



Indicadors ecològics per a la valoració del paisatge: una perspectiva ecosemiòtica

Almo Farina

Els indicadors ecològics són actualment un instrument necessari per valorar els efectes de la intrusió humana en els sistemes ecològics i, al mateix temps, per elaborar les polítiques necessàries per regular-la. A partir de l'adopció del nou paradigma del paisatge es verifiquen i s'utilitzen diversos indicadors amb la finalitat de descriure les configuracions espacials del territori. L'expansió recent d'aquest paradigma cap al domini de la percepció i del coneixement obre el camí, a través de la teoria de l'*eco-field* (que veurem més endavant), a famílies d'indicadors més integrats entre domini natural i domini antròpic. En particular, l'estudi del paisatge sonor obre noves i importants possibilitats de valorar els complexos processos amb què les societats humanes s'enfronten als processos naturals.

El model socioeconòmic dominant a la part més desenvolupada del món occidental es basa en l'ús creixent de recursos energètics, que la població encara percep com a il·limitats (Farina, Johnson, Turner i Belgrado, 2002). Aquest fet és a la base de l'actual crisi ambiental que travessen gran part d'aquestes societats (canvis climàtics, pèrdua de la biodiversitat, pobresa creixent als "països del sud", etc.), que viuen en un creixent règim d'incertesa (Myers, *et al.*, 2000; Sayer i Campbell, 2004). En segles passats, les societats humanes entraven necessàriament en una relació "co-evolutiva" amb els recursos propis i, per tant, s'enfrontaven únicament a incerteses locals. Avui dia és un fet molt evident la separació que hi ha entre les dinàmiques de les societats i els recursos necessaris per a la seva subsistència. En efecte, el sistema econòmic es basa en un desplaçament obligat dels recursos d'una part a l'altra del planeta, d'acord amb la demanda dels mercats (Solbrig, 2001). En conseqüència, les transformacions ambientals segueixen el ritme dels mercats internacionals, les crisis financeres adquireixen dimensions cada vegada més grans i el seu impacte sobre els ecosistemes i sobre l'ésser humà semblen decididament imprevisibles (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Rosa, York i Dietz, 2004).

Afrontar aquesta incertesa i aquesta imprevisibilitat ambiental creixent, sobretot en els sistemes que hi estan principalment exposats, com ara els ecosistemes agrícoles i els sistemes urbans, exigeix nous instru-

ments de recerca i de monitoratge que no poden estar basats en mesuraments directes. En efecte, si consideréssim, per exemple, únicament les superfícies dels sistemes agrícoles (el 1981 van assolir 732 milions d'hectàrees), els costos del seu possible control numèric serien inimaginables. A més a més, la seva complexitat, sobretot en termes d'interacció amb altres dominis de la ciència, fa impossible extreure informacions aplicables als diferents escenaris polítics. Per obviar aquestes dificultats objectives, s'empren indicadors, en particular indicadors ecològics (també anomenats "ambientals"). Els indicadors permeten posar en evidència el grau de pressió exercida per un determinat element en el medi ambient i, al mateix temps, valorar-ne les respostes de la societat (per exemple, Rapport, *et al.*, 1998).

Els indicadors ecològics

Es considera indicador ecològic una característica ambiental que en ser mesurada quantifica les característiques d'un ambient i/o la dimensió d'una pertorbació o el grau d'exposició d'aquest ambient a un procés que induïx estrès. S'inclouen en aquesta categoria, amb el nom de bioindicadors, plantes, animals, comunitats i ambients amb un baix índex de tolerància a condicions edàfiques (relatives al sòl) i/o climàtiques.

En general, es prefereixen els indicadors "simples" en la mesura que aquests garanteixen la fàcil identificació i quantificació per poder-los transmetre amb facilitat als qui tenen la responsabilitat de governar un territori i per poder així adequar les polítiques de gestió i de desenvolupament a les respostes de reacció i d'adaptació dels ecosistemes. L'elecció d'un indicador eficaç està també en relació amb les exigències presentades, i aquesta opció no és fàcil, perquè exigeix llargs processos comparatius per poder posar en evidència tant el grau de fiabilitat de l'indicador que s'ha escollit com el significat que té en aquell context determinat. En el rerefons de l'elecció d'un indicador hi ha la necessitat de poder comprendre un determinat procés sense haver de recórrer a llargs i costosos procediments de detall. Per exemple, verificar una acció de recuperació ambiental d'una àrea humida no implica catalogar-ne tota la flora, sinó seleccionar unes poques

espècies o grups, però ben diferenciades. Els líquens, per exemple, han estat àmpliament utilitzats per verificar l'estat de contaminació de l'atmosfera (Richardson, 1991).

Els indicadors de paisatge “ecològic”

El paisatge és una de les dimensions ecològiques d'estudi i reconeixement més recents, però des que a partir dels anys trenta ha estat considerat una unitat corològica organitzada (Naveh i Lieberman, 1984; Forman i Godron, 1986; Pickett i Cadenasso, 1995; Zonneveld, 1995; Bastian i Steinhardt, 2002), el coneixement dels models i dels processos que tenen lloc en aquesta dimensió ha exigít, de la mateixa manera que per als ecosistemes, l'ús d'indicadors. En aquest sentit, quan es realitzen valoracions referents a l'estatus d'un paisatge, s'utilitzen variables ambientals com ara el grau de cobertura, la forma, la dimensió, l'estructura dels marges o la distància d'una àrea (per exemple Holland, Risser i Naiman, 1991).



Imatge 1. Els indicadors ecològics evidencien el grau de pressió exercida sobre el medi ambient.

Des dels orígens de l'ecologia del paisatge, la forma, les dimensions i la distància del terreny han estat considerats els elements estructurals més importants del paisatge. Sobre aquesta base s'han desenvolupat filons exitosos de mètriques que han utilitzat la dinàmica de fluids (*percolation theory*; Ziff, 1986), la geometria fractal (Mandelbrot, 1982; Feder, 1988), la teoria de les xarxes (Dorogovtsev i Mendes, 2003) i els models neutres (Gardner, Milne, Turner i O'Neill, 1987). Així, doncs, la quantificació de les formes ha esdevingut en la pràctica un dels principals objectius de l'ecologia del paisatge moderna (Turner i Gardner, 1991; Turner, Gardner i O'Neill 2001; Farina, 2006a) i les mètriques desenvolupades miren de quantificar els models espacials que han estat produïts tant per fenòmens naturals com per processos antròpics (per exemple, McGarigal i Marks, 1995; McGarigal i Cushman, 2005). Des d'aquesta perspectiva, el paisatge pot ser interpretat com un mosaic d'elements espacials diversament interconnectats, que al mateix temps esdevenen la base o el suport d'altres éssers vius (Kareiva, 1994). Aquesta interpretació, però, presenta límits a causa de la confusió semàntica entre "ecosistema" i "paisatge", confusió que, malgrat tot, encara avui persisteix i alimenta un encès debat entre els estudiosos d'aquesta matèria (Wu i Hobbs, 2002).

Els indicadors de paisatge "cognitiu"

Si bé és cert que l'anàlisi i la valoració d'un paisatge no poden prescindir de l'anàlisi formal, també ho és que està en la mateixa essència de la disciplina considerar el component visual tal com és percebut per l'observador (Bourassa, 1991; Nassauer, 1995; Ingold 2000). De fet, recentment, tot l'aparell paradigmàtic del paisatge ha estat revisat en clau ecosemiòtica (Farina, 2006b, 2008). En efecte, partint de la base que el paisatge es distingeix d'un ecosistema precisament per la seva pertinença a un àmbit ontològic diferent, es fa evident que el seu estudi exigeix una aproximació epistemològica d'un altre caire. Quan el paisatge és considerat una interfície semiòtica entre el conjunt de les necessitats que té una espècie i els seus recursos respectius, s'han de reconsiderar molts dels coneixements que es tenen sobre aquesta entitat. Si el paisatge és una entitat perceptiva, és també una

entitat subjectiva, i els patrons observats han de ser interpretats necessàriament amb sòlides bases ecosemiòtiques i informatives. Des d'aquesta perspectiva, el paisatge ha estat descrit com l'element estructural que permet a una espècie "vincular-se" amb els recursos que li són necessaris; una visió que permet captar millor els estrets lligams que hi ha entre el món antropitzat i el món natural. En definitiva, considerar el paisatge una entitat ecosemiòtica ofereix innumbrables avantatges, perquè d'aquesta manera es construeix un pont sòlid entre ontologies humanes i ontologies naturals, tal com ha defensat recentment Haber (2004).

La teoria de l'*eco-field*

Percepció i cognició, les elaboracions mentals pròpies de tots els éssers animals dotats d'aparells neuronals desenvolupats (Bateson 1977), són els instruments dels quals tot ésser viu està dotat per tal de relacionar-se amb el món extern per la pròpia autopoiesi¹ (Maturana i Varela, 1980). Si es parteix del supòsit que la major part dels mecanismes macrobiològics se centren en la recerca dels recursos necessaris per assolir un estat autopoietic, i que aquests recursos són distribuïts de manera heterogènia en l'espai i en el temps, és evident que és estratègic per a cada ésser optimitzar l'accés als recursos. En aquest procés en què la localització i el reconeixement dels recursos esdevenen indispensables, entren en joc mecanismes de significació que permeten utilitzar les interfícies semiòtiques per a la pròpia supervivència.

Partint d'aquest supòsit, Farina i Belgrano (2004 i 2006) han presentat, fa poc, la teoria de l'*eco-field*, una teoria que presenta una hipòtesi ecosemiòtica per definir el paisatge i les funcions que té adjudicades, entenent per funcions els instruments per mitjà dels quals se satisfan les necessitats fisiològiques. Es pot definir com a *eco-field* tota configuració espacial portadora de significat per a una funció determinada que s'adreci a obtenir un recurs específic. Aquesta configuració espacial específica és construïda per l'organisme (animal, l'ésser humà inclòs) a través de l'anàlisi comparada entre els models cognitius innats o adquirits (per transmissió cultural) que

¹ Nota dels editors: capacitat que té un sistema d'autoreplicar-se i automantenir-se, amb activitats autoconservadores, com a resposta a les condicions externes. És un concepte definit pels investigadors xilens R. H. Maturana i F. J. Varela.

actuen a escala mental en el mateix moment en què s'explicita una funció. El conjunt dels *eco-fields* que un individu necessita per assegurar-se els seus recursos esdevé el “paisatge percebut”, i en el moment en què sabem reconèixer els *eco-fields* necessaris per a un organisme, automàticament som capaços de realitzar accions de tutela o de gestió apropiada amb l'objectiu de dur-ne a terme el manteniment o la implementació. En el cas particular de l'ésser humà, el sorgiment de noves necessitats i la identificació consegüent de nous recursos determinen la construcció de nous nínxols cognitius i, per tant, de noves interfícies semiòtiques (Bardone i Magnani, 2007).

Perspectives per als indicadors de paisatge cognitiu

Un cop establert que el paisatge “percebut” no és un ecosistema sinó un conjunt d'*eco-fields*, és a dir, d'interfícies ecosemiòtiques, s'entén molt millor per què, per exemple, un marge de bosc acull més espècies si està articulat principalment respecte dels marges rectilinis (alta fractalitat), o per què certs ambients expressen característiques *sink*, mentre que d'altres apareixen amb característiques *source*² (Pulliam, 1988 i 1996; Díaz, 1996; Farina i Morri, 2008). És més, d'aquesta manera es pot explicar per què un ambient, malgrat estar fragmentat, pot mantenir una elevada biodiversitat fins a un límit (llindar de percolació, Ziff, 1986), i que, per sota d'aquest límit, es transformi en un ambient hostil per a una determinada espècie.

Així, doncs, sovint les mètriques aplicades a l'estudi d'un paisatge, entès en aquest cas en el sentit canònic de mosaic d'ambients diferents (des d'un punt de vista de la vegetació o d'ús del sòl), expressen índexs numèrics a partir dels quals no es pot entendre el significat i la correspondència que hi ha entre espècies específiques. L'error que es comet en aquest cas consisteix a no haver considerat que cada espècie vegetal o animal (inclòs l'ésser humà) té una percepció específica de l'entorn propi de la seva espècie (l'*umwelt* de Von Uexkull, 1982, 1992), i, en aquest sentit, si no es

² Nota dels editors: un ambient amb característiques *sink* és un ambient de baixa qualitat que no és capaç de mantenir una població; i un ambient amb característiques *source*, és un ambient d'alta qualitat que afavoreix el creixement d'una població.

coneixen els seus *eco-fields*, recollir paràmetres únicament perquè nosaltres els percebem de manera diferent esdevé una pura exercitació geomètrica o numèrica. En efecte, molt sovint l'ús d'indicis espacials fa referència a la manera com els humans percebem l'entorn propi, però l'extensió d'aquests indicis a la gestió del territori destinada a altres éssers vius esdevé purament aleatòria.

El paisatge sonor: un nou indicador del paisatge cognitiu

Avui disposem d'un ampli ventall d'indicadors ecològics capaços de seguir i de conservar la memòria d'una miríada de processos ecològics i socials (Bartel, 2000). En particular, la recerca està centrada en avenços tecnològics en el camp del *remote sensing* i de l'anàlisi d'àrea multiespectral (Lillesand i Kiefer, 1979; Bogaert, Farina, Ceulemans, 2005). La inspecció remota de la Terra mitjançant sensors col·locats en satèl·lits està adquirint un paper fonamental, però també un cost cada vegada més elevat. Els resultats a escala local sovint no són comparables a l'esforç econòmic que això exigeix. En particular, molts dels processos que impliquen les complexes interaccions entre societats humanes i processos ecològics s'escapen d'aquests instruments que operen principalment en el camp de les radiacions lluminoses.



Imatge 2. Els paisatges sonors són resultat de les interaccions entre els organismes vius, i entre aquests i l'entorn físic.

Quan fem referència al paisatge, considerem com a tal cada configuració de zones ambientals que per diversos processos naturals o d'origen humà estan en contacte mutu. En aquests mosaics viuen organismes animals que es comuniquen entre si necessàriament a través de mecanismes olfactius, sons, tàctils i gustatius. De fet, podríem afirmar que s'estableix, com succeeix en el cas de les estructures geopedològiques i la vegetació, un conjunt de paisatges associats a sons, olors, superfícies tàctils i substàncies organolèptiques. De tots aquests paisatges, el sonor és el més estudiat i el més àmpliament percebut per l'home. Així, doncs, si des de fa alguns anys s'han emprès recerques per tal d'identificar nous instruments, noves metodologies i noves categories d'indicadors més eficaços i menys costosos, en el cas del paisatge sonor, s'han recollit moltes proves sobre el significat dels sons i sobre la possibilitat d'utilitzar-los com a indicadors de condicions ambientals complexes (Krause, 1987; Truax, 1999).

Els sons són manifestacions energètiques produïdes per la compressió de l'aire, obra d'estructures biològiques particulars: les cordes vocals dels éssers humans, els aparells fonadors dels ocells (Marler i Slabbekorn, 2004), els aparells estridents dels insectes (referències de Krause, 1987) (biofonies), però també per estructures i processos físics naturals (geofonies): trons, estrèpits d'aigua, explosions de magma, onades marines; o bé fenòmens causats per tecnologia creada per l'ésser humà: avions, tractors, automòbils, música (antropofonies) (Schafer, 1994; Horne, 2000; Minidí, 2005). Intensitat, freqüència i patrons temporals són els tres dominis amb què els animals i els éssers humans perceben i interpreten els sons. Els paisatges sonors són, per tant, resultat de les interaccions entre organismes vius, i també entre aquests organismes i els processos físics, i apareixen com a sistemes d'elevat contingut informatiu (Stohner, 1990; Avery, 2003).

El monitoratge a llarg termini dels paisatges sonors representa, malgrat que encara no s'ha emprat en tot el seu potencial, un dels instruments més potents de què disposem per tenir sèries temporals i valorar variacions ambientals, tendències i respostes a les interferències (Napoletano, 2004). En particular, el canvi climàtic actual, juntament amb els canvis dràstics que s'han produït en el sector de l'agricultura, són un dels principals motors dels canvis en la fenologia, el moviment d'espècies i del seu

canvi de localització biogeogràfica (Turker i Heath, 1994), així com de les variacions de les emissions sonores que emeten. Partint d'aquesta hipòtesi, hom espera canvis en la distribució estacional del cant dels ocells i de la sonoritat de molts insectes.

En definitiva, els indicadors ecològics estan adquirint una importància cada vegada més gran per controlar una vasta gamma de processos ecològics vistos cada vegada més en clau utilitarista com a “serveis ecosistèmics” (Daily, 1997). La interacció entre aquests processos i els processos socials i econòmics exigeix experimentar i aplicar indicadors capaços de posar en evidència les relacions causa-efecte entre el domini de la natura i el domini antròpic. Si es considera el paisatge cognitiu una interfície entre les necessitats i els recursos dels éssers vius, l'estudi d'aquesta interfície pot representar un element d'avenç significatiu en la recerca científica i una via mestra per a les aplicacions consegüents en els usos socials.

Cal buscar, doncs, indicadors adequats del paisatge cognitiu, sobretot en l'esfera de la percepció humana i en el si dels processos socials. De fet, la relació entre dinàmiques socials i dinàmiques ambientals es pot entendre sobretot si es considera el paisatge com una entitat cognitiva. En cas contrari, es pot caure en la separació entre processos humans i processos naturals, fet que redueix la possibilitat de transferir gran part dels coneixements científics al món real.

Referències bibliogràfiques

AVERY, John (2003). *Information theory and evolution*. New Jersey: World Scientific Publishing Company.

BARDONE, Emanuele; MAGNANI, Lorenzo (2007). “Sharing representations through cognitive niche construction”, *Data Science Journal*, vol. 6, suplement, p. 87-91.

BARTEL, A. (2000). “Analysis of landscape pattern: towards a ‘top down’ indicator for evaluation of landuse”, *Ecological Modelling*, vol. 130, núm. 1-3, p. 87-94.

BASTIAN, Olaf; STEINHARDT, Uta (eds.) (2002). *Development and perspectives of landscape ecology*. Dordrecht: Kluwer Academic Press.

BATESON, Gregory (1977). *Steps to an ecology of mind*. Nova York: Ballentine Books.

BOGAERT, Jan; FARINA, Almo; CEULEMANS, R. (2005). “Entropy increase of fragmented habitats: a sign of human impact?”, *Ecological Indicators*, vol. 5, p. 207-212.

BOURASSA, Steven C. (1991). *The aesthetics of landscape*. Londres: Belhaven.

- DAILY, Gretchen C. (1997). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington: Island Press.
- DIAS, Paula C. (1996). "Sources and sinks in population biology", *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 11, núm. 8, p. 326-330.
- DOROGOVTSSEV, Sergei; MENDES, Jose (2003). *Evolution of networks*. Oxford: Oxford University Press.
- FARINA, Almo (2006a). *Principles and methods in landscape ecology*. Dordrecht: Springer.
- (2006b). *Il paesaggio cognitivo*. Milà: Franco Angeli.
- (2008). "The Landscape as a semiotic interface between organisms and resources", *Biosemiotics*, vol. 1, p. 75-83.
- FARINA, Almo; BELGRANO, Andrea (2004). "The eco-field: A new paradigm for landscape ecology", *Ecological Research*, vol. 19, p. 107-110.
- (2006). "The eco-field hypothesis: Towards a cognitive landscape", *Landscape Ecology* vol. 21, p. 5-17.
- FARINA, Almo; MORRI, Davide (2008). "Source-sink and eco-field: ipotesi ed evidenze sperimentali", dins Mariota, P.; Mininni, M.; Laforteza, R.; Padoa Schioppa, E. (eds.). *Ecologia e governance del paesaggio. Atti del X Congresso nazionale SIEP-IALE*. Bari: Università degli Studi di Bari, p. 365-372.
- FARINA, Almo; JOHNSON, A.R.; TURNER, S.J.; BELGRANO, Andrea (2002). "Full' world versus 'empty' world at the time of globalisation", *Ecological Economics*, vol. 45, p. 11-18.
- FEDER, Jens (1988). *Fractals*. Nova York: Plenum.
- FORMAN, Richard T.T.; GODRON, Michael (1986). *Landscape ecology*. Nova York: Wiley & Sons.
- GARDNER, Robert H.; MILNE, Bruce T.; TURNER, Monica G.; O'NEILL, Robert V. (1987). "Neutral models for the analysis of broad-scale landscape patterns", *Landscape Ecology*, vol. 1, p. 19-28
- HABER, Wolfgang (2004). "Landscape ecology as a bridge from ecosystems to human ecology", *Ecological Research*, vol. 19, p. 99-106.
- HOLLAND, Marjorie M.; RISSER, Paul G.; NAIMAN, Robert J. (1991). *Ecotone. The role of landscape boundaries in the management and restoration of changing environments*. Londres: Chapman & Hall.
- INGOLD, Tim (2000). *The perception of the environment. Essays in livelihood, swelling and skill*. Londres: Routledge.
- KAREIVA, Peter (1994). "Space: the final frontier for ecological theory", *Ecology*, vol. 75, p. 1.
- KRAUSE, Bernie (1987). *The niche hypothesis: how animals taught us to dance and sing* [en línia]. <<http://www.wildsanctuary.com/niche.pdf>> [consulta: 06.02.2009].
- LILLESAND, Thomas M.; KIEFER, Ralph W. (1979). *Remote sensing and image interpretation*. Nova York: Wiley & Sons.
- MANDELBROT, Benoit (1982). *The fractal geometry of nature*. Nova York: Freeman.
- MARLER, Peter; SLABBEKOORN, Hans (2004). *Nature's music*. San Diego: Elsevier.
- MATURANA, Humberto; VARELA Francisco (1980). *Autopoiesis and cognition: the realization of the living*. Dordrecht: Reidel Publishing.
- MCGARIGAL, Kevin; MARKS, Barbara (1995). *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. Portland: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, (General technical report PNW; GTR-351).
- MCGARIGAL, Kevin; CUSHMAN, Samuel (2005). "The gradient concept of landscape structure", dins John Wiens, Michael Moss (eds.). *Issues and Perspectives in Landscape Ecology*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 112-119.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005). *Ecosystems and human well-being: current state and trends*. Washington: Island Press.
- MINIDIO, Andrea (2005). *I suoni del mondo: studi geografici sul paesaggio sonoro*. Milà: Guerini Scientifica.
- MYERS, Norman; *et al.* (2000). "Biodiversity hotspots for conservation priorities", *Nature*, vol. 403, p. 853-858.
- NAPOLETANO, B. (2004). *Measurement, quantification and interpretation of acoustic signals within an ecological context*. Tesis doctoral no publicada. Màster de ciències, Universitat Estatal de Michigan, Departament de Zoologia.
- NASSAUER, Joan Iverson (1995). "Culture and changing landscape structure", *Landscape Ecology*, vol. 10, p. 229-237.

- NAVEH, Zeb; LIEBERMAN, Arthur S. (1984). *Landscape ecology. Theory and application*. Nova York: Springer Verlag.
- PICKETT, S.T.A.; CADENASSO, M.L. (1995). "Landscape ecology: spatial heterogeneity in ecological systems", *Science*, vol. 269, p. 331-334.
- PULLIAM, Ronald H. (1988). "Sources-sinks and population regulation", *The American Naturalist*, vol. 132, p. 652-661.
- (1996). "Sources-sinks: empirical evidence and population consequences", dins Olin E. Rhodes, Ronald K. Chesser, Michael H. Smith (editors). *Population dynamics in ecological space and time*. Chicago: University of Chicago Press, p. 45-70.
- RAPPORT, David; *et al.* (1998). *Ecosystem health*. Oxford: Blackwell Science.
- RICHARDSON, D.H.S. (1991). "Lichens as biological indicators – Recent development", dins Jeffrey D.W., Madden, B. (eds.). *Biondicators and environmental management*. Londres: Academic Press, p. 263-272.
- ROSA, Eugene A.; YORK, Richard; DIETZ, Thomas (2004). "Tracking the anthropogenic drivers of ecological impacts", *Ambio*, vol. 33, p. 509-512.
- SAYER, Jeffrey; CAMPBELL, Bruce (2004). *The science of sustainable development*. Cambridge: Cambridge University Press.
- SCHAFFER, R.M. (1994). *The soundscape: our sonic environment and the tuning of the world*. Rochester: Destiny Books.
- SOLBRIG, Otto T. (2001). "The impact of globalization and the information society on the rural space: Conceptual analysis and some policy suggestions", dins Otto T. Solbrig, Robert Paarlberg, Francesco di Castri (eds). *Globalization and the rural environment*. Washington: Harvard University, David Rockefeller Center for Latin American Studies, p. 3-21.
- SPENCER, K.A.; BUCHANAN, K.L.; GOLDSMITH, A. R.; CATCHPOLE, C.K. (2003). "Song as an honest signal of developmental stress in the zebra finch (*Taeniopygia guttata*)", *Hormones and Behavior*, vol. 44, p. 132-139.
- STONIER, Tom (1990). *Information and the internal structure of the universe*. Londres: Springer-Verlag.
- TRUAX, Barry (1999). *Handbook for acoustic ecology*. [Cd-rom]. Cambridge: Cambridge Street Publishing.
- TURKER, Graham M.; HEATH, Melanie F. (1994). *Birds in Europe: their conservation status*. Cambridge: BirdLife International.
- TURNER, Monica G.; GARDNER, Robert H. (eds.) (1991). *Quantitative methods in landscape ecology*. Nova York: Springer-Verlag.
- TURNER, Monica G.; GARDNER, Robert H.; O'NEILL, Robert V. (2001). *Landscape ecology in theory and practice*. Nova York: Springer-Verlag.
- UEXKÜLL, Jacob von (1982). "The theory of meaning", *Semiotica*, vol. 42, núm. 1, p. 25-82. [Edició original de 1940].
- (1992). "A stroll through the worlds of animals and men", *Semiotica*, vol. 89, núm. 4, p. 319-391. [Edició original de 1934].
- WU, Jianguo; HOBBS, Richard (2002). "Key issues and research priorities in landscape ecology: an idiosyncratic synthesis", *Landscape Ecology*, vol. 7, p. 335-365.
- ZIFF, Robert M. (1986). "Test of scaling exponents for percolation-cluster perimeters", *Physical Review Letters*, vol. 56, p. 545-548.
- ZONNEVELD, Isaak Samuel (1995). *Land ecology: an introduction to landscape ecology as a base for land evaluation, land management and conservation*. Amsterdam: SPB Academic Publishing.