



Mineralen eskasiaz harago

Egoitz Etxebeste Aduriz • Elhuyar Zientzia



ARG.: Mr.Templer/Shutterstock.com

Ikusten ez ditugun arren, gure egunerokoan zeharo txertatuta daude, eta ezinbestekoak dira trantsizio energetikorako. Meategietatik erauzten den elementu andana dago gailu elektronikoen, auto elektrikoen eta energia berriztagarrien muinean. Kantitate izugarrian behar ditugu, eta erauzi eta erauzi ari gara. Baina, dagoeneko, “kritiko” abizena dute askok, gero eta gehiagok. Ba al dago nahikorik? Nondik aterako ditugu?

Maidier García de Cortazar

Material, prozesu eta produktu
metaliko jasagarrien arduraduna,
Tecnalia ikerketa-zentroan

**Alicia Valero Delgado**

Zaragozako Unibertsitateko
ikertzailea, planetaren kapital
mineralean aditua



Disposioia, neodimioa, prometioa, tantaloa, galioa, artsenikoa, indioa, eztainua, litioa, kobalto, bromoa, magnesioa, urrea, zilarra, kobrea, grafitoa, fosforoa... la seguru, horiek guztiak dauzkazu une honetan eskuetan ez bada, poltsikoan, poltsan edo mahai-gainean. Horiek berak eta beste batzuk ezinbestekoak dira aerosorgailuetan eta eguzki-plaketan. Eta, zer esanik ez, ibilgailu elektrikoetan.

Bitxikeria polita litzateke konturatzea zein eskura ditugun hainbeste elementu, batzuk hain arraroak, ez balitz horren atzean dauden arazoengatik; ez baitira nolanahikoak. Hasteko, planetaren mugekin zerikusia duen arazo larri bat dugu. "Erritmo honetan jarraitzen badugu, eta filosofia eta eredu honekin, oso denbora gutxi gelditzen zaigu", dio, argi, Maider García de Cortazar Aguirrezabal Tecnaliako ikertzaileak.

"Mende honetan, 23 urtean, historia osoan erregratuta dagoena adina erauzi dugu", azaldu du Alicia Valero Delgado Zaragozako Unibertsitateko ikertzaileak. "Hori horrela da kobreaken kasuan, nikelarenean eta, oro har, lehengai mineral guztien kasuan. Erritmoa hain da basatia, non, erreserba berririk aurkitzen ez badugu, laster agortuko baitira; hamarkada batzuetan".

"Eta ez da elementu arraro batzuen kasua soilik", azaldu du Valerok. "Kobrea, esaterako, guztiok ezagutzen dugu, eta nahiko ugaria da berez, baina, elektrifikatu nahi dugunez, denerako behar dugu kobrea. Eta dagoeneko eskasia dugu meategietan".

Lehengai kritikoen zerrenda handitu eta handitu ari da. Europar Batasunaren 2011ko zerrendan 14 ziren; 2023koan 34 dira. "Elementuak gehiago dira,

lehengai batzuk mineral-taldeak direlako; adibidez, lur arraroak", zehaztu du Valerok. "Beraz, laster ia taula periodiko osoa izango da kritikoa".

Lehengaien eskasia, dagoeneko, ez da etorkizuneko arazo bat. "Hornidura-arazoak daude hainbat pieza eta ekiporekin, eta arazo horien jatorria lehengaien eskasian dago", dio Valerok. "Urriak diren lehengai mordo bat behar ditugu, eta dauzkagun meategiek ez dute hainbeste ematen. Gainera, erreserbak handitu nahi izanda ere, 10-15 urte behar dira meategi berri bat irekitzeko. Beraz, arazo bat dugu, eta aurrerantzean handiagoa izango da".

"Mende honetan, 23 urtean, historia osoan adina erauzi dugu"

Pandemiaren garaian esanguratsua izan zen mikrotxipen eta erdieroaleen krisia. Valeroren ustez, ez zen arazo koiunturala soilik izan: "Egiturazko arazo baten sintomak ari gara ikusten; planeta finitu batean hazi eta hazi egin nahi izatearen ondorioa. Gutxi ginenean, eta baliabideak ugariak zirenean, sistemak funtzionatzen zuen. Baina, erauzte-gailur maximoetara iristen ari garen honetan, agortze-seinale horiek arazoak sortzen ari dira hornidura-katean".

Trantsiziorako lehengairik ez

"Arazoa gainean dugu, eta handitu egin da konturatu garelako trantsizio ekologikoa ezinbestekoa dela", gaineratu du García de Cortazarrek. "Horretarako, behar ditugu eguzki-plakak, aerosorgailuak,



1 MW-eko aerosorgailu batek (gehienak hortik gorakoak dira), 3.000 kg kobre, 780 kg manganeso, 400 kg nikel eta 14 kg lur arraro (neodimioa, praseodimioa...) ditu. ARG.: mstoyanov/Shutterstock.com.

mugikortasuna elektrifikatzea eta abar. Soluzio teknologiko batzuk badauzkagu, baina ez daukagu horretarako behar den materialik; batez ere, metalak. Trantsizio bat planteatu dugu, baina ez dugu aztertu material horiek nondik aterako ditugun”.

IEA Energiaren Nazioarteko Agentziak [iaz argitaratu zuen txostenaren](#) arabera, lehengai kritikoen eskaria bikoiztu egin zen 2017tik 2022ra. Litioaren eskaria hirukoiztu egin zen, kobaltoarena % 70 handitu zen, eta nikelarena % 40. Eta, batez ere, energia berriztagarrien sektorea dago igoera horien atzean. Hain zuzen ere, sektore horrek kontsumitu zuen 2022an munduko litio-ekoizpenaren % 56, kobaltoaren % 40 eta nikelaren % 16 (2017an, % 30, % 33 eta % 10 izan ziren, hurrenez hurren).

Auto elektrikoarekin ere arazo bera dago, García de Cortazarren ustez. “Europar estrategia bat jarri dugu auto elektrikoak sartzeko eta bestelakoak

gehiago ez ekoizteko. Eta bateriak bertan ekoizteko gigafaktoriak sortzea da asmoa, eta abar. Baina ez dugu planteatu nondik ekarriko ditugun horretarako behar diren metalak”.

Izan ere, auto elektrikoek errekontzakoek baino sei aldiz metal kritiko gehiago behar dute. [IEAren arabera](#), auto elektriko arrunt baten bateriak 40 kg nikel, 24 kg manganeso, 13 kg kobalto eta 9 kg litio ditu (bateria-mota eta tamainaren arabera asko aldatzen da; adibidez, Tesla Model S autoenak, 62 kg litio dituzte). Motorrerako, kilo-erdi neodimio behar dute, eta, kable-sarea osatzeko, 50 kilo kobre baino gehiago. Auto elektrikoak meategi gurpildunak dira.

“Gelako elefante handia da auto elektrikoa”, dio Valerok. “Material kritiko gehien eskatzen dituen sektorea da. Ia taula periodiko osoa behar du. Eta, beraz, sektore zaugarriena ere bada, edozein elementuren eskasiak zuzenean eragiten baitio”.

“Gainera, geopolitikaren arazoa daukagu”, gehitu du García de Cortazarrek. Izan ere, Europan, material kritiko ia guztia inportatu egiten da. Eta material asko herrialde gutxitan daude kontzentratuta. Gaur egun, Txinak du lehengai kritiko gehienen monopolioa, bai baliabideak bere lurretan dituelako, bai beste herrialde batzuetako baliabideen ustiaketa eta prozesamendua kontrolatzen duelako.

“Beste herrialde batzuetan askoz errazagoa da meategiak irekitzea”

Egoera horri aurre egiteko, Europako Batzordeak [Lehengai Kritikoan Lege-egitasmoa](#) aurkeztu zuen iaz. Helburua da lehengaien hornidura-kate osoan EBren gaitasunak indartzea. “Orain arte, deskarbonizazioan eta trantsizio ekologikoan aritu dira buru-belarri, eta orain badirudi konturatu direla”, dio García de Cortazarrek. “Norabide horretan lan egin beharra dago”.

“Europan ere badago lehengaiak erauzteko potentziala —dio Valerok—; agian ez Hego Amerikan edo Afrikan adinakoa, baina badago. Kontua da beste herrialde batzuetan askoz errazagoa dela meategiak irekitzea, hemen meatzaritzak sekulako aurkaritza daukalako”.

Meatzaritzaren inpaktua

Izan ere, meatzaritzak daukan beste arazo bat da inpaktu handia duela, bai ingurumenean, eta bai lekuko pertsonen bizi-baldintzetan, eta, kasu askotan, giza eskubideetan.



“Hipokrisia handia da guk nahi ez izatea gure inguruan, inpaktu handia duelako, eta Kongoko umeei jasan dezatela”, dio Carcia de Cortazarrek. Ez dugu meategirik nahi, baina mugikorrak nahi ditugu, horren atzean zer dagoen ikusi gabe.

Eta berdin ingurumen-inpaktuekin. “Ez dago meatzaritza berderik edo jasangaririk”, dio Valerok. “Denek dute inpaktua. Gauzak egin daitezke hobeto, eta egin behar dira, baina arazo hori hor dago. Gainera, meategiak ustiatu ahala, gero eta zailagoa da lehengaiak erauztea. “Meategi batean % 0,8ko erauzketatik % 0,4ra pasatzeak izugarritzko ondo-



Koltan-meategi bat, Rubayan (Kongo). ARG.: MONUSCO/Sylvain Liechti CC-BY-SA.

rioak ditu energiaren eta uraren kontsumoan eta isurietan; esponentzialki hazten dira. Horregatik, meatzaritzaren CO₂-isuriak izugarri ari dira igotzen, eta izugarri igoko dira. Hara zer-nolako trantsizioa egiten ari garen”.

“Europako iparraldean badaude eredu interesgarri batzuk, ahalik eta inpaktu txikiena sortzen duten prozesuak erabiltzen dituztenak”, gaineratu du García de Cortazarrek. “Era jasangarriago batean egitea posible da, eta bide horretatik jo behar dugu. Inpaktua beti izango du, baina minimizatzen saiatu behar dugu daukagun teknologiarekin eta baliabi-

deekin. Ez dugu beste aukerarik. Izan ere, meategiak behar ditugu”.

Suediako iparraldean iaz aurkitu zuten lur arraroen erreserba izugarri bat. Per Geijer jarri zioten izena, eta kalkulatu dute 1,3 milioi tona lur arraro dituela. Norvegiak, berriz, [berriki eman du baimena itsas hondoa arakatzen hasteko](#). “Aukera horiek guztiak aztertu behar dira Europan. Urte asko daramatzagu horri guztiari begiratu gabe, gure arazoa izango ez balitz bezala”, dio García de Cortazarrek.



Litio-erazketa, Atacamako basamortuan (Txile). ARG.: Freedom_wanted/Shutterstock.com

Murritzeko beharra

Trantsizio ekologikoa egiteko beharko litzatekeen lehengai-kantitatea kontuan hartuta, kalkuluek ez dute ematen. Hori asko ikertu du Valerok, eta garbi dauka: "Mundu osoan ezingo da iparralde globalean planteatu den trantsizio energetikoa egin, erreserbak ez badira asko handitzen. Hori ebidentzia bat da. Espainian egin ahal izango da, seguruenik, Europan ere bai agian, baina ez dago baliabiderik mundu osoan egiteko".

"Arazoa da trantsizio energetikoa planteatzea orain artekoaren jarraipen gisa", azaldu du. "Ekonomia berdez margotzeak ez du balio; gaur egungo ekonomia oinarritzen baita etengabeko hazkuntzan, baliabide mugagabeak izango bagenitu bezala. Eredua errotik aldatu beharra dago; aurrerapenari uko egin gabe, baina baliabideen kontsumoan murritzeta drastiko bat eginda".



Bestalde, Valeroren ustez, ezinbestekoa da baliabide naturalei benetan duten balioa ematea, eta horiek erauzteak duen kostua ongi neurtzea; ez gaur egun duen kostua soilik, baita etorkizuneko belaunaldientzat izango duena ere. “Ondare natural bat mugarik gabe erauzita, ondorengoak ondare hori gabe uzten ari gara. Ni Zaragozako naizenez, adibide hau jartzen dut: Pilarreko katedrala adreiluaren prezioan salduko bagenu bezala da. Ondare historiko eta kultural bat salduko genuke prezio

irrigarrian, eta ondorengoentzat basilika hori ez litzateke egongo. Naturako katedralak saltzen ari gara adreiluaren prezioan.

Horrez gain, uste du ezinbestekoa dela ekonomia zirkularra, baina zentzurik zabalenean. “Ekonomia zirkularraz hitz egitean, beti pentsatzen da erabilitako baliabideak berriz erabiltzean, baina lehen premisa da baliabide horiek ez erabiltzea. Baliabide gutxiago erabiltzea izan behar du lehenengo helburua. Eta gero, bai, erabilitakoa berreskuratzea. Erabili eta botatzearen astakeria horrekin ezingo dugu jarraitu, ez baitago nahikoa baliabiderik”.

“Gaur egungo eredu linealarekin, ez dago nahikoa lehengai mundu mailan trantsizio energetikoa egiteko”

Bat dator horretan García de Cortazar: “Gaur egungo eredu linealarekin, ez dago nahikoa lehengai mundu mailan trantsizio energetikoa egiteko. Eredu zirkular bat ezartzea lortzen badugu, agian bai. Eta ezinbestekoa izango da kontsumoa murriztea. Ezin dugu nahi adina material erabili nahi dugunerako, baizik eta benetan behar ditugun gauzetarako”.

Hala, egoerari irtenbidea bilatzeko, gauza asko aldatu behar lirateke. “Eredua aldatu behar da, kontsumoa murriztu, baliabide gehiago bilatu eta ustiatu, eta, aldi berean, lan asko egin behar da birziklapenean eta ekodiseinuan”.

Arduraz diseinatzearen garrantzia

Ekodiseinua gakoa da, batetik, ezinbestekoa delako gero ahalik eta gehien berreskuratu eta birziklatu ahal izateko. "Orain arte, ekoitzi eta ekoitzi egin da, produktuen bizitza-amaieraz arduratu gabe", salatu du Valerok. "Mugikor baten bizitza amaitzean, esaterako, ez dakizu zer material dituen, non dau-den, nola bereiz daitezkeen...; eta modelo bakoitza desberdina da, gainera. Horrela, material kritikoak galtzen ari gara. Hori aldatu egin behar da, eta ha-sieratik diseinatu behar da birziklatu ahal izateko".

Ekodiseinuaren beste alde garrantzitsu bat azpi-marratu du García de Cortazarrek: "Ez da bakarrik pentsatzea gero nola desmuntatuko dugun eta nola birziklatuko dugun; baizik eta hasieran erabil-tzen ditugun material horiek erabili behar ditugun edo beste alternatiba batzuk erabili daitezkeen. Hor izugarrizko mundu bat dago ikertzeko".

Hain zuzen ere, ikerketa asko ari dira egiten arlo horretan. "Ikerkuntzaren akuilu nagusiak beti izan da gaitasun handiak eta prezio onak lortzea. Orain, ordea, beste akuilu bat dugu: materialak. Lur arra-roekin egindako imanek, esaterako, izugarrizko gai-tasunak dituzte. Orain, ordea, asko ari dira ikertzen ea gaitasun interesgarriko imanek lor ote daitez-keen lur arraroak erabili gabe edo gutxiago erabiliz".

Garbi du birziklapenean ere hobetzeko asko da-goela: "Gaur egun, Europak imanen % 100 Txinatik ekartzen ditu, prozesatuta. Eta % 1 baino gutxiago birziklatzen da. Eta ez da ezin delako egin, baizik eta ez delako egiten. Ez dut esango % 100 birziklatu daitekeenik, baina ehuneko hori asko handitu behar da. Marjina izugarria dugu. Sortu behar dira birzikla-tu ahal izateko prozesuak eta enpresak".

Hala ere, bi adituek argi dute birziklapenarekin ba-karrik ez dela arazoa konponduko. "Gainerako solu-zio guztiak beharko ditugu", azpimarratu du García de Cortazarrek. "Inori gustatzen ez zaion arren, meategi gehiago beharko ditugu. Baina ereduak zirkularra izan behar du, eta, nire ustez, soluzio azkarrena kontsumoa murriztea litzateke". Valerok ere argi dio: "Lehenengo murriztea, gero ekonomia zirkularra, eta, azkenik, lekuko meatzaritza".

*"Lehenengo murriztea,
gero ekonomia zirkularra,
eta, azkenik, lekuko
meatzaritza"*

Eta badute itxaropenik. "Egoera benetan larria da, baina mugimendu oso garrantzitsuak ikusten ari naiz", dio García de Cortazarrek. "Hogei urtetik gora daramatzat ikerketan, eta ez dut inoiz ikusi orain bezalako kontzientziarik eta mugimendurik. Eta horrek itxaropen pixka bat ematen dit".

"Norabidea aldatu beharraren diskurtsoa bidea egi-ten ari da, eta, orain arte ez bezala, Europan ere hasi gara entzuten", dio Valerok ere. "Beldur naiz, hala ere, zerbait egiten denerako ez ote den berandu izango. Aldaketak etorriko dira, seguru; ez baitago beste aukerarik. Ez dakit nik ikusiko dudana, uste dut baietz; baina nire seme-alabek seguru. Kontua da nola egin nahi dugun aldaketa; bortizki edo modu ordenatua-go batean. Garaiz egiteko gai bagara, nik uste dut leunago egin ahal izango dugula". ●