

# Ciència i Tecnologia per a un Desenvolupament Rural Sostenible<sup>1</sup>

Amparo Vilches Peña<sup>2</sup> i Daniel Gil Pérez<sup>3</sup>

**Resumen:** Els grans reptes als quals ha de fer front avui la humanitat per a construir un futur sostenible –eradicar la fam i la pobresa extrema, assolir l’educació universal, la igualtat dels gèneres, reduir la pèrdua de biodiversitat i d’altres recursos mediambientals fonamentals, combatre el canvi climàtic, etc.- exigeixen una atenció prioritària al món rural, tant en el països en desenvolupament com en els desenvolupats. La Ciència de la Sostenibilitat, un nou camp de coneixements interdisciplinar i transdisciplinar, que incorpora a la ciutadania en els seus estudis i presa de decisions, pot i ha de contribuir a un desenvolupament rural com a component essencial de societats sostenibles, solidàries i satisfactòries per al conjunt de la població.

**Paraules clau:** Desenvolupament Rural, Sostenibilitat, Emergència planetària, Ciència de la Sostenibilitat, Drets Humans.

## Introducció

La necessitat del desenvolupament rural s’associa, habitualment, a l’existència de greus problemes que afecten a aquells que hi viuen en aquest medi, particularment als països en desenvolupament, però també als que s’anomenen desenvolupats.

És ben conegut que les zones rurals són l’allar de la immensa majoria dels pobres del planeta, d’aquells que viuen amb menys d’un dòlar diari, sense sistemes sanitaris i fins i tot sense aigua potable; d’aquells que són més vulnerables als fenòmens atmosfèrics extrems, com inundacions i sequeres que arriben a provocar grans fams. La quasi totalitat dels gairebé 800 milions d’analfabets, joves o adults, pertanyen al món rural. I és en aquest medi on són més fortes les discriminacions cap a les dones. Amb altres paraules: en el medi rural dels països del que es coneix com Tercer Món, són conculcats els drets socioeconòmics més bàsics (a l’educació, a l’atenció mèdica, a vivendes dignes proveïdes de sistemes sanitaris, a un treball regulat i ben remunerat, al descans...), a més dels drets democràtics, impeding així la participació ciutadana en la presa de decisions. Les condicions de vida són tan dures que empenyen migracions massives cap a les ciutats o, millor dit, cap les seues perifèries de marginació, generant nous greus problemes.

---

<sup>1</sup> Ponència de la Jornada Universitat de València - Aras de los Olmos “Desarrollo rural y ciencia”. 31 de maig de 2013. Lloc: Teatre municipal d’Aras de los Olmos.

<sup>2</sup> Professora Titular del Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials, Facultat de Magisteri. Universitat de València.

<sup>3</sup> Catedràtic del Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials, Facultat de Magisteri. Universitat de València.

En el països desenvolupats els problemes no són tan dramàtics però, persisteix la discriminació respecte a les ciutats en allò que es refereix a drets com l'educació, la sanitat, el treball dignament remunerat, etc. Molts d'aquells que intenten viure de les seues collites o del que produeix el seu ramat o la pesca artesanal veuen sistemàticament reduïts els seus ingressos per les accions dels qui comercialitzen els seus productes: guiats per l'afany del màxim benefici a curt termini, arriben a afonar els preus mitjançant, per exemple, importacions massives procedents de països on la mà d'obra és més barata i són menors les exigències mediambientals, provocant amb això endeutaments i ruïnes. També ací la duresa de les condicions de vida es tradueix en el desplaçament de la població rural cap a les ciutats; un desplaçament que en part és compensat per l'arribada d'immigrants als quals s'explota, sovint, amb baixos salaris i es sotmet a discriminacions de tot tipus.

La vida en les zones rurals s'enfronta, en definitiva, en la quasi totalitat de països, a problemes ben seriosos. Per aquesta raó s'insisteix en la necessitat d'un desenvolupament rural que pugui fer front a aquests problemes, que acaben afectant al conjunt dels éssers humans, degut, entre d'altres, a les pressions migratòries fruit de la degradació de sòls sobre-explotats i a l'enfrontament entre grups humans que competeixen pels recursos i, al capdavant, per la supervivència.

D'altra banda, és obvi que la situació al món rural es veu afectada per fets que tenen un origen en bona part extern, com ocorre amb la necessitat de nous recursos energètics per al transport, que impulsa la producció de biocombustibles. Particular incidència té un *model alimentari* generalitzat en els països "desenvolupats" que està contribuint a l'esgotament de recursos tan essencials com l'aigua dolça o el sòl cultivable, posant en perill al conjunt de la població mundial (Bovet et al., 2008), puix es caracteritza, entre d'altres, per:

- Una *agricultura intensiva* que utilitza grans quantitats d'adobs i pesticides (amb la consegüent contaminació i degradació del sòl) i recorre al transport per avió de productes fora d'estació, contribuint notablement al creixement de les emissions de CO<sub>2</sub>.
- La inversió de la relació vegetal/animal en les fonts de proteïnes, amb una forta caiguda del consum de cereals i lleguminoses i el corresponent augment del *consum de carns*, productes lactis, greixos i sucres. Es tracta d'una opció de molt baixa eficiència perquè calen uns 900 quilos d'aliments vegetals per obtenir 1 quilo de carn (!), al voltant de 16000 litres d'aigua i un consum tan alt d'energia que la indústria de la carn és responsable de més emissions de CO<sub>2</sub> que la totalitat del transport.
- La refinació de nombrosos productes (sucres, olis...) amb la consegüent pèrdua de components essencials com vitamines, fibres, minerals... amb greus conseqüències per a la salut.

A això cal afegir la recent transformació d'extenses zones de cultiu per a la producció d'agrocombustibles, utilitzant dacsa, soja, etc., que eren destinades al consum humà i provocant desforestacions per disposar de noves superfícies de cultiu, contribuint a més a incrementar el preu dels aliments. I no podem oblidar el creixent desenvolupament de l'agricultura industrial, amb llavors patentades (que els camperols es veuen obligats a comprar a cada cop) i l'ús dels transgènics sense atendre

al principi de precaució, amb greus repercussions: pèrdua de biodiversitat, degradació de ecosistemes i afonament de l'agricultura tradicional. I tot això fa que l'agricultura, a mesura que ha anat transformant-se sota la pressió de les societats consumistes, s'haja convertit en un problema per al medi ambient, emetent carboni en volta d'emmagatzemar-ne, facilitant les inundacions més que ajudar a impedir-les, i destruint la biodiversitat més que protegint-la (Halweil, 2002). La industrialització de l'agricultura ha esdevingut així un seriós obstacle per a la sobirania alimentària del pobles, és a dir, per al seu dret a definir les seues pròpies polítiques sostenibles de producció, distribució i consum d'aliments, garantint el dret d'alimentació del conjunt de la població (Fernández Such et al., 2006).

Els problemes del món rural no poden, doncs, estudiar-se i resoldre's aïlladament: formen part d'una problemàtica sistèmica que engloba a tot el planeta i afecta molt directament al món rural. Es precis prendre en consideració aquesta problemàtica rural –que resumirem a continuació– per fer possible tractaments veritablement eficaços.

## 1. Una insostenible situació d'emergència planetària

Anàlisis científiques concordants venen caracteritzant la situació actual del món per la seua *insostenibilitat*, és a dir, per apropar-se perillosament als límits del planeta i fins i tot superar-ne ja alguns (Worldwatch Institute, 1982-2013; Bybee, 1991; Vilches i Gil, 2003; Diamond, 2006; Duarte, 2006):

És insostenible l'actual ritme d'utilització de tota mena de recursos essencials, des dels energètics als boscos, passant pels bancs de pesca i fins i tot les reserves d'aigua dolça i el propi sòl cultivable. Un ritme molt superior al de la seua regeneració, quan són renovables, o al de la seua substitució per d'altres que sí ho siguen, provocant, entre d'altres, desertitzacions irreversibles.

És *insostenible* el ritme d'abocament de residus contaminants, molt superior al de la capacitat del planeta per digerir-los: una contaminació pluriforme i sense fronteres enverina sòls, rius, mars i aire, afectant ja a tots els ecosistemes, contribuint a la destrucció dels recursos i a la degradació de les nostres fonts d'alimentació.

És *insostenible*, particularment, l'increment de la concentració de gasos d'efecte hivernacle, d'origen clarament antròpic (ja per damunt de les 400 ppmv en el cas del diòxid de carboni, per primera vegada en tres milions d'anys), que està provocant una pertorbació del clima visible ja, entre altres moltes conseqüències, en la ràpida disminució de les anomenades neus perpètuas (la mes important reserva d'aigua dolça amb la que contenen milers de milions d'éssers humans) i en l'augment de la freqüència i intensitat dels fenòmens atmosfèrics extrems: huracans, inundacions, sequeres i incendis, que afecten particularment al món rural. El canvi climàtic contribueix així a un procés de degradació generalitzada que corre el risc d'elevir irreversiblement la temperatura, fent inhabitable la Terra per a l'espècie humana i d'altres éssers vius.

És *insostenible* el procés d'urbanització accelerada i desordenada que potencia els efectes de la contaminació (degut al transport, calefacció, acumulació de residus

que acaben degradant zones rurals pròximes, etc.) i de l'esgotament de recursos (amb, entre d'altres, la destrucció de terrenys agrícoles o l'augment dels temps de desplaçament i consegüent consum de recursos energètics). Aquest esclat urbà, que no ha estat acompanyat del corresponent creixement d'infraestructures, serveis i vivendes, constitueix un repte sense precedents per a la societat del segle XXI i té el seu origen, en bona mesura, en l'obligada fugida d'un món rural que condemna a molts dels seus habitants a una misèria tan gran que fa preferibles els assentaments "il-legals" (barraques, "favelas", "bidonvilles", "chabolas") que creixen com un càncer, sense sanejaments ni aigua corrent, ni escoles, ni transports (Hayden, 2008).

És *insostenible* el creixement explosiu de la població mundial, més enllà de la capacitat de càrrega del planeta: l'espècie humana acapara ja quasi tanta producció fotosintètica com la totalitat de la resta d'espècies i la seua petjada ecològica (és a dir, l'àrea de territori ecològicament productiu necessària per a produir els recursos utilitzats i per a assimilar els residus produïts per una població donada) ha superat amplament la biocapacitat del planeta. Aquest creixement s'està produint avui, fonamentalment, en les zones rurals del Tercer Món, és a dir, en les regions amb menor capacitat per a garantir la salut, l'estabilització i la prosperitat de la població (Sachs, 2008), degut a la falta d'educació i de lliure accés a les mesures de planificació familiar. És precisament en el medi rural on són més efectius els fonamentalismes religiosos que exigeixen associar la sexualitat exclusivament amb la procreació i imposen barreres educatives i legislatives que impedeixen una vida afectiva i sexual satisfactòria i una maternitat i paternitat responsables.

És *insostenible* l'accelerada pèrdua de biodiversitat, que obliga a parlar d'una sexta gran extinció ja en marxa que amenaça amb trencar els equilibris de la biosfera i arrossegar en aquest procés destructiu a la pròpia espècie humana, causant d'aquesta extinció.

És *insostenible* igualment la pèrdua de diversitat cultural, en particular de cultures camperoles mil·lenàries. No hem d'oblidar que la diversitat de cultures és la garantia d'una pluralitat de respostes als problemes als quals ha fer front la humanitat; i que cada cultura és una riquesa no sols per al poble que l'ha creada, sinó un patrimoni de tota la humanitat.

És *insostenible* i inacceptable el desequilibri entre una quinta part de la humanitat que consumeix en excés i milers de milions de persones que pateixen fam i condicions de vida insuportables: els 20 països més rics del món han consumit al llarg del darrer segle més natura, és a dir, més matèries primeres i més recursos energètics no renovables que tota la resta de la humanitat al llarg de tota la història i prehistòria, mentre que per a 1500 milions d'éssers humans que viuen amb menys d'un dolar al dia, "augmentar el seu consum és qüestió de vida o mort i un dret bàsic" (Gordimer, 1999). Aquests desequilibris van acompanyats de greus discriminacions d'origen econòmic, ètnic o de gènere, que assoleixen la màxima virulència en el món rural: en la majoria de països una minoria posseeix les terres de cultiu i decideix com utilitzar-les; una minoria quasi exclusivament masculina, perquè les dones posseeixen sols el 2% de la terra del planeta i no hi tenen capacitat de gestió.

És *insostenible* un sistema socioeconòmic que aposta pel creixement econòmic indefinit en un planeta finit. Dit amb altres paraules, és *insostenible* un sistema guiat per la recerca del màxim benefici particular a curt termini, sense atendre a les seues conseqüències ambientals i socials, com els problemes que acabem d'enumerar i d'altres igualment greus, com els conflictes i violències provocats per la competitivitat, per l'afany de controlar l'aigua i d'altres matèries primeres essencials i, tot plegat, per la destructiva anteposició d'interessos particulars a curt termini a la cooperació en benefici de tothom i de les generacions futures.

Es sol replicar a aquestes anàlisis recordant que l'extraordinari creixement econòmic que tingué lloc en bona part del planeta des de la segona meitat del segle XX va produir importants avenços socials. S'assenyala, per exemple, que l'esperança de vida mitjana al món passà de 47 anys en 1950 a 64 anys a finals del segle XX. Una millor dieta alimentària, per exemple, s'aconseguí augmentant la producció agrícola i ramadera, les captures pesqueres, etc. I aquesta i d'altres millores han demanat maquinària per llaurar, plaguicides, vaixells frigorífics... i abundosos recursos energètics; han demanat, doncs un enorme creixement econòmic, malgrat quedar lluny de satisfer les necessitats de la majoria de la població. Aquesta és una de les raons, sens dubte, que du a molts responsables polítics, moviments sindicals, etc., a seguir apostant per un creixement continuat.

No obstant això, estudis com els de Meadows al voltant dels "límits del creixement", realitzats en els anys seixanta del segle XX, començaren ja a mostrar l'estreta vinculació entre els indicadors de creixement econòmic i els de degradació ambiental, venint a qüestionar la possibilitat d'un creixement sense límits (Meadows et al., 1972). El concepte de *petjada ecològica* ha permès quantificar aproximadament aquests límits: s'estima que en l'actualitat la petjada ecològica mitjana de cadascun del més de 7000 milions d'habitants és de 2,8 hectàrees, superant amplament la superfície ecològicament productiva (incloent-hi els ecosistemes marítims) o biocapacitat de la Terra, que es veu reduïda a 1.7 hectàrees per habitant. Pot afermar-se, doncs, que l'espècie humana està consumint més recursos dels que el planeta pot regenerar i produint més residus dels que pot digerir. Tot això justifica que avui parlem d'un creixement *insostenible*. Com explica Brown (1998), "De la mateixa forma que un càncer que creix sense aturar-se acaba destruint els sistemes que sustenten la seua vida al destruir el seu hoste, una economia global en contínua expansió destrueix lentament el seu hoste: l'ecosistema Terra". No és possible, doncs, seguir "externalitzant" els costos ambientals (ni tampoc els socials, amb atacs als drets laborals, destrucció de serveis públics, etc.) per a reduir preus i guanyar competitivitat; això pot afavorir el benefici econòmic d'alguns a molt curt termini, però suposa un greu i *insostenible* atemptat al bé comú que és urgent interrompre.

No pot estranyar-nos, doncs, que des de finals del segle XX s'hagen vingut prodigant justificades crides i preses de posició dels moviments socials i de la comunitat científica al voltant de la necessitat i urgència de fer front als greus problemes socioambientals estretament vinculats que caracteritzen la *insostenible* situació actual d'emergència planetària. Ens referirem tot seguit al paper de la tecno-ciència en el tractament d'aquesta situació.

## 2. La necessària implicació de la comunitat científica

Podem començar recordant la crida realitzada en 1998 per Jane Lubchenco, Presidenta aleshores de l'AAAS (American Association for the Advancement of Science) –l'associació científica més important a nivell mundial, tant pel que fa al nombre de membres com per la quantitat de premis Nobel i científics d'alt nivell que en formen part– reclamant que el segle XXI fos, per a la ciència, el segle del medi ambient i que la comunitat científica reorientés la seua maquinària cap a la resolució dels problemes que amenacen el futur de la humanitat (Lubchenco, 1998).

Són moltes les crides fetes reiteradament en el mateix sentit. Podem destacar, com a exemple recent, el denominat "*Memoràndum d'Estocolm: Inclinant la balança cap a la sostenibilitat*", document signat en maig de 2011 pels participants (Premis Nobel de Química, Medicina, Física, Economia...) en el Tercer Simposi sobre la Sostenibilitat Ambiental promogut per Nacions Unides (<http://globalsymposium2011.org/es>). El memoràndum publicat reclama una urgent transició a la sostenibilitat i acaba amb aquestes paraules: "*Som la primera generació conscient del nou risc global que enfronta la humanitat i som doncs responsables de canviar la nostra relació amb el planeta per assegurar que deixarem un món sostenible a les futures generacions*".

Menció especial mereix el programa de recerca de 10 anys de durada "*Future Earth – Research for Global Sustainability*" (<http://www.icsu.org/future-earth>), llançat en 2012 per l'International Council for Science (ICSU), després de la Cimera Rio+20, amb el qual es pretén mobilitzar a milers de científics per fonamentar la transició envers la sostenibilitat global tot i reforçant al propi temps els vincles amb els responsables de la presa de decisions.

De forma convergent, el Secretari General de Nacions Unides, Ban Ki-moon, ha llançat en agost de 2012 la *Xarxa de Solucions per un Desenvolupament Sostenible* (<http://unsdsn.org/>), amb el propòsit de mobilitzar el coneixement científic i tecnològic cap l'assoliment del desenvolupament sostenible. Es tracta d'una nova xarxa mundial de caràcter independent, integrada per centres d'investigació, universitats i institucions tècniques, dirigida pel professor Jeffrey Sachs, Assessor Especial del Secretari General de NU per als Objectius de Desenvolupament del Mil·lenni, que culminen en 2015. La iniciativa forma part, precisament, del mandat de NU per *Beyond 2015* (<http://www.beyond2015.org/>), és a dir, per l'establiment d'uns nous i ambiciosos *Objectius de Desenvolupament Sostenible* (ODS). A mitjans de 2013 es disposa ja d'un esborrany avançat d'aquests ODS, proposats per científics, enginyers, educadors, representants de la societat civil..., en el qual destaca la importància donada al Desenvolupament Rural: L'objectiu 6 (Improve Agriculture Systems and Raise Rural Prosperity) està centrat concretament en la importància del desenvolupament rural per contribuir a la construcció d'un futur sostenible.

Aquestes crides han donat ja lloc a desenvolupaments científics i tecnològics importants en camps com els de la producció ecològica d'aliments, la reducció i reciclatge de residus, la recuperació d'ecosistemes degradats, la prevenció de catàstrofes, la posada a punt de recursos energètics nets i renovables, l'augment de l'eficiència d'aparells i processos (amb el consegüent estalvi energètic), etc. De fet existeix una abundosa literatura, en bona part accessible en Internet, amb una munió de con-

tribucions explícitament orientades a l'aconseguint de la sostenibilitat, relacionades amb distintes disciplines científiques: Química verda, Agricultura sostenible, Ecologia industrial, Física i enginyeria del medi ambient, Economia baixa en carboni, Biotecnologia per a la sostenibilitat, etc. Podem recordar, a tall d'exemple, les paraules del Director General d'UNESCO, Koïchiro Matsuura, amb motiu de l'Any Internacional de la Química en 2011, referint-se explícitament a la contribució de la química a l'aconseguint d'una alimentació adient i sostenible: "Sensibilitzar al públic de la importància de les ciències químiques és una tasca de gran importància, donats els reptes que planteja el desenvolupament sostenible. És indubtable que la química acomplirà un paper molt important en l'obtenció de fonts alternatives d'energia i en l'alimentació de la creixent població mundial".

També una ampla literatura mostra innumerables contribucions de l'Educació ambiental, amb tractaments que contemplen l'ambient en el seu sentit més ample, és a dir, que hi inclouen a l'espècie humana, com s'havia ja proposat en la Conferència de Nacions Unides sobre Medi Ambient Humà, que tingué lloc a Estocolm en 1972. Com a part d'aquest procés sorgiren, entre d'altres iniciatives, les propostes d'Educació per un Desenvolupament Sostenible (EDS) i s'aprovà per l'Assemblea General de NU el llançament del "Decenni de l'Educació per a un desenvolupament sostenible 2005-2014", també denominat "Decenni de l'Educació per un futur sostenible" (<http://www.oei.es/decada>), amb el propòsit d'implicar al conjunt de la població en la necessària i cada vegada més urgent transició a la sostenibilitat, sol·licitant el suport de *totes* les àrees i *tots* els nivells educatius, tant de l'educació formal com de la no reglada.

Ens trobem així, d'una banda, amb una creixent gravetat de problemes que amenacen amb una degradació irreversible de les condicions de vida en el planeta i, d'altra, amb un nombre també creixent d'estudis científics i propostes per fer-ne front que han donat lloc, com ja hem assenyalat, a notables realitzacions en favor de la sostenibilitat. Però, malgrat la importància d'aquestes contribucions de diverses àrees de coneixements, s'ha començat a comprendre les seues serioses limitacions, degut a que els problemes que es pretén resoldre estan estretament vinculats i es potencien mútuament, per la qual cosa no es poden abordar separatament. Aquesta és la conclusió de Jared Diamond en el seu llibre *Col·lapse*, després d'analitzar la dotzena de problemes que caracteritzen l'actual situació i que van des de la destrucció accelerada d'hàbitats naturals a l'explosió demogràfica, passant per l'incorrecta gestió de recursos com l'aigua o la contaminació provocada per les indústries i el transport: "Si no resollem qualsevol de la dotzena de problemes patirem greus perjudicis (...) perquè tots ells s'influeixen mútuament. Si en resollem onze, però no el dotzè, encara ens veuríem en dificultats, amb independència de quin fos el problema no resolt. Hem de resoldre'ls tots" (Diamond, 2006, pàgina 645).

En això ha insistit recentment el Secretari General de Nacions Unides, Ban Ki-moon, fent-se ressò de nombrosos estudis científics: "*Els problemes més apressants (crisi econòmica, canvi climàtic, esgotament de recursos, pobresa extrema...) estan vinculats*". No és possible resoldre un únic problema —ja siga l'esgotament de recursos, el canvi climàtic, la pobresa extrema o la crisi econòmica— sense tenir en compte la seua vinculació amb els restants. Aquest és, precisament, un dels arguments

esgrimits per a justificar la creació en 2006 d'una revista específicament dedicada a una nova i puixant àrea de coneixement, la Ciència de la Sostenibilitat (Sustainability Science): "Els problemes als quals ha de fer front la Ciència de la Sostenibilitat no sols són complexes sinó que estan vinculats. Per trobar-ne solucions hem de clarificar primerament les seues relacions" (Komiya & Takeuchi, 2006).

Presentarem ara aquesta nova ciència de la Sostenibilitat, el sorgiment de la qual constitueix una autèntica revolució científica, necessària per fer front a la problemàtica sistèmica i complexa que caracteritza l'actual situació d'emergència planetària, que afecta tant al medi rural com a l'urbà.

### 3. La Ciència de la Sostenibilitat: una revolució científica per a la construcció d'un futur sostenible

Com acabem d'assenyalar, l'estreta vinculació dels problemes socioambientals que caracteritzen la greu situació d'emergència planetària redueix l'efectivitat del seu tractament per separat, realitzat per diferents disciplines. Cal doncs una nova àrea de coneixements, una Ciència de la Sostenibilitat que integre camps aparentment tan allunyats com els de l'alimentació, la biodiversitat i l'eficiència energètica, però que tenen en comú tractar d'accions humanes que afecten a la natura. Així ho destaquen 23 investigadors procedents de diferents àrees en un article conjunt publicat en 2001 en la revista *Science*: "Està emergint un nou camp de ciència de la sostenibilitat que cerca comprendre el caràcter fonamental de les interaccions entre natura i societat" (Kates et al., 2001). Komiya & Takeuchi (2006) es refereixen, en particular, al necessari reconeixement d'un "vincl fonamental entre ciència i economia", una cosa que, hem d'aclarir, no té res a veure amb posar la tecnociència al servei de l'economia; ben al contrari, suposa el reconeixement que l'economia no pot desenrotllar-se autònomament, ignorant els problemes socioambientals, estudiats per altres ciències, que provoca el creixement econòmic; i que, paral·lelament, aquests problemes no poden ser resolts i ni tan sols comprensos si no s'analitza la seua vinculació amb aquest creixement.

Es feu evident, per tant, la necessitat d'una ciència que abordés globalment, sense reduccionismes ni oblots, el sistema cada vegada més complex constituït per les societats humanes i els sistemes naturals amb els quals interaccionen i dels quals, en definitiva, formen part. Aquesta és la raó de ser de la naixent *Ciència de la Sostenibilitat*, l'objectiu explícit de la qual és contribuir a la transició a la sostenibilitat (Clark y Dickson, 2003), és a dir, esbrinar el camí cap a una societat sostenible (Komiya & Takeuchi, 2006).

Es tracta d'una ciència nova per a un nou període de la història de la humanitat, l'Antropocè, durant el qual el planeta està experimentant grans canvis, deguts principalment a l'acció dels éssers humans, i que afecten des de la biodiversitat fins a la composició de l'atmosfera, amenaçant la supervivència de la pròpia espècie humana: "La revolució industrial i els canvis demogràfics, tecnològics i culturals associats, han conduït a allò que molts científics han començat a anomenar 'l'Antropocè', que podem traduir bàsicament com el període dels éssers humans. El camp emergent de la 'Ciència de la Sostenibilitat' constitueix un intent mul-

tidisciplinari i sistèmic per percebre i comprendre els problemes d'aquesta nova etapa i avançar estratègies per resoldre'ls. Per a aconseguir-ho, però, és necessari desenvolupar metodologies i marcs conceptuals que vagen més enllà de les orientacions existents, predominantment reduccionistes, que poden abordar les característiques emergents de sistemes complexos en els quals s'integren sistemes culturals i socials, construccions tecnocientífiques i sistemes naturals" (Allenby, 2006).

Es pot afirmar, doncs, que ens trobem davant d'una profunda revolució científica que integra naturalesa i societat (Vilches i Gil, 2003): després de la revolució copernicana, que unificà Cel i Terra, després de la Teoria de l'Evolució, que va establir el pont entre l'espècie humana i la resta dels éssers vius, ara assistim a la integració del desenrotllament social (econòmic, industrial, cultural...) amb els processos del denominat món natural, buscant comprendre les interaccions entre la naturalesa i la societat a fi d'afavorir ambdues. S'enderroquen així barreres com la que separava les ciències socials de les naturals, fent possible la comprensió de les interaccions humanitat/medi físic gràcies a estudiar globalment una problemàtica que és sistèmica i complexa.

Per a millor comprendre l'abast d'aquesta revolució científica convé detenir-se en les característiques de la nova Ciència de la Sostenibilitat (Vilches i Gil Pérez, 2013). Pel que portem dit fins ací, es obvi que la nova ciència ha de ser profundament *interdisciplinària*, per evitar l'oblit de factors essencials, que cal contemplar conjuntament, puix s'aborden reptes complexos en els quals intervenen problemes molt diversos però estretament vinculats. Això obliga a integrar una pluralitat de coneixements, amb estratègies de recerca sistèmiques i sintetitzadores, per fer possible la superació de simplificacions inadequades que bloquegen la comprensió i condueixen a suposades "solucions" que generen problemes encara més greus que els que es pretenia resoldre. És el que va ocórrer, per citar un exemple paradigmàtic amb l'ús del DDT, plaguicida sintetitzat després de la segona guerra mundial per aconseguir millors collites i donar a menjar a una població en ràpid creixement: fou necessari acabar prohibint-lo pels seus greus efectes sobre el medi ambient, inclosa la pròpia espècie humana.

La revolució científica que suposa la Ciència de la Sostenibilitat és encara més profunda i va més enllà de la unificació de camps: s'ha comprés que per fer possible la transició a la sostenibilitat és necessari incorporar en la recerca i presa de decisions a gent que treballa fora de l'àmbit acadèmic, perquè els objectius, coneixements i intervenció de la ciutadania resulten imprescindibles per definir i dur endavant estratègies viables. Es tracta doncs d'una ciència *transdisciplinar* que potencia la participació ciutadana, és a dir, que aposta per la integració ciència/societat, trencant l'aïllament del món acadèmic i multiplicant l'efectivitat del treball conjunt.

Podem recordar a aquest respecte el paper essencial jugat per la ciutadania en la resolució de problemes tan greus com el ja esmentat del DDT i altres contaminants orgànics permanents. La denúncia feta per Rachel Carson (1962) en el seu llibre "*Primavera silenciosa*" provocà crítiques violentes i l'hostilitat de la indústria química, de polítics i fins i tot de nombrosos científics, que negaren inicialment va-

lor a les seues proves. No gaire 10 anys més tard, però, es va reconèixer que el DDT era realment un perillós verí i es va prohibir la seua utilització en el món ric, encara que, malauradament, es va seguir utilitzant en els països en desenvolupament. El que interessa destacar ací és que la batalla contra el DDT fou donada per científics com Rachel Carson en confluència amb grups ciutadans –en particular procedents de comunitats rurals que estaven patint directament els seus efectes– sensibles a les seues crides, arguments i proves. De fet Rachel Carson és recordada avui com a “mare del moviment ecologista” per l’enorme influència que va tenir el seu llibre en el sorgiment de grups activistes que reivindicaven la protecció del medi ambient, així com en l’origen del moviment denominat inicialment CTS (Ciència-Tecnologia- Societat) i més recentment CTSA (afegint la A d’Ambient per cridar l’atenció sobre els greus problemes de degradació del medi que afecten cada vegada més a la totalitat del planeta). Sense l’acció d’aquests grups de ciutadans i ciutadanes alfabetitzats científicament, és a dir, amb capacitat per comprendre els arguments de Carson, la prohibició s’hagués produït més tard, amb efectes encara més devastadors.

Es pot comprendre, doncs, la importància de la *transdisciplinarietat* en la Ciència de la Sostenibilitat, donat que la seua problemàtica afecta molt directament a la ciutadania. Ja no es tracta d’esperar a que els moviments ciutadans reaccionen a posteriori davant els efectes negatius d’un determinat desenvolupament tecnocientífic, sinó d’implicar-los des del primer moment en les anàlisis i presa de decisions. No té sentit avui, per exemple, que s’aprove l’extracció d’hidrocarburs mitjançant la tecnologia del “fracking” (fractura hidràulica) sense una anàlisi completa de les seues conseqüències socioambientals a curt, mitjà i llarg termini, amb la participació de distints sectors de la comunitat científica –no sols el que estudia la viabilitat tècnica del procés- i, per suposat, dels sectors ciutadans implicats directament i indirecta.

Parlar, com acabem de fer, de conseqüències socioambientals no sols immediates, sinó també a mitjà i llarg termini, condueix a referir-se a una tercera característica fonamental d’aquesta nova ciència transformadora: les seues estratègies han de respondre a una visió ampla, holística, tant espacial com temporalment: han d’estar concebudes en una perspectiva “glocal” (a la vegada global i local) i a *llarg termini*, esforçant-se en anticipar riscos i obstacles i en aprofitar tendències positives. Dit d’altra forma, tots els objectius a curt o a mitjà termini, en la problemàtica rural o qualsevol altra, han de tenir present aquesta visió ampla, sòlidament fonamentada, per evitar les contradiccions que sovint afecten a mesures adoptades per resoldre problemes puntuals en el temps o en l’espai. I aquesta visió ampla, aquesta *cosmovisió* que fonamenta la Ciència de la sostenibilitat apunta a la construcció d’una *societat sostenible*, en la qual el creixement depredador i insolidari és substituït per un desenvolupament sostenible, susceptible de “satisfer les necessitats de la generació present sense comprometre la capacitat de les generacions futures per satisfer llurs pròpies necessitats” (Comissió Mundial del Medi Ambient i del Desenvolupament, 1988). El desenvolupament rural ha de contribuir i a la vegada estar orientat per aquest projecte, científicament fonamental, que constitueix la transició a la sostenibilitat.

## 4. El desenrotllament rural com a component essencial de la transició a la sostenibilitat

Com hem intentat mostrar, tots els grans reptes als quals la humanitat ha de fer front avui per avançar cap a un futur sostenible –ja siga eradicar la fam, la pobresa extrema o l’analfabetisme, aconseguir la igualtat de drets entre els gèneres, interrompre la pèrdua de biodiversitat i dels recursos mediambientals bàsics, etc.- exigeixen una atenció prioritària al desenvolupament rural, fins i tot quan el problema plantejat siga inicialment un altre. Així, per exemple, sovint s’assenyala que no serà possible aconseguir un món sostenible sense ciutats més sostenibles. Però, es precis comprendre que un futur sostenible per a les ciutats i, en definitiva, per a la nostra espècie, depèn de l’existència de condicions de vida adients per als habitants del món rural que evite la seua dramàtica migració cap la marginació de les megaciutats.

D’altra banda, un desenvolupament rural beneficiós per als seus habitants i el conjunt de l’espècie humana sols és concebible com part de la *transició a la sostenibilitat* i ha de ser solidari, doncs, d’altres transformacions igualment necessàries per aconseguir un futur sostenible, com ara la transició energètica (des dels recursos contaminants i no renovables a l’energia sostenible per tothom) o la superació de l’actual model econòmic “marró”, basat en un creixement continuat, depredador i insolidari, generador de desequilibris i, tot plegat, insostenible.

El desenvolupament rural ha de contribuir a millorar el benestar dels milers de milions de persones que viuen en aquest medi, superant inacceptables desequilibris i, al propi temps, ha de donar resposta a altres necessitats que constitueixen requisits de la sostenibilitat a nivell planetari. El capítol 14 de l’*Agenda 21* assenyala així altres objectius prioritaris estretament vinculats (Nacions Unides, 1992): atènyer una producció agrícola sostenible per assegurar que tots els éssers humans tinguen accés als aliments que necessiten, protegint i conservant, al propi temps, la capacitat de la base de recursos naturals per seguir proporcionant serveis ambientals i culturals: més enllà de la seua funció de produir aliments i matèries primeres, l’activitat rural realitza importants funcions de caràcter econòmic, social i mediambiental, contribuint a la protecció de la biodiversitat, del sòl i dels valors culturals i paisatgístics (Gómez, Picazo i Reig, 2008).

Caldrà doncs un fort increment de l’ajuda internacional a les zones rurals per fer possible les 12 àrees de programes que contempla el capítol 14 de l’*Agenda 21*: des de la millora de producció agrícola i dels sistemes agropecuaris, a la conservació i rehabilitació de terres, tot acompanyat de la necessària formació de recursos humans i d’una plena participació ciutadana. D’acord amb la natura transdisciplinar de la Ciència de la sostenibilitat, la participació dels habitants de les zones rurals en la recerca agrària i presa de decisions constitueix una exigència per a l’èxit en la reducció de la fam i aconseguir la sobirania alimentària en una perspectiva de sostenibilitat mediambiental, social i econòmica dels pobles. És necessari, doncs, fomentar la capacitat dels habitants de les zones rurals per a comprendre el seu entorn, experimentar i innovar (atenint sempre al principi de precaució), contribuint així, alhora, al desenvolupament rural i a la construcció d’un futur sostenible. D’aquesta forma es

pot aprofundir en el que es coneix com ADSR (*Agricultura i Desenvolupament Rural Sostenibles*), concepte introduït en la Cimera de la Terra Rio 92 per contribuir a fer front a comportaments i pràctiques insostenibles en el medi rural i definit per la FAO ([http://www.fao.org/wssd/sard/faodefin\\_es.htm](http://www.fao.org/wssd/sard/faodefin_es.htm)) com un procés que compleix amb aquest criteris:

- Garanteix que els requeriments nutricionals bàsics de les generacions presents i futures siguin atesos qualitativament i quantitativa.
- Ofereix ocupació estable, ingressos suficients i condicions de vida i de treball decentes per a tots aquells involucrats en la producció agrícola
- Manté i, si és possible, augmenta la capacitat productiva de la base dels recursos naturals com un tot, així com la capacitat regenerativa dels recursos renovables, sense trencar els cicles ecològics bàsics i equilibris naturals, ni destruir les característiques socioculturals de les comunitats rurals.
- Redueix la vulnerabilitat del sector agrícola front a factors naturals i socioeconòmics adversos i altres riscos, reforçant-ne l'autoconfiança.

L'aconsegüiment d'aquests objectius no és una tasca senzilla. Es precisa una "*Nova Cultura Rural*" per a la qual s'ha proposat el següent decàleg:

1. Fer possible el protagonisme del món rural i valorar el seu paper en la conservació de la Natura.
2. Fomentar una economia multi-funcional com a forma de fixar població.
3. Conservar i transmetre la seua tradició oral i empírica en tot el que té de valuós
4. Adequar-se als nous models de Govern i gestió patrimonial i econòmica.
5. Crear una cultura de consum local.
6. Obrir el debat al voltant de la definició d'una Nova Cultura davant els canvis i transformacions del món rural i els reptes del canvi climàtic.
7. Estudiar estratègies per assimilar als nous pobladors dins d'un context identitari i coherent.
8. Propiciar recursos formatius i de gestió per a una economia sostenible.
9. Traslladar els valors i la importància del món rural a la societat urbana.
10. El futur està al camp.

A aquests comandaments caldria afegir la necessitat d'invertir en el desenvolupament de formes d'organització i de tecnologies agràries sostenibles, com les pràctiques agro-forestals, que contribueixen a acabar amb la fam i les desigualtats en el planeta tot i protegint la biodiversitat. Aquests són els objectius de moviments com ara *Agricultors Climàtics*, *Agricultura Agroecològica*, *Alternatives Biològiques*, *Agricultura Social i Sostenible*, etc., que persegueixen la sostenibilitat dels sistemes agrícoles i que es concreten en iniciatives com ARCO (*Agricultura de Responsabilitat Compartida* entre agricultors i consumidors) per a desenvolupar una agricultura i alimentació de qualitat, establint sistemes solidaris de repartiment de riscos i beneficis, creant canals curts de comercialització, etc. I a això responen igualment les "eco-aldees" (una alternativa d'organització, tant urbana com rural, d'assentaments a escala humana) o el desenvolupament de noves tecnologies en les zones de secà, zones àrides sense rec, on habita una bona part de la fam del planeta; tecnologies concebudes per a limitar l'erosió, augmentar la fertilitat i la capacitat del sòl per retenir l'aigua, etc., que han d'estar presents en els programes de desenvolupament rural.

Amb l'objectiu de proporcionar fons i mobilitzar recursos addicionals, Nacions Unides ha impulsat la creació de l'IFAD (*International Fund for Agricultural Development*), una agència especialitzada en programes dissenyats per promoure el progrés econòmic dels habitants pobres de les zones rurals, millorant la productivitat agrícola. L'objectiu central de l'IFAD és combatre la fam i la pobresa rurals en el país en desenvolupament a través de la millora de la producció alimentària i de la nutrició. Entre els seus objectius estratègics podem assenyalar: fomentar una base de recursos naturals i d'actius econòmics per a les persones pobres de les zones rurals que siga més resistent al canvi climàtic, la degradació ambiental i la transformació del mercat; facilitar-los l'accés als serveis que contribueixen a reduir la pobresa, millorar la nutrició, augmentar els ingressos i reforçar la resistència en un entorn en evolució; aconseguir que les dones i els homes de les zones rurals i les seues organitzacions siguen capaces de gestionar empreses agrícoles i no agrícoles rendibles i resistents o que puguen treure profit de les oportunitats de llocs de treball digne que es puguen presentar; promoure la seua capacitat d'influir en les polítiques i les institucions que afecten a llurs mitjans de vida, així com propiciar entorns institucionals i normatius favorables, a fi de fomentar la producció agrícola i les diverses activitats no agrícoles connexes.

Podem referir-nos, a tall d'exemple, als sistemes de *conreu zero* o mínim (sols el necessari per trencar estrats endurits, però sense remoure la terra), també coneguts com de *sembrat directe*. D'aquesta forma s'aconsegueix evitar que la productivitat minve degut a la pèrdua de matèria orgànica provocada pel coreu excessiu del sòl. En efecte, al llaurar el sòl l'oxigen entra en contacte amb la matèria orgànica i s'afavoreix la seua oxidació, alliberant-se CO<sub>2</sub> a l'atmosfera. Per això, malgrat que llaurant el sòl s'obté una producció major en el curt termini, la matèria orgànica disponible va minvant i es redueix, doncs, la producció vegetal. A més, aquesta disminució de la matèria orgànica provoca pèrdua de la permeabilitat i esponjositat del sòl, augmentant l'erosió. El conreu zero resulta doncs una bona resposta a l'erosió en sòls especialment exposats, com ara els sòls arenosos, que pateixen habitualment erosió degut al vent. També es beneficien d'aquesta tècnica els sòls amb fortes pendents, que pateixen l'erosió de les aigües superficials.

El desenvolupament rural, però, no pot limitar-se a qüestions tècniques i organitzatives: un dels seus objectius centrals ha de ser contribuir al ple reconeixement del conjunt de tots els *Drets Humans* a aquesta part de la societat secularment discriminada:

- Els *drets democràtics, civils i polítics* (d'opinió, reunió, associació...), que constitueixen una condició *sine qua non* per a la participació ciutadana en la presa de decisions que afecten al present i futur de la societat.
- Els *drets econòmics, socials i culturals*, com ara el dret a un treball satisfactori amb un salari just (superant les situacions de precarietat i inseguretat que afecten, sovint, al món rural); els drets a un vivenda digna, a una alimentació adient, a la salut i al descans; a la planificació familiar i al lliure gaudi de la sexualitat, sense les barreres culturals que condemnen a milions de dones a la submissió; a una educació de qualitat, que fomenti actituds responsables i permeta la participació en la presa fonamentada de decisions; a la cultura, en el seu més ampli sentit, com a eix vertebrador d'un desenvolupament personal i col·lectiu estimulants i enriquidor, etc.

- El drets humans de tercera generació, que inclouen, de forma destacada, el dret a un ambient sa, a la pau i al desenvolupament sostenible per a tots els pobles i per a les generacions futures.

La plena universalització d'aquests drets humans, sense discriminacions de cap tipus, com les que segueixen patint les poblacions rurals i les dones en bona part del planeta, constitueix, més enllà d'una qüestió de justícia, un requisit de sostenibilitat per a l'espècie humana.

## Referències bibliogràfiques

- ALLENBY, B. (2006): "Macro-ethical systems and sustainability science", *Sustainable Science*, 1, 7-13.
- BOVET, P., REKACEWICZ, P., SINAÏ, A. i VIDAL, A. (Eds.) (2008): *Atlas Medioambiental de Le Monde Diplomatique*, Cybermonde, Paris.
- BROWN, L. R. (1998): "El futuro del crecimiento". En The Worldwatch Institute, *La situación del mundo 1998*. Ed. Icaria, Barcelona.
- BYBEE, R. (1991): "Planet Earth in Crisis: How Should Science Educators Respond?" *The American Biology Teacher*, 53(3), 146-153.
- CARSON, R. (1962): *Silent Spring*, Houghton Mifflin, Boston, USA.
- CLARK, W.C. & DICKSON, M. (2003): "Sustainability science: The emerging research program", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(14), pp. 8059- 8061.
- COMISIÓ MUNDIAL DEL MEDI AMBIENT I DEL DESENVOLUPAMENT (1988): *Nuestro Futuro Común*. Ed. Alianza, Madrid.
- DIAMOND, J. (2006): *Colapso*. Debate, Barcelona, España.
- DUARTE, C. (Coord.) (2006). *Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra* CSIC, Madrid.
- FERNÁNDEZ SUCH, F. (Coordinador) (2006): *Soberanía alimentaria. Objetivo político de la cooperación al desarrollo en zonas rurales*, **Icaria, Barcelona**.
- GÓMEZ, J. A., PICAZO, A. i REIG, E. (2008): "Agricultura, desarrollo rural y sostenibilidad medioambiental", *Revista CIRIEC-España*, 61 (Desarrollo sostenible, Medioambiente y Economía Social), pp. 103-126.
- GORDIMER, N. (1999): "Hacia una sociedad con valor añadido" *El País*, domingo 21 de febrero, páginas 15-16.
- HALWEIL, B. (2002): "Una agricultura en interés de todos", en The Worldwatch Institute, *La situación del mundo 2002*, Icaria, Barcelona.
- HAYDEN, T. (2008): *2008 El estado del planeta*. National Geographic, RBA, España. Madrid
- KATES, R. W., CLARK, W.C., CORELL, R., HALL, J. M., JAEGER, C.C., LOWE, I., MCCARTHY, J. J., SCHELLNHUBER, H. J., BOLIN, B., DICKSON, N. M., FAUCHEUX, S., GALLOPIN, G. C., GRÜBLER, A., HUNTLEY, B., JÄGER, J., JODHA, N. S., KAS-

- PERSON, R. E., MABOGUNJE, A., MATSON, P., MOONEY, H., MOORE, B. III., O'RIORDAN, T., SVEDIN, U. (2001): "Sustainability Science", *Science* 27 April 2001, Vol. 292 no. 5517 pp. 641-642.
- KOMIYAMA, H. & TAKEUCHI, K. (2006): "Sustainability science: building a new discipline", *Sustainability Science*, 1(1), pp. 1-6 (2006).
- LUBCHENCO, J. (1998): "Entering the Century of the Environment: A New Social Contract for Science", *Science*, 279, no. 5350, pp. 491-497.
- MEADOWS, D. H. MEADOWS, D. L. RANDERS, J. & BEHRENS, W. (1972): *Los límites del crecimiento*, Fondo de Cultura Económica, Madrid.
- NACIONES UNIDAS (1992): *Agenda 21*, capítol 14, Foment de l'agricultura i del desenvolupament rural sostenible (consultat en maig de 2013, <http://www2.medioambiente.gov.ar/acuerdos/convenciones/riog2/agenda21/age14.htm>).
- SACHS, J. (2008): *Economía para un planeta abarrotado*, Debate, Barcelona.
- VILCHES, A. i GIL, D. (2003): *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*, Cambridge University Press, Madrid.
- VILCHES, A. i GIL PÉREZ, D. (2013): "Ciencia de la Sostenibilidad: Un nuevo campo de conocimientos al que la Química y la Educación Química están contribuyendo", *Educación Química*, 24 (2), 199-206.
- WORLDWATCH INSTITUTE (1984-2013): *The State of the World*, W.W. Norton, New York, USA.