

Del bucle a la incertesa: l'evolució de la mirada cibernètica a la pedagogia

Begoña Gros Salvat*

Es pot pensar que de la cibernètica nascuda els anys 40 al desenvolupament aconseguit per les tecnologies de la informació i la comunicació a l'actualitat hi ha una diferència tan enorme que poc o res representen ja les contribucions de Wiener o Bertalanffy als nostres dies. Tot i això, la cibernètica, com la teoria de sistemes, ha anat evolucionant i madurant amb el temps, i podem afirmar que ara més que mai es fan evidents moltes de les concepcions i de les idees simplement apuntades i intuïdes per aquests científics. La diferència entre la cibernètica dels anys cinquanta i la cibernètica actual consisteix que la seva influència no només arriba al terreny científic o a l'enginyeria sinó a les formes de comunicació, a les maneres d'aprendre, als temps de vida i, en definitiva, a la nostra percepció del món.

En aquest article, tractarem d'oferir una visió general de l'evolució de la cibernètica, des de les aportacions de Wiener fins al desenvolupament del pensament de la complexitat, amb objecte de mostrar la importància del pensament cibernètic actual com a marc teòric des d'on analitzar la societat profundament cibernètica en què estem vivint.

L'evolució del pensament cibernètic ha afectat també de manera profunda la mirada que des de l'educació s'ha anat realitzant al llarg del temps. En aquest sentit, el nostre objectiu és mostrar els canvis en la mirada cibernètica des de la pedagogia, i tractarem de reivindicar el pensament complex com a marc de referència per a la reforma dels mètodes d'anàlisi i d'investigació pedagògica.

* Begoña Gros Salvat és professora titular del Departament de Teoria i Història de l'Educació de la Universitat de Barcelona. Des de 1986 imparteix l'assignatura de Pedagogia Cibernètica i Teoria de Sistemes. Està especialitzada en la recerca sobre la utilització de les tecnologies de la informació i la comunicació en l'àmbit educatiu. Ha publicat articles en revistes nacionals i internacionals i és autora, entre d'altres, dels llibres *Diseños y programas educativos* (1997), *Jugando con videojuegos* (1998) i *El ordenador invisible* (2000).

Adreça professional: Dept THE. Universitat de Barcelona. Campus de la Vall d'Hebron. Pg. de la Vall d'Hebron, 171. 08035 Barcelona. Adreça electrònica: thbgs01d@d5.ub.es

El bucle: la cibernètica de primer ordre

Durant la II Guerra Mundial, la tecnologia militar nord-americana aposta amb gran força per la investigació en els terrenys de la comunicació i la millora del disseny i del desenvolupament de la tecnologia militar. Per aquest motiu, apareixen en poc temps tot un conjunt d'investigacions que serviran de base a la creació d'estudis importants sobre la informació i la comunicació que contribueixen també al naixement de la cibernètica. D'aquesta manera, les aportacions de N. Wiener, la figura clau d'aquesta disciplina, estan vinculades a les investigacions militars dutes a terme per a la creació de mecanismes de control de l'artilleria antiaèria que tenen capacitat per regular la seva pròpia trajectòria. El disseny d'aquests mecanismes conduí Wiener a l'estudi del procés de regulació dels organismes vius, amb la qual cosa va poder comprovar com qualsevol sistema viu posseeix mecanismes d'autoregulació que li permeten mantenir estats d'equilibri. Davant una pertorbació, un desequilibri, els organismes reaccionen en sentit contrari a l'element pertorbador amb la finalitat d'arribar a aconseguir de nou l'equilibri. D'aquesta manera, Wiener aconseguí dissenyar un model matemàtic sobre el control i la regulació de processos, i precisament la introducció de la idea de circularitat a través del concepte de retroalimentació o *feedback* és l'aportació més destacada i coneguda de la cibernètica.

La retroalimentació es defineix com la capacitat de resposta d'un sistema per al manteniment del seu equilibri. La retroalimentació és, doncs, un mecanisme que condueix a la regulació d'un sistema. La utilització del concepte de retroalimentació trenca amb la idea de causalitat tradicional, en què els efectes s'encadenen de manera lineal. Per contra, el concepte de retroalimentació condueix a la descripció de processos circulars. Un bucle de retroalimentació és una disposició circular d'elements connectats, en el qual una causa inicial es propaga al voltant de les anelles successives del bucle, de manera que cada element té efecte sobre el següent, fins que el darrer element torna a retroalimentar l'efecte sobre el primer que inicià el procés. La causalitat circular és sempre a través d'un procés.

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

El 1968, Maruyama va introduir el concepte de retroalimentació positiva, el qual, a diferència de la retroalimentació negativa, amplifica la des-

viació. Aquest tipus de retroalimentació condueix a una desviació cada vegada més gran respecte a l'estat ideal. Per aquest motiu, la retroalimentació positiva pot conduir a la destrucció del sistema. No obstant això, també es pot convertir en un mecanisme de creació de nous sistemes o de reestructuració dels que ja existeixen. La utilització d'aquest concepte ha permès explicar l'evolució dels sistemes socials i humans en els quals es complementen i s'entrecreuen els dos tipus de retroaccions.

A més del concepte de retroacció, la informació és, per a la teoria cibernètica, un element clau per a la organització del sistema. El que l'enllaç circular dels components retroalimenta no és només matèria i energia, sinó que allà hi ha un procés informacional i organitzacional. Determinar el significat del terme informació, tot i la seva clara importància, continua sent molt problemàtic. Com afirma Morin: «no podemos decir casi nada acerca de ella, pero tampoco podemos prescindir de ella» (1994, p. 47).

El concepte d'informació utilitzat per la cibernètica troba el seu origen en la teoria comunicativa de Shannon i Weaver, que tractava de la transmissió de missatges i que 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 en les telecomunicacions. A aquesta dimensió de la informació, la cibernètica li afegeix un sentit organitzatiu. De fet, el que fa un «programa» portador d'informació és comunicar un missatge a una màquina que computa un cert nombre d'operacions.

Com afirma Capra: «Wiener enfatizó también el hecho de que el mensaje codificado es esencialmente un patrón organizador, y esbozando la analogía entre tales patrones de comunicación y las pautas de organización en los organismos, sentó las bases de la visión de los organismos vivos en términos de patrones» (1998, p. 83).

En definitiva, l'aportació oferta per la perspectiva cibernètica de major interès és la concepció de la informació com a element d'organització.

La teoria cibernètica i la teoria de sistemes es desenvolupen a la vegada i les connexions entre ambdues són molt importants. La major part dels autors sistèmics 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 ambdues visions i, de fet, a partir d'aquest moment em referiré sovint a aspectes de la teoria de sistemes per poder comprendre millor la mateixa cibernètica.

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 parts, els elements, no tenen propietats intrínseques i, en conseqüència, només es poden entendre des del context del tot. Per tant, el pensament sistèmic és un pensament contextual, ja que el procés i els canvis marquen la dinàmica fonamental dels sistemes.

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, mostren la forma del sistema, la seva cartografia. En aquest sentit, l'estructura pot ser mesurada, analitzada quantitativament mentre que al patró només ens hi podem aproximar 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 formen part d'una determinada realitat. La perspectiva sistèmica és contextual i, per tant, no només cerca l'anàlisi de l'estructura, sinó també la qualitat del sistema estudiat.

El patró d'estudi de la teoria cibernètica està basat en la comunicació i en el control basat en la idea de circularitat. Qualsevol sistema viu es desenvolupa a través de processos circulars generats per la comunicació i controlats des del mateix sistema. En un sistema viu, l'evolució es basa en el procés que s'estableix entre els vincles establerts pel patró i l'estructura. «Un sistema vivo es a la vez abierto y cerrado: abierto estructuralmente, pero cerrado organizativamente. La materia y la energía fluyen a través de él, pero el sistema mantiene una forma estable y lo hace de manera autónoma, a través de su autoorganización» (Capra, 1999, p. 182).

L'afany de bona part dels cibernètics ha consistit a descobrir els patrons d'organització comuns a tots els éssers vius. Aquest és el cas de Bateson, Maturana y 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'afany de tots aquests autors ha aconseguit desenvolupar teories integradores de l'home en les quals les diverses dimensions vitals –percepció, emoció, acció, llenguatge, etc.– queden incloses en una sola xarxa cognitiva de la ment humana.

La incertesa: la cibernètica de segon ordre

El 1958, Heinz von Foerster efectua una revisió crítica de la teoria de Wiener i conclou que la cibernètica que aquest havia desenvolupat introduïa canvis importants però que no suposava una ruptura epistemològica, ja que es continuava aplicant el model de la ciència clàssica pel qual l'observador està a fora de l'objecte (del sistema, en aquest cas) i és capaç d'estudiar-lo amb objectivitat. Von Foerster considerà que la cibernètica

havia d'anar més enllà i fer front a un nou model epistemològic en el qual l'observador formés part del sistema estipulant els seus propis objectius, el seu propi paper en si mateix. A partir d'aquest instant s'efectua una distinció entre la cibernètica clàssica o cibernètica de *primer ordre* i la cibernètica de *segon ordre*, denominada també teoria de la complexitat. La pregunta que es fa la cibernètica de primer ordre es pot formular de la manera següent: 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 ara von Foerster, Glasersfeld, Bateson, Prigogine, Maturana, Morin i Varela, entre d'altres, i actualment molts dels seus principis han quedat també plasmatats en la teoria dels sistemes complexos o teoria de la complexitat.

La teoria cibernètica de segon ordre introdueix una sèrie de canvis de mirada de gran interès que sintetitzaré en tres aspectes: la construcció de la realitat, la autoorganització dels sistemes i el concepte d'entropia.

LA CONSTRUCCIÓ DE LA REALITAT

En realitat, la cibernètica de segon ordre és una teoria d'un caràcter fortament epistemològic. Es qüestiona la concepció de la ciència clàssica en la qual existeix 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, que existeix independentment que aquesta sigui coneguda per l'home. Per contra, l'epistemologia desenvolupada per la cibernètica de segon ordre s'arrela a la filosofia kantiana i considera que «el mundo de la experiencia, ya se trate de la experiencia cotidiana o de la experiencia de laboratorio, constituye la piedra de toque para nuestras ideas.» (Glasersfeld, 1988, p. 23). En aquest sentit, el coneixement no implica una correspondència amb la realitat.

Glasersfeld (1988) utilitza les paraules angleses *match* (correspondre) i *fit* (encaixar) per explicar les diferències entre ambdues 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, com afirma Maturana, «el observador se hace en la observación y cuando el ser humano que es el observador muere, el observador y la observación llega a su fin» (1994, p. 158).

La perspectiva desenvolupada per la cibernètica de segon ordre és, en definitiva, una perspectiva constructivista. De fet, autors com ara von Fo-

erster o Glasersfeld es presenten actualment com a representants del *constructivisme radical* (Glasersfeld, 1998; 1994; Von Foerster, 1991).

Aquest tipus de constructivisme és molt semblant al que va desenvolupar Piaget. Des d'aquesta perspectiva cibernètica, la construcció és el resultat de l'autoregulació del sistema. 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 de l'experiència del subjecte i no per descriure una veritat o una realitat ontològica objectiva. El coneixement és, doncs, com un mapa de senders d'accions i pensaments que, en el moment de l'experiència, s'han convertit en viables.

El concepte de *viabilitat* fou establert per Glasersfeld (1988) i fa referència als conceptes que són útils per a la supervivència. Segons aquest autor, a la praxi, el judici d'una teoria rep el suport, únicament i exclusiva, del fet que fins ara no ha fracassat. El coneixement ha de ser viable, s'ha d'adequar als nostres propòsits. De 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. El que interessa és que els esdeveniments que construeix encaixin prou bé per assegurar-ne la seva viabilitat.

ELS SISTEMES S'AUTOORGANITZEN

Com ja he remarcat 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. La cibernètica de segon ordre introdueix el concepte d'autoorganització i la idea de complexitat per completar aquesta visió. En aquest context, els processos de circularitat ja no només es basen en els mecanismes de retroalimentació negativa, sinó que la retroalimentació positiva mostra que en determinats moments la recerca de l'equilibri comporta una desviació més gran i, per això, el sistema s'acaba reestructurant o creant nous patrons de funcionament.

El concepte d'autoorganització de la cibernètica de segon ordre es basa en les aportacions realitzades el 1974 per Maturana i per Varela sobre l'autopòiesi.¹ Aquests biòlegs consideren que tots els sistemes vius posseeixen una capacitat autoprodutiva, la qual cosa permet que els sistemes es regenerin contínuament per tal de mantenir la seva organització i mantenir un equilibri dinàmic. Un sistema autopoietic és producte i productor a la vegada.

L'autopòiesi s'ha utilitzat no només per descriure els sistemes biològics, sinó també per explicar el funcionament dels sistemes socials. De fet, fou Luhmann qui inicià aquesta línia de treball i ha desenvolupat una important

(1) Aquest terme prové del grec. *Poiesis* significa producció.

teoria sobre els sistemes socials (Luhmann, 1998), basada precisament en aquest concepte. Per Luhmann, l'autopòiesi dels sistemes socials es realitza a través dels mecanismes de comunicació. Cada sistema social es consolida utilitzant uns codis comunicatius propis que ajuden a definir i a perpetuar el sistema. D'aquesta manera, els codis usats en economia, educació, política, religió, etc., elaboren unes estructures i unes interaccions pròpies i diferenciades entre els elements del sistema. Des d'aquest punt de vista, el subjecte, la persona, es troba a la frontera dels diferents sistemes i hi interactua constantment.

La utilització del concepte d'autopòiesi en l'àmbit social no és unànime entre tots els autors de la teoria de la complexitat. De fet, existeixen importants crítiques d'autors com ara Habermas i Leydesdorff (Leydesdorff, 1999), que consideren que no és possible realitzar una extrapolació de l'autopòiesi biològica als sistemes socials. Maturana (1995) tampoc no veu els sistemes socials com autopoietics, sinó més aviat com el medi en què els humans realitzen la seva autopòiesi biològica a través del llenguatge. Per Varela (1992), l'autopòiesi ha de ser estudiada en relació amb la cognició, que és la part integrant de la manera com un organisme viu interactua amb el seu entorn.

En definitiva, la diferència fonamental entre el primer concepte d'autoorganització de la cibernètica i els models posteriors consisteix 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.

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 desequilibri més gran, 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 complexitat més gran. En definitiva, en una situació de molt desequilibri apareixen elements d'indeterminació (no es poden predir), que introdueixen ordre i també una major complexitat.

Un sistema humà, un sistema social, no és un sistema en equilibri. Per contra, constantment es produeixen perturbacions, desviacions que forcen a una constant reorganització i ajustament. En aquest sentit, l'ordre i el desordre «cooperen» per a l'organització del sistema. El desordre és necessari per a la producció de l'ordre. Aquesta relació dialèctica forma part de la complexitat dels sistemes i és precisament el que caracteritza la teoria de la complexitat.

Però la complexitat no implica únicament majors quantitats d'unitats i interaccions que cal considerar; també comprèn incertesa, indeterminacions i fenòmens aleatoris. En un sentit, la complexitat està relacionada amb l'atzar. D'aquesta manera, com afirma Morin, «la complejidad coincide con un aspecto de incertidumbre, ya sea en los límites de nuestro pensamiento, ya sea inscrita en los fenómenos. Pero la complejidad no se reduce a la incertidumbre, es la incertidumbre en el seno de los sistemas ricamente organizados» (1994, p. 60).

Els inicis de la pedagogia cibernètica

Hem realitzat una breu descripció dels canvis conceptuals efectuats en la cibernètica durant els darrers cinquanta anys. Com veurem en aquest apartat, existeix també una evolució en el pensament pedagògic cibernètic, que manté un estret paral·lelisme amb els canvis comentats prèviament.

Probablement una de les majors realitzacions de la cibernètica no va ser el seu desenvolupament matemàtic, sinó la repercussió en àmbits molt diversos dels conceptes generats per aquesta teoria. En realitat, no hi ha cibernètics, sinó sociòlegs, enginyers, economistes, pedagogos, epistemòlegs, etc., que incorporen la mirada cibernètica als seus camps d'estudi. Aquest fet donarà lloc a nous enfocaments basats en el model informacional desenvolupat per la cibernètica. La pedagogia no és un cas diferent. Aquest fet queda clarament reflectit en la definició donada per A. J. Colom en el *Diccionari de Ciències de l'Educació*, en referir-se a la pedagogia cibernètica: «tendría como objetivo el plantear el basamento cibernético como forma de pensamiento para desarrollar y comprender cualquier aspecto y fenómeno de índole educativo» (1983, p. 23).

Com assenyala aquest autor, el que fa la pedagogia cibernètica és mirar el món educatiu a través dels conceptes cibernètics. Com ja he afirmat en anteriors ocasions (Gros, 1996; 2000), considero que la perspectiva cibernètica constitueix una teoria forta des de la qual es pot analitzar el món social i educatiu.

Les primeres aplicacions de la cibernètica a la pedagogia es comencen a manifestar els anys seixanta. Tot i això, convé esmentar que la pedagogia cibernètica desenvolupada en aquest moment pren de la teoria cibernètica les seves aportacions com a teoria del control, entenent aquest des d'un punt de vista bastant determinista. Un bon exemple l'ofereixen els treballs de Louis Couffignal, pedagog francès que impulsà els estudis cibernètics i que ressaltà la importància de la regulació com a clau fon-

mental dels sistemes. Per Couffignal, la cibernètica es defineix com «el arte de hacer eficaz la acción» (1969, p. 30).

Segons Couffignal, l'acció educativa s'exerceix sobre una regió limitada, la seva duració pot limitar-se i la seva execució es dirigeix vers una finalitat proposada. Dins aquest esquema, considera que la importància de la cibernètica resideix a dissenyar sistemes d'actuació i de mesura de l'eficàcia aconseguida. Les aportacions de Couffignal, com les d'autors com ara Landa (1972), Frank i Meder (1976), van deixar sentir la seva influència principalment en el camp de la didàctica i en el disseny instruccional. El seu objectiu bàsic era millorar l'ensenyament en contextos formals, i prenia la cibernètica com a marc per arribar a desenvolupar una pedagogia més científica i eficaç.

Les propostes derivades d'aquest tipus de pedagogia cibernètica no resulten molt diferents de les elaborades des de models conductistes o tecnològics. En aquesta última línia podem trobar els treballs de Felix von Cube (1977), el qual determina la figura del pedagog com un tècnic que se situa fora del sistema escolar. Coneixent quines són les finalitats del pedagog (determinades pel sistema social), ha d'estudiar la millor manera d'organitzar el sistema i les estratègies didàctiques que permetin aconseguir les esmentades finalitats. El pedagog observa el sistema escolar, però se'n troba fora.

Aquesta línia del pensament pedagògic cibernètic no ha tingut massa continuïtat i, segons la meua opinió, va tenir un paper bastant negatiu per al mateix pensament cibernètic, ja que va contribuir a donar-li una imatge molt mecanicista i, per tant, ha estat objecte de crítiques des dels seus inicis per corrents de pensament molt més innovadors.

Aquesta visió crítica ja va ser desenvolupada en el seu moment pel professor Alexandre Sanvisens, que fou l'introduïdor de la teoria cibernètica i de la teoria de sistemes al nostre país i a qui devem el seu desenvolupament i la seva important influència en la pedagogia dels anys setanta i vuitanta. A. Sanvisens introduí la teoria cibernètica a finals dels anys cinquanta, i va desenvolupar una aplicació pedagògica completament diferent de les descrites prèviament.² Des d'una perspectiva fonamentalment teòrica, Sanvisens adoptà el model sistemicocibernètic per tal de mostrar com aquest sistema permet explicar els trets de l'educació, i destaca així el seu caràcter processal, la importància dels processos reguladors i la idea d'educació com un procés que millora, que optimitza, el funcionament del mateix sistema. La perspectiva de Sanvisens suposa un aclariment del concepte d'educació. Ens proporciona una nova manera d'abordar-lo i in-

(2) Sanvisens, A.: *Cibernètica de lo humano*. Vilassar de Mar: Oikos-Tau, 1984. Com a ampliació de la perspectiva desenvolupada per Sanvisens, convé també llegir els treballs de Martínez, M.: *Inteligencia y Educación*. Barcelona: PPU, 1986; Puig, J.: *Teoría de la educación. Una aproximación Sistémico-cibernética*. Barcelona: PPU, 1986; i l'obra de Castillejo, J.L. i Colom, A. J.: *Pedagogía Sistémica*. Barcelona, Ceac, 1987.

trodeix, a més, nocions com ara l'autoorganització o la retroacció anticipatòria, que no havien estat utilitzades en l'àmbit educatiu pels seguidors de Wiener.

En definitiva, a partir de la pedagogia cibernètica desenvolupada per Sanvisens s'ha pogut descriure més rigorosament l'educació i s'ha emfasitzat en els fenòmens d'intercanvi d'informació, en la informació utilitzada pel mateix control del sistema, en un sentit optimitzador d'adaptació a una situació (*feedback*), a una finalitat (*feedbefore*) i al medi (regulació).

A més d'interpretar cibernèticament el fet educatiu, Sanvisens utilitza també l'expressió *cibernètica pedagògica* per referir-se a l'aplicació pedagògica i educativa de la cibernètica; un àmbit que, sense cap mena de dubte, té actualment una importància molt rellevant atesa la utilització cada vegada més gran de les tecnologies en l'educació.

Durant les dues darreres dècades, els desenvolupaments més importants de la cibernètica s'han produït en el terreny de la teoria de la complexitat i en aquest context la major part dels usos pedagògics de la cibernètica se centren en els terrenys sociològic i cognitiu. Trobem fonamentalment estudis i reflexions a partir de les aportacions de Maturana, Varela, Luhmann i un grup nombrós d'autors argentins i xilens que mantenen una línia de desenvolupament molt activa.³ Als EUA els esforços s'han centrat a conjuminar els fonaments del corrent cibernètic amb la pedagogia constructivista (L. Steffe i J. Gale, 1995).

També és molt interessant l'aportació de Morin des de la teoria de la complexitat, que ha incidit en àmbits epistemològics, sociològics i en estudis ecològics. En la seva darrera obra titulada *La tête bien faite* (Morin, 1999), aquest autor presenta una proposta educativa basada en la reforma del pensament. Per Morin, els principis del pensament complex —el principi sistèmic, retroactiu, recursiu, autoorganitzatiu, hologràfic, etc.— constitueixen la base des de la qual la pedagogia ha de construir la seva reforma, que ha de tenir com a objectiu modificar la forma del pensament actual, basat en el model de la ciència clàssica i en el raonament logico-binari, que no és sostenible en el món actual.

Aquesta línia de desenvolupament coincideix amb els canvis produïts per les tecnologies de la informació i la comunicació cap a una societat de la informació, bona part del funcionament i característiques de la qual només es poden comprendre des d'un model sistèmic complex d'anàlisi, tal com tractarem de mostrar.

(3) Molts dels treballs i referències d'aquests autors es poden trobar a l'adreça d'Internet següent: <http://www.colciencias.gov.co/redcom/>

La cibercultura

Durant molts anys, l'ús del terme «cibernètica» ha estat reservat als estudiosos o especialistes en aquest àmbit de treball. Era molt poc freqüent el seu ús en revistes o a la premsa diària. Tanmateix, aquest fet canvia totalment a partir dels anys 90. La paraula cibernètica s'empra, en primer lloc, associada a l'ús de la tecnologia informàtica i, posteriorment, a l'ús de les xarxes de comunicació. No obstant això, en aquest ús més massiu, el 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 cibercultura, que prendré com a sinònim de ciberespai, i els usaré 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 de 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 retroalimentació, de retroacció 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 de manera circular, estem davant d'un sistema del qual és molt difícil diferenciar les formes i límits. Des del punt de vista cibernètic, podem considerar la societat com un sistema orgànic vivent basat en la comunicació i en 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, estan plens de vida i moren quan deixen de tenir sentit dins del context en què han estat generats.

En definitiva: «Esta concepción permite tratar las redes como circulaciones sin comienzo ni fin, en la medida en que sus «empalmes» son múltiples, y sus encaminamientos, complejos. Se la recogerá bajo la forma de una visión circular del mundo y sus envolturas sucesivas; visión de un interior orgánico que se autoenlaza para una reproducción asimismo «auto»» (Sfez, 1995). No només és un sistema obert, sinó que és molt difícil diferenciar la seva forma i els seus límits. L'ordre i el desordre es generen a través de la interacció i de la participació activa dels usuaris que

són, a la vegada, productors i consumidors d'aquest sistema. No hi ha un centre i, per tant, el sistema està constituït per xarxes de xarxes.

Segons Lèvy (1998), la cibercultura és l'universal sense totalitat. 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 al món, formar part del sistema, la qual cosa permet, al seu torn, ser creador de nous sistemes. La connectivitat és una condició necessària per a la comunicació a través de la xarxa. Les formes comunicatives s'estan transformant dins la xarxa a través de la creació de les comunitats virtuals que es construeixen sobre afinitats, interessos i coneixements, independentment de la proximitat geogràfica. Són comunitats molt diverses en la seva composició i també en la seva estructura i forma comunicativa.

Les formes comunicatives són cada vegada més variades i, al contrari del que molts autors semblen opinar, no crec que siguin excloents d'altres formes de comunicació. L'ús del correu electrònic no està eliminant l'ús del telèfon.

Al 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 no havia estat tan ràpid. Per això, en la societat de la informació hi ha una ruptura del ritme i dels cicles vitals. «El tiempo atemporal se da cuando las características de un contexto determinado, a saber, el paradigma informacional y la sociedad-red, provocan una perturbación sistémica en el orden secuencial de los fenómenos realizados en el contexto» (Castella, 1998, p. 499). D'aquesta manera, com afirma Kerchove (1999), el repte de la societat actual no és accelerar la informació, sinó alentir-la per tal de ser capaços d'adaptar-nos al nou ritme del ciberespai.

Com assenyala E. Havelock (1996), el pas de l'oralitat a l'escriptura a Grècia va marcar un canvi fonamental en el desenvolupament del pensament occidental. L'escriptura suposà un canvi no només en el medi de comunicació, sinó en la forma de consciència. L'escriptura va servir per fixar el coneixement, les regles i normes socials. «No es la creatividad, sea ésta lo que fuera, sino el recuerdo y la memoria los que contienen la clave de nuestra existencia civilizada» (Havelock, 1996, p. 104). El llenguatge parlat queda fixat en el vocabulari i en un ordre fixador.

La manera d'utilitzar 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. Per raó d'aquest canvi, la civilització occidental ha utilitzat el llenguatge escrit com a font de desenvolupament del coneixement i del mateix pensament. La racionalitat és explicada a través del llenguatge que organitza i fixa el coneixement. Per

aquest motiu, McLuhan considera que tota civilització occidental ha estat centrada en el desenvolupament de l'hemisferi esquerre del cervell,⁴ i aquest fet ha contribuït al desenvolupament del raonament quantitatiu. En canvi, la cultura oriental ha mantingut l'espai acústic projectat cap a l'hemisferi dret i ha desenvolupat un pensament més qualitatiu, més holista.

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 propera a la cultura de l'oralitat que a la cultura de l'escriptura, tot i que amb canvis importants. La informació no es transmet de generació en generació, sinó que és volàtil, es crea i desapareix quan deixa de ser funcional per a la comunitat que l'ha generada. Tot el món pot produir informació, per la qual cosa no hi ha diferència entre productor i consumidor.

Els canvis cognitius no són ràpids. Hem tardat 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 que resulta clar és que necessàriament hi haurà una alteració que ja estem vivint però que encara no hem pogut analitzar amb exactitud.

La pedagogia té actualment importants reptes per complir, però potser el més important resideix en l'ensenyament del pensament complex.

La pedagogia de la incertesa

«Conocer y pensar, no es llegar a una verdad certera, es dialogar con la incertidumbre» (Morin, 1999, p. 66)

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

(4) A l'hemisferi esquerre del cervell predominen els aspectes racionals (pensament lògic-matemàtic, seqüencial, analític, etc.). En canvi, a l'hemisferi dret predominen els aspectes emocionals, intuïtius, la visió holística.

El coneixement és organització i posada en relació, no n'hi ha prou amb el pur accés a la informació per tal d'aconseguir l'aprenentatge. Per això, estic d'acord amb Morin, que diu que considera que el major repte de la pedagogia actual és la reforma del pensament. S'ha d'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.

La pedagogia de la incertesa no és cap altra que la del diàleg entre informacions i coneixements. És la recerca cap a la visió del tot com allò més que la suma de les parts, és la recerca de generar coneixements en un món canviant i gens previsible.

Referències bibliogràfiques

- CAPRA, F.: *La trama de la vida*. Barcelona: Anagrama, 1998.
- CASTELLS, M.: *La era de la informació*. Madrid: Alianza (vol. I), 1997.
- COLOM, A. J.: «Pedagogia cibernètica», dins *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.: *Las semillas de la cibernética*. Barcelona: Gedisa, 1991.
- GLASERSFELD, E.: «Despedida de la objetividad» (p. 19-31), dins Watzlawick, P. i Frieg, P. (Ed.): *El ojo del observador*. Barcelona: Gedisa, 1994.
- GLASERSFELD, E.: «Introducción al constructivismo radical» (p. 20-37), dins Watzlawick, P. (Ed.): *La realidad inventada*. Barcelona: Gedisa, 1988.
- GROS, B.: «De la cibernética clásica a la cibercultura: herramientas conceptuales desde donde mirar el mundo cambiante», dins *Revista electrónica de Teoría de la Educación*. (<http://www.ucm.es/info/the/site/>), 2000.
- HAVELOCK, E.: *La musa aprende a escribir*. Barcelona: Paidós, 1996.
- KERCKHOVE, D.: *La piel de la cultura*. Barcelona: Gedisa, 1999.
- LANDA, L.: *Cibernética y Pedagogía*. Barcelona: Labor, 1972.
- LEVY, P.: *La cibercultura, el segon diluvi?*. Barcelona: UOC/Proa, 1998.
- LEYDESDORFF, L.: «Luhmann, Habermas, and the Theory of Communication», dins *Systems Research and Behavioral Science*, 1999.
- LUHMANN, N.: *Sistemas sociales*. Barcelona: Anthropos, 1998.
- MARUYAMA, M.: «The Second Cybernetics: Deviation-Amplifying Mutual Causal Processes», dins Buckley, W. (Ed.): *Modern Systems Research for the Behavioral Scientist*. Chicago: Aldine, 1968.
- MARUYAMA, H.: «La ciencia y la vida cotidiana: la ontología de las explica-

- ciones científicas» (p. 157-195), a Watzlawick, P. i Frieg, P. (Ed.): *El ojo del observador*. Barcelona: Gedisa, 1994.
- MATURANA, H.: *La realidad: ¿objetiva o construida?*. Barcelona: Anthropos, 1995.
- MCLUHAN, E. i ZINGRONE, F. (Comp.): *McLuhan. Escritos esenciales*. Barcelona: Paidós, 1998.
- MCLUHAN, M.: *El medio es el masaje. Un inventario de efectos*. Barcelona: Paidós, 1997.
- MCLUHAN, M. i POWERS, B.: *La aldea global*. Barcelona: Gedisa, 1993.
- MORIN, E.: *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa, 1994.
- MORIN, E.: *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. i GALE, J.: *Constructivism in Education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1995.
- VARELA, F.; THOMPSON, E. i 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.
- WILBER, K.: *Breve historia de todas las cosas*. Barcelona: Kairós, 1996.

Paraules clau

Cibernètica

Teoria de sistemes

Pedagogia cibernètica

Cibercultura

Teoria de l'educació

Abstracts

La Pedagogía cibernética comenzó su andadura en los años sesenta y actualmente, no existe un campo disciplinar específico dentro del ámbito pedagógico. Sin embargo, el pensamiento cibernético y sistémico está profundamente integrado en muchas corrientes pedagógicas actuales y nos puede servir de marco teórico desde donde analizar la sociedad informacional. El objetivo fundamental de este artículo es ofrecer una visión de la evolución de la cibernética desde las aportaciones de Wiener hasta el desarrollo del pensamiento de la complejidad con el objeto de mostrar la importancia del pensamiento cibernético actual como marco teórico desde donde analizar la sociedad profundamente cibernética en que estamos viviendo.

La pédagogie cybernétique a commencé son itinéraire dans les années 60 et à l'heure actuelle, il n'existe pas de champ disciplinaire spécifique dans le domaine de la pédagogie. Cependant, la pensée cybernétique et systémique est profondément intégrée dans de nombreux courants pédagogiques actuels et peut nous servir de cadre théorique à partir duquel nous pourrions analyser la société de l'information. L'objectif principal de cet article est d'apporter une vision de l'évolution de la cybernétique, des apports de Wiener jusqu'au développement de la pensée de la complexité, avec pour but de montrer l'importance de la pensée cybernétique actuelle en tant que cadre théorique à partir duquel on peut analyser la société profondément cybernétique dans laquelle nous vivons.

Cybernetic pedagogy first appeared in the sixties, but today no specific discipline exists: as such within pedagogy. However, cybernetic and systemic thinking is well integrated within many present-day approaches to pedagogy and it might provide a useful framework from which to analyse the information society. The main aim of this article is to describe the evolution in cybernetics—from Wiener's contributions to the development of the thinking of complexity—in order to demonstrate the importance of current cybernetic thinking as a theoretical framework from which to analyse the deeply cybernetic society in which we live.