

# CRISI CLIMÀTICA

## COVID-19 i canvi climàtic

### Reptes i oportunitats per a la recuperació econòmica

03/09/2021

Anil Markandya, Alexander Mueller, Jacob Salcone, Simi Thambi i Salman Hussain



Les inversions en desenvolupament sostenible donen suport a la creació d'una economia verda. Hi ha algunes polítiques clau de cost zero que podrien brindar incentius per al desenvolupament sostenible a llarg termini i donar suport al progrés de diversos dels objectius lligats a aquest marcats per l'ONU en la seua agenda. / Foto: Pexels

Aquest article repassa com ha afectat la COVID-19 al compromís de cada país amb l'Acord de París i la reducció d'emissions per a mantenir l'increment global de temperatura per sota dels 2 °C durant aquest segle. S'assenyala que, a mesura que les nacions es vagen recuperant d'aquestes crisis i si no es prenen mesures addicionals, les emissions de gasos d'efecte d'hivernacle augmentaran de nou i tornaran al camí habitual, com ja va ocórrer en acabar crisis anteriors. L'article proposa accions a curt i mitjà termini per a reconstruir el sistema de manera diferent i ajudar a afrontar el repte global del canvi climàtic.

## La història fins ara

La COVID-19 planteja una crisi global sanitària i econòmica sense precedents. Des que es va detectar el virus a la fi de 2019, s'han produït prop de 157 milions de contagis i més de 3,3 milions de morts (World Health Organization, 2021).[1] A conseqüència de les mesures preses per a contenir-lo, es va parar –fins a cert punt– l'economia global. Durant aquest temps, les emissions van disminuir. El Global Carbon Project (2020) informa d'una disminució del 7 % en les emissions de gasos d'efecte d'hivernacle en 2020, a causa de la contracció de la demanda de transport, viatge i energia. Si bé aquest és un canvi benvingut en termes de canvi climàtic, encara és necessari examinar-lo en el seu context. L'Informe sobre la bretxa d'emissions 2020 del Programa de les Nacions Unides per al Medi Ambient (UNEP, en les seues sigles en anglès) estima que, per a limitar l'escalfament global a 1,5 °C, les emissions haurien de continuar caient un 7,6 % cada any durant els pròxims deu anys (United Nations Environment Programme, 2019). Aquestes xifres mostren la magnitud del repte que suposa reduir les emissions d'aquests gasos. L'important col·lapse mundial va comportar una reducció d'aquestes emissions –a curt termini– que seria necessari mantenir durant els pròxims deu anys. Ningú vol que la pandèmia i les restriccions de moviment que s'hi associen continuïn durant la dècada vinent per a aconseguir l'objectiu climàtic: necessitem una estratègia diferent per a assolir els objectius globals acordats.

## «La crisi de la COVID-19 ha obert nous camins per a una transició cap a un futur amb baixes emissions de carboni»

També hi ha proves que la caiguda en emissions provocada per la pandèmia es podria revertir a molt curt termini, en part perquè la por al contagi fa que més persones eviten el transport públic (com ja s'ha observat en part a la Xina; vegeu BloombergNEF, 2020) i en part a mesura que es relaxen les restriccions. A començament d'abril de 2020, les emissions diàries globals per l'ús de combustibles fòssils van ser aproximadament un 17 % menors a les de 2019, ja que els governs van ordenar que la gent es quedara a casa, els empleats van deixar de conduir els seus cotxes al treball, les fàbriques es van parar i les aerolínies van deixar de volar (Le Quéré, Jackson, Jones, Smith, Abernethy, Andrew, De-Gol, Willis et al., 2020). Però per a mitjan juny de 2020, amb la relaxació dels confinaments, les emissions s'havien recuperat fins només un 5 % per sota de la mitjana de 2019, d'acord amb les estimacions dels autors en una actualització (Le Quéré, Jackson, Jones, Smith, Abernethy, Andrew, De-Gol, Shan, Canadell et al., 2020). Les emissions a la Xina, que representen una quarta part de les emissions de carboni a escala global, semblen haver tornat als nivells previs a la pandèmia. Els autors de l'estudi es mostraven sorpresos per la rapidesa amb què havien repuntat les emissions. No obstant això, afegien que probablement qualsevol caiguda en l'ús de combustibles fòssils relacionada amb el coronavirus era temporal, llevat que els països es posaren d'acord per a prendre accions conjuntes i netejar els seus sistemes energètics i flotes de vehicles durant la lluita per reconstruir les seues danyades economies.



El col·lapse mundial provocat per la COVID-19 va comportar una reducció de les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle –a curt termini– que seria necessari mantenir durant els pròxims deu anys. Però hi ha evidències que aquesta reducció es podria revertir en molt poc de temps. / Foto: Rawpixel

Al mateix temps, la crisi de la COVID-19 ha obert nous camins per a una transició cap a un futur amb baixes emissions de carboni. El descens en el nombre de desplaçaments no implica necessàriament una caiguda en la productivitat de la mà d'obra; de fet, segons una enquesta realitzada amb mil companyies al Regne Unit, s'aprofita el temps estalviat a arribar al centre de treball, mentre que es redueixen les emissions de carboni (BBC, 2020). Les tensions sobre els sistemes alimentaris provocades pels problemes en el transport d'aliments i les restriccions a les exportacions introduïdes per diversos països han cridat l'atenció sobre les xarxes alternatives de subministrament local, que deixen una petjada de carboni menor. Va ser necessari limitar les vacances, cada vegada més dependents dels viatges aeris de llarga

distància. Aquest tipus de viatges es van substituir, en part, per «vacances a casa» o per noves oportunitats més pròximes. Tot això acabarà així que arribe la fi de la pandèmia, però algunes de les llavors sembrades durant els confinaments poden ser la base per a nous patrons de comportament menys intensius en emissions de carboni. En aquest text, discutim algunes maneres de promoure aquest canvi mitjançant la introducció de canvis en el comportament i altres mesures.

## Què hem de fer

### El camí cap al futur

La pandèmia ens ha mostrat que, encara que l'efectivitat de la resposta de cada país davant d'aquesta ha sigut diferent, a llarg termini les fronteres nacionals no poden contenir el problema i són pràcticament irrellevants en qüestions globals com la salut, la seguretat alimentària i la sostenibilitat. En lloc de seguir enfocaments tradicionals de desenvolupament, el camí en el futur hauria de ser el d'un desenvolupament global basat en les anàlisis multiescala i que identifique dinàmiques problemàtiques entre països, ja siguin grans o menuts, rics o pobres (Oldekop et al., 2020). Aquest rumb també hauria de prioritzar el suport a empreses i agències que promouen una recuperació resilient i econòmicament justa (Stiglitz, 2020).

## «Ningú vol que la pandèmia continue durant la dècada vinent per a aconseguir l'objectiu climàtic: necessitem una estratègia diferent»

El futur requerirà planificar i executar accions a curt termini, que cobrisquen un període d'un any, i també canvis més profunds a mitjà termini que modifiquen el comportament humà i les estructures que generen la producció i el consum per a complir els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) marcats per l'Agenda 2030 de l'ONU. Hi ha oportunitats reals per a planificar una millor recuperació que establisca les bases d'un desenvolupament econòmic més net en els pròxims anys. A continuació es ressalten alguns elements que considerem essencials.

### Accions a curt termini

En el passat, la recuperació financera després d'altres crisis ha estat molt intensiva en l'ús de carboni i no ha prestat massa atenció a altres preocupacions ambientals. En 2009 les crisis financeres van fer que les emissions de CO<sub>2</sub> caiguessen un 1,4 %, però a l'any següent van augmentar un 5,1 %, molt més ràpid que el ritme d'augment anterior a la crisi (Borghesi, 2020).

Per a reactivar l'economia, els governs recorren a sectors en què resulta fàcil invertir, i aquests sovint són intensius en carboni, com és el cas de la construcció i les aerolínes. Per a evitar això, els estímuls fiscals s'haurien de dirigir cap a accions que desvinculen l'activitat econòmica de les emissions de carboni i la pèrdua de biodiversitat i que puguen transformar l'economia a llarg termini. Existeix el risc que una recessió reduísca la inversió en innovació per a la sostenibilitat i que l'augment de la pobresa prioritze beneficis més barats i a més curt termini. Un altre risc que és necessari evitar està relacionat amb la inversió en actius que produeixen alts rendiments a curt termini però s'estanquen amb les restriccions dures a les emissions de carboni.

## «Una raó per a l'optimisme és el potencial que existeix per a modificar la conducta aprofitant els canvis observats durant la crisi»

L'OCDE apunta que, com a mínim, és necessari comprovar que les mesures adoptades per a la recuperació compleixen el criteri de *primum non nocere* respecte al medi ambient (Agrawala et al., 2020). Però es pot esperar més dels governs, fins i tot a curt termini. Un grup d'investigadors de la Universitat d'Oxford ha determinat que la inversió en capital natural per a la resiliència i la regeneració dels ecosistemes, incloent-hi la restauració dels hàbitats rics en carboni i l'agricultura respectuosa amb el clima, té un efecte multiplicador a llarg termini i un impacte molt positiu en el clima (Hepburn et al., 2020). Economistes mediambientals de la Universitat Estatal de Colorado assenyalen tres polítiques clau de cost zero que podrien estimular el progrés de diversos ODS i proporcionar incentius per al desenvolupament sostenible a llarg termini: permutes de subsidis per als combustibles fòssils, permutes de subsidis per a la irrigació, i una taxa al carboni per a beneficiar els països menys desenvolupats (Barbier, 2020). Altres inversions que podrien reforçar la sostenibilitat són les infraestructures d'energies netes, les infraestructures de connectivitat netes (per exemple, mobilitat amb baixes emissions de carboni), la inversió general en R+D i la inversió en R+D en energies netes i en educació. Davant la recessió provocada per la COVID-19, no és necessari que els governs posen en risc les prioritats econòmiques en nom de les mediambientals. Dissenyant acuradament paquets d'estímul amb baixes emissions en carboni, es poden abordar totes dues prioritats al mateix temps. Hi ha una comunitat cada vegada major i més influent en el món empresarial que dona suport a aquestes mesures, i les inversions en desenvolupament sostenible reforcen la creació d'una economia verda.

La selecció de paquets d'estímul ecològics ha de trobar l'equilibri entre els efectes multiplicadors a curt termini i les implicacions de les mesures de creixement sostenible a llarg termini. També és necessari tenir en compte l'abast d'aquests beneficis «verds». Strand i Toman (2010) afirmen que les activitats amb un major potencial d'estímul immediat (sobretot per a l'ocupació a curt termini) solen demostrar tenir efectes menys favorables sobre el creixement. Per contra, hi ha diverses activitats amb fort impacte a llarg termini sobre el creixement i el benestar que probablement tenen efectes més limitats d'estímul a curt termini. No obstant això, la neteja mediambiental, les inversions en agricultura sostenible, la protecció dels recursos naturals i la millora general en eficiència energètica podrien suposar un estímul positiu a curt termini i també efectes ambientals a llarg termini. Alguns programes que inclouen aquestes dues perspectives són la millora de l'eficiència energètica, la reducció de la congestió de trànsit, sistemes alimentaris més sostenibles i resilents i canvis d'estalvi energètic en l'estructura urbana; tots poden millorar el creixement i, al mateix temps, reduir les emissions de gasos d'efecte d'hivernacle.

Strand i Toman van repassar els paquets d'estímul implementats en 2009 en diversos països i van observar que als països en vies de desenvolupament pràcticament cap paquet tenia un component mediambiental significatiu. Alguns programes amb mesures potents d'estímul que es podrien implementar en la crisi actual en aquests països inclouen mesures d'eficiència energètica en els edificis (resistència als elements) i l'agricultura, que podrien produir estalvis significatius i recolzar-se sobretot en la força de treball. El mateix ocorre amb l'actualització dels sistemes de transmissió d'energia, que permeten reduir les pèrdues. S'ha produït un canvi en els patrons de consum d'energia que requereix ajustos per part de l'oferta. Els perfils de consum energètic dels edificis, per exemple, han canviat durant la pandèmia de COVID-19, igual que la demanda dels centres de dades i les xarxes virtuals. En conseqüència, molts edificis no residencials també han hagut d'adaptar els seus horaris d'ús energètic i passar d'operar a rendiment complet a operar a rendiment parcial, la qual cosa no sempre és possible amb les estratègies de control existents. L'impacte energètic d'aquests canvis sense precedents –i si aquests podran mantenir-se després de la crisi– encara caldrà veure'l (IEA, 2020).

El potencial de les inversions verdes en general és enorme. Com indica el Panel Internacional dels Recursos (International Resource Panel, 2020), és tècnicament possible i comercialment viable aconseguir augments d'entre un 60 i un 80 % en eficiència energètica i de consum d'aigua a escala global en sectors com la construcció, l'agricultura, l'alimentació, la indústria i el transport. L'estalvi que suposaria aquesta millora en eficiència arribaria a 2,9-3,7 bilions de dòlars en 2030. Una inversió de prop de 900.000 milions de dòlars



podria arribar a generar entre 9 i 25 milions d'ocupacions. No obstant això, l'accés al finançament per a poder escometre aquestes inversions, especialment les que també aborden altres qüestions socials o mediambientals, continuarà representant un repte.

## Canvis a mitjà termini

### Perspectives de canvi estructural

Afortunadament, el discurs sobre el futur post-COVID reconeix els immensos reptes a què s'enfronta el món, però presenta perspectives esperançadores de reconstruir un millor sistema en els pròxims anys. Desvincular l'activitat econòmica de les emissions de gasos d'efecte d'hivernacle requereix innovació tecnològica, així com polítiques que incentiven les energies renovables, l'eficiència energètica i les indústries basades en els serveis i que desincentiven sectors que realitzen un ús intensiu de l'energia. Tant els governs com els organismes internacionals i els investigadors veuen la crisi com un punt d'inflexió que pot accelerar aquesta desvinculació i realitzar una transició cap a un futur amb poques emissions de carboni, per a reequilibrar i transformar les nostres economies i fer-les més inclusives, sostenibles i resilientes i també per a millorar en general els nostres esforços per a complir els ODS.

Una raó per a l'optimisme és el potencial que existeix per a modificar la conducta aprofitant els canvis observats durant la crisi. Com s'ha assenyalat en la introducció, l'adaptació al teletreball ha estat ràpida, i hem vist millores en tecnologia i una apreciació general dels beneficis que aquesta comporta. A mesura que reobrin les economies, cal esperar un retorn a la normalitat d'abans de la crisi, però també es produiran canvis permanents en el comportament. Una estimació especulativa és que una tercera part de la mà d'obra de tot el món mantindrà el treball remot almenys parcialment (Global Workplace Analytics, 2020). Es pot donar suport a aquest canvi amb mesures perquè els espais de treball a casa siguin més eficients en termes digitals.

L'altra raó per a ser optimista és el fort suport públic a un canvi de direcció, fins i tot en el món empresarial. Per exemple, 206 grans empreses s'han dirigit al govern del Regne Unit per a demanar un pla de recuperació econòmica que prioritze l'acció climàtica. Empreses com Mitsubishi, Coca-Cola, Unilever i Siemens han confirmat el seu suport a aquesta iniciativa, i altres signants notables inclouen empreses de sectors intensius en carboni com BP, la productora de ciment CEMEX, l'aeroport de Heathrow i Shell (Costa Figueira, 2020).

El canvi de concepte sobre què ha de comportar la recuperació pot ajudar a donar visibilitat a l'agenda mediambiental en les discussions en el si de la UE. En una reunió el 23 de juny de 2020, els ministres van identificar prioritats d'inversió que puguin crear o mantenir ocupacions, estimular l'economia i aconseguir reduccions d'emissions de prop del 55 % per a 2030 (majors que la meta del 40 % per a 2014). Els líders europeus ven negociar el finançament definitiu de la recuperació i el pressupost de la UE per al període 2021-2027 durant l'estiu, amb la intenció d'estimular l'economia i aconseguir reduccions d'emissions més contundents. Des de 2014 hi ha opcions tecnològicament i econòmicament més viables per a aconseguir aquest objectiu tan alt. Els avanços tecnològics en energia i transport per carretera i una ràpida caiguda dels costos de l'energia solar i eòlica possibiliten aconseguir la meta climàtica del 65 % de reducció per a 2030 (Hainsch et al., 2020). El 96 % de la capacitat de producció del carbó a la UE ja és més costosa que les renovables, i la COVID-19 ha empitjorat les seues dificultats econòmiques. L'agenda verda comporta un canvi de paradigma que passe del creixement convencional com a principi guia de les polítiques, cap a un que busque promoure el creixement verd i sostenible.

### Promoure estils de vida baixos en carboni

El potencial per a una transició més ràpida cap a una economia i una societat amb menys emissions de carboni i l'impuls que rep a causa de la pandèmia ja s'han deixat notar. A més, en vista dels ràpids canvis en l'entorn extern, la transició ha de centrar-se en la resiliència de les institucions i la societat enfront de futures perturbacions.

És essencial aprofitar aquestes forces positives per a crear un futur millor. El grau d'arrelament d'aquestes adaptacions del comportament després de la crisi dependrà de les decisions polítiques que es prenguen durant el període de recuperació, així com de l'abast i la severitat de les mesures de confinament. En gran manera, les accions han de reforçar l'excel·lent treball dels governs i les agències internacionals en la promoció de la transició cap a una societat amb menys carboni, el canvi cap a sistemes alimentaris més sostenibles i altres ODS.



La neteja mediambiental, les inversions en agricultura sostenible, la protecció dels recursos naturals i la millora general en eficiència energètica podrien suposar un estímul positiu a curt termini i també efectes ambientals a llarg termini. En la imatge, capacitació de dones per a l'enginyeria solar a l'Índia. / Foto: UN Women/Gaganjit Singh

Fins ara, un obstacle clau per a implementar la transició cap a una societat baixa en carboni i més resilient ha sigut la justícia econòmica: són poques les persones que treballen en sectors intensius en carboni i que eixiran perdent en la transició, en comparació amb els que eixiran guanyant. Però sovint són persones vulnerables i les opcions alternatives de guanyar-se la vida no són fàcils de trobar. La COVID-19 n'ha expulsat milions, dels seus treballs, i la desocupació serà un indicador clau durant la recuperació. A més, la pandèmia ha augmentat la desigualtat econòmica i sanitària a escala nacional (Blundell et al., 2020) i entre els països rics i pobres (com ja havia ocorregut amb epidèmies anteriors) (Furceri et al., 2020). Les causes d'aquests efectes van ser: a) una pèrdua d'ocupació que va ser més severa per als grups de població amb menors ingressos i educació més bàsiques, i b) un augment del deute de les llars més humils, mentre que les llars més acomodades, de fet, augmentaren els seus estalvis.

## «Alguns programes que inclouen estímuls a curt termini i millores a llarg termini poden millorar el creixement i, alhora, reduir les emissions»

La implicació és que hem d'anar amb compte amb els efectes distributius en les polítiques implementades per a acostar-nos a una economia amb menys emissions. Un exemple és la promoció del teletreball per a reduir les emissions relacionades amb el transport. La investigació ha demostrat que la proporció d'ocupacions que es poden realitzar des de casa depèn en gran manera dels ingressos de cada país: en les àrees urbanes, la proporció és de només un 20 % als països pobres, en comparació amb el 40 % dels rics. Aquest resultat està impulsat sobretot pel predomini de treballadors autònoms als països amb baixos ingressos. A més, el nivell educatiu, la situació d'ocupació i la riquesa de les llars s'associen positivament amb la possibilitat de treballar des de casa, la qual cosa reflecteix la vulnerabilitat de diversos grups de treballadors (Gottlieb et al, 2020). Per tant, serà necessari complementar les mesures de promoció del teletreball amb unes altres que milloren l'accés a la infraestructura que el fa possible.

Una segona política que es podria promoure per a reduir les emissions de gasos d'efecte d'hivernacle és el comerç de proximitat, en lloc de comprar de llocs llunyans i transportar els productes llargues distàncies, però per als països en vies de desenvolupament que exporten productes frescos (incloent-hi fruita, verdures i flors) aquesta política pot ser devastadora; a més, podria no reduir les emissions si tenim en compte tot el cicle de vida de les emissions. Les inversions en sistemes alimentaris han de realitzar-se d'acord amb avaluacions del cicle de vida i anàlisi d'impacte econòmic. En tercer lloc, la pandèmia ha provocat un gran impacte laboral. Les indústries verdes no podran contractar treballadors en atur si no s'introdueix un programa sòlid de readaptació i reubicació.

En resum, la recuperació econòmica després de la pandèmia ofereix una oportunitat única per a transformar i reduir la despesa energètica de la nostra economia. Els estímuls a curt termini i les polítiques a mitjà termini han d'assentar-se en un marc que tinga en compte les implicacions a llarg termini de les metes climàtiques i de desenvolupament sostenible, que desvincule l'activitat econòmica del consum energètic, i que aborde les desigualtats i injustícies que han sorgit durant la crisi i que apareixeran en la transició post-COVID.

### Referències

- Agrawala, S., Dussaux, D., & Monti, N. (2020). What policies for greening the crisis response and economic recovery? Lessons learned from past green stimulus measures and implications for the COVID-19 crisis. OECD Environment Working Papers, 164. <https://doi.org/10.1787/c50f186f-en>
- Barbier, E. B. (2020). Greening the post-pandemic recovery in the G20. *Environmental and Resource Economics*, 76, 685–703. <https://doi.org/10.1007/s10640-020-00437-w>
- BBC. (2020, 5 d'octubre). Home working here to stay, study of businesses suggests. BBC News. <https://www.bbc.co.uk/news/business-54413214>
- BloombergNEF. (2020, 13 de maig). Gridlock in Beijing as commuters shun public transport. Bloomberg NEF. <https://about.bnef.com/blog/gridlock-in-beijing-as-commuters-shun-public-transport/>
- Blundell, R., Joyce, R., Costa Dias, M., & Xu, X. (2020, 11 de juny). Covid-19: The impacts of the pandemic on inequality. Institute for Fiscal Studies. Consultat el 9 d'octubre de 2020 en <https://www.ifs.org.uk/publications/14879>
- Borghesi, S. (2020, 8 d'abril). COVID-19, climate policy and carbon markets. LIFE DICET project. <https://lifedicetproject.eui.eu/2020/04/08/covid-19-climate-policy-and-carbon-markets/>
- Costa Figueira, J. (2020, 2 de juny). Over 200 British firms urge government to align economic recovery with net zero goal. Climate Action. <https://www.climateaction.org/news/over-200-british-firms-urge-government-to-align-economic-recovery-with-net-zero-goal>
- Furceri, D., Loungani, P., Ostry, J. D., & Pizzuto, P. (2020, 8 de maig). COVID-19 will raise inequality if past pandemics are a guide. VoxEU. <https://voxeu.org/article/covid-19-will-raise-inequality-if-past-pandemics-are-a-guide>
- Global Carbon Project. (2020). Carbon budget 2020. An annual update of the global carbon budget and trends. <https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/>
- Global Workplace Analytics. (2020). Work-at-home after COVID-19—Our forecast. GWA. <https://globalworkplaceanalytics.com/work-at-home-after-covid-19-our-forecast>
- Gottlieb, C., Grobovšek, J., Poschke, M., & Saltiel, F. (2020). Working from home: Implications for developing countries. En S. Djankov & U. Panizza (Eds). *COVID-19 in Developing Economies* (p. 242–256). CEPR Press. <https://voxeu.org/content/covid-19-developing-economies>
- Hainsch, K., Brauers, H., Burandt, T., Göke, L., Von Hirschhausen, C., Kemfert, C., Kendzioriski, M., Löffler, K., Oei, P.-Y., Präger, F., & Wealer, B. (2020). Make the European Green Deal real – Combining climate neutrality and economy recovery. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung.
- Hepburn, C., O'Callaghan, B., Stern, N., Stiglitz, J., & Zenghelis, D. (2020). Will COVID-19 fiscal recovery packages accelerate or retard progress on climate change? *Oxford Review of Economic Policy*, 36(1), S359–S381. <https://doi.org/10.1093/oxrep/gra015>
- IEA (2020). The Covid-19 crisis and clean energy progress. En *Tracking clean energy process*. IEA. <https://www.iea.org/reports/the-covid-19-crisis-and-clean-energy-progress/buildings>
- International Resource Panel. (2020). Building resilient societies after the COVID-19 pandemic. Key messages from the International Resource Panel. UN Environment Programme. [https://www.resourcepanel.org/sites/default/files/documents/document/media/building\\_resilient\\_societies\\_after\\_the\\_covid-19\\_pandemic\\_-\\_key\\_messages\\_from\\_the\\_irp\\_-\\_12\\_may\\_2020.pdf](https://www.resourcepanel.org/sites/default/files/documents/document/media/building_resilient_societies_after_the_covid-19_pandemic_-_key_messages_from_the_irp_-_12_may_2020.pdf)
- Le Quéré, C., Jackson, R. B., Jones, M. W., Smith, A. J. P., Abernethy, S., Andrew, R. M., De-Gol, A. J., Willis, D. R., Shan, Y., Canadell, J. G., Friedlingstein, P., Creutzig, F., & Peters, G. P. (2020). Temporary reduction in daily global CO2 emissions during the COVID-19 forced confinement. *Nature Climate Change*, 10, 647–653. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0797-x>
- Le Quéré, C., Jackson, R., Jones, M., Smith, A., Abernethy, S., Andrew, R., De-Gol, A., Shan, Y., Canadell, J., Friedlingstein, P., Creutzig, F., & Peters, G. (2020). Supplementary data to: Le Quéré et al (2020), Temporary reduction in daily global CO2 emissions during the COVID-19 forced confinement (Version 1.3). Global Carbon Project. <https://doi.org/10.18160/RQDW-BTJU>
- Oldekop, J. A., Horner, R., Hulme, D., Adhikari, R., Agarwal, B., Alford, M., Bakewell, O., Banks, N., Barrientos, S., Bastia, T., Bebbington, A. J., Das, U., Dimova, R., Duncombe, R., Enns, C., Fielding, D., Foster, C., Frederiksen, T., Gao, P., ... Zhang, Y. (2020). COVID-19 and the case for global development. *World Development*, 134, 105044. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105044>
- Stiglitz, J. (2020, 2 de juliol). Invest in the green economy and we'll recover from the Covid-19 crisis. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/business/2020/jul/02/invest-in-the-green-economy-and-well-recover-from-the-covid-19-crisis>

Strand, J., & Toman, M. (2010). "Green stimulus", economic recovery, and long-term sustainable development. Policy Research Working Paper; No. 5163. World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/19956>  
United Nations Environment Programme. (2019). Emissions gap report 2019.  
UNEP. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30797/EGR2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>  
World Health Organization. (2021). WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard. WHO Health Emergency Dashboard. Consultat el 10 de maig de 2021 en <https://covid19.who.int/>

© Mètode 2021 - 110. Crisi climàtica -

### **Anil Markandya**

Economista de recursos. Actualment treballa com a professor distingit d'Ikerbasque al Basque Centre for Climate Change (BC3) (Espanya) i com a professor honorari d'Economia en la Universitat de Bath (Regne Unit). Va ser autor principal en el tercer, quart i cinquè Informe d'avaluació de l'IPCC sobre el canvi climàtic i l'Informe especial sobre escalfament global d'1,5 °C. Entre 2014 i 2015, va presidir l'Associació Europea d'Economia Mediambiental i de Recursos.

[anil.markandya@bc3research.org](mailto:anil.markandya@bc3research.org)

### **Alexander Mueller**

Director general de TMG – Think Tank for Sustainability, Berlín (Alemanya). Va ocupar el càrrec de secretari d'estat del Ministeri de Protecció al Consumidor, Alimentació i Agricultura de la República Federal d'Alemanya i de subdirector general de l'Organització de les Nacions Unides per a l'Agricultura i l'Alimentació (FAO). Des de 2014 fins a 2018 va liderar el projecte de la UNEP: «The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Agriculture and Food» (TEEBAgriFood).

[alexander.mueller@tmg-thinktank.com](mailto:alexander.mueller@tmg-thinktank.com)

### **Jacob Salcone**

Economista de recursos naturals i gerent de la Unitat d'Economia dels Serveis Ecosistèmics (TEEB), Branca de Biodiversitat i Territori de la Divisió d'Ecosistemes del Programa de les Nacions Unides per al Medi Ambient (UNEP), Ginebra (Suïssa). Anteriorment, va treballar com a consultor en el Centre Mundial de Vigilància de la Conservació (WCMC) i va dur a terme l'avaluació del servei dels ecosistemes per a la Unió Internacional de Conservació de la Natura (IUCN).

[jacob.salcone@un.org](mailto:jacob.salcone@un.org)

### **Simi Thambi**

Consultora tècnica de la Unitat d'Economia dels Serveis Ecosistèmics (TEEB) del Programa de les Nacions Unides per al Medi Ambient (UNEP), Nova Delhi (Índia). Abans d'unir-se a la UNEP, va treballar per a l'Institut Nacional per a la Transformació de l'Índia (NITI Aayog) i el Ministeri de Medi Ambient, Boscos i Canvi Climàtic de la Índia. És doctora en Economia Internacional per la Universitat Nacional de Yokohama (Japó).

[simi.thambi@un.org](mailto:simi.thambi@un.org)

### **Salman Hussain**

Director de la Unitat d'Economia dels Serveis Ecosistèmics (TEEB) i coordinador general de la Unitat dels Serveis Ecosistèmics del Programa de les Nacions Unides per al Medi Ambient (UNEP), Ginebra (Suïssa). Abans d'unir-se a la UNEP, va ser director del programa de Màster d'Economia Ecològica de la Universitat d'Edimburg (Regne Unit).

[salman.hussain@un.org](mailto:salman.hussain@un.org)

# Editorial: Crisi climàtica

06/09/2021

**Martí Domínguez**

El 2020 va ser un dels tres anys més càlids des que tenim dades en els registres: la temperatura mundial va estar 1,2 °C per damunt dels nivells preindustrials, molt a prop del límit d'1,5 °C que es recomana no superar des de l'Acord de París. De fet, segons el darrer informe de l'Organització Meteorològica Mundial, cada vegada hi ha més probabilitats que superem aquest llindar en els pròxims cinc anys. I en algunes parts del planeta ja estem per sobre. Les conseqüències les observem ja en el nostre entorn i tenen un impacte directe en la salut, l'economia, l'agricultura, el paisatge... En els últims anys hem assistit, a més, a una creixent conscienciació social sobre la crisi climàtica que vivim, canalitzada especialment a través de la gent jove i de moviments com Fridays for Future, o activistes com Greta Thunberg o Disha Ravi.

Aquest nou monogràfic de Mètode dedicat a la crisi climàtica, coordinat per la professora María José Sanz i el professor Sérgio Henrique Faria des del Basque Centre for Climate Change, reuneix especialistes en canvi climàtic de diferents àmbits, i tots plegats ens ofereixen una visió de conjunt a un problema que necessita respostes múltiples i enfocaments diversos. Els articles ens mostren que el canvi climàtic afectarà de diferent manera l'agricultura de la conca mediterrània, els pobles indígenes dels Andes o les dones de Bangladesh.

Quan es va gestar la idea d'aquest número, no ens podíem imaginar encara que el 2020 estaria marcat per una crisi sanitària a causa d'una pandèmia mundial. Però aquesta situació no ha alterat la urgència de reflexionar sobre el canvi climàtic; en tot cas li ha afegit una altra dimensió i ens ha mostrat que problemes ambientals, econòmics o de salut estan interconnectats i tenen punts en comú. La resposta a aquest problema global ha de vindre d'una coordinació entre política i ciutadania, des de la conscienciació i el compromís, però sempre de la mà de la ciència. No en va, l'àmbit científic ha alertat del problema des de fa dècades. La ciència ha fet la seua tasca: ara són els polítics els qui hi haurien d'actuar.

# La perspectiva de l'antropocè

## Una mirada geològica al canvi climàtic

03/09/2021

Alejandro Cearreta



L'antropocè cobreix un període temporal per al qual tenim una comprensió acceptable de la manera d'operar del sistema terrestre gràcies als registres instrumentals detallats que complementen la informació geològica. Per exemple, el clima global es monitora mitjançant una xarxa d'estacions i satèl·lits que observen en temps real la temperatura, la precipitació, la radiació solar, la velocitat del vent i altres paràmetres de l'atmosfera. En la imatge, estació meteorològica Garden Wall, ubicada al Parc Nacional de les Glaceres, a Montana (EUA)./ Foto: Erich Peitzsch, USGS

La divisió del temps geològic més recent està basada en esdeveniments de caràcter climàtic provocats per variacions en l'òrbita i l'eix de rotació de la Terra a escala de milers d'anys. No obstant això, la magnitud del canvi geològic causat per la humanitat a través de la seua jove tecnosfera està afectant negativament les altres esferes clàssiques (atmosfera, hidrosfera, biosfera i geosfera) amb la creixent demanda de matèries primeres i el reciclatge incomplet dels seus residus (per exemple, els gasos d'efecte d'hivernacle) particularment des de mitjan segle XX. L'ús massiu de combustibles fòssils per a impulsar l'enorme desenvolupament industrial recent ha convertit la humanitat en el nou agent del canvi climàtic a escala planetària. Algunes alteracions associades amb aquest nou règim climàtic antropocè són ja irreversibles i superen la variabilitat natural dels últims milers d'anys.

### Introducció

El registre geològic del nostre planeta mostra clarament que el diòxid de carboni ( $\text{CO}_2$ ) d'efecte d'hivernacle va disminuir durant una gran part de l'eó fanerozoic (últims 540 milions d'anys), la qual cosa va provocar una caiguda generalitzada de la temperatura global. La Terra ha evolucionat en els últims cent milions d'anys des d'unes condicions hivernacle càlides i sense gel durant el període cretàtic, amb concentracions de  $\text{CO}_2$  en l'atmosfera entre tres i sis vegades majors que els nivells preindustrials i un nivell de la mar per damunt de 60 metres respecte a l'actual, fins a convertir-se en un frigorífic amb concentracions de  $\text{CO}_2$  molt més baixes i nivells marins situats fins i tot a 130 metres per davall de l'actual durant el període quaternari (últims 2,6 milions d'anys). Aquesta disminució del



CO<sub>2</sub> atmosfèric va permetre la formació de la primera gran capa de gel a l'Antàrtida fa 34 milions d'anys (a l'inici de l'oligocè), mentre que les grans capes de gel de l'hemisferi nord, inclosa Groenlàndia, no es van formar fins a l'inici del període quaternari.

Partint de la gran variabilitat climàtica que ha caracteritzat l'evolució ambiental del nostre planeta durant la seua llarga història geològica, aquest treball farà un breu repàs als canvis climàtics naturals que han tingut lloc durant el seu passat més recent i destacarà el paper de la nostra espècie humana en l'alteració dels processos geològics i climàtics que operen actualment.

## Unitats de temps i clima

El període quaternari es caracteritza per unitats de temps geològic lligades a esdeveniments de naturalesa climàtica. Així, l'edat de gel del plistocè va estar interrompuda per nombroses, ràpides i breus fases interglacials càlides, provocades per variacions en l'òrbita i l'eix de rotació de la Terra (cicles de Milankovitch). L'última d'aquestes fases càlides constitueix l'holocè, època que es va iniciar fa 11.700 anys quan es va establir el clima en els hemisferis nord i sud. De la mateixa manera, la subdivisió de l'holocè en tres edats (groenlandià, norgripià i megalaià) es basa en marcadors geoquímics preservats en sondejos de gel i espeleotemes que reflecteixen canvis climàtics abruptes esdevinguts a escala global fa 11.700, 8.200 i 4.200 anys respectivament (Walker et al., 2018).

## «El major problema ambiental que condiona el nostre futur com a espècie és segurament l'escalfament global en curs»

Els éssers humans actuals hem sigut components del sistema terrestre des de l'aparició d'*Homo sapiens* fa uns 300.000 anys. Hi ha evidències que demostren mil·lennis de creixement continu de la població humana i de la seua progressiva sofisticació tecnològica i cultural, que han anat conduint a canvis ambientals antropogènics lents i diacrònics a través del medi terrestre, com la domesticació de diferents animals i plantes. Aquests canvis ambientals són molt diferents en magnitud respecte als canvis a gran escala, i progressivament més sincrònics, que han tingut lloc en els últims dos segles d'industrialització, amb una pronunciada inflexió ascendent des de mitjan segle XX (Syvitski et al., 2020). Les diferències fonamentals entre el passat i el present tenen a veure amb la magnitud, la velocitat i la sincronia global del canvi antropogènic registrat en els seus respectius senyals geològics (per exemple, l'ascens del nivell marí, la pèrdua de gel glacial l'acidificació dels oceans...). De fet, en produir ciment i plàstics o cremar combustibles fòssils per al desenvolupament de la nostra tecnosfera recent, els éssers humans hem modificat el cicle del carboni i hem sobrecarregat l'atmosfera amb diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>) addicional.

Gràcies als treballs pioners d'Eunice N. Foote (1856), John Tyndall (1859) i Svante Arrhenius (1896) sobre els efectes provocats en l'atmosfera per les concentracions de gasos d'efecte d'hivernacle, avui sabem que el major problema ambiental que condiona el nostre futur com a espècie és segurament l'escalfament global en curs. El coneixement que les emissions de grans quantitats de CO<sub>2</sub> afecten el balanç energètic de la superfície terrestre ha agreujat la nostra preocupació per l'impacte negatiu de l'activitat humana sobre una gran varietat de serveis dels ecosistemes que suporten la vida en el planeta.

## La humanitat com a nou agent geològic

Tradicionalment s'ha considerat que les forces naturals que impulsen els processos geològics superficials de la Terra operen a una escala tan gran i a tan llarg termini que qualsevol tipus d'impacte humà, per comparació, és pràcticament insignificant. No obstant això, aquesta opinió va començar a canviar fa unes dècades quan la magnitud del canvi geològic provocat per la humanitat es va fer més evident i aquest impacte va aparèixer registrat en els sediments.

Paul J. Crutzen i Eugene F. Stoermer (2000) van declarar que la influència humana, expressada pel creixement de les concentracions de gasos amb efecte d'hivernacle des de finals del segle XVIII en sondatges de gel, havia conduït la Terra a una fase nova de la seua història geològica: l'antropocè. Des de llavors, aquest concepte ha entrat ràpidament en la literatura científica com un paradigma molt eficaç per a expressar que la humanitat està canviant la manera com funcionen els processos geològics superficials del planeta a mesura que la població humana ha passat de 1.000 milions l'any 1800, a 2.500 milions en 1950 i a quasi 8.000 milions en l'actualitat (Syvitski et al., 2020). Així, el comportament actual dels oceans, l'atmosfera, la superfície terrestre, la criosfera, la biosfera i el clima ja no és el mateix que ha caracteritzat l'Holocè.



El creixement continu de la població humana i la seua progressiva sofisticació tecnològica i cultural han anat conduint a canvis ambientals antropogènics lents i diacrònics a través del medi terrestre, com la domesticació de diferents animals i plantes. / Foto: Annie Spratt / Unsplash



A pesar que l'increment de CO<sub>2</sub> i altres gasos d'efecte d'hivernacle es va iniciar amb la revolució industrial a la fi del segle XVIII, el seu impacte identificable en la composició química de l'atmosfera i en els cicles biogeoquímics del planeta va començar a partir de 1870 i es va fer evident d'una manera pronunciada i global solament a mitjan segle XX (Syvitski et al., 2020). Aquest fort increment en la magnitud i la velocitat de les activitats humanes i dels seus impactes es coneix com la «gran acceleració», i mostra una explosió de l'activitat humana i de les seues interconnexions des d'aproximadament 1950 que ha alterat de manera significativa l'estructura i el funcionament del sistema terrestre (Steffen et al., 2015).

L'antropocè és diferent de la resta dels temps geològics perquè es tracta de la primera unitat cronoestratigràfica que està completament continguda dins de la història humana escrita i ben documentada. A més, cobreix un període temporal per al qual tenim una comprensió acceptable de la manera d'operar del sistema terrestre gràcies als registres instrumentals detallats que complementen la informació geològica. Per exemple, el clima global es monitora mitjançant una xarxa d'estacions i satèl·lits que observen en temps real la temperatura, la precipitació, la radiació solar, la velocitat del vent i altres paràmetres de l'atmosfera. Igualment, a través de sistemes com la xarxa de boies marines és possible mesurar rutinàriament la temperatura, la salinitat i l'estat químic dels oceans des de la superfície fins als 2.000 metres de profunditat (Summerhayes i Cearreta, 2019).

Els éssers humans estem actuant ara com un important agent geològic a escala planetària i les nostres activitats ja han modificat la trajectòria de molts processos clau de la Terra. Alguns canvis associats amb l'antropocè (com la taxa d'extincions o la translocació d'espècies) ja superen la variabilitat natural tant de l'holocè com del període quaternari (Waters et al., 2016). Aquestes alteracions inclouen increments en els nivells atmosfèrics de gasos d'efecte d'hivernacle, així com variacions en les proporcions d'isòtops estables de carboni (augment del 12C per l'efecte Suess), a conseqüència de la utilització massiva de combustibles fòssils. Altres perturbacions, com ara els ascensos de la temperatura i el nivell de la mar, superen la variabilitat climàtica de l'holocè, però encara no la del quaternari (Waters et al., 2016). Això implica que l'holocè ja no serveix com a temps geològic per a contindre adequadament la taxa i la magnitud dels paràmetres actuals del sistema terrestre. Les últimes dècades han vist la transformació més ràpida de la relació entre la nostra espècie i el medi natural de tota la història de la humanitat.

Es denomina tecnosfera (Zalasiewicz et al., 2017) el sistema global omnipresent que inclou els éssers humans i els seus diferents elements materials. Aquesta tecnosfera actual està afectant profundament les altres esferes del planeta (atmosfera, hidrosfera, biosfera i geosfera) a causa de la creixent demanda de matèries primeres que genera i de l'escàs i incomplet reciclatge de les seues deixalles. Així, una part important de la nostra tecnosfera s'acumula ja com a residus sòlids en els abocadors, però també en forma de components gasosos, com el CO<sub>2</sub> i el metà (CH<sub>4</sub>) que s'aboquen i acumulen en l'atmosfera, a més d'altres contaminants que van a la hidrosfera i als sediments (Zalasiewicz et al., 2017).

## Principals elements del clima

El Sol és el motor del clima terrestre i la seua radiació solar es veu afectada per tres factors principals que la controlen. En primer lloc, els estels tendeixen a augmentar la seua producció amb el temps i, en el nostre cas, el Sol ho ha fet un 6 % durant els últims 500 milions d'anys (Summerhayes i Zalasiewicz, 2018). A més, l'òrbita de la Terra i la inclinació de l'eix terrestre presenten variacions regulars que afecten la insolació i el repartiment de calor a escala de desenes de milers d'anys (Summerhayes i Cearreta, 2019). Finalment, s'observen diferents cicles temporals de les taques solars que impliquen un escalfament climàtic a mesura que augmenten la seua presència en la superfície del Sol (Summerhayes i Zalasiewicz, 2018).

El nou impulsor del clima a escala planetària és l'activitat humana, especialment a través de l'emissió de gasos d'efecte d'hivernacle (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> i N<sub>2</sub>O), però també agregant aerosols produïts industrialment que reflecteixen la llum solar així com carbó negre (sutge) que absorbeix la calor, de manera semblant a com actuen el diòxid de sofre (SO<sub>2</sub>) i la pols volcànica que es produeixen de manera natural durant les grans erupcions (Church et al., 2013).

## «La interacció de factors naturals i humans fa que la relació entre el CO<sub>2</sub> i la temperatura de l'atmosfera siga complexa»

La interacció d'aquests factors naturals i humans fa que la relació entre el CO<sub>2</sub> i la temperatura de l'atmosfera siga complexa. Per exemple, encara que podríem haver esperat un increment de la temperatura atmosfèrica durant la dècada de 1960 a mesura que anaven creixent les emissions de CO<sub>2</sub>, les temperatures globals es van mantindre relativament fresques a causa d'una aportació massiva d'aire brut per l'augment de la crema de carbó en les llars i indústries, ja que els aerosols reflectien prou energia solar i evitaven que les temperatures globals ascendiren. Aquestes temperatures no van augmentar fins a la dècada de 1970, quan els països industrialitzats van introduir lleis per a eliminar de l'aire els aerosols particulats, la principal causa de l'smog industrial (Summerhayes i Zalasiewicz, 2018).

## Conseqüències del canvi climàtic en curs

Des de l'any 1900, l'atmosfera inferior del planeta s'ha escalfat 1,2 °C i l'oceà ha anat incrementant la seua temperatura a profunditats cada vegada majors; el nivell de la mar global ha ascendit 30 cm; el gel marí s'està fonent; la majoria de les glaceres de muntanya s'estan retirant; tant les capes de gel de l'Antàrtida com de Groenlàndia estan perdent massa, i l'oceà s'està tornant més àcid. L'únic factor que pot explicar tots aquests fenòmens és l'augment en les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle provocat per les activitats humanes, l'efecte de les quals s'incrementa per l'evaporació progressiva de vapor d'aigua des de l'oceà a mesura que aquest es va escalfant. A conseqüència de la injecció a l'atmosfera de 10 Gt/any, l'augment global de CO<sub>2</sub> actualment és d'uns 20 ppm/dècada, és a dir, cent vegades més ràpid que la velocitat d'entrada natural d'aquest gas en l'atmosfera terrestre durant els últims 800.000 anys (Summerhayes i Cearreta, 2019).

Al voltant del 50 % de les emissions antropogèniques de CO<sub>2</sub> s'han acumulat en l'atmosfera, amb una permanència d'aquest CO<sub>2</sub> atmosfèric durant més de cent anys. La resta s'absorbeix aproximadament en quantitats iguals pels embornals terrestres i oceànics, fet que ajuda a desaccelerar la seua velocitat d'augment en l'atmosfera però que modifica, en canvi, la química de les aigües oceàniques perquè n'incrementa l'acidesa i provoca la dissolució dels organismes que construeixen les closques amb carbonat càlcic (Church et al., 2013).

## El present i el futur

Amb motiu de la Conferència de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic (COP25) celebrada a Madrid, el Programa per al Medi Ambient de les Nacions Unides va publicar la desena edició del seu informe científic sobre les emissions de gasos d'efecte d'hivernacle (UNEP, 2019). Les conclusions generals d'aquest informe no podien ser més descoratjadores: les vint economies principals del planeta, el denominat G-20, continuen augmentant les seues emissions de gasos amb efecte d'hivernacle, que representen avui quasi el 80 % a escala mundial, i incompleixen sistemàticament els compromisos mínims que van signar els seus governs per a limitar l'escalfament global a 1,5 °C. Aquest informe alerta que la consecució dels objectius de l'Acord de París signat en 2015 ja no és possible aplicant solament canvis progressius, i serà necessari posar en marxa mesures ràpides i transformadores. Malgrat les promeses de reducció d'emissions, els gasos d'efecte d'hivernacle causants de la crisi climàtica estan aconseguint cada any un nou màxim històric des de fa dècades.



Els éssers humans estem actuant com un important agent geològic a escala planetària i les nostres activitats ja han modificat la trajectòria de molts processos clau de la Terra. Aquestes alteracions inclouen increments en els nivells atmosfèrics de gasos d'efecte d'hivernacle, així com variacions en les proporcions d'isòtops estables de carboni, a conseqüència de la utilització massiva de combustibles fòssils./ Foto: Denys Nevozhai / Unsplash

Aquest mateix any, el Panel Intergovernamental sobre el Canvi Climàtic va publicar dos informes científics especials sobre la terra i l'oceà i la criosfera que expressaven una gran preocupació per les alteracions observades i previstes en el nostre planeta a conseqüència del canvi climàtic, mentre oferien una base científica cada vegada més sòlida per a posar en marxa mesures que permeten complir els objectius marcats en els diferents acords internacionals (IPCC, 2019a, 2019b). A causa dels compromisos polítics insuficients o que no han sigut respectats pels governs, les emissions de gasos d'efecte d'hivernacle continuen en augment malgrat els advertiments de la comunitat científica.

## «El CO<sub>2</sub> atmosfèric pot haver desplaçat ja el sistema terrestre prou per a posposar el pròxim inici glacial durant almenys 100.000 anys més»

Encara que els canvis associats amb l'antropocè hagen sigut fins ara geològicament breus, les seues conseqüències han provocat una modificació molt evident del planeta cap a una nova trajectòria climàtica, amb efectes que persistiran durant segles, mil·lennis i fins i tot milions d'anys (i que, probablement, a més s'intensificaran a curt i mitjà termini). Alguns d'aquests canvis són ja irreversibles, fins i tot si la humanitat desapareguera demà mateix, com els efectes en l'atmosfera i els oceans provocats per l'alliberament massiu de gasos amb efecte d'hivernacle (Steffen et al., 2016). Les variacions en els nivells atmosfèrics de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> i N<sub>2</sub>O, i els canvis en les proporcions d'isòtops estables de carboni superen ja la variabilitat natural tant de l'holocè com del període quaternari (Waters et al., 2016), i es troben fora de la seua trajectòria natural durant els últims mil·lennis (Figura 1). Ens trobem, per tant, en un règim climàtic clarament diferent, en què els principals impulsors del canvi climàtic no són ja els cicles orbitals de Milankovitch, sinó les ingents i ràpides emissions antropogèniques de gasos d'efecte d'hivernacle. De fet, els recents models climàtics suggereixen que el CO<sub>2</sub> atmosfèric provinent de la crema de combustibles fòssils pot haver desplaçat ja el sistema terrestre prou per a posposar el pròxim inici glacial durant almenys 100.000 anys més (Ganopolski et al., 2016).



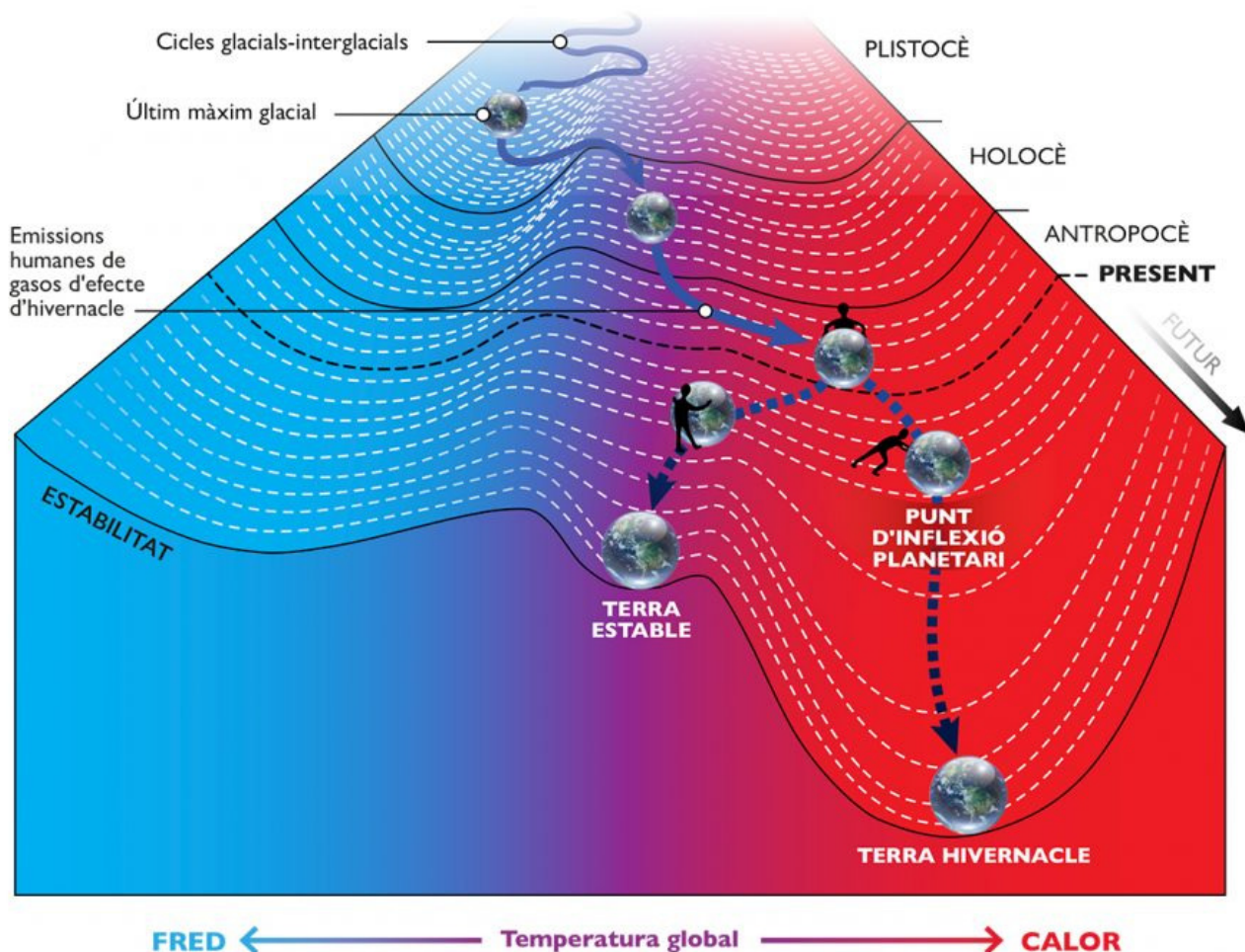


Figura 1. Representació gràfica de la variabilitat climàtica del sistema terrestre durant els últims milions d'anys. Actualment, la Terra es troba en una trajectòria d'escalfament impulsada per les emissions humanes de gasos d'efecte d'hivernacle. A partir d'ara pot prendre dos camins possibles (assenyalats per les línies de punts). Si la Terra excedeix el punt d'inflexió planetari, seguirà un camí irreversible cap a un estat d'hivernacle. En canvi, la via alternativa condueix a una Terra estabilitzada, on una adequada gestió ambiental de les activitats humanes permetrà que el sistema terrestre mantinga un estat quasiestable. /Font: Extreter de Koppers i Coggon (2020) (open access)

Amb la quantitat de CO<sub>2</sub> actualment en l'atmosfera, el planeta continuarà escalfant-se i això conduirà a un augment del nivell marí a llarg termini fins i tot si les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle cessaren immediatament. Els ascensos pretèrits del nivell de la mar van necessitar molt més temps per aconseguir el seu equilibri que l'augment de la temperatura atmosfèrica. Per exemple, l'escalfament solar a causa dels cicles orbitals va acabar fa 11.700 anys (a l'inici de l'holocè), però el nivell de la mar va continuar augmentant, en 45 metres addicionals més, durant 5.000 anys més a mesura que les capes de gel continuaven fonent-se (Summerhayes i Cearreta, 2019).

## «Alguns dels canvis associats amb l'antropocè són ja irreversibles, fins i tot si la humanitat desapareguera demà mateix»

Les últimes projeccions de l'IPCC (2019b) auguren un augment mitjà del nivell marí a la fi del segle XXI de 28-57 cm considerant un escenari que preveja una reducció dràstica de les emissions d'efecte d'hivernacle, i de 55-140 cm si hi haguera un creixement d'aquestes emissions. Altres estimacions recents suggereixen que l'ascens mitjà global del nivell de la mar podria fins i tot superar els 150-200 cm l'any 2100 (Summerhayes i Cearreta, 2019). Aquesta diferència en les previsions reflecteix les incerteses que hi ha sobre el comportament futur dels casquets glacials d'Antàrtida i Groenlàndia (Church et al., 2013). Si les emissions no disminueixen, l'Antàrtida té el potencial per a contribuir amb més d'1 metre a l'augment del nivell marí l'any 2100 i més de 15 metres en el 2500, mentre que Groenlàndia farà la seua pròpia contribució addicional (Summerhayes i Cearreta, 2019).

Hauran de dedicar-se mesures considerables en la zona litoral per a evitar impactes greus als 600 milions de persones que viuen en les megaciutats costaneres del planeta a menys de 10 metres sobre el nivell de la mar (Summerhayes i Cearreta, 2019). Si volem estabilitzar el clima en un valor acceptable de temperatura i nivell marí, i evitar així l'acidificació descontrolada de l'oceà amb tots els efectes negatius que comporta per a la vida marina, hem de reduir les emissions de carboni. La història geològica ens ensenya que la nostra millor elecció és estabilitzar el clima en 1,5-2 °C per damunt dels valors de l'any 1900, amb un augment del nivell de la mar preferiblement inferior a 1 metre.



## Referències

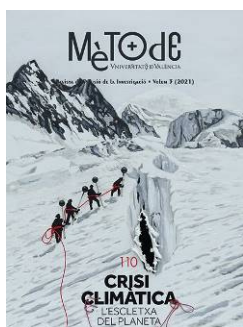
- Church, J. A., Clark, P. U., Cazenave, A., Gregory, J. M., Jevrejeva, S., Levermann, A., Merrifield, M. A., Milne, G. A., Nerem, G. A., Nerem, R. S., Nunn, P. D., Payne, A. J., Pfeffer, W. T., Stammer, D., & Unnikrishnan, A. S. (2013). Sea level change. En T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, & P. M. Midgley (Eds.), *Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (p. 1137–1216). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.026>
- Crutzen, P. J., & Stoermer, E. F. (2000). The “Anthropocene”. *Global Change International Geosphere–Biosphere Programme Newsletter*, 41, 17–18.
- Ganopolski, A., Winkelmann, R., & Schellnhuber, H. J. (2016). Critical insolation-CO<sub>2</sub> relation for diagnosing past and future glacial inception. *Nature*, 529(7585), 200–203. <https://doi.org/10.1038/nature16494>
- IPCC. (2019a). *Climate change and land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. En P. R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, ... J. Malley (Eds.). En prensa.
- IPCC. (2019b). *IPCC special report on the ocean and cryosphere in a changing climate*. H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N. M. Weyer (Eds.). En prensa.
- Koppers, A. A. P., & Coggon, R. (2020). *Exploring earth by scientific ocean drilling: 2050 Science Framework*. UC San Diego Library Digital Collections. <https://doi.org/10.6075/JOW66J9H>
- Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O., & Ludwig, C. (2015). The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review*, 2(1), 81–98. <https://doi.org/10.1177/2053019614564785>
- Steffen, W., Leinfelder, R., Zalasiewicz, J., Waters, C. N., Williams, M., Summerhayes, C., Barnosky, A. D., Cearreta, A., Crutzen, P., Edgeworth, M., Ellis, E. C., Fairchild, I. J., Galuszka, A., Grinevald, J., Haywood, A., Ivar do Sul, J., Jeandel, C., McNeill, J. R., Odada, E., ... Schellnhuber, H. J. (2016). Stratigraphic and Earth System approaches to defining the Anthropocene. *Earth's Future*, 4(8), 324–345. <https://doi.org/10.1002/2016EF000379>
- Summerhayes, C., & Cearreta, A. (2019). Climate change and the Anthropocene. En J. Zalasiewicz, C. N. Waters, M. Williams, & C. P. Summerhayes (Eds.), *The Anthropocene as a geological time unit. A guide to the scientific evidence and current debate* (p. 200–241). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108621359.006>
- Summerhayes, C. P., & Zalasiewicz, J. (2018). Global warming and the Anthropocene. *Geology Today*, 34(5), 194–200. <https://doi.org/10.1111/gto.12247>
- Syvitski, J., Waters, C., Day, J., Milliman, J. D., Summerhayes, C., Steffen, W., Zalasiewicz, J., Cearreta, A., Galuszka, A., Hajdas, I., Head, M. J., Leinfelder, R., McNeill, J. R., Poirier, C., Rose, N. L., Shotyk, W., Wagreich, M., & Williams, M. (2020). Extraordinary human energy consumption and resultant geological impacts beginning around 1950 CE initiated the proposed Anthropocene Epoch. *Communications Earth & Environment*, 1, 32. <https://doi.org/10.1038/s43247-020-00029-y>
- UNEP. (2019). *Emissions gap report 2019*. United Nations.
- Walker, M., Head, M. J., Berkelhammer, M., Björck, S., Cheng, H., Cwynar, L., Fisher, D., Gkinis, V., Long, A., Lowe, J., Newnham, R., Rasmussen, S. O., & Weiss, H. (2018). Formal ratification of the subdivision of the Holocene Series/Epoch (Quaternary System/Period): Two new Global Boundary Stratotype Sections and Points (GSSPs) and three new stages/subseries. *Episodes*, 41(4), 213–223. <https://doi.org/10.18814/epiugs/2018/018016>
- Waters, C. N., Zalasiewicz, J., Summerhayes, C., Barnosky, A. D., Poirier, C., Galuszka, A., Cearreta, A., Edgeworth, M., Ellis, E. C., Ellis, M., Jeandel, C., Leinfelder, R., McNeill, J. R., Richter D. de B., Steffen, W., Syvitski, J., Vidas, D., Wagreich, M., Williams, M., ... Wolfe, A. P. (2016). The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. *Science*, 351(6269), aad2622. <https://doi.org/10.1126/science.aad2622>
- Zalasiewicz, J., Williams, M., Waters, C., Barnosky, T., Palmesino, J., Rönnskog, A.-S., Edgeworth, E., Neal, C., Cearreta, A., Ellis, E. C., Grinevald, J., Haff, P., Ivar do Sul, Jeandel, C., Leinfelder, R., J. A., McNeill, J. R., Odada, E., Oreskes, N., Price, S. J., ... Wolfe, A. P. (2017). Scale and diversity of the physical technosphere: A geological perspective. *The Anthropocene Review*, 4, 9–22. <https://doi.org/10.1177/2053019616677743>

© Mètode 2021 - 110. Crisi climàtica -

## Alejandro Cearreta

Professor titular del Departament de Geologia de la Universitat del País Basc (UPV/EHU) i investigador associat del Basque Centre for Climate Change (BC3) (Espanya). És doctor en Geologia per la Universitat d'Exeter (UK) i director del Departament de Geologia en la UPV/EHU. Actualment és responsable del programa de doctorat en Quaternari: Canvis Ambientals i Petjada Humana de la UPV/EHU, i membre de l'Anthropocene Working Group (Comissió Internacional d'Estratigrafia).

[alejandro.cearreta@ehu.eus](mailto:alejandro.cearreta@ehu.eus)



*El número 110 de la revista de divulgació científica Mètode, el tercer del 2021, conté un monogràfic amb introducció de Ma José Sanz i Sérgio Henrique Faria i sis articles sobre la Crisi Climàtica.*

*Hem aprofitat dos d'aquest articles, junt amb l'editorial de la revista, per confeccionar aquest document. Són, el primer, “COVID-19 i canvi climàtic” d'Anil Markandya, Alexander Mueller, Jacob Salcone, Simi Thambi i Salman Hussain, i, el segon, “La perspectiva de l'antropocè” d'Alejandro Cearreta.*

# Col·lecció Documents d'ant n°235