

LA PEDAGOGÍA COMO CIENCIA COGNITIVA

por GONZALO VÁZQUEZ GÓMEZ

Universidad Complutense de Madrid

La sociedad actual se caracteriza por la generación, desarrollo y difusión del conocimiento. Los cambios humanos son de tal calidad y calibre que han provocado una verdadera revolución científica y social sólo comparable —para algunos incluso superior— a las previas revoluciones industriales [1].

Si cada estado de las cosas requiere un tipo de pedagogía, una escuela, *¿qué tipo de pedagogía requieren los tiempos actuales?*

La propuesta que se formula aquí acerca de la pedagogía es la recogida en el título del estudio. Tal propuesta puede calificarse de «revolucionaria», tanto como lo es la alteración cualitativa de los procesos informativos, culturales, sociales y laborales afectados por el desarrollo de las nuevas tecnologías de la información. Aun cuando tamaños cambios no hayan afectado apenas a los procesos, a los modos de proceder en educación.

En efecto, se puede partir del presupuesto de que nuestra escuela actual responde todavía en buena medida al modelo propio de la sociedad pretecnológica, esto es, que contamos con la escuela de la primera revolución industrial [2]. No es difícil dar por probado este supuesto básico si atendemos a factores tales como los siguientes:

- concepción de la información y el conocimiento;
- papel de los profesionales de la educación;
- modalidades de uso de los textos escolares;
- empleo de otros medios informativos;
- concepción de la evaluación/control;
- relaciones interpersonales entre los aprendices;
- ...

Cada uno de estos seis factores requiere un análisis por separado. Atendamos especialmente al gran mediador de los «textos escolares». De ellos ha dicho Kuhn (1977, 230) que «una de las características de las revoluciones científicas es que requieren escribir de nuevo los libros de texto de ciencias». A este propósito se puede reclamar (Vázquez, 1989a, 162) que el valor de esta propuesta kuhniana radica, no tanto en el momento de la ruptura —ya que tales revoluciones científicas no operan, ni se conocen a diario—, sino en el espacio que precede a la aparición y aceptación de la revolución por la comunidad científica y social. De ello se siguen, entre otros, dos problemas importantes:

— La confusión entre procesos y productos, y la posible reducción de la información científica a estos últimos.

— El olvido del influjo de los factores contextuales en la creación de climas favorables a la investigación científica y la innovación tecnológica (Jacobi y Schiele, 1990).

Por ambas vías debe desarrollarse una labor pedagógica respecto de la ciencia; en la primera, desde una pedagogía formal (o pedagogía de la educación formal y no formal) y en la segunda a través de una pedagogía de los procesos educativos informales. En cuanto a lo primero, vale volver de nuevo al juicio de Kuhn (1977, 228) cuando afirma que «típicamente, los estudiantes graduados y graduados de química, física, astronomía, geología y biología adquieren la sustancia de sus campos de trabajo de libros especialmente escritos para alumnos».

Este problema no es ajeno a la reflexión pedagógica. En efecto, una de las preocupaciones radicales de la pedagogía de la ciencia ha de ser que «la ciencia» —incluyendo en ella, tanto las ciencias, como las humanidades— y la tecnología se comuniquen —en la escuela, en los libros, en los laboratorios o en los museos—, no sólo como productos objeto de conocimiento, sino también como procesos informativo-regulativos y en relación con la promoción de la competencia (configurada por aptitudes y actitudes) humana para el desarrollo de la ciencia.

A la pregunta, previamente formulada, de qué tipo de pedagogía se requiere en nuestro tiempo, cabe dar diversas respuestas, pero difícilmente se puede renunciar a postular *una pedagogía tecnológica*. Así lo han hecho, en nuestro entorno científico, autores como Bunge y como el grupo de pedagogos españoles que participan del paradigma tecnológico [3]. Tales autores reclaman la capacidad informativo-regulativa de la intervención pedagógica y su carácter de control de los procesos conforme a las normas tecnológicas.

Esta pedagogía tecnológica se caracteriza por su doble orientación

estructuro-funcional dentro de la que se presta especial atención a las funciones y procesos educativos y a las acciones y programas a través de los cuales se estimulan, impulsan, desarrollan, controlan, etc., tales funciones. Éstas se proyectan en diversos ejes principales, de tal modo que se pueden caracterizar como funciones cognitivas, afectivas, sociales comunicativas («comunicacionales»), etc. Dentro de las funciones cognitivas, Castillejo (1987, 113) identifica algunas como las siguientes: imitativas, evaluativas, entre otras. Cada una de estas funciones se desarrolla a través de procesos y estrategias, más o menos simples o específicas. Otras funciones, caracterizadas como afectivas, sociales..., por proyectarse principalmente en tales dimensiones, participan, no obstante, del carácter cognitivo. Así, por ejemplo, funciones como las de valorar y preferir, decidir, etc., implican procesos cognitivos relacionados con el establecimiento de criterios de juicio y estimación, patrones y esquemas de referencia, etc.

¿Hacia una pedagogía cognitiva?

Por lo que puede advertirse, se va configurando una pedagogía tecnológica que toma como uno de los planos de referencia el cognitivo. Ahora bien, ello no significa que contemos todavía con instrumentos conceptuales, metodológicos, instrumentales, etc., adecuados y propios de las ciencias y tecnologías cognitivas.

En este momento, pues, no disponemos de una respuesta enteramente positiva, pero vamos acercándonos a poder contestar afirmativamente a la pregunta (Vázquez, 1989a, 248) de si «puede aproximarse la Pedagogía a las ciencias cognitivas». No es pertinente, ni siquiera efectivamente posible, plantearse aquí qué son las ciencias cognitivas para examinar, desde esta plataforma, las posibilidades de este empeño pedagógico. Pero es preciso, cuando menos, examinar cuáles han sido las características originarias de la ciencia cognitiva y por dónde han caminado sus esfuerzos en estos últimos años.

Origen y desarrollo de la ciencia cognitiva

Es usual referir el nacimiento de la ciencia cognitiva al tercer cuarto de este siglo xx. En este tiempo se producen acontecimientos significativos, como veremos seguidamente. Sin embargo, la preocupación por la génesis, desarrollo y transmisión del conocimiento constituye uno de los problemas característicos de la filosofía clásica, de tal modo que es preciso buscar en ella las raíces de la teoría cognitiva. Así, hemos de

contar con referencias inexcusables como la del pensamiento socrático y de la obra platónica, con apuntes como el de la digresión matemática del *Menón* que, en palabras de Jaeger, «sirve para poner de relieve la fecundidad educativa de las aporías y para presentarla como la primera fase en la senda del conocimiento positivo de la verdad». A lo largo del tiempo, la teoría del conocimiento y la lógica que fundamentan filosóficamente la ciencia cognitiva se han constituido gracias a la obra de pensadores diversos como Aristóteles, San Agustín, Santo Tomás, Descartes, Locke, Hume, Kant, Whitehead, Russell, Wittgenstein..., y de otros autores clásicos y contemporáneos que han tomado postura en el debate racionalismo-empirismo.

Desde otra perspectiva, constituyen hitos importantes acontecimientos tales como la *máquina de Turing* (1936), el desarrollo de la cibernética, a partir de mitad de siglo, el *Hyxon Symposium* —celebrado en 1948 en el Instituto de Tecnología de California—, el Simposio sobre teoría de la información del M.I.T. (1956) y el nacimiento de la revista *Cognitive Science* (1977).

La aportación de Turing resultó muy significativa, no sólo por la capacidad del teorema verificado por él, sino por el desarrollo de una máquina simple programada para operar, a base de códigos binarios, con gran capacidad de cálculo y de operaciones lógicas. Más aún, este matemático británico sugirió la posibilidad de que se pudieran construir máquinas que superaran la prueba («el *test* de la máquina de Turing») de emitir respuestas que, a juicio de un observador «ciego», no se distinguieran de las emitidas por el hombre. Se sentaba con ello las bases de la inteligencia artificial (IA) y de sus relaciones recíprocas con la inteligencia natural, humana.

Los trabajos cibernéticos más significativos, de la mano de N. Wiener, se sitúan entre 1943 y 1948. En este año, aparece la obra de síntesis —titulada *Cybernetics*— en la que manifiesta que entiende por tal, por la cibernética, «el campo completo de la teoría de la comunicación y control, ya sea en la máquina, ya en el animal». Los trabajos y desarrollos ulteriores de la cibernética han fecundado los conceptos y la tecnología pedagógicos, particularmente con la aportación de las concepciones del *feedback* y de la regulación y autorregulación.

En el mismo año en que aparece el citado trabajo —en 1948— tiene lugar el primero de los referidos simposios, en el que matemáticos (como Von Neumann), neurofisiólogos (Mc Culloch), psicólogos (Lashley) y otros especialistas realizaron aportaciones que hoy concebimos como fundamentales para la ciencia cognitiva. Lo más significativo de esta etapa constituyente reside, sobre todo, en la comunidad de preocupacio-

nes y enfoques entre profesionales procedente de —hasta ese momento— «distintos» campos del conocimiento humano. Tal como también ocurriese con la convergencia sistémica, se produce en las investigaciones sobre el control, la información y la comunicación una síntesis interdisciplinar sin la cual no son pensables las ciencias cognitivas contemporáneas.

De nuevo, más adelante, fue con ocasión de otro simposio —el celebrado en el *Massachusetts Institute of Technology*, sobre teoría de la información, en 1956— cuando se produjo el encuentro de especialistas tales como Newell y Simon, Chomsky, Miller, etc. La importancia de este encuentro fue tal que se ha aceptado (Gardner, 1987, 28) el referido año como el de «la ruptura cognitiva». Puede aceptarse, o no, esta fecha, pero lo cierto es que esos años de la década de los cincuenta constituyen una referencia generacional inexcusable (Bruner, 1983), como también es cierta la coincidencia, en el mismo año del simposio del M.I.T., de la publicación de una obra tan significativa como *A Study of Thinking*, de Bruner, Goodman y Austin, y de diversos trabajos significativos de Chomsky, Miller, etc.

Los años setenta y ochenta conocieron obras —artículos, monografías y revistas—, así como proyectos institucionales, que ayudaron a impulsar y consolidar el conocimiento sobre el conocimiento. En el año 1960 se crea el Centro de Estudios Cognitivos de la Universidad de Harvard, institución que a partir de entonces ha actuado como punto de convergencia y encuentro de especialistas que investigan el conocimiento desde distintas perspectivas (lingüística, matemática, biológica, psicológica, etc.).

Conjuntamente con la aparición de obras monográficas tiene lugar la de revistas científicas especializadas que significan la expresión de la madurez del pensamiento acumulado en las décadas anteriores, así como la expresión del compromiso de la búsqueda de la convergencia e integración investigadoras. De entre ellas, merece especial atención el nacimiento y desarrollo de *Cognitive Science* (1977). Un examen de su cabecera y contenido arroja luz sobre la cambiante identificación de la ciencia cognitiva:

— 1977-1984: *Cognitive Science. A Multidisciplinary Journal of AI, Psychology, and Language.*

— 1985-1987: *Cognitive Science incorporating the Journal Cognition and Brain Theory. A Multidisciplinary Journal.*

— 1988... *Cognitive Science. A Multidisciplinary Journal of AI, Linguistics, Neuroscience, Philosophy, Psychology.*

La delimitación científico-documental de *Ciencias Cognitivas* se establece de forma variada desde 1977, año de lanzamiento de la revista, hasta la actualidad, produciéndose un progresivo ensanchamiento de su amplitud [4]. Dos años después, en 1979, nace la asociación científica que lleva el mismo nombre (*Cognitive Science Society*) interesada por estudiar los procesos cognitivos desde una variedad de puntos de vista (la Segunda Conferencia Anual, en 1980, cita explícitamente los campos de la antropología, IA, lingüística, neurofisiología, filosofía, psicología y sociología).

No existe un acuerdo de pleno consenso acerca de cuáles son las disciplinas cognitivas. Podría decirse que las disciplinas matrices de la ciencia cognitiva son la filosofía (principalmente, la lógica y la teoría del conocimiento), la psicología, la lingüística y la IA, a las que posteriormente se han sumado la antropología y la neurociencia (como interdisciplina de ciencias tales como la neuroanatomía, neurofisiología y neuropsicología). Estas seis disciplinas configuran una red hexagonal, con relaciones internas más o menos próximas, generalmente admitida para representar el conjunto de ciencias cognitivas. Próximas a ellas se encuentran ciertas «disciplinas limítrofes», tales como la Sociología, la economía y la psicología social (Simon y Kaplan, 1989, 3).

Los catorce años transcurridos desde la aparición de *Cognitive Science* hasta la actualidad conocen otro acontecimiento significativo para nosotros, justamente en la mitad de ese período. En 1984 aparece *Cognition and Instruction*, «revista interdisciplinar dedicada a las investigaciones cognitivas de la instrucción y el aprendizaje [que] intenta servir como vehículo de comunicación entre las personas de varios campos implicados en la investigación cognitivo-instruccional». El prototipo de artículo de esta revista atiende a uno de estos tres aspectos (paradigmáticamente, a la intersección de ellos): análisis cognitivo de tareas instructivas relevantes, teorías generales de adquisición de conocimiento y destrezas relacionadas con el aprendizaje de materias escolares y análisis cognitivos teóricos de intervenciones instructivas.

Dificultades para aceptar el carácter cognitivo de la pedagogía

Límites de las ciencias cognitivas

En un sentido amplio, hacer ciencia cognitiva es intentar explicar el conocimiento. ¿Qué se está afirmando cuando se utilizan estas cuatro palabras (intentar/explicar/el/conocimiento)?:

— Intentar: tiene aquí dos significados:

- ensayar, probar (la ciencia cognitiva está en un estadio de aproximación conceptual y experimental);
- (pleonástico), proponerse intencionalmente (la ciencia cognitiva selecciona sus problemas por su caracterización intencional).

— Explicar: «mostrar como aparece inevitablemente [un fenómeno] a partir de las acciones e interacciones de mecanismos que se especifican con precisión, que, en algún sentido, son “más simples” que el fenómeno mismo» (Newell y Simon, 1974, 342); explicar como «intentar comprender» a través de preguntas de *por qué, qué y cómo* (Phylyshyn, 1988, 24).

— El conocimiento: todo tipo, cualquier tipo de conocimiento, humano o no, más o menos inteligente; no obstante, en el límite, conocimiento humano.

Por lo que vemos, no es fácil definir el concepto, siéndolo más la delimitación del campo de la investigación cognitiva. ¿Es, hoy por hoy, el trabajo de los cognitivistas algo más que «un intento», que el intento de explicar el conocer y el conocimiento? Autores significativos rehúyen apurar la definición conceptual de la ciencia cognitiva:

— «Ciencia cognitiva es el estudio de la inteligencia y de los sistemas inteligentes con particular referencia al comportamiento inteligente como computación» (Simon y Kaplan, 1989, 1).

— «Disciplina creada a partir de una convergencia de intereses entre los que persiguen el estudio de la cognición desde diferentes puntos de vista» (Norman, 1987, 13); «campo que [se concentra] en la comprensión del conocimiento y de los procesos cognitivos» (*ibid.*, *ibid.*, 15).

— «Puede suceder que la ciencia no posea una fundamentación única, sino que se trate más bien de un título que sirve para amparar... a unas cuantas ciencias distintas, todas las cuales intentar comprender el funcionamiento de la mente (...); es muy posible que la ciencia cognitiva sea simplemente una unión política basada en el interés compartido por una serie de cuestiones, así como, quizá, en la necesidad común de contar con unas técnicas determinadas (por ejemplo, métodos experimentales o técnicas de simulación por ordenador» (Phylyshyn, 1988, 9).

Tal vez sea Simon uno de los autores que con más frecuencia practica la asertividad en este campo. Entiende que la ciencia cognitiva

estudia el cerebro y la mente humanos, lo mismo que los ordenadores y los programas, siendo ambos —cerebros y equipos físicos— sistemas inteligentes en tanto que procesadores de símbolos (Simon, 1987, 18). Sin embargo, aún una afirmación básica como ésta no es compartida, pues, para otros autores (Norman, 1987, 15-16; 323 ss.), el hombre es algo más que «un procesador de símbolos».

Los límites impuestos por esta forma de pensar sobre el conocimiento tienen un cierto carácter aporético: *¿es el hombre algo más que eso, que un procesador de símbolos?* Si la cuestión, como tal, incluso como cuestión pedagógica, tiene algún sentido, ha de concederse que no se debe rechazar la metodología del entorno del ordenador para intentar contestarla, sea afirmativa, sea negativamente. Ahora bien, utilizar el ordenador —construcción, artefacto analógico del cerebro humano— para profundizar en cómo conoce y piensa el hombre nos hace caer en la «paradoja computacional», consistente en que «sólo a través de una escrupulosa adherencia al pensamiento computacional pueden los científicos descubrir las vías y modos en los que los [humanos] *difieren* del computador digital serial, del computador de von Neuman, modelo que ha dominado el pensamiento de la primera generación de los científicos cognitivistas» (Gardner, 1987, 385; cfr. Vázquez, 1989b, 249).

Si los pedagogos nos adherimos a esta paradoja, entonces nos encontramos —según el criterio de Phyllyshyn— dentro de las disciplinas que comparten el interés por el ordenador y el pensamiento computacional, esto es, dentro de quienes utilizan conceptos y términos comunes en la ciencia cognitiva. Sin embargo, existen importantes reservas al respecto, reservas que se pueden identificar en dos palabras: «demasiado pronto», «demasiado costoso». Tarde o temprano, y seguro que pagando algunos costes, hemos de transitar por la vía de la ciencia cognitiva. ¿Por qué no podemos participar también nosotros de la construcción de lo todavía desconocido —el conocimiento humano—, aportando el punto de vista pedagógico?

Cabe pensar que los supuestos antropológicos de la ciencia cognitiva imponen *limitaciones inaceptables* para una teoría de la construcción personal del hombre. Ciertamente, algunas de las exigencias formuladas desde la «nueva ciencia de la mente» significan, cuando menos a primera vista, una *de/strucción*, más que una *con/strucción*, humana. Pero, como podemos examinar seguidamente, tampoco ello debemos darlo por seguro de antemano.

Gardner (1987, 38 y ss.) señala los rasgos claves de la ciencia cognitiva, fijándolos en su énfasis en las representaciones, los ordenadores, los estudios interdisciplinares, la radicación en los clásicos pro-

blemas filosóficos y en su menor interés por el afecto, la cultura y la historia. Sin embargo, respecto de este último aspecto —el relativo al desinterés—, no existe acuerdo suficiente. Así, por ejemplo, respecto del interés de la ciencia cognitiva por la emoción, podemos contraponer al citado parecer de Gardner los de Norman (1980, 18-19) y de Geschwind (1987:48) quienes destacan, este último con argumentos neurobiológicos, *el papel que juega la emoción* en las funciones cognitivas, principalmente en las funciones de la memoria. No es preciso, pues, renunciar al componente, o a la dimensión emocional, del hombre para profundizar en su concepción cognitiva. Si prescindiéramos de ello, nos quedaríamos sin «explicación» suficiente respecto de la relación (señalada por Winograd, Broughton y otros autores) entre la lógica borrosa y la apreciación estética.

Tampoco es posible aceptar el menor interés de la ciencia cognitiva por *los factores contextuales y culturales*. Esto es así, cuando menos, por dos razones: por el carácter adaptativo de los sistemas inteligentes y porque el ordenador interactúa con el ambiente, como mínimo, a través de las interacciones hombre-máquina (ambiente, símbolos, mente, cerebro/lenguaje, programa, sistema físico). Simon (1987, 27), Simon y Kaplan (1989, 39) y Geschwind, entre otros, postulan que los sistemas inteligentes se muestran, actúan, como tales mediante las características de la maleabilidad y la adaptabilidad, caracteres necesarios en cuanto que —como señalan Simon y Kaplan— los entornos problemáticos incluyen, con mucha frecuencia, un número elevado —a veces, casi inabarcable— de alternativas, de las cuales sólo una pequeña parte son funcionales con los requisitos de la meta del sistema. Hombre y máquina se implican por ello, se coimplican, en la búsqueda activa de las soluciones a los problemas que les plantea su relación con el entorno. Aquí se origina la necesidad de que la pedagogía cognitiva trate el problema del hombre-educando como resolvente de problemas, como decisor en contextos ricos en incertidumbre.

Si remitimos esta misma cuestión tan sólo a la relación entre el mecanismo y el entorno, existen dos soluciones «igualmente inteligentes»: conectar la máquina directamente con su entorno, a través de sensores, y hacerlo por medio de la interfase con el hombre, quien proporciona, así, a la máquina una entrada simbólica (Phylyshyn, 1988, 197-198). La IA, en cuanto que artificial, como artefacto tecnológico, está intercomunicada con el mundo cultural. Sin embargo, en tanto que inteligente, maneja, opera con, símbolos «tomados de» su entorno exterior e interior, con o sin intermediación humana. El entorno interior varía, no sólo ya entre los sistemas inteligentes orgánico-vivientes y los ordenadores, sino también, dentro de éstos, al menos en

los últimos años en los que se construyen sistemas físicos con configuraciones distintas, lo que da lugar a relaciones diversas con el medio interno. Por otra parte, la relación por medios «naturales» —como la voz humana— o por medio de recursos «artificiales», más tecnificados, como el teclado (Simon y Kaplan, 1989, 39-40). Pero, en todo caso, para que los ordenadores sean inteligentes deben tener alguna flexibilidad y capacidad para el aprendizaje que tienen las personas (Thagard, 1986, 310). Además, unos y otros, en tanto que sistemas inteligentes, deben tener historia (*ibid.*, *ibid.*, 311).

El problema de la explicación y de la causalidad

Ya se ha expresado antes el juicio de que considerando la ciencia cognitiva como un quehacer, como un proceso, puede entenderse como intento de explicación de cómo opera el conocimiento. La dificultad pedagógica que se presenta ahora es la del reduccionismo anejo a la admisión de que explicar el comportamiento humano en niveles de molaridad —por ejemplo, el comportamiento educativo del educando y el pedagógico del educador— es admitir la exigencia de la búsqueda de la causalidad en niveles simples, elementales, de carácter molecular e inframolecular.

El planteamiento de esta cuestión nos remite al problema, reversible, de la posibilidad de la causalidad lineal, recíproca o circular, entre fenómenos mentales y fenómenos físicos. Que los actos mentales sean causa de actos físicos, o causados por éstos, es algo que fuerza a considerar que, además de otras características primarias de los fenómenos mentales —tales como la intencionalidad, la subjetividad y la causalidad—, su primera señal consiste en ser actos conscientes (Pinillos, 1983). Lo consciente es el constitutivo central de la existencia específicamente humana y la educación tiene como una de sus tareas principales el desarrollo de la con(s)cienza como entidad explicativa, «experiencial» —en el sentido de «directiva»— y reguladora de la realidad y de la acción humana como parte de esa realidad.

Para explicar —para intentar comprender— cómo opera la causalidad en torno a los fenómenos mentales resulta útil la analogía («el ordenador como modelo», toda vez que los modelos son analogías, según Chapanis) «cerebro-mente-espíritu/máquina-programa de bajo nivel-programa de alto nivel». Al respecto, cabe afirmar [5] que en el nivel más bajo de los programas de ordenador se produce una correspondencia estrecha entre las lógicas del lenguaje y de las operaciones de las máquinas; tal correspondencia es menor cuando los lenguajes son de más alto nivel y más universales y, por último, se hace mucho más

limitada, al menos en la actualidad, en el caso de los lenguajes artificiales (Pribram, 1986, 509). Por otra parte, en ambos sistemas podemos encontrar, tanto jerarquía, como identidad. La jerarquía de los sistemas humano, biológico y computacional implica que los más altos niveles de organización controlan a, y son controlados por, los niveles más elementales. En esto están de acuerdo biólogos, lingüistas, psicólogos, etc. (Pinillos, Searle, Pribram, Martín Municio...): los fenómenos mentales son «causados» por los fenómenos biológicos y fisiológicos básicos, al tiempo que aquéllos «causan» fenómenos físicos, acciones exteriores e interiores. Por último, la conciencia de estos hechos físicos causados a partir de fenómenos mentales provoca, a su vez, un nuevo fenómeno mental —el de la experiencia de la subjetividad— reductible a un plano objetivo y, consiguientemente, a objeto de estudio científico, ya que, como señala Searle, «el hecho de que un acto de conciencia me sea privativo a mí, y no asequible a otro, no lo hace contrario a lo objetivo; por lo tanto, la existencia de la subjetividad es un hecho biológico».

La analogía, en tanto que «sistemas inteligentes», entre cerebro ,.../ máquina ,... exige la consideración del número y continuidad de los niveles en los que se articula el sistema cognitivo. Phyllyshyn (1988, 327) sostiene que el enfoque explicativo de la ciencia cognitiva se sitúa en tres niveles: mecánico, simbólico y semántico (interpretativo, intencional). La distinción entre estos tres niveles viene exigida por la necesidad de reconocer el papel que juega la función semántica en la causalidad de la conducta humana. Por lo que se sabe, es tan cierto que estos tres niveles son perceptibles como «distintos», cuanto que existe interacción entre todos ellos. Cuando menos de una manera ocasional, las regularidades en cada nivel se ve «representado» en otro, modulando sus respectivas regularidades [6]. Esta interacción opera según un doble sentido, descendente —desde el nivel semántico-intencional al sintáctico y físico—, y ascendente, al revés. La observancia de cómo opera la reducción de las interpretaciones e intenciones al nivel del *contenido* de las creencias —en tanto que representaciones— conduce a una «interpretación» mecanicista. Por el contrario, la consideración de cómo el conocimiento implica la presencia de regularidades semánticas nos remite a una interpretación «abierta» que admite la necesidad de que también las intenciones respecto de las metas co-determinan los estados del sistema. Esta apertura de los estados del sistema puede hacer a éste ilimitado, aunque todavía finito.

El hombre-educando como sistema inteligente, intencional y de acción

La perspectiva pedagógica de la ciencia cognitiva considera al hombre como sistema n -dimensional, siendo las dimensiones a las que presta mayor atención las de la inteligencia, la intencionalidad y la acción. La dificultad radica en que no existen teorías generalmente aceptadas acerca de los sistemas inteligentes, intencionales y activos.

A falta de «teorías» sobre la arquitectura de un sistema cognitivo, cabe hablar de un modelo de referencia con características comúnmente admitidas tales como el número de niveles —tres, según se ha dicho, aunque no hay acuerdo todavía sobre la terminología— de la arquitectura del sistema, los tipos de memoria (a corto y a largo plazo, con características diferenciadas en su accesibilidad, capacidad y contenido, cuando menos), las modalidades de información (declarativas, de proceso, etc.) incluidas en las memorias, los esquemas como unidades de organización de la información, las estructuras de control, etc. (Simon y Kaplan, 1989, 7-11). Este modelo de trabajo ha de tener un carácter, no solamente estructural, sino funcional, de tal modo que explique la capacidad dinámica y adaptativa de los sistemas inteligentes. En el caso del hombre-educando han de tenerse presentes, además, los límites impuestos por los problemas de varianza-invarianza en relación con las interacciones del sistema con el medio ambiente interno y externo. En este marco adquiere un especial interés el papel de los sistemas de creencias, el conocimiento del mundo, la cultura. La familia y el centro educativo, como «escuelas básicas» de la condición humana —como más tardíamente ocurre con el mundo del trabajo como «sistema de aprendizaje»— se justifican precisamente en relación con la configuración cultural del hombre-educando. Norman (1980) entiende que los sistemas de creencias constituyen por diversas razones un problema primario para la ciencia cognitiva. Por aquí tornaríamos a la cuestión de los factores contextuales y culturales en la cognición humana y educativa.

El hombre, como sistema inteligente, es adaptativo. Como tal, es un sistema que varía conforme lo hace el medio ambiente; viene a ser, pues, en cierto modo, un sistema «artificial» que se mantiene constante, o no, según se produzcan invarianzas —naturales o provocadas— en el medio ambiente. El hombre se desarrolla en el marco dialógico de la invarianza-variabilidad. Tanto ésta, como fenómeno, cuanto aquélla, como caso límite de la no-percepción de la variabilidad, deben entenderse que son relativas, sobre todo relativas a las escalas molecular-molar y temporal que adoptemos como niveles de referencia. Norman (1987, 28) identifica tres escalas temporales significativas distintas para la in-/varianza relativa en el hombre. Estas escalas, de menor a mayor

grado, se correlacionan con el cambio adaptativo, de aprendizaje y evolutivo (este último estaría abierto a la metacognición y a la transferencia intersistemática). Adaptación, aprendizaje y pensamiento requieren y significan tres escalas temporales y de desarrollo distintas, con umbrales temporales mínimos y máximos.

El hombre-educando es un sistema intencional. La intencionalidad es característica fundamental de los actos mentales, extremo de gran importancia para examinar las decisiones pedagógicas, incluidas las de enseñar y regular los procesos de decisión de los alumnos por parte de los educadores. El concepto de intención(-alidad) se liga de tal modo con el concepto de acto y acción que puede afirmarse que propiamente no existen acciones sin intenciones, sin que la aserción contraria se verifique necesariamente. Tamaña falta de correspondencia se implica en la disonancia pedagógica entre resultados previstos y deseados (logros)-indeseados. Sólo de los primeros se puede afirmar que se efectúan a partir de actos intencionales, en el sentido de que se ligan a estados de cosas provocados y ejecutados intencionalmente. Las condiciones necesarias para que se pueda hablar de actos [intencionales] abarcan las conexiones

sistemas de creencias → intenciones → estados de cosas → actos

Ahora bien, existen dificultades para que estas conexiones lógicas se verifiquen de modo seguro. Las decisiones humanas —así, por ejemplo, las decisiones pedagógicas— se mueven en contextos ricos en incertidumbre. El problema fundamental radica (Jordan y Rosenbaum, 1989, 727 y ss.) en el número de grados de libertad que afectan a las posiciones que pueden adoptar los estados de las cosas. Desde luego, cuanto mayor sea el número de grados de libertad de —o posiblemente existentes en— un sistema, más difícil e improbable es que los actos se conformen con las intenciones a través de tales estados de cosas. Pero no es sólo el número de grados de libertad lo que constituye el problema —la dificultad— de la variabilidad del sistema mediante regulación; importa más el número y calidad de las interacciones entre tales fuentes de variación. Dicho en términos geométricos, las decisiones humanas —racionales, inteligentes, intencionales— implican, no tanto nubes de puntos, cuanto «espacios de problema» [7], traducibles en otros tantos escenarios para el análisis/decisión/acción.

El problema se complica en el caso de la relación dialógica entre dos sistemas decisores (ejemplo: profesor-alumno). En ese caso, la relación

tiene lugar y acontece —esto es, se da en el espacio y en el tiempo—, no sólo con interacción intrasistémica, sino también intersistémica. Lógicamente, cuando nos referimos a ambos sistemas decisores (profesor-alumno, formador-aprendiz, etc.) en términos de «sistema controlador» y «sistema controlado» estamos incurriendo en una simplificación del problema; a lo sumo, estamos captando una instantánea y en un ámbito espacial extremadamente amplio. La acción humana, y la educativa en concreto, no genera invarianzas estrictas, sino invarianzas «relativas», tal como hemos examinado previamente. El aprendizaje provocado por el sistema (auto-)controlado reduce su incertidumbre, pero, «al mismo tiempo», el pensamiento generado a partir del aprendizaje supone la creación —mediante la transferencia y optimización del sistema— de nuevos espacios de problema.

Respecto de la cuestión de la acción, es preciso distinguir entre el nivel de *ejecución* de la conducta y el nivel de la *competencia*. Chomsky ha puesto el énfasis en tal diferenciación en cuanto que la última se ocupa de las condiciones «de un hablante-oyente ideal», en tanto que aquélla tiene presentes las interacciones entre las condiciones gramaticalmente relevantes, así como las interacciones entre tales condiciones y los límites (errores...) de los interlocutores en situaciones concretas [8]. La distinción entre estos dos niveles de la acción es precisa toda vez que, en todo caso, «lo que estaríamos haciendo sería simplemente imitar la conducta más frecuente y no inferir los mecanismos subyacentes» (Phylyshyn, 1988, 122). Este punto es, por otra parte, fundamental en relación con el «saber de experto», así como del saber-y-actuar conforme a reglas implícitas, cuestiones que examinaremos seguidamente. El experto, como sistema inteligente, es capaz de realizar acciones concretas situaciones diferentes (Broncano, 1990, 87), esto es, piensa y ejecuta sus acciones con «eficacia» (en el sentido de lo que autores como Perry han llamado «eficiencia», es decir, alcanzando su objetivo en circunstancias concretas).

Estructura y condiciones de la experticia pedagógica

La educación se propone lograr la competencia cognitiva y moral en el hombre. Desde esta perspectiva, está interesada la tecnología pedagógica en el problema de cómo llegar a formar sujetos expertos.

Los estudios acerca de llegar a ser experto se orientan a distinguir, bien los diferentes estadios para alcanzar ese nivel, bien las diferencias extremas entre el experto y el novel. En cualquier caso, el planteamien-

to de este problema implica otros tales como los siguientes (Vázquez, 1991):

- La relación entre el saber qué y el saber cómo.
- La autonomía de la práctica respecto de la teoría.
- El proceso de adquisición de una estructura cognitiva.
- La creación de un modelo mental propio.
- La adquisición del pensamiento contingente.
- ...

El primero de los dos enfoques citados reconoce la existencia de una serie de estadios (Dreyfus y Dreyfus, 1986; Vázquez, 1987; Berliner, 1988). Aunque, como veremos más adelante, existen matices a esta propuesta, suele admitirse la existencia de los cinco estadios reconocidos por los hermanos Dreyfus, según la cual el estadio más básico es el del *novel*, cuya ejecución procede por descomposición de tareas y reconocimiento de situaciones sin previa experiencia. El segundo es el del *principiante avanzado*, en el que se reconocen situaciones problemáticas a partir de una base suficiente de experiencia; éste prácticamente ha aprendido a aplicar reglas a situaciones no conocidas. En el tercer estadio, el sujeto ha adquirido el nivel de *competente*, que exige la capacidad de planificar, elegir y evaluar. El estadio cuarto caracteriza al sujeto como *perito*, cuyo saber implica la traducción de conocer qué a conocer cómo. Por último, el sujeto puede alcanzar el nivel de *experto*, propio de quien comprende y resuelve situaciones problemáticas, contextuales e interactivas.

Este modelo es bastante consistente y correlativo con el estado de la práctica en la formación de especialistas en diversos campos (tecnológico, informático, lingüístico...) de la formación profesional.

Sin embargo, no es fácil distinguir en todos los casos los límites entre dos niveles consecutivos. Quizá, por ello, los estudios contemporáneos se orientan al reconocimiento de las diferencias entre los casos que los autores citados reconocen como extremos, el del *novel* y el *experto*. VanLehn (1989, 560-570) presentan las siguientes diferencias como más seguras:

- El experto actúa con mayor rapidez y con soluciones de mayor calidad que el *novel*.
- El experto conduce mejor el seguimiento controlado («la monitorización») del proceso.
- Las estructuras de memoria entre ambos niveles son diferentes

(estructuras asociativas diferentes, existencia entre una memoria semántica en los expertos y otra de carácter episódico en los noveles).

Pese a la adaptación, como objeto de comparación, de estos dos casos extremos, o presuntamente tales, no existe evidencia suficiente en todas las dimensiones de las investigaciones efectuadas. Así, por ejemplo, respecto de la resolución de problemas, expertos y noveles tienden a usar las mismas estrategias, de tal manera que para identificar diferencias se hace preciso someter a análisis la ejecución de «pre-noveles» (noveles en sus primeras horas de formación) que, a diferencia de aquellos dos niveles, no desarrollan estrategias de refinamiento y ajuste progresivo, la dificultad para distinguir entre pre-noveles, noveles... y expertos (algún autor habla del nivel del «sub-experto», como más inmediato antecedente del experto), ha conducido a utilizar escalas temporales (pre-novel: sólo unas horas de formación; novel: unas cien horas; ...; experto: varios miles de horas, citándose límites de diez mil a veinte mil horas) (VanLehn, 1989, 560-561).

La referencia a la comprensión y ejecución propia del experto interesa, no sólo en referencia con la descripción del proceder del educador — profesor, formador, etc.— experto, sino en relación con su explicación (en la acepción antes citada del término). Importa, pues, conocer con qué tipo de estrategias formativas se pueden provocar los fenómenos elementales implicados en la ejecución, y en la competencia, del experto. Tal como se ha dicho previamente, se trata de controlar artificialmente los entornos de aprendizaje de estos profesionales. Por consiguiente, el enfoque más adecuado resulta ser el del laboratorio. Berliner (1987, 4-17) entiende que los «laboratorios pedagógicos» (en relación próxima con los laboratorios físicos, biológicos, etc.) pueden brindar experiencias positivas a través de la simulación y el juego, los ejercicios de observación, el desarrollo de protocolos, el trabajo con modelos y casos, las prácticas y las experiencias de aprendizaje mediado (según el enfoque de Feuerstein). Estas seis alternativas pueden dar lugar al desarrollo de programas investigadores en pedagogía cognitiva.

De estas seis alternativas, no necesariamente excluyentes entre sí, la más significativa es la citada en primer lugar: la *simulación*. Ella está presente en las tecnologías de formación actualmente más avanzadas, tal como en los sistemas expertos. Las razones que aconsejan el empleo de la simulación guardan relación con principios de factibilidad, economía y operatividad en la generación de representaciones sobre la realidad. Por ello, la *simulación cognitiva* a través del ordenador puede resultar más prometedora a corto plazo que otras alternativas de la IA, tal como la tutoría inteligente. En la actualidad, existen, según los casos, en

fases de I+D o de explotación comercial, diversos programas de IA que utilizan programas de simulación de proceso lecto-escritores, de resolución de problemas de álgebra, de diagnóstico clínicos, etc. La virtualidad última de estos programas es colaborar con el sujeto en formación en la elaboración de su propio modelo mental, esto es, en la conformación o modificación del contenido de sus representaciones mentales sobre la realidad.

La utilización de la simulación ha puesto de manifiesto la existencia de ciertas diferencias en las representaciones mentales de novales y expertos. Johnson-Laird (1989, 485-486) establece diferencias en este punto, significando que las de estos últimos tienden a ser más abstractas, incluyendo relaciones contextuales, tasas de probabilidad, etc. Este tipo de representaciones mentales son eficaces para la simulación de diseños, programas y estrategias de intervención en entornos educativos. Los resultados de los que se dispone en campos clínicos permiten probar la eficacia de los modelos de simulación cognitiva; por ejemplo, en el ámbito del razonamiento diagnóstico (así, Johnson *et al.*, 1981, 235 ss., han generado datos que indican que la utilización del DIAGNOSER conduce a resultados similares que los obtenidos mediante técnicas menos económicas).

La simulación cognitiva es susceptible de diversas aplicaciones en el ámbito estrictamente pedagógico, así como en otros campos próximos (clínicos y tecnológicos) respecto de problemas tales como diagnósticos, elaboración de planes, aplicación de protocolos, generación de hipótesis, examen de errores —averías...—, análisis de relaciones causales, etc. (Johnson-Laird, 1989, 487; Kuipers y Kassirer, 1984, 363 y ss.; Patel, Groen y Arocha, 1990, 394 y ss.).

Problemas y dificultades del conocimiento del pedagogo experto

Diversas dificultades se plantean en el razonamiento sobre problemas educativos a la hora de simularlo mediante la utilización del ordenador. Una primera, previamente referida, es la de los límites de la incertidumbre en la explicación de los fenómenos educativos, respecto de los cuales provoca no pocas dificultades la aplicación del modelo causal propio de los fenómenos deterministas (esta dificultad se relaciona con el que Jordan y Rosenbaum (1989, 730-73), han denominado «el problema de los grados de libertad»). En esos casos puede ser más eficaz el razonamiento por analogía, recurso de limitada seguridad en manos de los todavía no expertos y cuya traducción en términos algorítmicos es, así mismo, dificultosa.

En segundo lugar, nos encontramos con la tensión artificialidad-

naturalidad de la cognición. Este es un problema que invita a utilizar una lógica conjuntiva, más que disyuntiva, que lleva a cuestionarse si la cognición en situaciones de la vida ordinaria actúa del mismo modo que en situaciones de laboratorio. Esta dificultad ha llevado a algunos autores (ejemplo: Petrinovich, Mook..., en Poon, Rubin y Wilson, 1989) a postular un cambio de perspectiva investigadora y al reclamo de «diseños representativos» que ponen mayor énfasis en la identificación y medida de las diferencias individuales que en el error de la varianza. Dentro de este segundo grupo de dificultades debe incluirse el reduccionismo anejo al enfoque de laboratorio, en contraposición al enfoque sistémico-abierto, contextual e interactivo, con el que han de tratarse los problemas educativos. Aquí se implica la cuestión de que el hombre —muy significativamente, el hombre-educando— puede concebirse como un sistema abierto a otros sistemas, tales como la familia, la comunidad de aprendizaje, la cultura, etc. ¿Cómo integrar, pues, los datos del entorno cultural en el problema objeto de simulación?

En tercer lugar, ha de señalarse la cuestión del *conocimiento tácito*. Phylyshyn la ha planteado señalando que es preciso «explicar qué forma adopta la organización de todo este vasto almacén de conocimientos tácitos que se encuentra a nuestra disposición y qué tiene que ver la organización con la determinación de nuestros pensamientos, de nuestros actos imaginarios y de nuestras acciones» (Phylyshyn, 1988, 285). Esta cuestión suscita interés en relación con los usos formativos de la simulación, pues es preciso provocar la atención, no sólo respecto de los fenómenos típicos, sino de los significativos, y no únicamente acerca de la información explícita, sino también de la implícita.

La importancia del conocimiento se ha puesto de manifiesto por autores tales como Polanyi (1973) quien, en su obra *Personal Knowledge*, destaca la importancia del conocimiento tácito como componente de actos sensoriales, perceptivos, comunicativos, y todo ello, no sólo en el conocimiento ordinario, sino también del razonamiento formalizado (Polanyi, 1973, *passim*: 98, 118, 204-205, 314, etc.). La dificultad para tratar este tipo de conocimiento radica en su propia naturaleza, no expresa, lo que dificulta extraordinariamente el reconocimiento de la información poseída y la elaboración de protocolos en el marco de la simulación cognitiva. El problema se agranda en el caso de los expertos cuyos procesos cognitivos son en muchos casos «inconscientes» [9]. Heppner y Krauskopf (1987, 432-433) plantean la cuestión de que este tipo de conocimiento se implica en los procesos mediante los cuales los orientadores construyen el proceso de resolución de sus clientes.

El último problema seleccionado aquí es el de *la planificación*,

cuestión de innegable importancia pedagógica desde la perspectiva del educador (diseño, programación, intervención...) y del educando (aprendizaje de la resolución de problemas). El hombre aprende, a partir de su experiencia pasada, a habérselas con el futuro. Se implican en ello dos tipos de razonamiento-acción (retro/espectivo/activo y pro/espectivo/activo) que han sido identificados en el proceder de los expertos. Algunos estudios —por ejemplo, médico-quirúrgicos: Patel y Groen, entre 1986 y 1990 [10]— indican la existencia de una posible relación entre la seguridad en el diagnóstico de un problema y la utilización del razonamiento prospectivo; dichos estudios muestran todavía con mayor precisión la existencia de esos dos métodos de pensamiento. Resulta plausible suponer que los expertos ejercitan, más que los noveles, un conocimiento direccional-propositivo (en el sentido señalado por Austin, Searle y otros diversos autores).

Desde esta perspectiva, la planificación se liga a la cuestión del *error*. Precisamente, puede afirmarse que «los fallos del planificador son, no sólo fallos del *plan*, sino también fallos de las *expectativas*», por decirlo en palabras de Hamond (1990, 386). Este autor ha identificado así los rasgos básicos de la mayoría de las teorías de la planificación. En primer lugar, más que planificar en función de metas individuales, de lo que se deducen luego los resultados, el planificador busca en su memoria planes que satisfagan muchas de sus metas de una sola vez. En segundo lugar, el planificador trata los errores como oportunidades para aprender más en su campo y acerca de los problemas que en él se plantean [11]. Finalmente, más que descargar —olvidar— los planes que elabora, el planificador los conserva en la memoria para utilizarlos en circunstancias familiares que se puedan plantear en el futuro (Hamond, 1990, 387).

De estos rasgos básicos se deduce que lo que aprende el planificador es a anticipar errores y cursos de acción y que, en última instancia, aprende —a anticipar, a memorizar, a corregir, a recuperar, a aplicar...— planes. Dentro de este enfoque, adquiere gran importancia el papel que juegan las creencias (aquel primer problema que Norman identifica como «sistema de creencias») y las expectativas. También se implica aquí lo que en la jerga de los diseños de investigación e intervención se denomina «paradigma de la expectativa del comportamiento». Respecto de las creencias, puede aceptarse la conocida afirmación de que ellas no «causan» acciones, siempre que señalemos al mismo tiempo que condicionen las expectativas respecto de los cursos de acción, incluidos los referidos a los posibles errores. En cuanto a los deseos, están más directamente ligados a los estados preferidos en el curso de la acción a implantar o del plan a corregir (así, por ejemplo, en CHEF, programas

de ordenador basado en casos). Por esta vía la pedagogía cognitiva ha de hacerse cargo de las implicaciones para la cuestión de una tecnología «libre» o «cargada» de valores.

La tarea inmediata de una pedagogía cognitiva

En este trabajo se ha pretendido plantear la cuestión en términos obligadamente amplios. Para comprometer la vocación cognitiva de la Pedagogía—hoy por hoy, ciencia y tecnología más «blanda» que «dura»—es bueno recordar aquella proposición de Newell y Simon (1974, 336) según la cual:

«Los períodos afortunados de una ciencia son aquéllos donde estas dos tendencias [la poderosa atracción ejercitada por los “buenos problemas” y la fuerte influencia manifestada por las “buenas técnicas”] no paralizan el estudio por su oposición, sino que cooperan para desarrollar la investigación dentro de cauces productivos.»

No es fácil diagnosticar de qué anda más necesitada la Pedagogía, si de preguntas bien formuladas, o de refinadas y fiables instrumentos de observación y análisis.

Para concluir, cabe señalar cuatro tipos de necesidades que parece que habrán de satisfacerse en los próximos años. En primer término, la profundización en la consideración y en la ejercitación de la Pedagogía como ciencia—o, por mejor decir, al menos durante un cierto tiempo, como tecnología—cognitiva. En segundo lugar, una mayor aproximación epistemológica de nuestra ciencia a otras disciplinas aquí señaladas como ciencias cognitivas. En tercer lugar, el reflejo de esta apertura en el trabajo interdisciplinar de los investigadores y en los planes de estudio de los alumnos [12]. Por último, es necesario que, desde distintas disciplinas pedagógicas, se acometa el trabajo de elaborar protocolos de tareas que ayuden a simular y controlar la formación de especialistas.

Quizá de todo ello se pueda deducir algún beneficio, no ya para la formación de especialistas en educación, sino, más ampliamente, para la formación especializada—conforme a una más depurada tecnología cognitiva—de los aprendices en cualquier modalidad de educación postsecundaria, sea en el ámbito de la educación formal (Universidad y otras instituciones de educación superior) [13], sea en el de la educación no formal (mundo del trabajo, principalmente). El estado actual de las

tecnologías de la información y de sus posibilidades de aplicación al control del aprendizaje (simulado, «abierto», «avanzado»), así parece posibilitarlo y exigirlo.

Dirección del autor: Gonzalo Vázquez Gómez, Departamento de Teoría e Historia de la Educación, Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación, edificio B, Ciudad Universitaria, s/n., 28040 Madrid.

Fecha de recepción de la versión definitiva de este artículo: 22.IV.1991.

NOTAS

- [1] Cabe, en efecto, pensar que estamos ante la segunda revolución industrial —la de la información— parangonable, si no superior, a la o las del carbón y la electricidad.
- [2] VÁZQUEZ, G. (1989a) ¿Para qué la Escuela en la Sociedad industrial?, ESTEVE, J. M. (ed.) *Objetivos y Contenidos de la Educación en los Años Noventa*. II Congreso Nacional de Teoría de la Educación (Málaga, Universidad de Málaga).
- [3] En términos muy amplios, participan de este paradigma profesores del ámbito, nuclearmente pedagógico, de Teoría de la Educación (con una continuada experiencia de colaboración en seminarios, congresos, publicaciones monográficas, así como con una revista propia —*Teoría de la Educación*— y de desarrollo de programas de intervención en ámbitos diversos de la educación) de las Universidades españolas.
- [4] El editorial de presentación de *Cognitive Science*, en su primer número, es profundamente significativo. Dirigido a lectores, autores y editores de otras revistas, se propone delimitar el porqué de la nueva revista y lo hace expresando que «recientemente ha comenzado a desarrollarse una comunidad, procedente de distintas disciplinas, que tratan un común conjunto de problemas en inteligencia natural y artificial» y señalando que «las disciplinas concretas de las que se parte son la psicología cognitiva y social, la inteligencia artificial, la lingüística computacional, la *tecnología de la educación* e incluso la epistemología» A. COLLINS (1977) *Why Cognitive Science*, p. 1. *Cognitive Science* I: 1 (subrayado añadido). Entre las razones para la aparición de la revista se insiste, sobre todo, en la interdisciplinariedad (la fragmentación de las antiguas revistas, la dificultad para evaluar, desde una revista convencional un trabajo cognitivo), de tal modo que se señala expresamente que se rechazarán por los editores los artículos centrados en una de las disciplinas, antes que en la ciencia cognitiva.
- [5] Esta información está directamente tomada de VÁZQUEZ, G. (1989b) *Hacia la Pedagogía como una «ciencia abierta»*, p. 52, en DELGADO, B. y RODRÍGUEZ, M.^a L. (coords.). *Homenaje al Profesor Alexandre Sanvisens* (Barcelona, P.P.U.).
- [6] En este sentido, puede coincidirse con la concepción de la educación como «elaboración de consistencias». CASTILLEJO, J. L. (1983) *La educación como elaboración de consistencias*, pp. 141-159, CASTILLEJO, J. L. y otros, *Teoría de la Educación. I (El problema de la Educación)* (Murcia, Límites).
- [7] «Espacio de problema» es una estructura formal que puede concebirse como enumeración de los resultados de todas las secuencias posibles de acciones que puede emprender el programa. Cfr. WINOGRAD, T. (1991) *Máquinas pensantes. Revista de Occidente*, n. 9, p. 124.

- [8] VÁZQUEZ, G. y AZNAR, P. (1988) Tecnología de la comunicación, SARRAMONA, J. (ed.) *Comunicación y Educación*, p. 162 (Barcelona, Ceac).
- [9] Este es un problema denunciado, y no resuelto de modo plenamente convincente, por el enfoque humanista de la formación de profesores. COMBS, A. W.; BLUME, R. A.; NEWMAN, A. J. y WASS, H. L. (1979) *Claves para la formación de profesores. Un enfoque humanista* (Madrid, Magisterio Español).
- [10] Ver, por ejemplo, PATEL, V. L. y GROEN, G. J. (1986) Knowledge-based solutions in medical reasoning. *Cognitive Science*, X:91-116 y PATEL, V. L. ; GROEN, G. J. y AROCHA, J. F. (1990) Medical expertise as a function of task difficulty. *Memory and Cognition*, XVIII:4, pp. 394-406. Estos trabajos están hechos con grupos extremadamente reducidos, lo que afecta seriamente a su validez interna, estadística y ecológica.
- [11] Este enfoque de los errores y obstáculos como «medios» para alcanzar el fin entra en simpatía con el pensamiento de Dewey en diversas obras tales como *Democracia y Educación, Cómo pensamos*, etc.
- [12] En España, debería, quizá, aprovecharse la actual situación de reforma de los planes de estudio universitarios para introducir en los respectivos currículos un cambio radical a favor de los procesos cognitivos (dentro del enfoque de currículo en función de procesos y no únicamente en función de contenidos).
- [13] Ver, a título de ejemplo, ENTWISTLE, N.; ODOR, P. y ANDERSON, C. (1987) Anticipating the experience of higher education through computer simulation, *Higher Education*, XVI: pp. 337-355.

BIBLIOGRAFÍA

- BERLINER, D. C. (1987) The difference between Physics, Biology, and Pedagogical Laboratories, *Paper presented at the Meeting of the American Psychological Association*, New York, August, 30, 1987.
- (1988) The development of expertise in Pedagogy. Charles W. Hunt Memorial Lecture, *American Association of Colleges of Teacher Education (AACTE)*, New Orleans, Los Angeles, February, 17.
- BRONCANO, F. (1990) La acción, su razón y su circunstancia, pp. 93-116, en PÉREZ BALLESTAR, J. (ed.) *Conocimiento y acción. Estudios de Lógica y Filosofía de la Ciencia*. III, cap. 5 (Salamanca, Universidad de Salamanca).
- BRUNER, J. S. (1983) *In search of Mind* (New York, Harper and Row).
- DREYFUS, H. L. y DREYFUS, S. E. (1986) *Mind over machine* (New York, Free Press).
- GARDNER, H. (1987) *The mind's new science. A history of the cognitive revolution* (New York, Basic Books).
- GESCHWIND, N. (1987) Conocimiento neurológico y conductas complejas, pp. 41-50, en NORMAN, D. A. (ed.) *Perspectivas de la ciencia cognitiva* (Barcelona, Paidós).
- HAMMOND, K. J. (1990) Case-based planning: a framework for planning from experience, *Cognitive Science* XIV: 385-443.
- HEPPNER, P. P. y KRAUSKOFF, C. J. (1987) An information-processing approach to personal problem solving, *The Counseling Psychologist*, XV:3, pp. 371-447.
- JOHNSON, P. E. *et al.* (1981) Expertise and error in diagnostic reasoning, *Cognitive Science*, V, pp. 235-283.
- JOHNSON-LAIRD, P. N. (1989) Mental models, pp. 469-499, en POSNER, M. I. (ed.) *Foundations of Cognitive Science* (Cambridge, Massachusetts, The MIT Press).

- JORDAN, M. I. y ROSENBAUM, D. P. (1989) Action, en POSNER, M. I. (ed.) *Foundations of Cognitive Science* (Cambridge, Massachusetts, The MIT Press).
- KUHN, T. S. (1977) *The essential tension. Selected studies on scientific tradition and change* (Chicago, The Chicago University Press).
- KUIPERS, B. y KASSIRER, J. P. (1984) Causal reasoning in Medicine: analysis of a protocol, *Cognitive Science*, VIII, pp. 363-385.
- NEWELL, A. y SIMON, H. A. (1974) Simulación del pensamiento humano, *Teorema*, IV:3, pp. 335-377.
- NORMAN, D. A. (1980) Twelve issues for cognitive science, *Cognitive Science*, IV: pp. 1-32.
- PATEL, V. L.; GREEN, G. J. y AROCHA, J. F. (1990) Medical expertise as a function of task difficulty, *Memory and Cognition*, XVIII: 4, pp. 394-406.
- PINILLOS, J. L. (1983) Las funciones de la conciencia. Discurso leído en el acto de recepción pública como Académico de Número (Madrid, Real Academia de Ciencias Morales y Políticas).
- POLANYI, M. (1973) *Personal knowledge. Toward a post-critical philosophy* (London, Routledge and Kegan Paul).
- POON, L. W.; RUBIN, D. C. y WILSON, B. P. (eds.) (1989) *Every cognition in adulthood and late life* (New York, Cambridge University Press).
- PHYLYSHYN, Z. W. (1988) *Computación y conocimiento* (Madrid, Debate).
- PRIBRAM, K. H. (1986) The cognitive revolution and mind/brain issues, *American Psychologist*, XLI: 5, pp. 507-520.
- SEARLE, J. R. (1980) The intentionality of intention and action, *Cognitive Science*, IV, pp. 47-70.
- SIMON, H. A. (1980) Cognitive Science: the newest science of the artificial, *Cognitive Science*, IV, pp. 33-46.
- SIMON, H. P. (1987) Prólogo, pp. 15-27, *Jornadas Rank Xerox sobre Sistemas Expertos* (Madrid, Rank Xerox).
- SIMON, H. A. y KAPLAN, C. A. (1989) Foundations of Cognitive Science, pp. 1-47, en POSNER, M. I. (ed.) *Foundations of Cognitive Science* (Cambridge, Massachusetts, The MIT Press).
- THAGARD, P. (1986) Parallel computation and the mind-body problem, *Cognitive Science*, X, pp. 301-318.
- VANLEHN, K. (1989) Problem solving and cognitive skill acquisition, pp. 527-579, en POSNER, M. I. (ed.) *Foundations of Cognitive Science* (Cambridge, Massachusetts, The MIT Press).
- VÁZQUEZ, G. (1987) Conceptos y criterios pedagógicos ante la informática educativa, pp. 13-35, VÁZQUEZ GÓMEZ, G. (ed.) *Educación par el siglo XXI. Criterios pedagógicos para el uso de la informática educativa* (Madrid, Fundesco).
- (1989a) ¿Para qué la Escuela en la Sociedad Postindustrial? Identidad y cambio en la educación de los años 90, pp. 157-179, ESTEVE, J. M. (ed.) *Objetivos y contenidos de la educación en los años noventa* (Málaga, Universidad de Málaga).
- (1989b) Hacia la Pedagogía como «ciencia abierta», pp. 243-255, en DELGADO, B. y RODRÍGUEZ, M. L. (coords.) *Homenaje al Profesor Alexandre Sanvisens* (Barcelona, P.P.U.).
- (1991) Dimensión teórico-práctica de la educación, en CASTILLEJO, J. L.; COLOM, A. J.; SARRAMONA, J. y VÁZQUEZ, G. *Pedagogía para profesores* (Madrid, Santillana) (en prensa).

SUMMARY: THE PEDAGOGY AS A COGNITIVE DISCIPLINE.

The purpose of this study is to verify the possibilities and limits of the Pedagogy as a discipline of the Cognitive Science. The central thesis is related to the necessary treatment of the main cognitive problems and issues (e.g.: representations, intelligent and intentional systems, planification and decision, action, cognitive simulation, expertise...) from the educational perspective.

KEY WORDS: Cognitive Science. Cognitive Pedagogy. Cognitive Simulation. Expert pedagogue.