

# Garapen iraunkorra gaur. Ekologiaren iraunkortasuna

**MIREN ONAINDIA**

EHUko Garapen Iraunkor eta Ingurumen Hezkuntzarako  
UNESCO Katedraren koordinatzailea

Naturak hasten eta mantentzen ditu materiaren eta energiaren zikloak biosferan

Materia biziaren antolaketa maila gorenak ikertzen dituen zientzia da ekologia; hala, organismoak, populazioak, komunitateak eta ekosistemak ikertzen ditu. Margalefen arabera, naturaren itxurazko nahasmen izugarri zabalean erregularatasunak bilatzen dituen zientzia da ekologia, eta entitate sinpleagoak aztertzen dituzten beste zientzia batzuen printzipioak erabiliz (fisikaren edo kimikaren printzipioak, esaterako) erregularatasun horiek azaltzen saiatzen da (Margalef, 1992).

Ekologia hitza Haeckel biologo alemanak erabili zuen aurrenekoz 1869an. *Naturaren ekonomiaren* ikerketatzat hartzen zuen Haeckelek, eta organismoen eta haien ingurunearen arteko elkarreaginaren ikerketa zientifikotzat definitu zuen. Grezierazko *oikos* (etxea) terminotik dator hitza; beraz, organismoen *etxean bizitza ikertzea* esan nahi du ekologiak. Gero, *naturaren egitura eta funtzioaren ikerketa* gisa definitu zuten zientzia hori; horrenbestez, ekologiaren gaur egungo ikuskerak berea duen adiera funtzionala gehitu zioten.

Sistemen teoria orokorra garatu ahala, ekosistemen ekologiaren eremu zehatza eta kuantitatiboa garatzen hasi ziren ekologoak; horien artean Ramón Margalef eta Eugene Odum. Aitu horiek *Ekosistemen ikerketa* gisa definitu zuten ekologia (Odum, 1964). Margalefen definizioaren arabera, espezie askotako banakoek ezaugarri jakineko ingurune baten baitan osatutako sistema da ekosistema. Sistema horretan espezieak eta ingurunea elkarreragineko prozesu dinamiko batean nahasirik daude, eta prozesu hori, funtsean, bi eratara adieraz daiteke: materia eta energiaren truke moduan, edo jaiotza eta heriotzen segida moduan. Prozesuaren emaitzetako bat da garapena espezieen mailan, eta segida ekologikoa ekosistemaren mailan. Horraino Margalefen definizioa. Ekosistemaren baitan elkarreraginak ez dira estatikoak; aitzitik, desoreka eta erregulazio etengabeen mende daude. Horren ondorioz, sistemak homeostasirako ahalmena dauka, eta, horri eskerrak, bere egitura eta funtzioari eusten dio hein batean, kanpoko eta garapeneko nahastei aurre eginez.

Gizakiak sortu edo eragindako inguruneak ere (baratzak, natura erreserbak, etab.) ikertzen dituzte ekologoek, baita giza eraginak naturan dituen ondorioak ere; kutsadura eta berotze globala, besteak beste (Begon *et al.*, 2006).

Ekosistemaren alde biotikoa organismoek osatzen dute; dibertsitate biologikoa edo biodibertsitatea osatzen dute, hain zuzen, organismo horiek. Lurreko bizitza-formen aniztasuna da biodibertsitatea. Orobat, ekologiaren ikuspegitik, espezieen eta haien hurbileko ingurunearen arteko elkarreraginen dibertsitatea ere adierazten du kontzeptu horrek. Elkarreragin horretan, ekosistema bat sortzen dute espezieek eta inguruneak. Normalean hiru maila bereizten dira biodibertsitatean: genetikoa edo espezie barneko dibertsitatea; espezieen arteko dibertsitatea; eta ekosistemen dibertsitatea; hots, komunitate biologikoen dibertsitatea. Komunitate biologiko horien batuketan integratuak biosfera eratzen du.

Biodibertsitatea eta ekosistemen funtzionamendua lotuta daude zuzen-zuzen (Koellner & Schmith, 2006). Eremu bate-

ko dibertsitate biologikoa osatzen duten elementuak energia eta materiaren erregulatzaileak dira, eta, hala, eginkizun garrantzitsua betetzen dute lurzorua eta itsasertzeko inguruneak erregulatu eta egonkortzeko. Mendi-mazela eta ibaiertzetan, kasu, landare-espezieen egiturak eta dibertsitateak babestu egiten du lurzorua isurketa-uren higaduratik. Lurzoruko mikroorganismoen biodibertsitatea arduratzen da mantenu-gaiak birziklatzeaz, eta, era berean, biodibertsitateak berebiziko garrantzia du atmosfera eta klimaren hainbat prozesutan.

Naturak energia-sistema bat eta mantenu-gaien ziklo bat hasi eta mantentzen du biosferan, eta sistemari bere osotasunean eutsiz gero, denboran zehar haren funtzionatzeko ahalmenari ere eusten zaio. Biodibertsitatean gertatutako aldaketek aldatu egiten dituzte ekosistemen ezaugarriak, baita ekosistemek gizateriari ematen dizkieten zerbitzuen ezaugarriak ere (Hooper *et al.*, 2005).

## Ekosistemen zerbitzuek onura nabarmenak sortzen dituzte giza ongizaterako

Landareak, animaliak eta planetako dibertsitate biologikoa osatzen duten beste organismoak eta ekosistemen zerbitzu-fluxuak behar ditu gizakiak bizitzeko. Gizarteak ekosistemetatik lor ditzakeen onurak dira zerbitzu horiek. Hurreman zuzena dago ekosistemen funtzionamenduaren eta gizartearenganako onura- eta zerbitzu-fluxuen artean.

Kontzeptuaren oinarrian ideia hau dago: gizarteak hobeto ezagutu eta baloratu behar ditu ekosistemetatik sortzen diren onurak eta zerbitzuak. Hasiera batean, John Holdrenek iradoki zuen ideia hori, naturako ekosistemek gizartera eta ekonomiara bidaltzen dituzten fluxuak azaltzeko (Daily, 1997). Ekosistemen zerbitzuen kontzeptua oso garrantzitsua da; izan ere, naturak eskaintzen dituen onurak eta zerbitzuak, begien bistako egiteko ahalegina da.

Ekosistemen zerbitzuak hiru eratakoak dira: alde batetik, hornidurazkoak; besteren artean, elikagaiak eta ura, energia

eta materialak hornitzen dituzte ekosistemek. Bestetik, erregulaziozkoak: klimaren erregulazioa, uholdeak, gaixotasunak, uraren kalitatea, besteak beste. Eta, azkenik, kultura arloko zerbitzuak daude. Alde guztiak loturik daude eta, horrenbestez, baliabide batzuen erabilerak erregulazio-zerbitzuetan izan dezake eragina. Adibidez, lurraren erabileran izandako aldaketa batzuek (deforestazioak, esaterako) toki-ko euria murriztu ohi dute eta basamortutzea eta uraren eskasia areagotzen dute. Ekosistemen eraginaren beste adibide bat da klimak eragindako hondamendien ondorioak leuntzeko duten gaitasuna; hala, hezeguneak, basoak eta mangladiak desagertzearen ondorioz, urakanen indarra gertatzeko ahalmena galdu dute ekosistema askok.

Ekosistemen zerbitzuak kontzeptua kritikatu egin izan dute zenbait zientzialarik, McCauleyk esaterako, erabileraren alderdi hori azpimarratzen duelako. Kritikari horien arabera, naturak berezkoa, bere baitakoa, du balioa. McCauleyren irudiko, kontzeptua baliagarri izan daiteke baldintza jakin batzuetan kontserbaziorako, baina lehenetsi beharrekoa da naturak bere baitan duen balioa ezagutzea eta hedatzea (McCauley, 2006). Ikuspegi horri buruz, onartu behar da naturak berez balio izugarria duela: hasi biodibertsitateak berak (3,5 bilioi urteko eboluzioaren emaitzak) duen baliotik eta paisaia kulturek (utziezinak diren aldetik dirutan kalkulatu ezin diren ondare horiek) duten balioraino. Alabaina, terminoa bera ezin egokiagoa da, aintzat hartuta bai zientzialariek eta bai kudeatzaileek gero eta maizago erabiltzen dutela ekosistemen zerbitzuak kontzeptua baliabideen kudeaketarekin loturiko gaietan (Reid, 2006).

## Ekosistemen zerbitzuak modu jasanezinean erabiltzen ditugu

Gizakiok erabili eta eraldatu egin ditugu Lurreko ekosistemak baliabideen eskakizun gero eta handiagoari irtenbidea emateko, batez ere azken 50 urteotan, teknologiaren eta bio-

teknologiaren aurrerapenei esker. Planetaren eraldaketa horrek onura nabarmenak ekarri ditu gizakien ongizaterako eta ekonomiaren garapenerako. Alabaina, azken urteotan agerian geratzen ari da onura horiek zer kostu izan duten. Nabarmenena baliabideen eskasia da, baina, era berean, prozesu erregulatuzaileen hondatzea ere azpimarratzekoa da: airearen eta uraren araztea, eskualdeko eta tokian tokiko klimaren erregulazioa, naturaren arriskuak eta izurriak, prozesu horiek guztiak nabarmen degradatu dira.

Gizateria gaur egun eta gutxi gorabehera azken bi hamarkada eta erdi hauetan izugarritzko abiaduran ari da erabiltzen naturaren baliabideak, naturaren sistemak berak ordezkatu ditzakeena baino askoz azkarrago. Nazio Batuek *Milurtekoko Ekosistemen Ebaluazioari* buruz egindako txostenaren arabera (Millennium Ecosystem Assessment, 2005), aztertutako ekosistemetako zerbitzuen %60 hondatzen ari da edo modu jasanezinean erabiltzen da. Zerbitzu horien artean daude ur geza, harrapaketa-arrantza, airearen eta uraren araztea, eskualdeko eta tokiko klimaren erregulazioa, naturaren arriskuak eta izurriak. Ekosistemetan egin diren aldaketen eraginez, aukera handiagoa dago aldaketa ez linealak gertatzeko, eta bortitzak izateko arriskua ere handiagoa da. Aldaketa horiek, noski, ondorio garrantzitsuak dituzte giza ongizaterako. Horien adibide dira, besteak beste, gaixotasunak agertzea, uraren kalitatearen alterazio bat-batekoak, itsasertzeko uretan «hildako eremuak» sortzea, arrantza-tokien kolapsoa eta eskualdeko klimen aldaketak. Gainera, ekosistemen zerbitzuen degradazioa nabarmen okertu daiteke mende honen lehen erdialdean eta eragozpen handia izan daiteke Milurtekoko Garapen Helburuak lortzeko. Nazio Batuek 2015. urterako finkatutako helburuak dira horiek; besteren artean, pobrezia, gosea eta gaixotasunak murriztea. Horretarako, izan ere, ingurumenaren iraunkortasuna funtsezkoa da.

Europako Ingurumen Agentziaren azken datuek diote Europan 15.500 espezieetik gora (38.000 aztertu dira) galzorian daudela. Espezie horien artean denetarik dago: ugaztunak,

hegaztiak, anfibioak, gimnospermoak eta ezagutzen ez diren milioika mikroorganismo. Habitat naturalak galtzen ari dira leku guztietan: Europako basoen %1-3 besterik ez da berezkoa, inpakturik jaso gabea (EEA, 2006). Gainera, sistema naturalak gero eta gehiago ari dira homogeneousatzen eta espezie ubikistak (*weedy species*) ari dira gailentzen espezie espezialisten gainetik (Mace, 2005). Hori are nabarmenagoa da tokiko eta eskualdeko mailetan (Onaindia & Amezaga, 2000; Onaindia *et al.*, 2004).

Egoera horrekin loturik, begien bistakoa da Europako ekosistemen zerbitzuen degradazioa. Horren seinale dira, besteak beste, uholdeen maiztasuna eta larritasuna areagotzea (ibaiarroen deforestazioak eta ibaien bideratzeak larriagotu egiten du gainera arazoa), lurzoruen emankortasuna galtzea, polinizatzaileen populazioen aldi behingo kolapsoak (pestiziden eraginez, inondik ere), uztetan eta basoetan izurrien hedatzea (labore bakarra lantzeagatik errazago zabaltzen dira) eta lurzoruetan karbonoa finkatzea (aldaketa globala).

## Natura-ondarea balioetsi behar dugu

Natura-ondarea gure ingurumena da funtsean. Ingurumenetik (lurzorutik, mikrobioetatik eta faunatik, atmosferatik, uretatik, hezeguneetatik) sortu eta ondasun eta zerbitzuen fluxu bat hornitzen duten ondasunen stocka, horra natura-ondarearen definizioa. Ondasunen eta zerbitzuen fluxuak funtsezkoak dira ekonomiarako; hori dela eta, ekosistemen zerbitzuen hornidura (egungoa eta/edo potentziala) bermatu beharra jotzen dute zientzialariek iraunkortasunaren ideia oinarri. Izan ere, gure gizarteak iraungo bazu, ezinbestekoak dira zerbitzu horiek.

Ekosistemen zerbitzuak hondatzea *natura-ondarea* galtzea da, nahiz eta galera hori ez den adierazten errentaren ohiko neurrien indizeetan. Esaterako, herrialde batek bere baso guztiak ebaki ditzake eta arrantza-tokiak akaba ditzake eta, hala ere, bere BPG igo (Perrings, 2005).

Zerbitzuetako asko doako eta mugagabetzat jotzen dira. Alabaina, merkaturatu gabeko onurak merkaturatutakoak baino altuagoak dira normalean eta, batzuetan, baita balio-tsuagoak ere. Ekosistemen zerbitzuak aintzat hartzen direnean, modu iraunkorrean kudeatutako ekosistema naturalaren gaur egungo balio garbia askotan handiagoa da modu intentsibotan kudeatu edo moldatutako sistemarena baino. Esaterako, orain arte egin den ikerketarik sakonenetako batean, Mediterraneoko zortzi herrialdetako basoei loturiko balio ekonomiko merkaturatua eta merkaturatu gabea aztertu zen, eta egiaztatu zen egurraren eta zuraren balioa, oro har, herrialde bakoitzeko basoen balio ekonomiko osoaren heren batera ere ez zela iristen. Aldiz, basoaren erabilera zuzenaren baitan ez dauden beste balio batzuk aintzat hartuta (egur bilakatu ezin diren basoko produktuak, aisialdiko jarduerak, ibai-arroen babesa, karbonoaren harrapaketa eta basoaren erabilera pasiboa, kasu), horien guztien balioa basoen balio ekonomiko osoaren %25 eta %96 artekoa zela estimatu zuen ikerketa horrek (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

Gaur egun, ingurumenaren hondatzea dela medio, ekonomia-jarduera asko garatzeko muga nagusia natura-ondarea bera da askotan, ondare manufakturatua bezainbeste edo gehiago. Esaterako, arrantzaren kasuan, zer arrantzatu izatea muga handiagoa bihurtu da arrantzatzeke teknologia edo arrantza-ontzien kopurua baino. Gisa berean, egurraren produkziarako muga nagusia basoen eskasia da, eta ez zerrategien falta. Eta petrolioaren muga behinena hobi geologikoen agortzea eta atmosferak CO<sub>2</sub> xurgatzeko duen gaitasuna murriztea da, fintzeko ahalmena baino gehiago.

Berezko basoak eta arrain-populazioak muga bihurtzen hasten direnean, baso-landaketetan eta arrain-hazkuntzan inbertitzen hasi beharra izaten da. Horrelakoetan, natura-ondare ekoitziaren edo manufakturatuaen beste azpi-kategoria bat sortzen da: «landutako natura-ondarea». Ondare horren adibide dira nekazaritzako, basogintzako, akuikulturako eta abeltzaintzako produktuak. Kategoría hori funtsezkoa da gi-

zakion ongizaterako, hortik sortzen baitira elikagai gehienak. Natura-ondarea lantzeko ahalmena izatea oso garrantzitsua da, horri eskerrak natura-ondarea eta ondare horretatik sortutako zerbitzuak zabaltzeko gaitasuna nabarmen hazten baita. Landutako natura-ondarea (nekazaritza) ondare manufakturatuek (traktoreak, gasolioa, ongarriak) eta natura-ondareak (lurzoru organikoa, ura) osatzen dute, baina azken-azkenean faktore mugatzailea natura-ondarea da.

Natura-ondarea baloratzeko metodologia konplexua da; izan ere, natura-ondarea ebaluatzeko, giza jardueraren eraginez eta giza ongizatean egindako ekarpenen eraginez magnitude biofisiko eta ekologikoetan gertatu diren aldaketak ezaugu behar dira (Farber *et al.*, 2006). Ekologia eta ekonomia (hau da, etxearen ikerketa eta etxearen administrazioaren ikerketa) adiskidetzeko ahaleginetatik sortu dira ingurumen ekonomiaren eta ekonomia ekologikoaren ikuspegi nagusiak. Ekosistemek, ondasun eta zerbitzuen sortzaile diren aldetik, betetzen dituzten funtzioak analisi ekonomikoan integratzeko modua jorratzen dute ikuspegi horiek.

Sistemek eskaintzen dituzten ingurumen-zerbitzuen garrantzia agerikoa da Costanzak eta haren laguntzaileek egindako estimazioetan (Costanza *et al.*, 1997). Horien arabera, planeta osorako aztertutako zerbitzuen urteko batez besteko balioa hauxe da: 33 bilioi \$ urtean ( $10^{12}$ \$), kontuan izanda estimazioa ez dela guztiz osoa aplikatutako metodoak ez direlako erabat ziurrak eta zehatzak eta bioma eta zerbitzu batzuk ez direlako aintzat hartu analisisian. Datu hori planeta osoko une horretako Barne-Produktu Gordinarekin alderatuz gero (18 bilioi \$ urtean), kontura gaitzke sistema ekologikoek zer garrantzi duten ekonomian, BPGaren ia bi halako (Pimentel *et al.*, 1992). Polinizatzaileek mundu osoan duten balioa ere kalkulatu da, baita uztetan duten eragin garrantzitsua ere; kontuan hartzekoa da datua: 65-70 mila bilioi \$ urtean (Kevan & Phillips, 2001).

Nahiz eta ekosistemen balioa neurtzeko aplikatzen diren metodoak zailak eta ez guztiz zehatzak izan, beharrezkoa da



sistema ekologikoek ekonomiari egiten dioten ekarpena behar bezala balioestea, era horretara gizartea kapital baliotsu horretaz ez gabetzeko. Izan ere, gizarteak, iraungo badu, nahitaezkoa du natura-ondare hori.

Vemuri eta Costanza (2006) areago doaz eta nazioaren ongizaterako adierazle bat proposatzen dute, natura-ondarearen balioa barne hartuko duena: National Well-Being Index (NWI) deritzona, hain zuzen. Egileek erakusten dute Giza Garapenaren Indizea (giza ondarea eta eraikitakoa edo manufakturatutakoa barne hartzen dituen) eta ekosistemen zerbitzuen balioaren indize bat (natura-ondarearen balioa estimatzeko km<sup>2</sup> bakoitzaren balioa kalkulaturik) oso faktore garrantzitsuak direla aztertutako herrialdeetan ongizatearen gogobetetze-maila azaltzeko. Bi adierazle horiek bariantzaren %72 azaltzen dute, egile horien arabera.

## Ekologiaren iraunkortasuna oinarritzko baldintza da

Natura-ondarea giza eskalarako mugagabetzat eta doaneko ondasuntzat hartzen zen garaia joan zen; gaur egun, garapenerako mugatzat hartu beharko litzateke natura-ondarea. Ideia horixe dago ingurumenaren edo ekologiaren iraunkortasuna kontzeptuaren oinarrian. Ekologiaren iraunkortasunak esan nahi du natura-ondareari eustea; hau da, planetak produzitzeko duen ahalmenaren barruan bizitzea. Ekologiaren iraunkortasuna premia bizia da giza ikuspegitik; iraunkortasun horren helburua da giza ongizatea hobetzea, erabilitako lehengaien iturriak babestuz eta hondakinen hustubideak ziurtatuz.

Ingurumenaren edo ekologiaren iraunkortasunari buruzko funtsezko definizioa jasotzen da *input-output* arauan. *Output arauak* adierazten du jarduera jakin baten isurketek muga batzuen barruan egon behar dutela; tokiko ingurumenak isurketa horiek xurgatzeko daukan asimilazio-ahalmenaren muga barruan, hain zuzen, era horretara etorki-

zunean gerta daitezkeen isurketak xurgatzeko ahalmena de-  
grada ez dadin. *Inputaren arauak* bi balizko ditu, berriztaga-  
rriak eta ez berriztagarriak: a) *berriztagarriak*: baliabide be-  
rriztagarrien ustiatze-tasak baliabide horiek sortzen dituen  
sistema naturalak birsortzeko duen ahalmenaren arabera-  
koa izan behar du; b) *ez berriztagarriak*: baliabide ez berriz-  
tagarrien ustiatze-tasak ikerketaren eta inbertsioaren bidez  
ordezko berriztagarriak garatzeko tasaren parekoa izan be-  
har du. Baliabide ez berriztagarriak erabiltzeagatik sortuta-  
ko diru-sarreraren zati bat ordezko berriztagarriak garatzeko  
inbertitu beharko litzateke (Goodland & Daly, 1996).

Jardun iraunkorren ahalegina da biosferaren desoreka  
prebenitzea eta gizateriarentzako, baita etorkizuneko belau-  
naldientzako ere, ingurumena baldintza egokietan manten-  
tzea. Egile batzuek ekologiaren legeetan oinarritutako siste-  
ma ekonomikoa proposatzen dute, haien irudiko, planeta  
modu iraunkorrean erabiliko bada, ezinbestekoa delako prin-  
tzipio ekologikoetan oinarritutako ekonomia (Cairns, 2006).  
*Iraunkortasun indartsua* kontzeptuak eskatzen du natu-  
ra-ondareari eustea; izan ere, ordezkazintzat jotzen da. Ga-  
rapen iraunkorrak, single azalduta zera esan nahi du: plane-  
ta honetan bizi behar dugula betirako bertan bizi nahiko  
bagenu bezala (Porrit, 2005).

## Elkarri erabat loturik daude ekologiaren iraunkortasuna eta gizartearen iraunkortasuna

Gizarte eta ekologiaren sistema osatzen duten elementuak  
azaltzeko logikan, aurrez aipatu eta definitu dugun natu-  
ra-ondareaz gain, hor dira giza ondarea, gizarte-ondarea eta  
ondare manufakturatua. Horiek guztiak osatzen dute komuni-  
tate baten ondarea. Giza ondarean biltzen dira pertsonak, hez-  
kuntza, osasuna, erakundeak, kultura-kohesioa... Eta ondare  
manufakturatuan, berriz, errepideak, etxeak, industriak eta,  
oro har, eraikitako produktuak. Gizarte- eta ekonomia-alder-  
diak (pobrezia, giza eskubideak) funtsezkoak dira garapen

iraunkorrerako, baina iraunkortasunerako baldintzetako bat da ekosistema natural baten barruan eta haren mugen baitan bizitzen ikastea; izan ere, ezin badugu gure biziraupen biofisikoa ziurtatu, ezingo dugu bestelako helbururik ere bete.

Modu globalean hartuta, ekologiaren iraunkortasuna eta gizartearen iraunkortasuna txanpon beraren bi alde dira. Izan ere, alde batetik, gizartearen iraunkortasuna ekologiaren iraunkortasunaren baitan dago: ekosistemen zerbitzuak (uren iragaztea, klimaren egonkortzea, etab.) eta baliabideak (elikagaiak, materialak) sortzeko naturak duen berezko gaitasuna hondatzen jarraituz gero, ondorioak larriak izango dira bai gizabanakoentzat eta bai herrialdeentzat: gero eta presio eta gatazka gehiago, osasun publikorako eta pertsonen segurtasunerako mehatxu gero eta gehiago... Bestalde, ekologiaren iraunkortasuna gizartearen iraunkortasunaren mende ere badago: biztanleria hazten ari da eta gizarte-sistemak ez du aukerarik ematen guztien beharrianak betetzeko; horren ondorioz, gero eta zailagoa da natura-ingurunea zaintzea eta babestea. Basoak ebaki egiten dira nekazaritzarako, larreak larregi ustiatzen dira, akuiferoak hondatu egiten dira, ibaiak eta itsasoak gehiegi erabiltzen dira, nahiz eta naturaren zati bat erreserba-eremu txikietan edo natura-parkeetan gorde. Gainera, kontuan izan behar da gizartearen eta ekologiaren arazoan muinean, giza jokabidea eta hortik sortzen den gizarte-dinamika dagoela.

Iraunkortasunera eramango gaituen prozesua da garapen iraunkorra. Hona hemen Brundtlandek nola definitu zuen (Brundtland, 1987): «Gaur egungo beharrianak asetzen dituen garapena, etorkizuneko belaunaldiek beren beharrianak asetzeko ahalmena arriskuan jarri gabe». Definizio horrek ondorio etikoak ditu, gaur egun bizi diren belaunaldiez gaindiko elkartasunari begirakoak; etorkizuneko belaunaldienganako elkartasunari begirakoak, hain zuzen. Baina horri gehitu behar zaio gaur egungo belaunaldien arteko elkartasuna ere; egoera okerrean dauden lekuetan bizi diren belaunaldienganako elkartasuna, alegia.

Iraunkortasuna lortzeko bidean helburu garrantzitsuenetako bat da giza ondarea prestatzea, hezkuntza, osasun eta lanpostuen sorrera aldetik. Premiazkoa da garapenaren eta ingurumenaren artean sinergiak sortzea, *win-win* erako estrategietan: pertsonengan, prestakuntzan, osasunean eta baliabideen erabilera eraginkorraren sustapenean inbertituz.

Mundua hasi da onartzen gaur egun nagusi diren ekonomia-garapenerako ereduak ezin direla mundu osora hedatu, eta hortik sortu da, hein batean, iraunkortasunaren premia. Herrialde garatueta biziaren bakoitzeko kontsumoaren eta hondakin-produkzioaren egungo mailak (ELGA) ezin dira zabaldu planetako gaur egungo biztanleria osora, eta are gutxiago etorkizuneko belaunaldien biztanleriara. Hori gertatuko balitz, natura-ondarea suntsituko genuke eta, ezin ahaztu, ondare horren baitan dago etorkizuneko jarduera ekonomikoa. Orobat, onartu beharrean gaude gehiegizko xahutzeak eta garapen-ereduen desorekak, etorkizun ez oso urrunean proiektatuta, egoera jasangaitzera eramango gaituela ingurumenaren eta biofisikaren ikuspegitik, eta horrek ere ekarri du iraunkortasunaren beharra. Iraunkortasunerantz bidea egiten hastea premiazkoa da; izan ere, mundu osoan hondatzen ari dira ekosistemak, eta horrek muga nabarmena ezartzen du denbora aldetik. Ez daukagu denborarik ametsetarako, espazio berriak sortu, ilargia kolonizatu edo itsasoaren azpian hiriak eraikitzeke eldarnioetan ibiltzeko; daukagun ingurumen bakarretik geratzen zaiguna salbatu behar dugu eta jada hondatuta dagoena lehengoratzeko inbertsioak egin behar ditugu (Goodland & Daly, 1996).

Natura-baliabideen erabilerak, oro har, gizakion ongizatea areagotzea ekarri du, baina ingurune eta pertsona-multzoz guztiek ez dute onura eta etekin bera jaso; areago, batzuei kaltea ere ekarri die erabilera horrek. Degradazioaren kostuak beste talde batzuetara edo etorkizuneko belaunaldietara igaro daitezke, eta horrek, bistan da, gatazkak sortzen ditu. Munduko biztanleriaren %20 inoiz ez bezalako

ongizate materialaz gozaten ari da, eta, aldiz, gutxienez beste %20 erabateko pobrezia-egoeran bizi da. Hain zuzen, aberatsenen %20k pobreenen %20k baino 60 aldiz gehiago irabazten du eta arrakala hori bikoiztu egin da azken 30 urteotan (Wackernagel & Rees, 1996).

Aurreko hamarkadan beharrezkoak izan ziren definizioak eta kalkulu kuantitatiboak; esaterako, planetarako aztarna ekologikoa kalkulatu zen. Gizateria osoak baliabideak eskuratzeko (elikagaiak, ura, hiri-lurzorua, energia) eta isurketak (karbono-dioxidoa) xurgatzeko beharko lukeen azalerari esaten zaio aztarna ekologikoa. Erabiltzeko moduan dagoen lurzorurekin alderatu eta ondorioa da batez beste baliabideen erabilera Lurraren karga-ahalmena baino %20 handiagoa dela gutxi gorabehera. Gizakion eskariak 1980. urteaz geroztik gainditzen du planetaren ahalmena eta gaur egun ahalmen hori baino %20 handiagoa da eskaria (Wackernagel, 2002). Europan, esaterako, aztarna ekologikoa karga-ahalmenaren halako bi da batez beste (WWF, 2008).

Iraunkortasun globalera iristeko, pobreenen kontsumo-mailak hazi egin behar du eta, aldi berean, aztarna ekologiko globalak murriztu. Hori lortzea erronka zaila da egiaz; politika, erakunde eta jardueren esparru guztietan aldaketa garrantzitsuak egin behar dira horretarako.

## Badira irtenbideak ekologiaren bidetik

Naturak, eboluzioaren 3,8 bilioi urtetan, diseinu adimentsuko egiturak sortu ditu, eta horiek imita ditzakegu gizakion asmoetarako. *Biomimikak* naturaren ereduak ikertzen ditu eta haien diseinuak imitatzen ditu edo haien diseinu eta prozesuei erreparatzen die gizakion arazoak konpontzeko. Naturak garatutako egiturak egokituz teknologia iraunkorrak nola diseinatu ikastea, horra biomimikaren funtsa. Natura ikusteko eta balioesteko beste modu bat da eta natura-inguruetik ikas dezakegun horretan oinarritutako ikuspegia ekartzen du (Benyus, 2002).

Biomimikak naturako ideia hoberenak aztertzen ditu; besteak beste, zeta eta armiarmen begiak, maskorren zelulak eta giza garuna, fotosintesi-funtzioa eta DNA. Eta behin aztertuta, hainbat giza erabileratarako egokitzen ditu. Industriako aplikazio asko biomimikan oinarritutako ikerketen emaitza dira; adibide franko daude. Naturatik jasotako jakintza eredutzat hartu duten industria-diseinuen artean nabarmentzekoa da, adibidez, Lotusan margoa; Alemaniako enpresa batek sortu zuen margo hori loto-hostoaren egitura mikroskopioan oinarrituta. Egitura horrek edozein mota-tako partikula itsastea galarazten du.

Ekosistemen funtzionamendua da industria-ekologia deritzona garatzeko oinarria. Industria-ekologia horretan, osagaien arteko harremanak naturak daukan jokatzeko moduen antzekoak dira, batez ere materia eta energiaren fluxuetan. Industria-ekosistemetan materialak birziklatzea beharrezkoa da sistemak irauteko, eta hor ere naturaren prozesu ziklikoak imitatzen dira (sehaskatik sehaskara) (Bermejo, 2005).

Bestalde, ekosistemen jokabidea azaltzeko sortu diren eredu kontzeptualak —*egokitze-zikloa* esaten zaion eredu, adibidez (Holling, 2001)— gizarte- eta ekonomia-sistemetarako ere aplika daitezke (Abel *et al.*, 2006).

## Pentsamoldea aldatu behar dugu

1972. urtean Meadows txostena deritzona argitaratu zen *Hazkundearen Mugei* buruz (Meadows *et al.*, 1972), eta han jada ohartarazten zen natura-baliabideen erabilera aldetik eta isurketak xurgatzeko gaitasunaren aldetik zer muga fisiko dituen planetak. Harrezkero, gizartea errotik berritzea aldarrikatu izan da, teknologia, kultura eta instituzioen aldaketaren bidez, era horretara gizateriaren aztarna ekologikoa Lurraren karga-ahalmenaren gainetik haz ez dadin. Hogei urteren buruan egileek beste txosten bat argitaratu zuten premisa berberekin eta ikuspegi baikorra eman zuten; izan

ere, Garapenari eta Ingurumenari buruzko Rioko goi-bilera-ekin bat etorri zen txostenaren argitalpena (Meadows *et al.*, 1992). Alabaina, azken liburuan, berriro ere egiaztatu da, teknologia eta erakundeak garatu arren, gizakion aztarna ekologikoak hazten jarraitzen duela. Baliabideen eskaria izugarria da gizakion aldetik, planetak eman ahal duena baino askoz handiagoa. Hain zuzen, eskariak %20 gainditzen du ahalmen hori (Meadows *et al.*, 2005). Egile horien arabera, aurreikus daiteke munduak etorkizun gutxi gorabehera iraunkorraren alde egingo duela, baina hori baino lehen, krisi global larriak gainditu beharko dituela eta, halabeharrez, aldaketak egin beharko dituela, *a posteriori*. Haien iritziz, beste hamarkada bat beharko da gehiegikeriaren ondorioak argi ikusteko eta beste bi hamarkada gehiengoak gertatutakoa onar dezan. 2012rako beste liburu bat argitaratzea aurreikusi dute, eta lehenbizikoa kaleratu eta berrogei urtera, behar bada izango dituzte behar beste datu arrazoi zutela frogatzeko.

Eraitza onak lortzeko premiazko esku-hartzeen artean hauek daude: ingurumen aldetik egokiak diren teknologietan inbertsio handiak; egokitzeko kudeaketa aktiboa; jarduera proaktiboak ingurumenaren arazoei garaiz heltzeko, ondorioak bete-betean jasaten hasi baino lehen, alegia; zerbitzu publikoetan inbertsio handiak (hezkuntzan eta osasunean, adibidez); gizarte eta ekonomia aldetik dauden desorekak murrizteko eta pobreziarekin amaitzeko neurri irmoak. Gainera, komunikazioa ezinbestekoa da baliabideak modu iraunkorrean kudeatzeko; izan ere, garapen iraunkorrrak ondo informatutako herritarrak behar ditu, aurrean ditugun egoera zailak konpontze aldera erabaki zuzenak hartzeko gai izango diren herritarrak. Premiazkoa da pentsamoldea aldatzea, eta, batez ere, gure artean eta naturarekin harremanetan jartzeko modua aldatzea. Horrela baino ezin dugu dugu oinez hasi iraunkortasuneranzko bide luzean.

Darwinen arabera, garai historiko zehatz batean ingurune jakin bateko baldintza zehatzetara hobekien moldatu diren organismoek irauten dute bizirik. Gerora, beste biologo ba-

tzuen ikerketen argitan, ikusi da talde-kohesioa eta elkartasuna ere funtsezko elementuak direla biziraupenerako. Bide beretik, Janine Benyus zientzialariak azpimarratu du organismoek elkarren artean agertzen dituzten mendekotasun eta sinbiosi-jokabideak liluragarriak direla, eta, horrenbestez, Benyusen irudiko frogatuta geratu da mutualismoa eta *elkartasuna* ere *oihaneko lege* direla.

*Ondorio modura*, esan dezakegu ingurumena ez dela luxuzko ondasuna. Ekosistemen zerbitzuek laguntzen dute bizitza-kalitatea hobea izaten, hainbat modutara lagundu ere, zuzenean eta zeharka, eta, era berean, planetaren balio ekonomikoaren zati handi bat osatzen dute. Ekosistemen zerbitzuak eta horien iturburua —natura-ondarea— izugarri hondatu ditu giza jarduerak, sistemen iraunkortasuna eta gizartea bera mehatxupean jartzeraino.

Bada aukerarik etorkizun iraunkorrerako eta desiragarri-rako, baina horretarako beharrezkoa da ikuspegi bat garatzea eta horren berri ematea. Esperantzarako arrazoietakoa bat da arazoa gizakiok sortu dugula, eta, beraz, gizakiok konpon dezakegula (Diamond, 2006).¶



## Bibliografía

- Abel, N., Cumming, D.H.M. & Andereis, J.M. (2006). Collapse and Reorganization in Social-Ecological Systems: Questions, Some Ideas, and Policy Implications. *Ecology and Society* 11: U698-U722.
- Begon, M., Townsend, C.R. & Harper, J.L. (2006). *Ecology. From Individuals to Ecosystems*. Blackwell Publishing, Londres.
- Benyus, J.M. (2002). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. Harper Perennial. New York.
- Bermejo, R. (2005). *La gran transición hacia la sostenibilidad. Principios y estrategias de economía sostenible*. Editorial La Catarata. Madrid.
- Brundtland, G.H. (1987). *Nuestro Futuro Común*. Organización de Naciones Unidas. New York.
- Cairns, J. (2006). Designing for Nature and Sustainability. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 13: 77-81.
- Costanza *et al.* (1997). El valor del capital natural y de los servicios de los ecosistemas del mundo. *Nature* 387: 253-260.
- Daily, G. (1997). *Nature's Services. Societal Dependence On Natural Ecosystems*. Island Press. Washington.
- Diamond, J. (2006). *Collapse. How Societies Choose to Fail or Survive*. Penguin Books. New York.
- EEA (2006). *European Environment State and Outlook 2005*. European Environmental Agency.
- Farber, S., Costanza, R., Childers, D.L., Erickson, J., Gross, K., Grove, M., Hopkinson, C.S., Kahn, J., Pincetl, S., Troy, A., Warren, P. & Wilson, M. (2006). Linking Ecology and Economics for Ecosystem Management. *Bioscience* 56: 121-133.
- Goodland, R. & Daly, H. (1996). Environmental Sustainability: Universal and Non-Negotiable. *Ecological Applications* 6: 1002-1017.
- Holling, C.S. (2001). Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. *Ecosystems* 4: 390-405.
- Hooper, D. *et al.* (2005). Effects of Biodiversity on Ecosystem Functioning: A Consensus of Current Knowledge. *Ecological Monographs* 75: 3-35.
- Koellner, T. & Schmith, O.J. (2006). Biodiversity, Ecosystems Function, and Investment Risk. *Bioscience* 56: 977-985.
- Kevan, P.G. & Phillips, T. (2001). The Economic Impacts of Pollinator Declines: An Approach to Assessing the Consequences. *Conservation Ecology* 5: 8. art.
- Mace, G. (2005). *The Current Status of Global Biodiversity*. International Scientific Conference: Biodiversity Science and Governance, Paris.
- McCauley, D.J. (2006). Selling Out on Nature. *Nature* 443: 27-28.
- Margalef, R. (1992). *Ecología*. Editorial Planeta. Bartzelona.
- Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. & Behrens, W.W. (1972). *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. Universe Books. New York.

- Meadows, D.H., Meadows, D.L. & Randers, J. (1992). *Beyond the Limits: Confronting Global Collapse, Envisioning a Sustainable Future*. Chelsea Green. Post Mills, VT.
- Meadows, D.H., Randers, J. & Meadows, D.L. (2005). *Limits to Growth. The 30-year update*. Earthscan. Londres.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment*. Island Press.
- Odum, E.P. (1964). *Ecología*. CECSA. Mexiko.
- Onaindia, M. & Amezaga, I. (2000). Seasonal Variation in the Seed Bank of Native Woodland and Coniferous Plantations in Northern Spain. *Forest Ecology and Management* 126: 163-172.
- Onaindia, M., Dominguez, I., Albizu, I., Garbisu, C. & Amezaga, I. (2004). Vegetation Diversity and Vertical Structure as Indicators of Forest Disturbance. *Forest Ecology and Management* 195 (3): 341-354.
- Perrings, C. (2005) *Economics and the Value of Ecosystem Services*. International Scientific Conference: Biodiversity Science and Governance, Paris.
- Pimentel, D., Stachow, U., Takacs, D.A., Brubaker, H.W., Dumas, A.R., Meane, J.J., O'Neil, J.A.S., Onsi, D.E. & Corzilius, D.B. (1992). Conserving Biological Diversity in Agricultural/Forestry Systems. *BioScience* 42: 354-362.
- Porrit, J. (2005). *Capitalism As If the World Matters*. Forum for the Future. Londres.
- Reid, W.B. (2006). Nature: The Many Benefits of Ecosystem Services. *Nature* 443: 749.
- Vemuri, A.W. & Costanza, R. (2006). The Role of Human, Social, Built, and Natural Capital in Explaining Life Satisfaction at the Country Level: Towards a National Well-Being Index (NWI). *Ecological Economics* 58: 119-133.
- Wackernagel, M. & Rees, W. (1996). *Our Ecological Footprint. Reducing Human Impact on the Earth*. New Society Publishers. Gabriola Island. Kanada.
- WWF (2008). *Living Planet Report*. WWF.