e Informática S.A.  
<http://www.arturinsa.com/historia.html>

3. Álvarez Torres, Elvis (2005) Las Piedras Semipreciosas en el Perú: Marco Histórico. Perú: Artesanía Turismo e Informática S.A. <https://www.monografias.com/trabajos-pdf/piedras-semipreciosas-peru/piedras-semipreciosas-peru.pdf>
4. Álvarez Torres, Elvis (2010) Las Piedras Semipreciosas en el Perú: Exposición en el Ministerio de Energía y Minas. Perú: Artesanía Turismo e Informática S.A. <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/PRESENTACIONES/2011/NO%20METALICA/9.-%20Elvis%20Alvarez%20-%20ARTURINSA.pptx.pdf>
5. Andrade, A. (1998). El desarrollo de la tecnología. México, DF: Fondo de cultura económica.
6. Baran E. J. (2016) “La fascinante historia del descubrimiento de las tierras raras”. Buenos Aires: Academia Nacional de Ciencias. Exactas., Física y Naturales. [https://www.ancefn.org.ar/user/FILES/ANALES/TOMO\\_68/tomo-68.pdf](https://www.ancefn.org.ar/user/FILES/ANALES/TOMO_68/tomo-68.pdf)
7. Bellido Bravo, E., & De Montreuil Díaz, L. Á. (1972). Aspectos generales de la metalogenia del Perú. Perú: Servicio de Geología y Minería. [https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/226/31/B-001-Boletin-Aspectos\\_generales\\_metalogenia\\_Peru-OCR.pdf](https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/226/31/B-001-Boletin-Aspectos_generales_metalogenia_Peru-OCR.pdf)
8. Berrones Guevara, F. E. (2015). Análisis de los efectos generados por la programación del canal 7 tv cable en el cantón General Antonio Elizalde Bucay (Bachelor's thesis, Guayaquil: ULVR, 2015.). <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/828/1/T-ULVR-0879.pdf>
9. Calderón, C. E. Á., & Palacio, J. H. T. (2020). Geopolítica de las tierras raras: un recurso natural estratégico para la seguridad multidimensional del Estado. Revista Científica General José María Córdova, 18(30), 335-355.
10. Energiminas. (2021). Si Latinoamérica no pone el precio del litio, nos lo impondrán»: expertos debaten futuro del ‘oro blanco’ en la región. (sitio web). Energiminas.com.

<https://energiminas.com/si-latinoamerica-no-pone-el-precio-del-litio-nos-lo-impondran-expertos-debaten-futuro-del-oro-blanco-en-la-region/>

11. Fundación Tecnológica (2015) “La importancia de las tierras raras como materia prima”, Boletín Minero, Mayo del 2015, Chile: Fundación Tecnológica. <https://xdoc.mx/documents/tierras-raras-fundacion-tecnologica-de-sociedad-nacional-de-5eadd96a0da66>
12. Gallelo, G., Ramacciotti, M., García-Puchol, O., Chenery, S., Cortell-Nicolau, A., Cervera, M.L., Díez-Castillo, A., Pastor, A. and McClure, S.B. (2021). Análisis de tierras raras para conocer la actividad humana en la Cueva de la Cocina de Dos Aguas. (sitio web). ruvid.org. <https://ruvid.org/wordpress/?p=63710>

---

13. Gobierno Regional Puno. (2021). Plan de Desarrollo Regional Concertado al 2021. Perú: Gobierno Regional Puno.
14. Lende, S. G. (2017). Minería metalífera y acumulación por desposesión en Argentina. Categorías de análisis y ejemplos empíricos. *RevIISE-Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, 10(10), 219-241.
15. Ministerio de Energía y Minas. (2011) Perú tiene gran potencial de tierras raras: son empleadas en industria aeronáutica y de la TV. San Borja: Ministerio de Energía y Minas. <http://www.minem.gob.pe/descripcion.php?idSector=1&idTitular=3149>
16. Torres, E. M. A., Pérez, N. Y. M., Cardenas, K. J. A., & Cardenas, B. S. A. (2021). Implicancias de la nueva normalidad por el Covid-19 en el sistema educativo peruano: Implications of the new normality by Covid-19 on the Peruvian educational system in the Peruvian educational system. *South Florida Journal of Development*, 2(5), 6260-6277. <https://www.southfloridapublishing.com/ojs/index.php/jdev/article/view/806/711>

17. Vázquez Ramírez, Rigoberto (2019) síntesis, caracterización y evaluación de inhibidores de la corrosión basados en tierras raras recuperadas de magnetos permanentes. (tesis de Maestro de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México). <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/1080/VARRMG18T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
18. Verrax F. (2013) Nanotecnologías, tierras raras y ética: la defensa por un giro ético. Mundo Nano. 6(11), 85-95. <http://www.scielo.org.mx/pdf/mn/v6n11/2448-5691-mn-6-11-85.pdf>

#### **DATOS DEL AUTOR.**

1. **Elvis Máximo Alvarez Torres.** Doctor en Ciencias de la Educación. Docente de la Escuela de Posgrado Walter Peñaloza Ramella de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Perú. E-mail: [elvisalvarez@hotmail.com](mailto:elvisalvarez@hotmail.com)

**RECIBIDO:** 18 de octubre del 2021.

**APROBADO:** 19 de diciembre del 2021.