

Canvi global

Crisi ecosocial i perspectives futures

Marc Oliva, Jordi Martín-Díaz, Carles Barriocanal,
Juan Ignacio López-Moreno, Josep Bonsoms (eds.)

UBe

Col·lecció
Canvi Global



Canvi
global

Canvi global

Crisi ecosocial i perspectives futures

Marc Oliva, Jordi Martín-Díaz, Carles Barriocanal,
Juan Ignacio López-Moreno, Josep Bonsoms (eds.)



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Edicions

Col·lecció
Canvi Global

Índex

Pròleg.....	11
<i>Joan Guàrdia Olmos</i>	
Prefaci	13
<i>M. Oliva, J. Martín-Díaz, C. Barriocanal, J. I. López-Moreno, J. Bonsoms</i>	
Introducció.....	15
<i>M. Oliva, J. Martín-Díaz, C. Barriocanal, J. I. López-Moreno, J. Bonsoms</i>	

BLOC 1

INTRODUCCIÓ AL CANVI GLOBAL

1.1. De canvi climàtic a canvi global.....	23
<i>J. Martín-Díaz, M. Oliva</i>	
1.2. El canvi global en el passat	45
<i>S. Giralt, S. Pla-Rabes, M. Oliva, D. Antoniades, A. Hernández, O. Margalef, A. Sáez, A. Geyer, J. Ibáñez-Insa, T. Shanahan</i>	
1.3. Canvi global present: l'antropocè	69
<i>S. Pla-Rabes, S. Giralt, S. Turner, D. Antoniades, A. Hernández, S. Nogué, M. Oliva, P. Raposeiro</i>	

BLOC 2

CANVIS EN EL SISTEMA TERRA

2.1. L'atmosfera	103
<i>S. M. Vicente-Serrano</i>	
2.2. La hidrosfera	121
<i>S. Beguería</i>	
2.3. La biosfera.....	139
<i>C. Barriocanal, S. Pla-Rabes, J. Belmonte</i>	
2.4. La litosfera	161
<i>A. Cerdà, I. Franch Pardo</i>	

2.5. La criosfera.....	177
<i>J. I. López-Moreno, E. Alonso-González, J. Revuelto, C. Deschamps-Bergier, J. Bonsoms, M. Oliva</i>	
Observacions finals	191
<i>M. Oliva, J. I. López-Moreno</i>	

BLOC 3

DINÀMICA SOCIOECOLÒGICA EN UN MÓN CANVIANT

3.1. La urbanització planetària.....	195
<i>R. Díez-Pisonero</i>	
3.2. Canvis en els usos del sòl	215
<i>P. Pereira, M. Das, M. Inacio</i>	
3.3. La promoció del desenvolupament sostenible	231
<i>J. Martín-Díaz</i>	
3.4. Recursos al límit	251
<i>A. Valero, S. Ascaso, A. Ortego</i>	
3.5. Exposició creixent a riscos naturals	269
<i>J. Olcina Cantos</i>	
3.6. La degradació ambiental, una amenaça creixent per a la salut de les persones	295
<i>Q. Zaldo-Aubanell, A. Bach</i>	
Observacions finals	313
<i>J. Martín-Díaz, C. Barriocanal</i>	

BLOC 4

LA GEOGRAFIA DEL CANVI GLOBAL

4.1. Les regions polars	317
<i>M. Oliva, J. I. López-Moreno, N. Andrés, D. Antoniadès, J. Bonsoms, J. M. Fernández-Fernández, J. García-Oteyza, L. García-Sancho, S. Giralt, S. González-Herrero, J. Martín-Díaz, S. Pla-Rabes, D. Palacios</i>	
4.2. Les regions boreals i subàrtiques	335
<i>O. Grau, M. Oliva</i>	
4.3. Les regions temperades	349
<i>E. Serrano, A. Pisabarro, R. M. Ruiz-Pedrosa</i>	
4.4. Les regions intertropicals i subtropicals.....	379
<i>L. Camacho, S. Espinosa</i>	
4.5. El canvi global a les àrees de muntanya	399
<i>J. M. García-Ruiz, J. Arnáez, T. Lasanta, E. Nadal-Romero, J. I. López-Moreno</i>	

4.6. L'oceà	423
<i>J. Zorrilla-Pujana, T. Maggioni</i>	
Observacions finals	445
<i>M. Oliva, J. I. López-Moreno</i>	

BLOC 5

ESTRATÈGIES FUTURES ENFRONT DEL CANVI GLOBAL

5.1. Escenaris climàtics i ambientals futurs	451
<i>S. González-Herrero, M. Lemus-Canovas</i>	
5.2. Alternatives econòmiques: cap al decreixement	465
<i>F. Demaria, J. Martín-Díaz, C. Barriocanal</i>	
5.3. Estratègies d'adaptació i mitigació	479
<i>M. Serra, S. Nebot, A. Smeenk, E. Plana</i>	
5.4. Educació ambiental i per a la sostenibilitat	493
<i>I. Ruiz Mallén, A. Corres, M. Boada</i>	
Observacions finals	513
<i>C. Barriocanal, J. Martín-Díaz</i>	
Reptes a curt i mitjà termini	515
<i>M. Oliva, J. Martín-Díaz, C. Barriocanal, J. I. López-Moreno, J. Bonsoms</i>	

La idea de canvi és pròpia dels processos evolutius. Dit així no sembla que el terme *canvi* hagi de ser motiu d'alarma o ni tan sols d'atenció. Canviar significa passar d'un estat a un altre, encara que el canvi sigui imperceptible o irrellevant a ulls externs. Canviar està implícit en la conducta humana i en l'aprenentatge. Canvi és sinònim de moviment i de gestió dinàmica de la realitat.

Sense canvi no hi ha progrés, sense canvi no hi ha novetat, sense canvi no hi ha futur, sense canvi no hi ha esperança, sense canvi no hi ha projecte, sense canvi no hi ha camí, sense canvi no hi ha encerts, sense canvi no hi ha sortides de sol ni llunes creixents.

Sense canvi no hi ha incertesa, sense canvi no hi ha errors, sense canvi no hi ha involució, sense canvi no hi ha retrocés, sense canvi no hi ha derrota, sense canvi no hi ha ocàs ni llum minvant.

Sense canvi no hi ha vida.

Vist així, entendreu que un text titulat *Canvi global* —que inaugura a tall programàtic la col·lecció homònima— mereix atenció. De fet, és un títol que convida a deixar-se dur per la provocació perquè si el terme *canvi* és suggeridor, el fet que aspiri a la globalitat ja és definitiu. Canvi global com a declaració d'intencions, voluntat d'afectació massiva i absoluta, que arriba a tot arreu i a tothom, i res ni ningú escapa al canvi. Encara que sembli distant i llunyà, finalment el canvi, en ser global, ens afectarà. Els coordinadors proposen aquesta idea que alhora pot ser torbadora i no exempta de realisme.

I és aquest el propòsit de la coordinació del text, el que col·loquialment anomenaríem un bany de realitat. Els capítols, com ells mateixos descriuen, impliquen un repàs ordenat i exhaustiu del canvi planetari en termes d'ecosistema. En termes de construcció massiva i compartida que ens proposa un missatge clar i directe de canvi global i, també, d'urgència. Els autors i les autores dels diferents capítols i blocs ofereixen textos d'una densa capa de ciència, com ara els dels blocs 1 al 4, en què fan un diagnòstic rigorós de la situació i, al seu torn, proposen l'impacte de les prediccions que, a parer seu, podem esperar a partir del que està passant. En el bloc 5 s'inclouen les aportacions des dels àmbits dels contextos econòmic, ambiental, dels quals deriva l'actual definició de *sostenibilitat* i, fins i tot, del context educatiu.

No ha d'estranyar la densitat del text ni l'exemplar voluntat enciclopèdica. Al contrari, això ha d'estimular l'actitud interrogadora de les persones que s'acostin a aquest llibre i que ho facin amb l'afany de saber i conèixer què significa *canvi global* en un sentit científic i, alhora, pedagògic. Això també és fer ciència, això també és construir universitat, això també contribueix, i molt, a la trajectòria de la Universitat de Barcelona.

JOAN GUÀRDIA OLMOS
Rector de la Universitat de Barcelona

Prefaci

Marc Oliva, Jordi Martín-Díaz, Carles Barriocanal,
Juan Ignacio López-Moreno, Josep Bonsoms*

El canvi global ha modelat i continua modelant nombrosos aspectes centrals de les nostres vides. Vivim en un món esculpit per una transformació contínua i tan ràpida que el present cada vegada s'assembla menys al passat recent. Els nostres projectes vitals i els nostres patrons de consum, de socialització o de lleure estan cada cop més influïts per la velocitat dels canvis. Tot plegat en un planeta estretament interconnectat: els inuit de Groenlàndia, els agricultors de camps d'arròs del sud-est asiàtic o els habitants de Manhattan, malgrat que viuen en contextos culturals i geogràfics molt diferents, mai no havien compartit tantes coses ni havien pogut tenir una comunicació tan fluida com fins ara. El canvi global comprèn un ampli ventall de qüestions que s'interrelacionen entre si, entre les quals hi ha l'impacte creixent de les activitats humanes sobre la resta de la natura. A conseqüència d'això, estem observant el desplegament incessant d'una crisi ecològica amb implicacions socials cada cop més conegudes i denunciades, com ara els canvis accelerats en els patrons climàtics o la ràpida degradació dels recursos naturals i els ecosistemes.

El canvi global és un fenomen molt complex i amb múltiples dimensions, de manera que seria massa atrevit aspirar a abordar en un sol document totes les implicacions que se'n deriven. És per això que aquest llibre se centra en dos dels aspectes fonamentals que el caracteritzen: el canvi del sistema natural i la crisi ecosocial. A partir d'aquest plantejament analitzarem la creixent interconnexió de les transformacions humanes i físiques, així com les perspectives que han de guiar la construcció d'un futur sostenible i equitatiu. La complexitat de la realitat contemporània demana enfocaments holístics i, alhora, considerar les implicacions globals i a llarg termini de les nostres accions.

Canvi global. Crisi ecosocial i perspectives futures constitueix una obra actualitzada sobre l'estat de la qüestió i ha passat per un llarg procés d'avaluació acadèmica. L'han escrita investigadors compromesos en els principals aspectes del

* Marc Oliva, Universitat de Barcelona. Jordi Martín-Díaz, Universitat de Barcelona. Carles Barriocanal, Universitat de Barcelona. Juan Ignacio López-Moreno, Institut Pirinenc d'Ecologia (IPE-CSIC). Josep Bonsoms, Universitat de Barcelona.

canvi global, els quals han fet un esforç per presentar de manera didàctica els coneixements més recents dels camps respectius. El llibre és una invitació a la reflexió, especialment pel que fa a les idees i les interpretacions que avui dia se situen fora de l'ortodòxia. Calen exercicis com aquest si no volem que el progrés es converteixi en un concepte pretèrit. Per tot plegat, els editors de *Canvi global* esperem que sigui una obra inspiradora i de referència per a tothom que vulgui entendre millor una realitat que ja està condicionada per la crisi eco-social i que en el futur encara ho estarà més. Així doncs, el llibre que teniu a les mans s'ha escrit amb la humil voluntat de servir els nostres coetanis i anima els lectors a no conformar-se amb les explicacions que hi trobaran. Hi ha molt espai i un ampli ventall d'accions que poden contribuir a construir un futur millor per a tots nosaltres i també per a les pròximes generacions i la resta d'espècies d'aquest planeta nostre tan bonic.

Introducció

**Marc Oliva, Jordi Martín-Díaz, Carles Barriocanal,
Juan Ignacio López-Moreno, Josep Bonsoms***

La nostra llar, la Terra, està canviant. Els rècords de temperatura màxima que se succeeixen a tots els continents any rere any així ho evidencien. L'estiu boreal de l'any 2023 va ser el més càlid a escala global i va registrar les temperatures marítimes més elevades des que hi ha mesuraments instrumentals. La Xina, el Marroc, Albània, Catalunya o València van assolir temperatures màximes mai registrades. No només el clima està canviant; altres canvis profunds afecten a curt i a llarg termini la dinàmica dels oceans, el sistema hidrològic, els usos del sòl i la vegetació, amb conseqüències clarament negatives per a les societats, cada vegada més exposades als riscos naturals associats: sequeres, inundacions, onades de calor, incendis forestals, etc. A més, les activitats humanes estan malmetent la qualitat de l'aire, els sòls i les aigües, de manera que la contaminació ha arribat a llocs que eren purs fins fa poques dècades i s'ha assolit una de les majors taxes d'extinció d'espècies que s'hagi vist mai.

La humanitat està forçant la Terra a sortir de la zona de confort que ha habitat durant el present interglacial, l'holocè, en què les condicions climàtiques relativament estables i càlides han propiciat el desenvolupament de les civilitzacions. A mesura que les activitats humanes s'han expandit i intensificat a tot el món, la dinàmica natural s'ha alterat i la Terra ha transcendit els límits de la variabilitat ambiental i climàtica pròpia de l'holocè. D'aquesta manera, el sistema natural s'està ajustant a les transformacions ambientals imposades per una creixent activitat antropogènica que amenaça de continuar desbordant els ecosistemes i que pot arribar a posar en perill la humanitat mateixa. L'omnipresent canvi climàtic és el màxim exponent de tot plegat; no hi ha dia que, amb més o menys dramatisme, no apareguin notícies als mitjans de comunicació sobre les conseqüències que la inèrcia climàtica actual té i tindrà en els ecosistemes de les baixes, mitjanes i altes latituds.

* Marc Oliva, Universitat de Barcelona. Jordi Martín-Díaz, Universitat de Barcelona. Carles Barriocanal, Universitat de Barcelona. Juan Ignacio López-Moreno, Institut Pirinenc d'Ecologia (IPE-CSIC). Josep Bonsoms, Universitat de Barcelona.

Malgrat els múltiples informes, convencions i tractats internacionals signats per gairebé tots els països durant els últims trenta anys, la implementació de les mesures mitigadores del canvi climàtic és manifestament insuficient. Els principals actors involucrats en la promoció mateixa del desenvolupament sostenible reconeixen la impossibilitat d'aturar la creixent degradació ambiental i climàtica. La pèrdua de biodiversitat, la desforestació massiva o la contaminació causada pels microplàstics són exemples de la insuficiència de les polítiques actuals. Així mateix, aquests exemples demostren que som davant d'una transformació ambiental que va molt més enllà de l'escalfament global i els efectes que se'n deriven.

Per això el concepte de *canvi global* actualitza i expandeix el terme *canvi climàtic*, el qual aquests últims anys ha contribuït amb èxit a conscienciar-nos sobre la capacitat humana per modificar una cosa aparentment tan intangible i impalpable com és l'atmosfera gasosa que ens envolta. El terme *canvi global* inclou la capacitat humana de transformar el sistema natural, perquè el nostre impacte no només s'observa en l'atmosfera, sinó que també es detecta en els mars més allunyats, les terres més aïllades i les glaceres més inhòspites. Alhora, les diferents regions del planeta s'han interconnectat més entre si, cosa que ha generat transformacions en el nostre estil de vida i en els nostres hàbits de consum. Tot plegat ha donat lloc a canvis en les dinàmiques socials i en la relació que establim les persones amb l'entorn físic on vivim. Un exemple destacat d'això és l'auge i el desenvolupament recent del sector turístic, així com l'alteració radical dels patrons de consum i la globalització a les xarxes de distribució de productes.

El creixement econòmic modern iniciat amb la Revolució Industrial és el motor dels canvis ambientals i socioeconòmics recents i constitueix el pilar fonamental que defineix l'*antropocè*, una nova proposta d'època geològica que incideix en la capacitat antropogènica de transformar el comportament natural de la Terra. La interacció entre activitat humana i modificació de la dinàmica del sistema terrestre no ha estat mai tan intensa i efectiva ni ha afectat superfícies tan extenses com ara. De fet, l'abast d'aquestes transformacions està donant forma a una *crisi ecosocial* que tant es manifesta a través de les conseqüències associades al deteriorament del planeta i els recursos com a través de les vinculades a la dimensió social i política.

En aquest context, el llibre que teniu a les mans, nascut amb la voluntat de sintetitzar i actualitzar la quantitat ingent d'informació que la ciència ha generat sobre el canvi global, té com a objectiu enriquir la comunitat mateixa, els estudiants en formació, els gestors del territori o qualsevol altre ciutadà preocupat per l'actual crisi ecològica i social. I és que, en el context d'accele-

ració de les transformacions ambientals, climàtiques i socials en què vivim, la combinació dels diagnòstics i les propostes científiques ha d'anar de bracet de l'acció de les administracions corresponents i dels dirigents que les encapçalen.

Aquest llibre no es limita a exposar els canvis i els impactes derivats de la crisi ecosocial, sinó que també presenta les alternatives capaces de dur a terme una millora real del benestar social i ambiental. Així doncs, el llibre *Canvi global*, estructurat en cinc blocs independents i alhora entrellaçats per incidir en les interaccions entre el medi físic i l'humà, és més que la suma dels trenta capítols que el conformen. Cada secció temàtica inclou de tres a sis capítols centrats en elements específics i representatius que permeten entendre el canvi global des de la perspectiva de la crisi ecosocial. Al seu torn, cada capítol, coordinat per un especialista amb experiència demostrada en la matèria, resumeix els canvis observats en la temàtica corresponent i les noves tendències.

El primer bloc comença amb una visió introductòria del concepte de *canvi global* i la importància que revesteix d'acord amb la recent evolució de la nostra consciència ambiental (capítol 1.1). Tot seguit s'analitza la variabilitat climàtica i ambiental del passat com l'antesala dels canvis recents (capítol 1.2), que se sintetitzen en l'aparició del concepte d'*antropocè*, examinat a l'última part d'aquest bloc (capítol 1.3).

El segon bloc, centrat en el sistema natural i els impactes del canvi global sobre els diferents components que l'integren, està constituït per capítols individuals focalitzats en l'atmosfera (capítol 2.1), la hidrosfera (capítol 2.2), la biosfera (capítol 2.3), la litosfera (capítol 2.4) i la criosfera (capítol 2.5).

El tercer bloc se centra en el component humà i en com interactua amb la resta del medi ambient. En primer lloc es presenta el paper que exerceix la urbanització en el canvi global (capítol 3.1), fonamental per comprendre les modificacions accelerades en els usos del sòl a escala planetària (capítol 3.2). A continuació s'analitza per què el desenvolupament sostenible no està revertint la degradació ambiental (capítol 3.3), cosa que també implica tenir en compte les evidències d'exhauriment dels recursos minerals (capítol 3.4) i l'augment d'exposició als riscos naturals (capítol 3.5). I, finalment, s'analitza de quina manera la creixent degradació ambiental també afecta negativament la nostra salut (capítol 3.6).

El quart bloc analitza la geografia del canvi global i com els canvis registrats en el medi físic i en les activitats socioeconòmiques es plasmen a escala local, des de les regions polars (capítol 4.1) fins a les altes latituds (capítol 4.2), la zona temperada (capítol 4.3), la zona subtropical i intertropical (capítol 4.4), les àrees de muntanya (capítol 4.5) i els oceans (capítol 4.6).

Finalment, el cinquè i últim bloc se centra en les estratègies futures enfront del canvi del sistema natural. En primer lloc s'analitzen els possibles factors climàtics i ambientals que influiran en l'entorn futur (capítol 5.1) i es destaca com n'és d'important que les societats ajustin el model de desenvolupament econòmic per aconseguir la sostenibilitat (capítol 5.2). Igualment, s'analitza el marc d'adaptació i mitigació que les societats han d'adoptar per afrontar les transformacions induïdes pel canvi global (capítol 5.3), així com el paper fonamental que hi hauran d'exercir l'educació i la consciència ambiental (capítol 5.4).

Tots els capítols del llibre se submergeixen en la informació existent en cada àrea temàtica analitzada i els autors que hi han treballat hi aboquen els seus coneixements i experiència des de disciplines molt diverses, la qual cosa configura la interdisciplinarietat que es necessita per abordar l'estudi del canvi global. Com a resultat, la disposició temàtica del llibre potencia la complementarietat de temes i enfocaments recurrent a les referències creuades entre capítols, amb l'objectiu de posar en relleu les nombroses interrelacions i, alhora, evitar les redundàncies. Al final dels blocs es presenten unes observacions a tall de conclusió que sintetitzen i integren els resultats més significatius dels diferents capítols que els conformen, així com les incerteses i temàtiques que requereixen una comprensió futura més profunda.

És important esmentar que els primers passos d'aquesta obra es van idear durant la pandèmia de la covid-19. És d'agrair, doncs, que els autors acceptessin participar en aquest llibre en temps convulsos, d'intensa càrrega de treball i futur incert. Volem expressar el nostre reconeixement més sincer a tots els autors i autores per la disposició excepcional i l'entusiasme demostrat i per haver treballat durament en aquella època tan difícil. Han fet aportacions molt remarcables i han complert els terminis i els objectius establerts pels editors, i això ha contribuït a promoure la reflexió en un moment en què la història ens convida a replantejar-nos les creences i certeses actuals.

Igualment, és de justícia agrair a les nostres institucions el suport administratiu i logístic que ens han prestat durant aquests anys, així com expressar la nostra gratitud als companys de centre, amb qui hem compartit discussions i debats sobre el canvi global, les causes que el provoquen i les conseqüències que se'n deriven.

Per acabar, també volem agrair el suport dels grups d'investigació ANTALP (Antarctic, Arctic, and Alpine Environments Research Group; 2021 SGR 00269) i GRAM (Grup de Recerca Ambiental Mediterrània; 2021 SGR 00859), tots dos finançats per la Generalitat de Catalunya, i Processos Geoambientals i Canvi Global (Eo2_23R), reconegut pel Govern d'Aragó. Així mateix, agraïm la concessió d'una beca predoctoral FPI a Josep Bonsoms (PRE2021-097046)

sota l'empara del projecte NEOGREEN (Reconstruction of Neoglacial Oscillations in Greenland) del Ministeri d'Economia i Competitivitat del Govern d'Espanya. Marc Oliva també agraeix el suport d'ICREA Acadèmia i dels projectes GRELARCTIC (PID2023-146730NB-C31) i ISLANDSINTHEICE (CNS2023-144040) per al suport financer i logístic durant l'elaboració d'aquest llibre.