

DE LA CIBERNÈTICA CLÀSSICA A LA CIBERCULTURA

Begoña Gros Salvat

De la cibernètica dels anys quaranta al desenvolupament de la tecnologia de la informació i la comunicació ha passat mig segle de canvis molt ràpids i molt importants, no només pels aspectes tècnics, sinó, sobretot, per les implicacions socials i personals que comporten. En aquest sentit, el present constitueix, des del meu punt de vista, un dels moments més interessants de la cibernètica i de la teoria de sistemes. Tant és així que el que Wiener i Bertalanffy van desenvolupar i van intuir com a futur s'ha fet realitat. Tot ha adquirit una dimensió de major complexitat i velocitat, cosa que genera un procés de difícil adaptació i assimilació i produeix, en aquest moment, problemes d'índole social i personal.

L'objectiu fonamental d'aquest treball és revisar els conceptes fonamentals de la teoria cibernètica i establir els canvis generats per aquesta disciplina fins a l'aparició de la cibercultura com a expressió màxima de les capacitats de comunicació, interconnectivitat i globalització. La cibernètica, juntament amb la seva companya habitual, la teoria de sistemes, ens ajuda a mirar la realitat informacional en què vivim i ens deixa un espai per a la reflexió i la crítica, aspecte especialment interessant en el món actual.

1. LA CIBERNÈTICA CLÀSSICA

Durant la Segona Guerra Mundial (1939-1945), es va encomanar a Norbert Wiener la creació de mecanismes de control per a l'artilleria antiaèria que tinguessin la capacitat de regular la seva pròpia trajectòria. Aquest disseny el va conduir a l'estudi del procés de regulació dels organismes, de manera que Wiener va extreure les dades que es posseïen sobre biologia i les va aplicar al dis-

seny de la màquina. És aquesta una dada molt rellevant, ja que la comparació funcional entre la ment i la màquina que, posteriorment, incorporà la psicologia cognitiva i la intel·ligència artificial, troben aquí els seus orígens. Però també és important perquè fins a aquell moment no hi havia hagut cap relació entre els estudis biològics i el disseny de màquines, aspecte present actualment tant en el disseny del maquinari (*hardware*) com del programari (*software*). Aquest fet el demostren actualment les investigacions sobre el desenvolupament de xarxes neuronals com a base per a la creació dels sistemes operatius de les màquines i la utilització de la nanotecnologia (Kurzweil, 1999). Al principi, l'interès de la cibernètica es va situar en el disseny de màquines. No obstant això, el mateix Wiener amplia l'esmentat objectiu i el va estendre a l'entesa del funcionament de sistemes humans i socials (Wiener, 1969).

1.1. LA NOCIÓ DE CIRCULARITAT

La cibernètica introdueix la idea de circularitat a través del concepte de *retroalimentació* o *feedback*, que es defineix com la capacitat de resposta per al manteniment d'un estat d'equilibri. El *feedback* és, doncs, un mecanisme que condueix a la regulació d'un sistema. La regulació es produeix sempre després de la ruptura d'equilibri, és a dir, quan l'estat ideal del sistema no coincideix amb el seu estat actual. En aquest cas, el sistema reacciona produint una nova recerca d'equilibri.

La utilització del concepte de *feedback* trenca la idea de causalitat tradicional en què els efectes s'encadenen de manera lineal fins al punt que condueix a la descripció de processos circulars. Un bucle de retroalimentació és una disposició circular d'elements connectats, en què una causa inicial es propaga al voltant de les baules successives del bucle, de tal manera que cada element té un efecte sobre el següent, fins que l'últim element torna a retroalimentar l'efecte sobre el primer que inicià el procés. La causalitat circular és sempre processal.

La idea de *circularitat* desenvolupada per Wiener se centra en el *feedback negatiu*. La reacció del sistema té un efecte contrari al de l'element pertorbador i, per tant, aquest busca recuperar l'equilibri a través del manteniment de l'estat ideal. En definitiva, aquest és un *feedback* de tipus *conservador*, ja que la meta o estat ideal del sistema es manté constant. A més, Wiener reconeixia la retroalimentació com el mecanisme essencial de l'homeòstasi, l'autoregulació que permet als organismes vius de mantenir-se en un estat d'equilibri dinàmic.

El 1968, Maruyama va introduir el concepte de *feedback positiu*, que, a diferència del negatiu, amplifica la desviació, atès que aquest tipus de retroacció condueix a una desviació cada cop més gran respecte a l'estat ideal. Per aquest motiu, el *feedback* positiu podria dur a la destrucció del sistema. No obstant això, pot també convertir-se en un mecanisme de creació de nous sistemes o de reestructuració dels ja existents. La utilització d'aquest concepte ha permès explicar l'evolució dels sistemes socials i humans en els quals es complementen i entrecreuen els dos tipus de retroaccions.

1.2. EL CONCEPTE DE INFORMACIÓ

La informació és per a la teoria cibernètica un element fonamental per a l'organització del sistema. El que l'enllaç circular dels components retroalimenta no és només matèria i energia, sinó que a més hi ha un procés informacional i organitzacional. Determinar el significat del terme *informació*, malgrat la seva clara importància, continua sent molt problemàtic. Com afirma Morin, «no en podem dir gairebé res, però tampoc no en podem prescindir» (1994, p. 47).

El concepte de *informació* utilitzat per la cibernètica té l'origen en la teoria comunicativa de Shannon i Weaver, que tractava de la transmissió de missatges i, actualment, està integrada en la teoria de la comunicació. Aquesta noció d'informació està basada en la mesura de la informació a través d'unitats elementals d'informació o bits (*binary digits*), molt utilitzats actualment en la informàtica i les telecomunicacions. A aquesta dimensió de la informació, la cibernètica hi afegeix un sentit organitzacional. De fet, un «programa» portador d'informació el que fa és comunicar un missatge a una màquina que computa un cert nombre d'operacions. Tal com afirma Capra, «Wiener va emfatitzar també el fet que el missatge codificat és essencialment un patró organitzador, i esbossant l'analogia entre tals patrons de comunicació i les pautes d'organització en els organismes, fixà les bases de la visió dels organismes vius en termes de patrons» (1998, p. 83). En definitiva, l'aportació de més interès que ofereix la perspectiva cibernètica és la concepció de la informació com a element d'organització.

1.3. PATRÓ/ESTRUCTURA

La teoria cibernètica i la teoria de sistemes es desenvolupen alhora i les connexions entre totes dues són molt importants. La major part dels autors sis-

tèmics utilitzen per a l'anàlisi dels sistemes l'aparell conceptual de la teoria cibernètica i, d'altra banda, la major part de les cibernètiques tenen una concepció sistèmica de la realitat. Per aquest motiu, és realment difícil separar les dues visions i, de fet, a partir d'aquest moment em referiré freqüentment a aspectes de la teoria de sistemes per poder comprendre millor la cibernètica.

Des del punt de vista sistèmic, l'aspecte fonamental de qualsevol estudi basat en els sistemes vius radica en la síntesi entre l'estudi de la substància o estructura del sistema i l'estudi de la seva forma o patró. En l'estudi de l'estructura el que fem és fixar-nos en la mesura dels elements que conformen el sistema. Els patrons, en canvi, ens mostren la forma del sistema, la seva cartografia. En aquest sentit, l'estructura pot ser mesurada, analitzada quantitativament, mentre que al patró només podem aproximar-nos-hi des d'un punt de vista qualitatiu.

La ciència clàssica se centra en l'estudi dels elements que componen la realitat. Els estructuralistes miren a través de les interrelacions que s'estableixen entre els elements que componen una determinada realitat. La perspectiva sistèmica és contextual i, per tant, no només busca l'anàlisi de l'estructura, sinó també la qualitat del sistema estudiat. Ben mirat, el patró d'estudi bàsic de la teoria cibernètica es fonamenta en la comunicació i el control basat en la idea de circularitat. Qualsevol sistema viu es desenvolupa a través de processos circulars generats per l'acció de la comunicació i controlats des del sistema mateix.

1.4. EVOLUCIÓ I PROCÉS

En un sistema viu, l'evolució es basa en un procés entre els vincles establerts pel patró i l'estructura. Segons Capra es pot dir el següent: «Un sistema viu és alhora obert i tancat: obert estructuralment, però tancat organitzativament. La matèria i l'energia flueixen a través d'ell, però el sistema manté una forma estable i ho fa de manera autònoma, a través de la seva autoorganització» (1998, p. 182).

L'interès de gran part dels cibernètics ha consistit a descobrir els patrons d'organització comuns a tots els éssers vius. Aquest és el cas de Bateson, de Maturana i de Varela, que consideren que la matèria i la ment no són dues categories separades sinó que representen dos aspectes diferents del mateix fenomen de la vida. La ment és un procés que s'identifica amb el procés de la vida. L'interès de tots aquests autors ha estat aconseguir desenvolupar teories integradores de l'home en què les diverses dimensions vitals —percepció, emoció, acció,

llenguatge, etc.—, quedin incloses en una sola xarxa cognitiva explicativa de la ment humana.

1.5. LA VISIÓ HOLÍSTICA DEL MÓN

La contribució més important de la teoria general de sistemes de Bertalanffy és la demostració que els sistemes vius no poden ser compresos des de l'anàlisi. Les propietats de les parts, dels elements, no són propietats intrínseques i, en conseqüència, només poden entendre's des del context del tot. En conseqüència, el pensament sistèmic és un pensament contextual, tot i que la mirada dels sistèmics sovint ha esdevingut excessivament objectual. Des del meu punt de vista, el pensament sistèmic ha de ser un pensament contextual, ja que el procés i els canvis marquen la dinàmica fonamental dels sistemes. Malgrat tot, l'afany de la majoria dels autors és un afany de cartògraf, ja que miren de marcar els sistemes existents, les seves fronteres, i acaben sent teories on la vida no és present.

En aquest sentit, considero molt important la crítica feta per Wilber (1995) en considerar que la teoria de sistemes se centra a dibuixar els aspectes externs del sistema social. Per això dibuixa tan sols una part del món i deixa de banda els aspectes culturals, conductuals, individuals i socials. En definitiva, la perspectiva holística ha de ser més integradora i, en certa mesura, les teories de la complexitat hi ajuden perquè proporcionen nous conceptes que permeten mirar els sistemes des d'un enfocament menys racionalista.

2. LA CIBERNÈTICA DE LA COMPLEXITAT

El 1958, Heinz von Foerster fa una revisió crítica de la teoria de Wiener. Conclou que la cibernetica que havia desenvolupat introduïa canvis importants però no suposava una ruptura epistemològica, ja que se seguia aplicant el model de la ciència clàssica segons el qual l'observador està fora de l'objecte (del sistema, en aquest cas) i és capaç d'estudiar-lo amb objectivitat. Von Foerster va considerar que la cibernetica havia d'anar més enllà i afrontar un nou model epistemològic en el qual l'observador formés part del sistema estipulant els seus propis objectius, el seu propi paper dins d'aquest. A partir d'aquest moment es fa una distinció entre la *cibernetica clàssica* o *cibernetica de primer ordre* i la *cibernetica de segon ordre*, denominada també *teoria de la complexitat*. La pregunta que es fa la cibernetica de primer ordre podem formular-la de la següent manera: On són els enllaços circulars en aquest sistema?; mentre que la qüestió

que es planteja la cibernètica de segon ordre és: Com generem nosaltres aquest sistema a través de la noció de circularitat?

La cibernètica de segon ordre ha estat desenvolupada per autors com Von Foerster, Glaserfeld, Bateson, Prigogine, Maturana, Morin i Varela, entre d'altres, i, actualment molts dels seus principis han quedat també plasmats en la teoria dels sistemes complexos o teoria de la complexitat. Així, la teoria cibernètica de segon ordre introdueix una sèrie de canvis de punts de vista de gran interès que sintetitzaré en tres aspectes: la construcció de la realitat, l'autoorganització dels sistemes i el concepte de *entropia*.

2.1. LA CONSTRUCCIÓ DE LA REALITAT

En realitat, la cibernètica de segon ordre és una teoria d'un caràcter fortament epistemològic. De fet, es qüestiona la concepció de la ciència clàssica en la qual hi ha una clara separació entre el subjecte i l'objecte d'investigació. Des d'un punt de vista epistemològic, la cibernètica de primer ordre s'inscriu dins del corrent realista o objectivista que considera que el coneixement es refereix a una realitat estable, objectiva, existent independentment que aquesta sigui coneguda per l'home. Per contra, l'epistemologia desenvolupada per la cibernètica de segon ordre s'arrela en la filosofia kantiana i considera que «el món de l'experiència, tant si es tracta de l'experiència quotidiana com de l'experiència de laboratori, constitueix la pedra de toc per a les nostres idees» (Glaserfeld, 1988, p. 23).

En aquest sentit, el coneixement no implica una correspondència amb la realitat. Glaserfeld (1988) utilitza les paraules angleses *match* ('correspondre') i *fit* ('encaixar') per explicar les diferències entre les dues posicions. El realisme considera que existeix una correspondència entre el coneixement i la realitat, mentre que aquest autor sosté que el coneixement suposa tan sols un encaix. D'aquesta manera, diferents coneixements, significats, interpretacions i experiències poden encaixar en una mateixa realitat. En definitiva, tal com afirma Maturana, «l'observador es fa en l'observació i quan l'ésser humà que és l'observador mor, l'observador i l'observació arriben a la fi» (1995, p. 158).

La perspectiva desenvolupada per la cibernètica de segon ordre és, en darrer terme, una perspectiva constructivista. De fet, autors com Von Foerster o Glaserfeld es presenten actualment com a representants del *constructivisme radical* (Glaserfeld, 1988 i 1994; Von Foerster, 1991).

Aquest tipus de constructivisme és molt similar al desenvolupat per Piaget.

Des d'aquesta perspectiva cibernètica, la construcció és el resultat de l'autoregulació del sistema. Ara bé, perquè hi hagi construcció del coneixement hi ha d'haver també un procés de reflexió. La funció de la cognició és adaptativa i serveix per organitzar el món experiencial del subjecte i no per descriure una veritat o realitat ontològica objectiva. El coneixement és, doncs, una representació cartogràfica de camins d'accions i pensaments que, en el moment de l'experiència, s'han convertit en viables.

El concepte de *viabilitat* va ser establert per Glasersfeld (1988) i fa referència a aquells conceptes que són útils per a la supervivència. Segons aquest autor, en la praxi, el judici d'una teoria recolza únicament i exclusiva sobre el fet que fins ara no ha fracassat. El coneixement ha de ser viable, adequar-se als nostres propòsits de manera que en les teories es mantenen aquells conceptes que resulten útils per a la supervivència. En definitiva, el coneixement equival a una funció de supervivència i no a una descripció del món exterior. Dit altrament, el que interessa és que els coneixements que construeixo encaixin prou per assegurar-ne la viabilitat.

2.2. ELS SISTEMES S'AUTOORGANITZEN

Com ja he assenyalat prèviament, els cibernètics van distingir entre el patró d'organització d'un sistema i la seva estructura física. En aquest sentit, van considerar que la comunicació i el control eren suficients per explicar l'organització dels sistemes. Per la seva banda, la cibernètica de segon ordre introdueix el concepte de *autoorganització* i la idea de *complexitat* per completar aquesta visió. El concepte de *autoorganització* es basa en el reconeixement de la xarxa com a patró general de la vida que Maturana i Varela van denominar *autopoiesi*, que es basa en la idea que existeixen una sèrie de relacions entre components que s'han de regenerar contínuament per tal de mantenir la seva organització i mantenir un equilibri dinàmic.

En aquest context, els processos de circularitat ja no es basen només en els mecanismes de retroalimentació negativa, sinó que la retroalimentació positiva mostra com en determinats moments la recerca de l'equilibri comporta una major desviació i, per això, el sistema acaba amb una reestructuració o crea nous patrons de funcionament. La diferència fonamental entre el primer concepte de *autoorganització* de la cibernètica i els models posteriors està en el fet que aquests inclouen la creació de noves estructures i nous models de comportament que operen lluny de processos d'equilibri, i per tant, no segueixen processos lineals.

2.3. EL DESORDRE QUE CREA ORDRE

La teoria cibernètica de segon ordre es fonamenta en una revisió de la segona llei de la termodinàmica realitzada per Prigogine. La segona llei de la termodinàmica estableix que en un sistema tancat hi ha pèrdues constants d'energia que introdueixen cada vegada un major desequilibri, un estat d'entropia, de desordre. Sense negar la veracitat d'aquesta llei, Prigogine va considerar que els sistemes vius són sistemes oberts en els quals la inestabilitat no destrueix el sistema sinó que produeix un nou ordre i crea una major complexitat. En definitiva, en una situació de molt desequilibri apareixen elements d'indeterminació (no predictibles) que introdueixen un ordre i una major complexitat.

Tot i que un sistema humà, un sistema social, no és un sistema en equilibri, constantment es produeixen pertorbacions, desviacions que forcen una reorganització i ajust constants. En aquest sentit, l'ordre i el desordre «cooperen» per a l'organització del sistema fins a l'extrem que cal el desordre per a la producció de l'ordre. Ras i curt, aquesta relació dialèctica forma part de la complexitat dels sistemes.

3. LA CIBERCULTURA

Durant molts anys, la utilització del terme *cibernètica* ha estat reservada als estudiosos i als especialistes en aquest àmbit de treball. El seu ús era molt poc freqüent en revistes o en la premsa diària, però això va canviar totalment a partir dels anys noranta. La paraula *cibernètica* s'utilitza, en primer lloc, associada a l'ús de la tecnologia informàtica i, posteriorment, a l'ús de les xarxes de comunicació. Això no obstant, en aquest ús més massificat, el mateix terme es veu mutilat i apareixen noves unions com ara *ciberespai*, *cibercultura*, *ciberfeminisme*, *cibersexe*, etc. No parlaré aquí de tots els *cibers* generats, sinó que em centraré en l'ús del concepte de *cibercultura*, que utilitzaré com a sinònim de *ciberespai*, i els faré servir indistintament.

La cibercultura fa referència a tots els canvis d'índole cultural que s'estan generant com a conseqüència de la utilització de la informàtica com a mitjà d'informació i comunicació. La cibercultura té la peculiaritat d'estar desproveïda de centre, de línies directrius, d'entitats lligades a un temps i a un espai. En aquest sentit, com diu P. Virilio (1997), no es parla de cibercultura per casualitat, ja que les autopistes de la informació estan unides a un fenomen de *feedback*, de re-

troacció constant; la interactivitat marca l'aspecte fonamental del sistema social actual.

La cibernètica que fonamenta el funcionament de la xarxa no es basa únicament en models de circularitat sinó que, segons la meua opinió, s'aproxima molt més al model de complexitat elaborat per la cibernètica de segon ordre. Amb el desenvolupament de les xarxes de comunicació, especialment d'Internet, que creix dia a dia de manera exponencial, es dibuixa una societat amb una visió circular del món que s'autoenllaça i s'autoreprodueix. Si un sistema pot ser vist en forma circular, estem davant d'un sistema en què és molt difícil diferenciar-ne les formes i els límits. Des del punt de vista cibernètic, podem considerar la societat com un sistema orgànic vivent basat en la comunicació i la informació que es genera i s'introdueix segons la seva funcionalitat. No hi ha missatges fora de context, separats d'una comunitat. Tots els missatges formen part d'una comunitat activa, són plens de vida i moren quan deixen de tenir sentit dins del context en què han estat generats.

En definitiva, «aquesta concepció permet tractar les xarxes com circulacions sense començament ni fi, en la mesura que els seus *enllaços* són múltiples, i els seus adreçaments, complexos. Se la recollirà sota la forma d'una visió circular del món i els seus embolcalls successius; visió d'un interior orgànic que s'autoenllaça per a una reproducció així mateix *auto*» (Sfez, 1995). No només és un sistema obert sinó que és molt difícil diferenciar-ne la forma i els límits. Tant és així que l'ordre i el desordre es generen a través de la interacció i la participació activa dels usuaris, que són alhora productors i consumidors del sistema: no hi ha un centre i, per tant, el sistema està constituït per xarxes de xarxes.

Segons Lévy (1998), la cibercultura és l'universal sense totalitat. Ben mirat, el ciberespai no genera una cultura de l'universal perquè és a tot arreu, sinó perquè la seva forma o la seva idea impliquen de dret el conjunt dels éssers humans. *Connectar-se, estar connectat* són expressions freqüents. La connexió és una altra característica important de la cibercultura. Com esmentava prèviament, és un bé en si mateix, i per tant un dret. Estar connectat representa ser en el món, formar part del sistema, fet que alhora et permet ser creador de nous sistemes. La connectivitat és condició necessària per a la comunicació a través de la xarxa fins al punt que les formes comunicatives estan transformant-se dins de la xarxa a través de la creació de les comunitats virtuals que es construeixen sobre afinitats, interessos i coneixements independentment de la proximitat geogràfica. En realitat, són comunitats molt diverses pel que fa a composició i també pel que fa a estructura i forma comunicativa. Efectivament, les formes comunicatives cada vegada són més variades i, al contrari del

que sembla que opinen molts autors, no crec que siguin excloents d'altres formes de comunicació. Un exemple ben clar: l'ús del correu electrònic no està eliminant l'ús del telèfon.

En el ciberespai el temps i l'espai també es veuen alterats. La velocitat ha anat augmentant amb el desenvolupament de la tecnologia, però mai fins ara el creixement havia estat tan ràpid. Per això, a la societat informacional hi ha una ruptura del ritme i dels cicles vitals. «El temps atemporal es dóna quan les característiques d'un context determinat, és a dir, el paradigma informacional i la societat-xarxa, provoquen una pertorbació sistèmica en l'ordre seqüencial dels fenòmens realitzats en el context» (Castells, 1997, p. 499). D'aquesta manera, com afirma Kerckhove (1999), el repte de la societat actual no és accelerar la informació sinó alentir-la per ser capaços d'adaptar-nos al nou ritme del ciberespai.

Com assenyalava E. Havelock (1996), el pas de l'oralitat a l'escriptura a Grècia marcà un canvi fonamental en el desenvolupament del pensament occidental. L'escriptura va suposar un canvi no només del mitjà de comunicació sinó de la forma de consciència. L'escriptura va servir per fixar el coneixement, les regles i les normes socials. «No és la creativitat, sigui el que aquesta sigui, sinó el record i la memòria els que contenen la clau de la nostra existència civilitzada» (Havelock, 1996, p. 104). El llenguatge parlat queda fixat en un vocabulari i en un ordre fixador.

La manera d'usar els sentits i la nostra manera de pensar estan relacionades en la transició de l'oralitat a l'escriptura. L'oralitat emfatitzava l'oïda i la boca, l'escriptura emfatitza l'ull i la mà. A causa d'aquest canvi, la civilització occidental ha utilitzat el llenguatge escrit com a font de desenvolupament del coneixement i del propi pensament, de manera que la racionalitat s'explicita a través del propi llenguatge, que organitza i fixa el coneixement. Per aquest motiu, McLuhan considera que la civilització occidental ha estat centrada en el desenvolupament de l'hemisferi esquerre del cervell i això ha contribuït al desenvolupament del raonament quantitatiu.¹ En canvi, la cultura oriental ha mantingut l'espai acústic projectat cap a l'hemisferi dret, i ha desenvolupat un pensament més qualitatiu, més holístic.

Els mitjans de comunicació i les tecnologies posseeixen una estructura fonamentalment lingüística, ja no hi ha un predomini de l'escriptura sinó del que és visual. La informació generada a la xarxa està més pròxima a la cultura de l'o-

1. En el cervell esquerre predominen els aspectes racionals (pensament logicomatemàtic, seqüencial, analític, etc.). En canvi, en el cervell dret predominen els aspectes emocionals, intuïtius, la visió holística.

ralitat que a la cultura de l'escriptura, encara que amb canvis importants. La informació no es transmet de generació a generació sinó que és volàtil, es crea i desapareix quan deixa de ser funcional per a la comunitat que l'ha generat. Tot-hom pot produir informació, per la qual cosa no hi ha diferència entre productor i consumidor.

Els canvis cognitius no són ràpids. Hem trigat molts segles a conèixer la influència de l'escriptura en el pensament i no és possible saber com les tecnologies de la informació i la comunicació alteraran la nostra cognició. El que sí és clar és que, necessàriament, hi haurà una alteració que ja estem vivint però que encara no podem analitzar amb exactitud. Actualment, la pedagogia ha d'afrontar grans reptes, però potser el més important és l'ensenyament del pensament complex.

4. LA PEDAGOGIA DE LA INCERTESA

Tal com assenyala McLuhan (1997), tota nova tecnologia amplifica, exterioritza i modifica moltes funcions cognitives. A la societat informacional, hi ha clares modificacions en la memòria (bases de dades, hiperdocuments, fitxers de tota mena), la imaginació (simulacions), la percepció (realitats virtuals, telepresència) i la comunicació. Malgrat aquestes modificacions i els canvis que la cibercultura va produint, la realitat és que continuem ensenyant aïllant objectes, separant disciplines, dissolent problemes, desintegrant realitats. D'aquesta manera impedim que els infants aprenguin a contextualitzar i a relacionar la informació, i, el que és més greu, continuem reproduint formes de raonament causal difícilment sostenibles.

El coneixement és organització i posada en relació, i el pur accés a la informació no és suficient per assolir l'aprenentatge. Per això, estic d'acord amb Morin, qui considera que el gran repte de la pedagogia actual és la reforma del pensament. «Conèixer i pensar no és arribar a una veritat precisa, és dialogar amb la incertesa» (Morin, 1999, p. 66). Cal aprendre a mirar d'una altra manera i, en aquesta línia, el desenvolupament del pensament complex permet ajudar-nos a obtenir aquesta dimensió contextual, globalitzadora i integradora més d'acord amb els mitjans tecnològics, font d'informació i coneixement de la societat actual. En definitiva, la pedagogia de la incertesa no és altra que la del diàleg entre informacions i coneixements. És la recerca cap a la visió del tot com quelcom més que les sumes de les parts, és la recerca de generar coneixements en un món canviant i gens previsible.

BIBLIOGRAFIA

- CAPRA, F. *La trama de la vida*. Barcelona: Anagrama, 1998.
- CASTELLS, M. *La era de la información*. Vol. I. Madrid: Alianza, 1997.
- COLOM, A. «Pedagogía cibernética». A: *Diccionario de ciencias de la educación*. Madrid: Santillana, 1983.
- COUFFIGNAL, L. *La cibernética*. Barcelona: A. Redondo, 1969.
- CUBE, F. *La ciencia de la educación*. Barcelona: CEAC, 1977.
- FOERSTER, H. von. *Las semillas de la cibernética*. Barcelona: GEDISA, 1991.
- GLASERSFELD, I. «Introducción al constructivismo radical». A: WATZLAWICK, P. [ed.]. *La realidad inventada*. Barcelona: GEDISA, 1988, p. 20-37.
- «Despedida de la objetividad». A: WATZLAWICK, P.; FRIEG, P. [ed.]. *El ojo del observador*. Barcelona: GEDISA, 1994, p. 19-31.
- GROS, B. «Pensar sobre la educación desde una concepción sistémico-cibernética». *Teoría de la Educación*, núm. 8 (1996), p. 81-94.
- «De la cibernética clásica a la cibercultura: herramientas conceptuales desde donde mirar el mundo cambiante». *Revista Electrónica de Teoría de la Educación* [en línea]. 2000. <<http://www.ucm.es/info/the/site/>>
- HAVELOK, E. *La musa aprende a escribir*. Barcelona: Paidós, 1996.
- KERCKHOVE, D. *La piel de la cultura*. Barcelona: GEDISA, 1999.
- KURZWEIL, Ray. *La era de las máquinas espirituales*. Barcelona: Planeta, 1999.
- LANDA, L. *Cibernética y pedagogía*. Barcelona: Labor, 1972.
- LÉVY, P. *La cibercultura, el segon diluvi?* Barcelona: UOC: Proa, 1998.
- LEYDESDORFF, L. «Luhmann, Habermas, and the Theory of Communication». *Systems Research and Behavioral Science* (1999).
- LUHMANN, N. *Sistemas sociales*. Barcelona: Anthropos, 1998.
- MARUYAMA, M. «The Second Cybernetics: Deviation-Amplifying Mutual Causal Processes». A: BUCKLEY, W. [ed.]. *Modern systems research for the behavioral scientist*. Chicago: Aldine, 1968.
- «La ciencia y la vida cotidiana: la ontología de las explicaciones científicas». A: WATZLAWICK, P.; FRIEG, P. [ed.]. *El ojo del observador*. Barcelona: GEDISA, 1994, p. 157-195.
- MATURANA, H. *La realidad: ¿objetiva o construida?* Barcelona: Anthropos, 1995.
- MCLUHAN, E.; ZINGRONE, F. [comp.]. *McLuhan: Escritos esenciales*. Barcelona: Paidós.
- MCLUHAN, M. *El medio es el mensaje: Un inventario de efectos*. Barcelona: Paidós, 1997.
- MCLUHAN, M.; POWERS, B. *La aldea global*. Barcelona: GEDISA, 1993.
- MORIN, E. *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: GEDISA, 1994.
- *La tête bien faite*. París: Seuil, 1999.
- SANVISENS, A. *Cibernética de lo humano*. Vilassar de Mar: Oikos-Tau, 1984.

- SFEZ, L. *Crítica de la comunicación*. Buenos Aires: Amorrortu, 1995.
- STEFFE, L.; GALE, J. *Constructivism in Education*. Nova Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1995.
- VARELA, F.; THOMPSON, E; ROSCH, E. *De cuerpo presente: Las ciencias cognitivas y la experiencia humana*. Barcelona: GEDISA, 1992.
- VILAR, S. *La nueva racionalidad*. Barcelona: Kairós, 1997.
- WIENER, N. *Cibernética y sociedad*. Buenos Aires: Editorial Sudamericana, 1960.
- WILBER, K. *Sexo, ecología y espiritualidad*. Madrid: Gaia, 1995.
- *Breve historia de todas las cosas*. Barcelona: Kairós, 1996.