

# Koloideak: zer, non eta zertarako

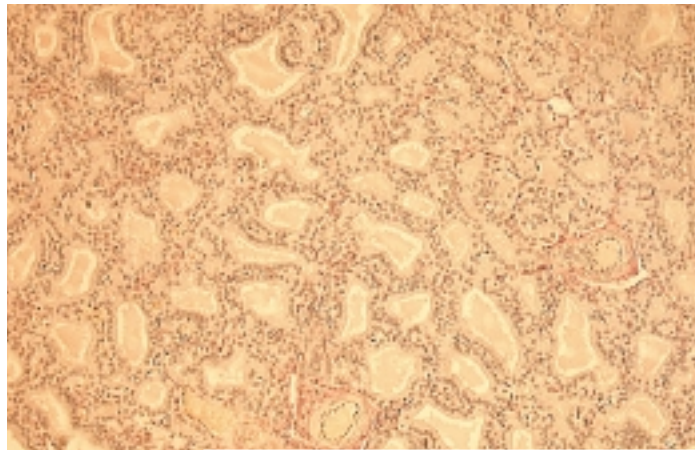
**Ibon Aranberri**

Kimikan lizentziatua eta doktoretza-ikaslea koloideen kimikan.

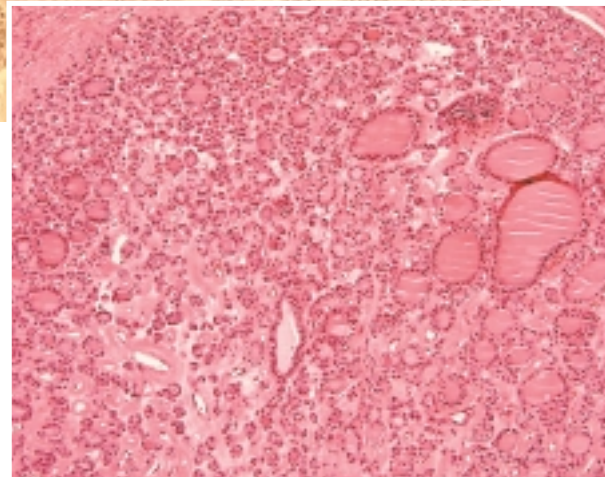
**Oso partikula txikiak dira koloideak,  $10^{-9}$ - $10^{-6}$  m bitartekoak; hau da, odolean dauden hemoglobina-molekulak bezain txikiak edo esnea osatzen duten koipe-tantak bezain 'handiak'.**

**Koloideek egunero horren sarri erabiltzen ditugun hainbat kosmetiko, detergente, sendagai eta janari osatzen dituzte. XXI. mendean, kimikaren erronka nagusietariko bat koloideen ezaugarriak ondo ulertzea izango da.**

ZERTAN DIRA BERDINAK IZOZKIAK, ZEMEN-TOA, KEA, GARAGARDOA, BEHELAINOA ETA PESTIZIDAK? Horiek eta egunero erabiltzen ditugun hainbat produktu kimiko koloideak dira. Koloide guztiak *medium* homogeneo batez eta bertan sakabaturik edo dispertsaturik dauden partikula txikiez osaturik daude. Edozeinek ezagutzen dituen beste koloide batzuk gurina, odola eta papera dira.



Koloide naturalak.



ARTXIBOKOA

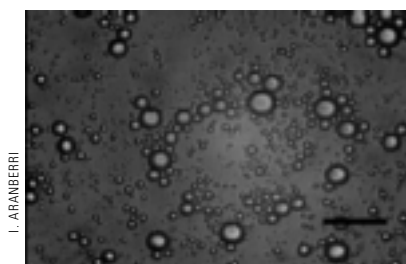
Koloideen zientziak mikrometroetatik ( $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{m}$ ) nanometroetara ( $1 \text{nm} = 10^{-9} \text{m}$ ) bitarteko dimentsiodun sistema kimikoak aztertzen ditu, hau da, partikula erantsi txikienetatik atomo edo molekula handienetara arteko entitate kimikoak.

Nahiz eta, oro har, kimikarekin eta kimika fisikoarekin zerikusi handia izan, koloideen zientzia diziplina antzizten arteko ikerkuntza da. Sarri, koloideak oso konplexuak izaten dira, eta beraien ezaugarriak ondo ulertzeko egiten diren azterketak maiz ez dira

izaten zientzialariek nahi luketen bezain zehatzak. Beharbada, sistema konplexua izatea eta alor desberdinetako zientzia izatea, urte askotan eta oraindik ere bai, eskola eta unibertsitateerik gehienetan erakutsi ez izanaren errudun dira.

## **Mota eta neurri desberdinetako koloideak**

W. Ostwald XX. mendearen hasieran Nobel saria irabazi zuen zientzialariari zor zaio koloideen lehen sailkapen zehatza. Lehen aldiz, koloide guztiak



I. ARANBERRI

Tolueno-tantaxkak uretan. Barra = 24 μm.

dispertsio moduan finkatu ziren, eta zientzialari errusiar-alemaniarrek neurriaren arabera sailkatzea erabaki zuen. Bere ustez, dispertsioak hiru talde handitan sailka daitezke:  $10^{-7}$  m baino handiagoak diren partikula eta agregatuak, lokatza adibidez;  $10^{-7}$ - $10^{-9}$  m bitarteko koloide-dispertsioak; eta  $10^{-9}$  m baino txikiagoak diren molekula-dispertsioak.

“koloideen zientziak mikrometroetatik nanometroetara bitarteko sistema kimikoak aztertzen ditu”

Gaur egun,  $2 \times 10^{-7}$ - $5 \times 10^{-7}$  m-ko neurria duten sistemak ere koloidetat jotzen dira. Beraz, aurreko mendearen hasieran erabaki zen bezala, koloideak ur-, hidrogeno- edo azukre-molekulak baino handiagoak dira, baina odol zelulak eta bakterioak baino txikiagoak.

### Nabarmentzeko moduko datu historikoak

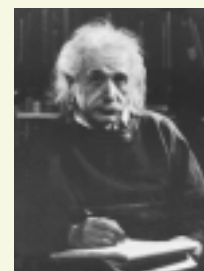
Koloideen erabilera lehendabiziko zibilizazioak bezain zaharra da. Margotzeko tinta lortzeko, adibidez, uretan egindako karbono beltzeko dispertsioei akazia zuhaitzaren goma naturala edo arrautza-zuringoaren albumina gehitzen zieten egiptoarrek. Urre-esekidurak, berriz, ezagunak zitzaizkien Erdi Aroko alkimistei, bizitzako elixir gisa edaten baitzituzten.

F. Selmi (1843) izan zen koloideak sistematikoki aztertu zituen lehen ikertzailea. Nahiz eta sulfre-partikulekin eta kaseina esne-proteinekin disoluzioak egiten saiatu, behin eta berriz partikula txikiz osaturiko esekidurak ageri zitzaizkion. Koloideen ezaugarri nagusiak ikertzeko lehendabiziko esperimenduak Graham zientzialari ingelesak egin zituen 1861ean. Alde batetik, gatz-ioi eta azukre-molekula txikiak azkar mugitzen zirela konaturatzeaz gainera, uretan jarritako mintz bat erraz pasa zezaketela ohartu zen. Bestalde, albuminak eta gelatinak oso astiro mugitzen zirela eta neurritz mintzaren zuloak baino handiagoak zirela aurkitu zuen. “Koloide” hitza bere ideia izan zen; *kolla*-k grezieraz kola esan nahi du eta koloideek kolak bezala jokatzen zutela ohartu zen. Aurrenengo esperimendu horien ondorioz, lehen aldiz, koloideak neurriaren arabera sailkatzen hasi ziren.

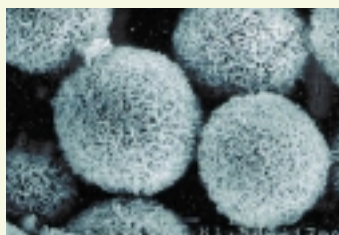
Beharbada, lehen behaketa garrantzitsuenak M. Faraday-k egin zituen 1857. urtean. Zientzialari britainiar horrek, urte askotan, koloideen ezaugarri optikoak ikeretzea izan zuen helburu, eta gehien landu zituen soluzioak urre-partikulenak izan ziren. Argi-izpi bati urre-soluzio bat zehar karazi ondoren, alde batetik begiratuta, soluzioa zurixka zen. Behaketa hura kontuan harturik, Faradayk azkar antzeman zuen urre-partikulek, gainerako koloide guztiek bezalaxe, argia dispersatzin zutela. Horra hor koloideen eta gatz-ioien ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ) arteko beste desberdintasun bat; ioiek ez dute argia dispersatzin, koloideek, ordea, bai.

XX. mendearen hasieran, zientzialari askok jarraitu zuten koloideak aztertzen, eta denen artean, beharbada, ezagunena A. Einstein da. Zientzialari aleman horrek, beste gauza askoren artean, koloideen neurria, brownlar higidura eta erreologia ikertu zituen. Batez ere, azken horretan egin zituen ahaleginik nabarmenenak, eta koloide-dispertsioen likatasuna bere izena daraman ekuazioaz azaltzea lortu zuen.

Aurreko mendearen erdialdean, koloideen tamaina eta pisu molekularrak aztertze-ko lehen teknikak garatu ziren. Horrez gainera, koloide-dispertsioen likatasuna, X izpien analisisa, elektroforesia eta beste hainbat ezaugarri fisiko-kimiko aztertze-ko teknikak ere asmatu zituzten. Beharbada, koloideak ongi ezagutzen direnetik, asmakizun handienetarikoa bat mikroskopia elektronikoa izan da. Lehenengoa 1932-1940 bitartean garatu zen eta alemaniarrek, britainiarrek eta iparramerikarrak izan ziren aitzindari.



ARTXIBOKOA



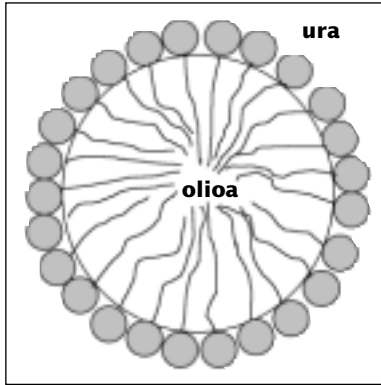
ARTXIBOKOA

Koloide-dispertsioen likatasuna bere izena daraman ekuazioaz azaltzea lortu zuen Einsteinek.

Naturan ageri diren oinarritzko dispertsio batzuen dimentsioak.

DISPERSIO-MOTA	DIMENTSIOA / $10^{-9}$ m
Kuartzo-pikorraren diametroa hanean	50.000-20.000
Giza odol-zelularen diametroa	7500
<i>Bacillus Coli</i> bakterioaren luzera	1500
Sulfre-koloidearen partikularen diametroa	50-500
Gripearen birusaren dimentsioak	120
Urre-koloidearen partikularen diametroa	1-100
Hemoglobina-molekularen luzera	2,8
Oxigeno-molekularen diametroa	0,16

Staudiger Nobel saridunak, berriz, neurriaren arabera egin beharrean, koloideen atomo-kopurua izan zuen kontuan sailkatzerakoan. Staudigerren ustez, koloide-partikula batek gutxienez mila atomo eduki beharko lituzke. Ur-molekula batek hiru atomo ditu eta, noski, ez da koloidea. Kana-landareak ematen duen azukre-molekula batek 45 atomo ditu, eta hori ere ez da ez koloidea. ➔



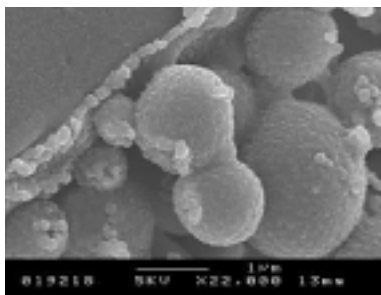
1. marrazkia. Surfactantez inguraturiko olio-tanta uretan. Surfactanteen burua hidrofiloa denez, uretara begira daude; buztanak, ordea, olioari begira.

Mila atomo dituen molekula organiko baten pisu molekularra 10.000 g/mol ingurukoa izaten da, eta atomo horiek esfera baten inguruan jarriko balira, 0,5-2 nm-ko partikula bat osatuko lukete. Staundigerren arabera, beraz, koloideek  $10^3 - 10^9$  atomo izan behar-ko lukete.

### Koloide garrantzitsuenak: emulsioak

Hasieran ikusi dugun bezala, koloideak era askotakoak izan daitezke. Behar-bada, industrian gehien erabiltzen direnak emulsioak dira. Emulsiorik gabeko gizartea imajinaezina izango litzateke gaur egun: sendagai asko, asfaltoa, gurina, hortzetako pasta, gorputzean ematen ditugun kremak, nekazaritzako produktuak eta abar emulsioak dira. Talde handia denez, emulsioen ezaugarri fisiko-kimikoak ulertzeak garrantzi handia du eguneroko bizitzarako.

DR. B.P. BINKS, M. KIRKLAND, SURFACTANT & COLLOID GROUP, UNIVERSITY OF HULL, UK



SEMez eginiko argazkia. Ur-tantak ziklohexanotan eta 0,2 µm-ko poliestireno-partikulaz emulsionatua. Tantaxken diametroa 1 µm ingurukoa da.

Emulsioak bi likido disolbagaitzen arteko dispersioak dira, termodinamikoki ezegonkorrak. Gehienetan bi likidoetako bat ura izaten da, eta bestea uretan disolbagarria ez den beste edozein, orokorrean olio hitzaz definituko duguna. Emulsioak, beraz, bi modutakoak izan daitezke: uretan dispersa-

*“xaboietan, sendagaietan, nekazaritzako produktuetan eta esnekietan koloideak ohikoak dira”*

turiko olio-tantak (o/u, esnea adibidez) ala oliotan dispersaturiko ur-tantak (u/o, gurina adibidez). Bai o/u eta bai u/o emulsio-tantaxken diametroa 5-10 µm ingurukoa izaten da. Eguneroko bizitzan o/u emulsioak ditugu nagusi, eta horien berri emango dugu.

Bi likidoak disolbagaitzak direnez, emulsio-eragileren bat behar dugu emulsio-tantak lortzeko, surfaktanteak alegia (ingelesez SURFACE ACTIVE AGENT). Surfactanteak molekula anfifilikoak dira, hau da, urarekin lotu nahi duen buru hidrofilo batek eta olioarekin lotu nahi duen buztan hidrofobo batek osatzen dituzte. Beraz, buztan hidrofoboak olio-tantara begira jartzen dira, eta buru hidrofiloak uretara begira (ikus 1. marrazkia). Horrela, egitura berezi horri esker, surfaktanteek gainazal-tentsioa murriztu eta tantak

### Koloideen garrantzia industrian eta gizartean

Gaur egun, koloideen zientziak izugarriko garrantzia dauka edozein aplikaziotan. Petrolio-industrian, botiketean, esnekietan, pintoretan eta abarretan erabiltzen diren produkzio-bideetan, koloideen kimika ongi ulertzea derrigorrezko lana da.

Koloideen arlorik garrantzitsuenetariko bat elikagaien kimika da. Koloidez osaturiko dozenaka jaki daude; esnea, gurina, gazta, era guztietako saltsak, maionesa eta izozkiak adibidez. Unilever enpresa britainiar-herbeheretarrek, esaterako, 500 milioi litro izozki saltzen ditu urtero.

Koloideen ezaugarrikerik zerikusirik handia dute ehungintzan ere. Ehunen gainazal-kimika eta bustitasuna zeharo garrantzitsuak dira tindatze-prozesuetan. Argazkigintzan, inprimagailuetan eta zeramikan ere koloideak nagusi ditugu.

Bi adibide garrantzitsu nekazaritzako produktuetan eta medikuntzan ageri dira. Lehengoan, lurraren emankortasuna koloide-ugaritasunari lotua dago. Zenbat eta buztin eta humus gehiago eduki lurrak, are ur gehiagori eutsiko dio eta, beraz, landareek elikagai gehiago izango dituzte. Koloideak erabili beharrean, partikula handiagoak edo

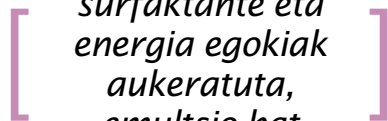


Egureroko erabiltzen ditugun produktu asko eta asko koloideak dira.

erantsiak erabiliko balira, lurrak ez lioke urari horren erraz eutsiko eta azkar lehortuko litzateke. Bestalde, gatz ez-organikoak erabiliko bagenitu, lurtean barrenean sartuko lirerateke eta landareek ez lukete zurrupatzeko aukerarik izango.

Beste adibide asko biologian aurki ditzakegu. Odola koloide-soluzio konplexua da. Gure azalak, muskuluek eta gorputzeko hainbat muskulu-ehunek gel moduko esturaturak dituzte, koloidez osatuak. Behar-bada, edozein animalia gorpuztean aurki ditzakegun molekularik garrantzitsuenak proteinak dira, eta horiek, gaur egun jakina

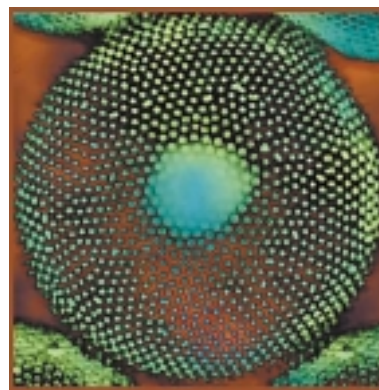
*“olio, ur, surfaktante eta energia egokiak aukeratuta, emulsio bat presta daiteke”*



inguratzeko abilezia daukate. Surfaktanterik gabeko ur-olio nahasketetan, gainazal-tentsioa oso altua da eta, denbora oso laburrean, olio-tantek bat egin eta bi fase guztiz desberdin geratuko lirarteke. Orokorrean, erabiltzen diren olioak ura baino arinagoak direnez, olio-fasea gorantz joango litzateke eta goialdean olio-geruza ikusiko genuke.

INGURUNEA	DISPERTSIO-PARTIKULA	KOLOIDE-SISTEMA
Gasa	Likidoa	Lainoak, aerosolak
Gasa	Solidoa	Hautsa, aerosolak
Likidoa	Gasa	Bitsa
Likidoa	Likidoa	Emulsioak
Likidoa	Solidoa	Koloide-disoluzioak
Solidoa	Likidoa	Emulsio solidoak, gel batzuk
Solidoa	Solidoa	Aleazioak

Koloide-dispersioen adibide ezagunenak.

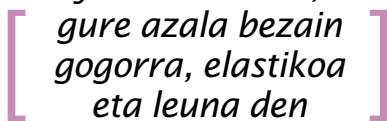


TOMY HOROV, SURFACTANT & COLLOID GROUP, UNIVERSITY OF HULL, UK

Ur-tanta bat oktanotan dispersaturik eta poliestirenoz emulsionatuta. Ur-tantaren erradioa 250  $\mu\text{m}$ -koa da, eta partikulena 2,5  $\mu\text{m}$ -koa. Partikulen arteko distantzia 7 mm-koa da.

Aurretik esan dugun bezala, dispersio hauek termodinamikoki ezegonkorak dira; hau da, olioak, ura eta surfaktanteak batera jartzen direnean, olio-tantak ez dira berez sortzen. Horretarako, energiaren hornitu behar da sistema. Energia horren helburua olio-bolumen unitateko olio-ur faseartearen handitzea da. Zenbat eta tanta gehiago egin, hainbat eta txikiagoak izango lirarteke; ur-olio faseartearen gehitu eta emulsio egonkorragoa lortuko genuke. Tanta gehiago sortzeko energia-iturriak aukerakoena irabiagailua, edo antzeko tresna bat, da. Beraz, olio, ur eta surfaktante egokiak aukeratu eta beharrezko energia erabiliz emulsio bat prestatzeko gai izango ginateke.

*“nahiz eta estruktura jakinekua izan, gure azala bezain gogorra, elastikoa eta leuna den material sintetikorik ez da orain arte aurkitu”*



### Koloideen zientziaren etorkizuna

Tamaina eta itxura desberdineko koloideak daude naturan; izan ere, koloideak ez dira partikulak txikiak bakarrik; estruktura molekular eta talde funtzional desberdinak dituzten entitate kimikoak ere badira. Koloide-sistemak molekula arruntez konpondu ezin diren arazoaren irtenbidea aurkitzeko gai

direla ere frogatu da. Printzipio hori ez da berria, naturak milioka urtetan erabili baitu. Adibiderik harrigarriena keratina-molekulak maila desberdinetan erantsen dira ilea guztiz osatu arte. Naturak eginiko zuntzak gizakiak egiten dituenekin alderatuz gero, lehenengoak askoz ere propietate hobekiak azaltzen dituzte. Beste adibide adierazgarri bat gure azala da. Nahiz eta estruktura oso jakinekua izan (ura, kolagena eta azidoen bat), horren gogorra, elastikoa eta leuna den material sintetikorik ez da orain arte aurkitu.

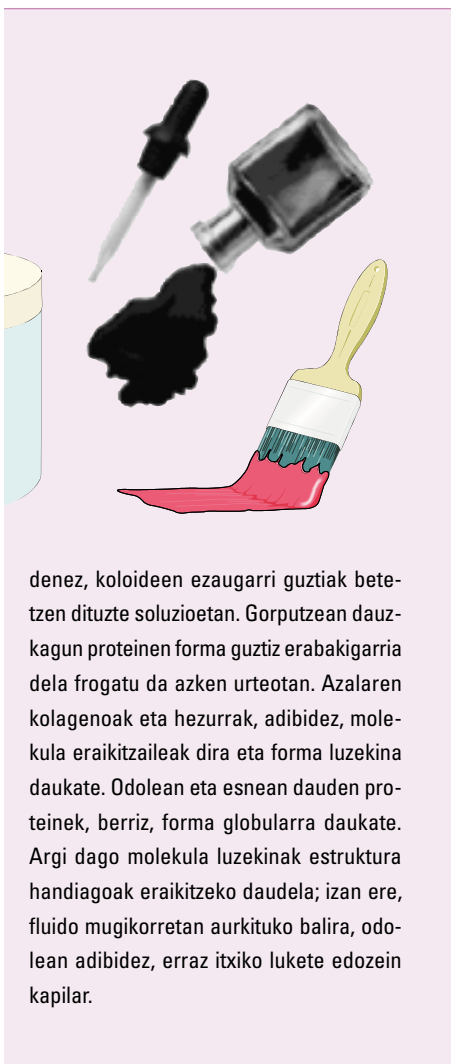
Adituak ikerketa asko egiten ari dira azalaren edo gorputzeko beste ehunen moduko polimeroz eta koloidez osaturiko material-konposateak sintetizatzeaz buruz. Argi dago oraindik ere lan asko dagoela egiteko eta, dudarik gabe, XXI. mendean gehien garatuko den zientziaren adarretako bat koloideen kimika izango dela.

### BIBLIOGRAFIA

KAORU TSUJII  
*Surface Activity, Principles, Phenomena and Applications.*  
Academic Press (1998).

ERIC DICKINSON  
*An Introduction to Food Colloids.*  
Oxford Science Publications (1992).

D. J. SHAW  
*Introduction to Colloid and Surface Chemistry.*  
4th Ed, Butterworth-Heinemann Ltd (1992).



denez, koloideen ezaugarri guztiak betetzen dituzte soluzioetan. Gorputzean dauzkagun proteinen forma guztiz erabakigarria dela frogatu da azken urteotan. Azalaren kolagena eta hezurak, adibidez, molekula eraikitzaileak dira eta forma luzekina daukate. Odolean eta esnean dauden proteinek, berriz, forma globularra daukate. Argi dago molekula luzekinak estruktura handiagoak eraikitzeko daudela; izan ere, fluido mugikorretan aurkituko balira, odolean adibidez, erraz itxiko lukete edozein kapilar.