



Marcus Lucretius etxeko horma-margoak aztertzen, Raman espektroskopia erabiliz.

Ponpeia

zena, dirudiena eta dena, kimikaren eskutik

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Argazkiak: IBeA/EHU



Duela hamar urte, Ponpeiako lagin batzuk analizatzeko gonbidapena jaso zuten EHUko kimikari batzuek. Geroztik, Ponpeian bertan aritzeko aukera izan dute. Dituzten tresnei eta metodologiari esker, hango freskoek iraganetik orainaldira izan duten bilakaera argitzen ari dira, eta etorkizunean ere iraun dezaten bermatzeko lanean ari dira.

Maite Maguregui Hernando, IBeA EHUko ikerketa-taldearen kidea eta Kimikan doktoreak hamar urte daramatza Ponpeiako freskoak ikertzen. Ondo go-goan du nola hasi zen hemengo talde bat, Ponpeiako aztarnategian lanean: "Finlandiako emakume bat ezagutu genuen, Metropolia Unibertsitateko kimikaria bera, eta interes handia agertu zuen erabiltzen genituen tresnekiko metodologiarekiko. Hari esker joan ginen lehenengoz Ponpeiara".

Hain zuzen ere, tresna eramangarriak erabiltzen dituzte, analisiak egiteko. Metodologiaren aldetik, berriz, ez dira mugatzen pigmentuen, morteroaren eta beste elementuen analisisa egitera; jatorrian nolakoak ziren, eta nola eta zergatik degradatu diren argitzen ere saiatzen dira. Metropoliko ikertzailea EPUH arkeologia-taldearekin ari zen lanean Ponpeian, eta hangoekin hitz egin zuen, Magureguiaren taldea hara joan zedin.

Hala, 2008an horma-margo lagin txiki batzuk jaso zituzten. EHUko laborategian analizatu zituzten, eta emaitzekin "oso pozik" geratu ziren finlandiarrek. 2009an, artikulu zientifikoa ere argitaratu zuten ikerketa haren berri emanaz.

Ponpeian ikertzeko gonbidapena

Magureguiaren tesi-amaierako lana izan zen; horregatik izan zen hain berezia beretzat hurrengo urtean Ponpeiara iketzera joateko gonbidapena jasotzea: "Zirraragarria izan zen. Gero ohitu egiten zara, baina, lehenaldi hartan, adibidez, gogoan dut izugarri hunkitu ninduela ikusteak zeinen gutxi aurreratu dugun. Izan ere, etxeak, kaleak... gaur egun ere halakoak ditugu, baita zebrabideak ere!"

Casa de Marcus Lucretius, alegia, Marcus Lucretiusen etxea ikertzea egokitu zitzaion. Ponpeiako indusketa erregistratuak gutxi gorabehera 1850ean hasi ziren, eta badira ia 170 urte etxe hori induskatu zela, baina ertzetan oraindik geratzen da induskatu gabeko eremua, eta hori aztertzea zuten helburu

EPUH arkeologoen. "Hasiera batean, pigmentuen natura ikertzea zen haien asmoa, baina, hara joan ginenean, berehala ikusi genuen lan pila bat zegoela egiteko", azaldu du Magureguik.



X izpien fluoreszentzia espektrometroaren erabilera, Marcus Lucretius horma-margoak aztertzeko.

Lehen urte hartatik, kudeaketa aldatu da, eta horrek lana egiteko moduan eragin die. Hasieran, Pompeiako aztarnategira ikertzaileak bakarrik sar zitezkeen. Hurrengo urtean, ordea, Europako Bata-sunaren diru laguntza bati esker, Pompeia ikertzeko eta babesteko proiektu handi bat jarri zen martxan (Grande Progetto Pompei), eta, geroztik, kontrola zorrotzagoa da eta dena erregistratuta geratzen da. Laginak batzeko baimenak ere murriztu dira; horregatik, dauzkaten tresna eramangarriak funtsezkoak dira, informazioa gune arkeologikoan bertan lortu ahal izateko. Horrek, lanerako muga batzuk jartzen dizkie, baina, aldi berean, Magureguik ontzat jotzen ditu kontserbaziorako eta zaharberritzeko Pompeiako Parke Arkeologikoak hartu dituzten irizpideak.

[APUV \(Analytica Pompeiana Universitatis Vasconicae\)](#) proiektua sortu, eta hiru kanpaina egin zituzten Marcus Lucretiusen etxean, 2010etik 2012ra. Gaur egun IBeA taldeko hamar ikertzaile parte hartzen dute proiektu honetan. Horma-margoak aztertzea izan zen taldearen egitekoa. Horrela laburtu du Magureguik han egindako lana: "Erromatarren etxeetan egongela bat egoten zen, *triclinio*-a, eta

hor egoten ziren horma-margo ikusgarrienak eta landuenak. Baina, antzina induskatutako etxeetan, ohikoa da horma-margoetako irudirik ikusgarrienak falta izatea, horretatik askatu eta Napoliko Arkeologia Museora eramaten baitzituzten. Guk zortea izan genuen, aukera izan baikenuen museora joateko. Hala, aztertu genituen gaur egun horman kontserbatzen den horma-margoaren aztarna eta horma beretik ateratako zatia".

Haren esanean, oso interesgarria izan zen, ikusteko zer eragin duen gaur egungo atmosferak material horietan, museoan daude zatiak askoz ere hobeto kontserbatuta baitaude. "Pigmentua aztertzeaz gain, morteroa ere karakterizatzen dugu. Hain zuzen, haren gainean ematen dira pigmentuak, eta hark ere pairatzen du degradazioa: gatzak sortu daitezke, biokolonizazioak... Hortaz, bai pigmentuak bai morteroak aztarnategian eta museoko biltegian izandako bilakaeren arteko desberdintasunak aztertzeko aukera izan genuen".

2012an, arkeologoen Marcus Lucretiusen egin beharrekoa amaitu zuten, eta, beraz, hor bukatu zen baita IBeA taldearen lana ere. Handik denbora batera, baina, Pompeiako ikertzen ari zen Valentziako Unibertsitateko talde bat ezagutu zuten, eta haiek elkarlanean aritzea proposatu zieten. Hala, Ariadna etxera joan ziren 2014. urtean, eta hango pigmentuak eta materialak analizatu zituzten.

Zortea aldeko

Eta beste behin ere zortea lagun izan zutela aitortu du Magureguik: "Justu gu han ginela, bisita bat jaso genuen. Kontua da Pompeiaren barruan laborategi bat dagoela, eta han dituztela aztarnategitik ateratako materialak. Oinarrizko ikerketa batzuk egiteko gutxieneko tresneria badute, eta gu ikusi gintuztenean, harrিতuta geratu ziren gure tresnekin eta lanarekin. Orduan, inguru hartako aztarnategien kudeatzaile nagusiarekin hitz egingo zutela esan ziguten, eta horrela lortu genuen hitzarmen bat sinatzeko gonbidapena".

Maite Maguregui Hernando
IBeA EHUko ikerketa-taldearen
kidea eta Kimikan doktorea



Horrenbestez, 2015ean hitzarmen bat sinatu zuten EHUK eta Pompeiako Parke Arkeologikoak, eta, hari esker, hirugarren etxe bat ezagutzeko aukera izan dute: Casa degli Amorini Dorati edo urre-koloreko kupidoen etxea, etxejabearen logelaren horman, urrez estalitako beirazko disko batzuetan kupidoren irudia inskribatutabaitzuten. Eta gaur egun etxe berean jarraitzen dute, hitzarmena 2017. urtera artekoa bazen ere, orain berriro egin baitute, 2020ra arte.

Magureguik dioenez, oso da interesgarria, etxe hori zabalik baitago. "Bisitariak lanean ikusten gaitu,

eta polita da; aldi berean, dibulgazioa egitendugu. Posterrak ditugu informazioarekin, eta galderak ere egiten dizkigute. Era eta leku guztietako pertsonak ezagutzen ditugu, tartean baita kimikariak ere, eta elkarrizketa aberasgarriak sortzen dira".

Tresnak eta teknikak bereizgarri

Jendearen arreta pizten duen alderdietako bat erabiltzen dituzten tresnak dira, eta ez bisitariena soilik: Pompeiako ikertzaileek ere hasieratik erakutsi zuten haiekiko interesa, eta, neurri batean, haiei esker daude han IBeA taldekoak. Magureguik azaldu duenez, artearen eta kontserbazioaren munduan,



Espektrometro infragorri
eramangarria erabiltzen,
Amorini Dorati etxearen
horma-margoak aztertzeke.

teknika ez-suntsitzaileak erabili behar izaten dituzte, eta horrelakoak dira IBeA taldekoenak: "Teknika espektroskopikoak erabiltzen ditugu, eta tresna batzuek, adibidez, pistola-itxura dute, edo antzekoa, eta hormaren gainean jarrita funtzionatzen dute. Ez dugu laginik hartu beharrik, eta tresnek ez dute ondoriorik uzten azalera".

Erabiltzen dituzten metodoak, berriz, elementalak eta molekularrak dira. "Biek in lortutako datuak konbinatu egiten ditugu. Adibidez, teknika elementalekin ikusten badugu kaltzioa eta sufrea daudela, gero, teknika molekularren bidez, ikus dezakegu igeltsua dagoela aztertutako eremuan. Edo, pigmentuekin, esaterako, zinabrioa, kolore gorria duen pigmentua, merkurio sulfuroa da. Hortaz, teknika elementalekin ikusten ditugu merkurioa eta sufrea, eta molekularrekin, nola dauden egituratuta elementu horiek maila molekularrean".

Pigmentuen bilakaera

Horrela, pigmentuen gaur egungo egoera ezagutu dezakete. Denboran zehar izan duten bilakaera ikusteko, berriz, oso lagungarria izan zaie Napoliko Arkeologia Museoarekin duten harremana, han gordeta dituzten jatorrizko pigmentuak aztertzeko aukera izan baitute: "Indusketan aurkitu zituzten birrindutako pigmentuak, pigmentu-hautsa, zeukaten zeramika-kalkuak. Hortaz, aztertuta dugu garaiko paleta osoa: gorriak, horiak, berdeak, urdinak... Gehien bat ziren gorriak eta horiak, zuriarekin eta beltzarekin. Gero, xehetasun ikusgarriagoak egiteko, urdinak eta berdeak erabiltzen zituzten. Azkenik, arrosa ere erabiltzen zuten, baina noizean behin baino ez", azaldu du Magureguik.

Hain zuzen, metodologia bat garatu zuten berriaz kolore arrosa lortzeko baliatzen zituzten koloratzaileen natura zehazteko: "Ikusi genuen landare



EHUko IBeA taldea, Ponpeiako aztarnategian lan egiten.

Artearen eta kontserbazioaren munduan, teknika ez-suntsitzaileak erabili behar izaten dituzte, eta horrelakoak dira IBeA taldekoenak

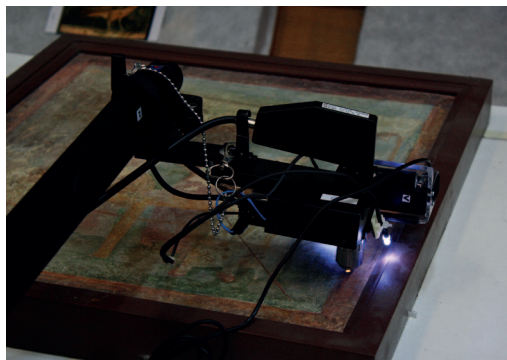
berezi baten sustraietatik ateratzen zutela kolozatzailea, sustraiak egosita. Berez, garai hartan maskor batzuen barrualdetik ere lortzen zuten kolore hori, baina guk aztertutako pigmentuetan ez genuen hura aurkitu, sustraietatik ateratakoa baizik”.

Gainerako guztiak mineraletik ateratakoak eta lur-pigmentuak direla argitu du Magureguik: “Adibidez, gorriak eta horiak lurrak dira, eta asko, hein batean, mineral bolkanikoen aztarnak dituzte. Are gehiago, aztarnategiko lur bolkanikoak aztertzen ditugunean, arreta ez dugu jartzen bakarrik pigmentuetan, begiratzen dugu baita zer eragin jasan duten. Izan ere, erupzioak ondorio nabarmenak eragin zituen margoetan”.

Horitik gorria

Pigmentu okrea jarri du adibidetzat. Okre horia lur-pigmentua da, eta, haren konposizioaren arabera, beroaren eraginez, deshidratatu egiten da. Hala, erupzioan jaurtitako materialak hormak jo zitue-nean, temperaturaren ondorioz, okre horia deshidratatu eta kolore gorrikoa bilakatu zen. Horregatik, gaur egun berrehun horma baino gehiago badira ere gorriak, lehen askoz gutxiago ziren, haietako asko berez horiak baitziren.

IBeAren ildoetako bat hori da, hain justu: teknika eramangarri bat garatzea, metodo ez-suntsitzailekin, bereizteko zein diren berezko gorriak eta zein jatorriz horiak zirenak. Hori egiteko, dagoeneko argitaratu dute eredu bat, tresna elementalekin. Hurrengo pausoa eredu molekularra garatzea da, jakiteko zer temperatura pairatu zuen horma ba-koitzak. Horretan ari dira orain.



Marcus Lucretius etxearen lehenengo indusketan ateratako fresko-zatiak neurtzen, Napoliko Museo Arkeologikoaren gordailuan.

Sorlekuaren bila

Ikertzen duten beste pigmentu bat zinabrioa da. “Gorria da, baina oso gorri bizia, distiratsua”, zehaztu du Magureguik. Oso garestia zen, “ez baita lurra, minerala baizik, eta ez zuten han inguruan, ekarri egin behar zuten”. Bada, ikertzaile-taldearen helburua da jakitea nondik ekartzen zuten. Dioenez, Espainian badago leku bat, non zinabrioa erauzten zuten erromatarren garaian. Hura izan omen daiteke Ponpeia-ko zinabrioaren sorlekua. Hala ere, Italian bertan ere bada beste meategi bat, hura ere erromatarren garaikoa. Horrenbestez, orain minerala biltzen ari dira gune horietan, gero analizatu eta ikusteko ea argitu dezaketen Ponpeia-koaren jatorria.

Horrez gain, beste analisi batzuk ere ari dira egiten zinabrioarekin, denborarekin degradatu egiten baita: gorria zena belztu egiten da. Adibide gisa, Casa degli Amorini Doratiko horma bat aipatu du: “Zuk ikusi eta inork ez badizu ezer esaten, beltza dela pentsatuko duzu. Guk, ordea, badakigu gorria zela.

Iraganean gertatutakoa argitzeaz gain, etorkizunera begira ere egiten dute lan

Beraz, gure asmoa da argitzea zein izan ziren kolore-aldaketa horren eragileak. Badaude hipotesi batzuk, baina, ez dagoenez guztiz garbi, laborategian simulazioak egingo ditugu, analizatzeko eragile bakoitzak sortzen dituen ondorioak”.

Aurrera begira

Iraganean gertatutakoa argitzeaz gain, etorkizunera begira ere egiten dute lan. Esaterako, biozida

bat sortu dute, aztarnategiko landare batzuetatik erauzitako olio esentzialekin. Olio esentzial horiek onddoak hiltzen dituztela frogatu dute, baina oraindik bakarrik laborategian eta onddo jakin batzuekin.

Orain, beraz, proba gehiago egin behar dituzte baieztatzeko Ponpeian ere eraginkorra izango dela eta zein den haren espektroa, hau da, zeini eragiten dien. Horretarako, lehenik probetak sortuko dituzte,



Marcus Lucretiusen etxetik ateratako fresko-zatiak aztertzen, espektrometro infragorri eramangarri baten bidez, Napoliko Museo Arkeologikoan.



Marcus Lucretiusen alboan dagoen Obonius etxeko horma-margoetan zuzeneko neurketak egiten, Raman espektrometroa erabilia, zunda bidez.

Ponpeiako materialen are eta antzekoenekin, eta horren ondoren etorriko da azken fasea: errealitatean probatzea.

Bestalde, morteroarekin ere ari dira egiten probak. Izan ere, Magureguik ohartarazi duenez, Ponpeiako hormetan ezin dira zementoa edo era horretako materialik erabili, "ez estetikagatik bakarrik, baizik eta kalteak eragiten dituztelako jatorrizko hormetan". Horrenbestez, erromatarrek erabili zituztenekin bateragarriak diren materialak bilatzen dituzte. Horrekin batera, erraz kentzeko modukoak ere izan behar dute, etorkizunean material hobeak asmatuz gero, haiekin ordezkatzeko.

Hala, material puzzolanikoak erabiltzen dituzte. Erromatarren garaian, mineral bolkanikoak erabiltzen zituzten, gogortzeko eta indartzeko. IBeAkoen asmoa ere horixe da: morteroen konposizioa aztertuta, ikustea ea lortzen duten antzeko morteroa egitea.

Machu Picchu

Ponpeia alde batera utzita, beste aztarnategi batzuetan ere badabilta IBeA taldekoak. Adibidez, Hector Morillas Loroño Machu Picchuko arkeologia-parkean dabil ikertzen. Besteak beste, hango arroka granitikoak aztertu ditu, eta biokolonizazioaren ondorioak ikertu ditu.

Horrez gain, hango ibilbide inkan dauden babesleku batzuetan, piktogramak eta margoak daude, eta haiek egiteko erabilitako pigmentuak ikertu dituzte. Esaterako, pigmentu beltz, gorri eta laranjetan, ikatza, hematita eta beta-karotenoa detektatu dituzte, hurrenez hurren. Are gehiago: ikusi dute kolore laranja ez zela jatorrizkoa; arrasto horiek algek kolonizatuta daude, eta algen beta-karotenoak ematen diete kolore hori. Hortaz, Ponpeian bezala, dirudiena, dena eta zena bereizteko erabiltzen dute Kimika IBeA taldekoak. ●