

De la «Informática Educativa» a la «Pedagogía Computacional».

(De J. PIAGET & S. PAPERT a A. NEWELL & H.A. SIMON)

JOSÉ GONZÁLEZ FLÓREZ
GERMÁN VARGAS GUILLÉN
Universidad Pedagógica Nacional
Santafé de Bogotá, D.C. - 1999

Sumario: El estudio comienza exponiendo tanto las tradiciones psicológicas como pedagógicas dentro de las cuales se enmarcan los puntos de vista teóricos de S. PAPERT y de A. NEWELL & H.A. SIMON. Luego, se caracterizan los principios de la *informática educativa*, a partir de los desarrollos investigativos de PAPERT y se establece el sentido de los ‘micromundos’ (*Geometría de la Tortuga* y *Dinatortuga*) para la enseñanza, de conformidad con dicha perspectiva. Posteriormente, se expone qué es *representación de procesos inteligentes* y *simulación* de los mismos, desde el enfoque explicativo de los padres de la *Inteligencia Artificial* (IA); se delinea cómo se puede entender, en rigor, el título *pedagogía computacional* y cuáles son sus mecanismos de operación en los procesos investigativos. Finalmente, se sitúan –a modo de conclusión– las diferencias entre *informática educativa* y *pedagogía computacional*.

1. Fundamentos psicopedagógicos.

La configuración del campo de la psicopedagogía, que tiende a comprender lo que ella aporta para establecer el sentido y el alcance tanto de la “informática educativa” como de la “pedagogía computacional”, se puede rastrear desde dos tradiciones fundamentales:

La primera tiene que ver con la idea de estudiar los procesos de aprendizaje de los sujetos y de las posibilidades de “educar” el pensamiento en éstos. Del lado del aprendizaje, como preocupación investigativa central se encuentran: W. KÖHLER, B.F. SKINNER y L. VIGOTSKY entre sus más connotados representantes. Para ellos, la preocupación está centrada en la relación entre “ambiente” y “organismo”, en fin, se trata de establecer cómo “reacciona” éste en su proceso de acomodación con el entorno.

Esta primera tendencia tiene una vertiente que, hasta cierto punto, se puede ver como opuesta; es la representada –entre otros– por investigadores como, J. PIAGET, D.P. AUSUBEL, y por ese camino, específicamente en el mundo de la computación S. PAPERT.

La segunda, pues, se “entronca” más directamente con la psicología educativa que parte de modelos cognitivos; desde esta vertiente se puede leer tanto a S. PAPERT como a su maestro J. PIAGET, y dentro de ese movimiento –con diferencias de opinión– a H. GARDNER, D. DAVIDSON, G. PATTERSON, y, en especial, D. DENNET, J. SEARLE y J.A. FODOR, todos ellos inspirados –en diversa medida y de distintas maneras– en A. NEWELL y H.A. SIMON. Como psicólogos, ellos se interesan por las variables intraorganísmicas, por los sujetos que piensan y se “acomodan” al medio; para ello toman el conocimiento o la inteligencia como “instrumento” de adaptación al contexto cultural en que estos sujetos realizan su experiencia.

Con respecto a la primera de las tendencias aludidas interesa en este estudio reconocer la motivación de Skinner por llegar a crear “máquinas de enseñanza”. Ellas, a su manera, reproducían mecánicamente los procesos de “estímulo” y, cuando era del caso, de “refuerzo”, para producir una “respuesta”. La versión más popularizada de esta vertiente fue lo que dio en llamarse “educación programada” o “tecnología educativa”. Aunque se han hecho esfuerzos para que este tipo de enseñanza no se convierta únicamente en la transmisión de conocimientos (SKINNER, B.F.), sino también para lograr “productos” elaborados por el pensamiento, haciendo referencia a lo que sucede cuando se resuelven problemas en la relación de lo externo con la conciencia (KÖHLER, 1972).

Esta tendencia dio, pues, un aporte relevante, a saber: que el aprendizaje es fruto de la relación “organismo-medio”; este supuesto es aceptado por la segunda de las tendencias señaladas, pues ya el individuo que es “enseñado” posee conceptos espontáneos y para el desarrollo de los no-espontáneos se requiere que éste sea afectado enérgicamente por condiciones externas e internas. En este orden de ideas la “instrucción” es la principal fuente para modificar de una manera completa la mente del aprendiz. Las investigaciones de esta escuela (VIGOTSKY, 1998) demuestran que el desarrollo de las funciones psicológicas no es prerequisite para poder administrar las materias básicas, pero explica una interacción continua con las contribuciones de la instrucción e igualmente de la influencia social y cultural y su dependencia de la cooperación con los adultos.

Nuestro desacuerdo con PIAGET se centra sólo en un punto, pero éste es sumamente importante. Él afirma que el desarrollo y la instrucción son procesos insuficientes y totalmente separados, que la función de la instrucción es sólo la de introducir formas adultas de pensamiento, que entran en conflicto con la de los niños y eventualmente las suplantán. El estudiar el pensamiento infantil aparte de la influencia de la instrucción, como lo hace PIAGET, excluye una fuente de cambio muy importante e impide al investigador enfocar la cuestión de la interacción del desarrollo y la instrucción peculiares a cada nivel de edad. Nuestro propio enfoque se dirige hacia esta interacción. La instrucción, ante todo, no comienza en la escuela. Un futuro investigador puede descubrir que los conceptos espontáneos son un producto de la instrucción preescolar, así como los científicos son de la escuela (VIGOTSKY, 1998: 157).

A pesar de que en VIGOTSKI se nota un interés por relacionar lo que le sucede al sujeto y el contacto con una instrucción adecuada (conocimiento espontáneo con conocimiento no-espontáneo) conserva una fuerte externalidad al ver las elaboraciones de los científicos como productos acabados, los cuales ocuparán el puesto de los espontáneos.

Una gran diferencia con PIAGET en este aspecto es que éste favorece la construcción del conocimiento y hace más propia de los alumnos la actividad escolar al involucrarlos en el proceso y evolución del conocimiento a pesar de que hay que tener cuidado con las interpretaciones y desviaciones que se le han adjudicado a la teoría piagetiana.

Los educadores distorsionan el mensaje de PIAGET al considerar su contribución reveladora de que los niños sostienen creencias falsas, que ellos, los educadores, deben superar. Esto hace del PIAGET escolar un PIAGET retrógrado: retrógrado porque a los chicos se les hace tragar teorías “correctas” antes de que estén preparados para inventarlas. Y retrógrado

también porque la obra de PIAGET pone en cuestión la idea de que la teoría “correcta” sea superior como estrategia de aprendizaje (PAPERT, 1981: 155).

Lo que sí es importante para PIAGET es que él no concibe la separación entre los procesos de aprendizaje y lo que se aprende (PAPERT, 1981: 183). Para comprender cómo un niño construye conocimiento en física tenemos que saber física. No se entiende una pedagogía de la nada, siempre se tiene que pensar en algo y ese algo comporta sus propias leyes. Pedagogizar o didacticar algo implica conocer su naturaleza.

Encuentro que la computadora es útil en dos sentidos. En primer lugar, permite, u obliga, al niño a externalizar sus proposiciones intuitivas. Cuando la intuición se traduce en un programa llama más la atención y se vuelve más accesible a la reflexión. En segundo lugar, las ideas computacionales pueden retomarse como materiales para el trabajo de remodelamiento del conocimiento intuitivo (PAPERT, 1981: 169).

Ausubel denuncia que los contenidos que comúnmente se le presenta al alumno, se “entregan” más o menos en forma final, esto es lo que tiene que aprender. En estas circunstancias, lo único que se le pide es que comprenda el material y lo incorpore a sus estructuras cognoscitivas. El principal peligro del aprendizaje significativo por recepción no es tanto que el alumno adopte francamente una técnica repetitiva, sino que se engañe así mismo creyendo que ha captado realmente los significados exactos cuando sólo ha adquirido un confuso agregado de verbalismos (AUSUBEL, 1976: 113).

Por el contrario, el aprendizaje significativo es más eficaz por las ventajas inherentes a la relacionabilidad sustantiva e intencionada de las nuevas ideas con las ya establecidas en la estructura cognoscitiva; de este modo se incorpora con más facilidad y queda más disponible inmediatamente después del aprendizaje una mayor cantidad de material (ocurre más aprendizaje) (AUSUBEL, 1976: 124).

Ya se señaló que las tareas de aprendizaje por repetición son relacionables a la estructura cognoscitiva de modo arbitrario y al pie de la letra. Y que por razón de esta relacionabilidad: a) los componentes ya significativos de estas tareas son percibidos como tales y con ello se facilita la tarea de aprendizaje mecánico; b) la interferencia concurrente con las tareas de aprendizaje surge desde dentro de la estructura cognoscitiva (así como la necesidad de interiorización y reproductibilidad al pie de la letra) excluye el tipo de incorporación, que incumbe a las relaciones y a las sustancias, descrito con anterioridad para el aprendizaje significativo y lo convierte en una clase fundamentalmente distinta del proceso aprendizaje-retención. Las tareas de aprendizaje por repetición pueden incorporarse a la estructura cognoscitiva tan sólo en la forma de asociaciones arbitrarias, es decir, con entidades discretas y autónomas, aisladas organizativamente, para todos los propósitos prácticos, de los sistemas ideativos y ya establecidos del alumno. La exigencia de que estas asociaciones arbitrarias estén constituidas al pie de la letra en lugar de sustancialmente, aumenta la naturaleza discreta y aislada de las entidades incorporadas repetitivamente (AUSUBEL, 1976: 136).

Existe una capacidad de olvido mayor en el caso del aprendizaje repetitivo comparado con el significativo; éste exige que se analice el proceso de retención repetitiva, así como los factores que

influyen en su periodo de retención extremadamente corto; pero la demora que está más allá de este breve periodo nos deja sin nada que estudiar (AUSUBEL, 1976: 136).

La definición de aprendizaje significativo implica que esto es un proceso característico en que el significado constituya un producto o resultado del aprendizaje, en lugar de un atributo primario del contenido que se va aprender. De esta manera disminuye un poco la exterioridad de los conocimientos, se le da un poco de más énfasis al aprendizaje; aunque en el fondo se sigue viendo el producto de los científicos como lo “aprendible”. Es este proceso, en vez de la significatividad del contenido, lo que caracteriza al aprendizaje significativo. Así, las mismas razones que explican por qué los materiales más significativos se aprenden y retienen por repetición, más fácilmente que los menos significativos, no explican necesariamente por qué el aprendizaje significativo y la retención sean superiores a sus correlatos mecánicos (AUSUBEL, 1976: 139).

2. Los principios de la 'informática educativa' o la perspectiva piagetiana de PAPERT.

En el enfoque tradicional se acepta la matemática y las ciencias en el ámbito escolar como una entidad dada y ya elaborada por personas de un don particular y los esfuerzos del maestro se centran en hallar modos apropiados para su enseñanza, para “mostrarla” e instruir en ella. Algunos educadores emplean computadoras para este propósito. De tal modo, paradójicamente, la aplicación más común de éstas en la educación ha sido la de obligar a “tragar material indigerible”; este es un remanente de la época precedente a la “era computacional”. En la *Geometría de la Tortuga* –para el aprendizaje de la geometría– y de la *Dinatortuga* —para el aprendizaje de la física–, la computadora tiene un uso totalmente distinto. Ésta se utiliza como un medio matemáticamente expresivo. En lugar de plantear el problema educacional en términos de “cómo enseñar la matemática existente”, o las “leyes de NEWTON” se plantea como la “reconstrucción de la matemática” o, más en general, “como [la] reconstrucción del conocimiento” matemático (PAPERT, 1981: 71).

Aquí lo fundamental del aprendizaje no es la memorización de datos para repetirlos posteriormente o adquirir habilidades en el manejo de la máquina. Más bien es llegar a conocer a la *Tortuga*, explorar lo que ella puede y no puede hacer (PAPERT, 1981: 160); es decir, *descubrir las leyes del micromundo, que a su vez son reflejas del “mundo geométrico”*¹.

1 Tradicionalmente, la "inteligencia" de un producto "artificial" (por ejemplo, de *software*) se evalúa con la "Prueba de TURING". En resumen, cuando la respuesta ofrecida por una máquina es "indiferenciable" de la que daría un humano, se "atribuye" el carácter de inteligencia a la máquina; tal respuesta es construida con recurso a un "motor de inferencia".

Esta prueba no es satisfecha por *Logo*, ni en general por los "micromundos". No obstante, consideramos que a estos dispositivos, igualmente, se les puede atribuir inteligencia cuando satisfacen las condiciones fundamentales, siguientes:

- Tiene la "inteligencia objetivada" en el entorno del "conjunto de leyes" o de "reglas" que serán objeto de aprendizaje por el usuario, a partir de su experimentación.
- Induce tanto a la "acción inteligente" como a la apropiación de la "ley", "regla" y/o "principio", por parte del usuario.
- Diferencia la "acción válida" del usuario, dentro del entorno, de la "inválida".
- Da, por diversos mecanismos, retroalimentación sistemática al usuario.

La *Tortuga* “crea” simultáneamente un “mundo de experiencias sensibles” y un “mundo de experiencias abstractas”. Con esto, omite uno de los más célebres problemas que se encuentran en otro campo, a saber, la diferencia entre “teoría” y “práctica” en el de la enseñanza de la física – apelando a las estrategias convencionales de aula: tiza, tablero, textos, etc.–. En ese mundo se precisa crear las abstracciones dentro de las cuales tiene sentido la elaboración del discurso de la física, pero la falta de correlación o de reciprocidad entrambos (mundos: sensible y abstracto), lleva a que se “caiga” en una suerte de verbalismo. La *Tortuga*, y la geometría que se puede construir con ella, rebasa ese obstáculo. Es entonces posible y plausible pensar que tal reconciliación – llamémosla también entre “mundo de la vida” y “espacio newtoniano”, por ejemplo.

Pero a menudo hay obstáculos en el proceso. El conocimiento nuevo frecuentemente contradice al viejo, y el aprendizaje efectivo requiere estrategias para manejar tales conflictos. Uno de los conflictos más simples es el que plantea el principio fundamental de la física de NEWTON: un cuerpo en movimiento si no encuentra interferencia, continuará moviéndose siempre a velocidad constante y en línea recta. El principio del “movimiento perpetuo” contradice a la experiencia ordinaria y, en realidad teorías de física más antiguas como la de ARISTÓTELES (PAPERT, 1981: 142).

Este conflicto entre la teoría ideal y la observación cotidiana es sólo uno de tantos obstáculos en el aprendizaje de la física newtoniana. Otros se derivan de las dificultades para aplicar los dos principios matemáticos. Según el primero, las personas que desearan aprender física newtoniana deberían hallar maneras de relacionarla con algo que ya conocieran. Pero pueden no poseer ningún conocimiento con el cuál aquella pudiera efectivamente relacionarse. Según el segundo principio, una buena estrategia de aprendizaje sería trabajar con las leyes de movimiento newtonianas, usarlas en estilo personal y entretenido. Pero esto tampoco es tan simple. No se puede hacer nada con las leyes de NEWTON a menos que se tenga algún medio de asirlas y algún material familiar al cual puede aplicarse (PAPERT, 1981: 142).

En síntesis, a partir del pensamiento de PAPERT se pueden establecer como principios:

2.1. La práctica escolar orienta a los aprendices para la construcción o reconstrucción del conocimiento; no existe algo como una “ciencia” o un “saber” que deba ser “aprendido”.

El “micromundo”, pues, no usa, necesariamente, “motor de inferencia”, pero tiene el conjunto de “principios” que “denotan” inteligencia en el sistema. Esto no obsta para que, como complemento, el “micromundo”, use “cajas de diálogo” u otros mecanismos de interacción que retroalimenten al usuario; mecanismos éstos que podrían ser elaborados con el recurso al “motor de inferencia”.

Operacionalmente, a las tareas de investigación que se enmarquen bajo la “Prueba de TURING” –con un componente pedagógico– lo llamamos “pedagogía computacional”; mientras las que se ubiquen en la “objetivación de la inteligencia” en una plataforma de *software* (como un “micromundo”, del que es caso *Logo*) –con propósitos de enseñanza, aprendizaje o didáctica– lo llamamos “informática educativa”. Adelante (por ejemplo, en el § 3 de este estudio) se ve la aplicación que hacemos de estos criterios.

2.2. El trabajo fundamental de la escuela consiste en: generar “micromundos” o entornos de experimentación para que el aprendiz descubra o construya conocimiento o aprenda significativamente los principios (de la geometría, en el caso de la *Tortuga*).

2.3. La enseñanza tiene que permitir un “tránsito” de la “experiencia sensible” a su respectiva abstracción.

2.4. El aprendizaje es significativo si los sujetos logran “transferir” sus conocimientos de un contexto a otro.

2.5. La función del maestro radica en ser “diseñador de ambientes” para que los aprendices construyan conocimiento mediante experiencias significativas (que operacionalizan 2.4.).

3. La didáctica en el contexto de la 'informática educativa': *Logo* como 'ambiente de aprendizaje'.

El intento de valorar el aporte de PAPERT a la pedagogía se puede sintetizar diciendo que él ha contribuido significativamente a que se dé el paso del paradigma de la 'enseñanza' al del 'aprendizaje'; según su teoría, toma cuerpo la idea de que el instructor –humano o máquina– hace las veces de 'dispositivo' (o 'mediador') para que el 'aprendiz' tenga la oportunidad de descubrir y, en ese sentido, resulta relevante el título fundamental “ambiente”.

En dirección de la teoría señalada, entonces, queda la pregunta-eje: ¿es posible que el estudiante aprenda sin que se le 'enseñe'? El caso *Logo* como 'prototipo' de *ambiente de aprendizaje*, si no demuestra una respuesta totalmente afirmativa, al menos crea un “indicio razonable” que hace ver con optimismo la búsqueda allí iniciada.

Resulta evidente que esta teoría proviene de la tradición kantiana que pasa por J. PIAGET. Se puede recordar la sentencia según la cual “las intuiciones sin conceptos son ciegas, los conceptos sin intuiciones son vacíos”; a su manera, esta sentencia contiene los elementos centrales de la “adaptación” y de la “acomodación” en la perspectiva piagetiana. La pregunta, pues, es cómo los enseñantes pueden darse a la tarea de “enseñar” significativamente sin referente, sin mundo de la vida, sin sentido desde el cual pueda llegarse a aprender.

Usar la computadora para facilitar el aprendizaje de las leyes de NEWTON sobre el movimiento, no “intenta computarizar” o programar las ecuaciones tal como aparecen en un libro de texto clásico o como tradicionalmente se hace en el tablero: dar las ecuaciones y poner a los estudiantes a realizar una serie de ejercicios algebraicos que se convierten en un reemplazo de cantidades conocidas. Se desarrolla así un nuevo marco conceptual para pensar el movimiento. Por ejemplo, el concepto de *Tortuga* permite formular un componente cualitativo de la física newtoniana (PAPERT, 1981: 211).

El contenido proposicional de la ciencia es por cierto muy importante, pero constituye sólo una parte del cuerpo de conocimientos del físico. No es la parte que primero se desarrolló históricamente, no es la que puede comprenderse primero en el proceso de aprendizaje y no es, por supuesto, la que estoy proponiendo como modelo para reflexionar sobre nuestro propio pensamiento. Nos interesamos en un conocimiento más cualitativo, menos

completamente especificado, y rara vez enunciado en forma proposicional. Si se da a los alumnos ecuaciones como $F = ma$, $E = IR$, o $PV = nRT$ como modelos primarios del conocimiento que constituye la física, quedan colocados en una situación en la que es probable que nada de lo que tienen en la cabeza sea reconocido como «física» (PAPERT, 1981: 162).

Para tener el cuadro completo, debemos reconocer también una interacción entre el contenido, la pedagogía y la tecnología (PAPERT, 1981: 212).

En pos de nuestro tema de usar la computadora para comprender el conocimiento científico como algo arraigado en el saber personal, observaremos a continuación formas en la que dicho conocimiento científico se asemeja más a conocer a una persona que a conocer un dato o tener una habilidad (PAPERT, 1981: 159).

De lo que se trata con un micromundo en cuanto alternativa para el uso de las computadoras en educación, precisamente, es de que el aprendiz tenga un “espacio” para que se dé una reconstrucción y un redescubrimiento de las leyes del mundo, tal y como han sido descubiertas por los científicos; aunque no coincida con el modo como otros ya hubiesen llegado a obtenerlas. En ese sentido, la pedagogía gana con el uso de la distinción piagetiana entre “conocimiento científico” (o “epistémico”) y “conocimiento psicológico” (o “subjetivo”); con el primero, se trata de una construcción nunca antes realizada; con el segundo, de un auténtico descubrimiento, sólo que válido para el sujeto, como tal, pues ya existía dicha idea para el conjunto de la investigación disciplinar en una determinada área. De esa manera, también entronca con la P-Creatividad y con la H-Creatividad de M. BODEN. De lo que se trata, pues, es de desarrollar una escuela que sea científica, aunque no aporte “nuevos” conocimientos –los que, en verdad, son más bien un accidente–.

Cuando uno ingresa a un nuevo dominio del conocimiento, encuentra inicialmente una multitud de ideas nuevas. O sea, son espacios para que los sujetos lleguen a “descubrir”. PAPERT insiste en los procesos de descubrimiento. No es que la computadora sea un enseñante, ella es un “dispositivo” que funciona como "ambiente de aprendizaje" a través del descubrimiento que sobre ese “espacio” realiza el sujeto.

Interesa señalar la importancia de una concepción tanto de la física como de su enseñanza desde un punto de vista cualitativo. En fin, la positivización de ellas fue la que llevó a pensar que “entender la física” era entender su cuantificación y/o su formulación matemática. El punto de válido aquí es señalar que una comprensión que no parta de las vivencias, del mundo de la vida de los aprendices, queda reducido como formalismo a una “verbalización vacía de contenido”. Ello no implica que en algunos momentos no venga como necesidad y como exigencia: la utilización del lenguaje matemático.

La definición de IA* puede ser estricta o amplia. En sentido estricto, la IA se ocupa de ampliar la capacidad de las máquinas para realizar funciones que se considerarían inteligentes si las realizaran personas (PAPERT, 1981: 182).

* IA: Inteligencia Artificial.

Para McCULLOCH igual que para PIAGET, el estudio de las personas y el estudio de lo que aprenden y piensan son inseparables (PAPERT, 1981: 190). Si bien es cierto que “no hay pedagogía de la nada”, también lo es que la pedagogía –la enseñanza, la didáctica²– implica conocer y reconocer a los sujetos que aprenden y el respectivo “mundo” en el cual –dicho en terminología piagetiana– “construyen conocimiento”.

En IA, los investigadores usan modelos computacionales para obtener una percepción profunda de la psicología humana así como para reflexionar sobre ésta como fuente de ideas para generar mecanismos que emulen la inteligencia humana. Esta empresa impresiona a muchos como algo ilógico: aun cuando el desempeño parezca idéntico. ¿Hay alguna razón para pensar que los procesos subyacentes son los mismos? (PAPERT, 1981: 190).

Llama la atención cómo PAPERT captó profundamente el sentido de la IA en cuanto componente de las “ciencias cognitivas”, dentro de las cuales hay un puesto definido para la “pedagogía computacional”, pero su propuesta de *Logo* se queda al nivel de la “informática educativa”.

2 En esta elaboración, tomamos, indicativamente, las "nociones" pedagogía, enseñanza y didáctica en los siguientes sentidos fundamentales:

- La *pedagogía* es el área *más filosófica* de la práctica educativa; en ella son tematizadas, centralmente, las variables que tienen que ver con el sujeto: la cultura en la cual tiende a su realización como persona, las dimensiones psicológicas (por ejemplo, estilos cognitivos), las características económicas (la condición socioeconómica, la distancia casa–escuela), las condiciones sociológicas de su proveniencia (experiencia previa, que da lugar a los preconceptos, por ejemplo, del sujeto). No obstante, la reflexión pedagógica –valiéndose, como lo hace, de las llamadas "ciencias auxiliares de la educación" (antropología educativa, psicología educativa, sociología de la educación, etc.) es, más bien, una reflexión "filosófica" sobre el sujeto, que un discurso estratégico sobre el aprendizaje.
- La *enseñanza* la pensamos, más bien, en su *carácter vinculado y vinculante con las disciplinas*. Ella, como tal, tiene una estrecha relación con el saber y cuestiona: cuál, del acumulado disciplinar, ha de ser comunicado a los sujetos, en qué secuencia y con qué objetivos. La enseñanza, a su turno, depende de un "criterio epistemológico" que ha dado en llamarse "enseñabilidad"; como tal, este criterio dice relación a un proceso científico que tiende a socializar los resultados de los desarrollos investigativos; pero él mismo no esclarece cómo se puede realizar tal función en el aula o en la escuela. Por tanto, la transformación de la *enseñabilidad* en *enseñanza* equivale a la conversión del desarrollo de la socialización del conocimiento investigado disciplinarmente en tarea de formación de los sujetos en procesos sistemáticos y regulares de la escuela.
- La *didáctica*, por su lado, la concebimos como el *área aplicada tanto de la enseñanza como de la pedagogía*. Ella tiende a establecer cómo ha de ser comunicado un contenido, con qué indicadores de logro o verificadores del mismo; en suma, cuestiona: cómo crear ambientes de aprendizaje. En este sentido, la didáctica es la concreción tanto de la pedagogía como de la enseñanza; con respecto a la primera "materializa" y "pone en escena" las "creencias del docente" (su "autoritarismo" o su "actitud democrática", etc.); con respecto a la enseñanza, hace explícita tanto su concepción como su conocimiento de la ciencia o de la disciplina en que se desempeña el docente.

Entendemos por “informática educativa” el uso de las computadoras como “instrumentos de enseñanza” bien sea como: dispositivos didácticos, ambientes de aprendizaje, entornos de experimentación o simuladores que permiten “realizar una tarea”.

En todos estos casos, la computadora funge como ‘herramienta’, así ésta se oriente a que el aprendiz “construya conocimiento” por “descubrimiento” (como es el caso de *Logo*). En cambio, por “pedagogía computacional” entendemos aquí el área de las ciencias cognitivas que busca responder sistemáticamente las preguntas: “¿qué modelos computacionales permiten obtener una más profunda percepción [comprensión] de la psicología humana?”, ¿Cómo son o cómo podemos comprender los procesos de aprendizaje humano y cómo los podemos simular en computadoras? Y, finalmente, ¿cómo pueden ser usadas las computadoras para simular los procesos de conocimiento, de forma tal que al ser resueltos, su respuesta no pueda ser diferenciada de la que, en condiciones homólogas, daría un ser humano (Prueba de TURING)?

Mas, es evidente, no se trata –ni se puede equiparar– una máquina de silicón con una ‘máquina humana’ –con una persona–. En todo caso, la investigación sobre estas materias hace visible el hecho de que la aproximación desde el mundo de unas a otras se da mediante dos dispositivos fundamentales: analogías y metáforas:

(...) nuestra capacidad de usar “metáforas computacionales” de este modo, como portadoras de nuevas teorías psicológicas, tiene consecuencias respecto de adónde van las teorías del conocimiento y adónde vamos nosotros como productores y portadores del conocimiento. Estas áreas no son independientes (PAPERT, 1981: 197).

Se requiere, por tanto, establecer algunos tipos de metáforas computacionales, para hacer más comprensible la discusión insinuada por PAPERT: “el hardware el cerebro, el software la mente”; esta metáfora tiene poder para hacernos comprender cómo pensamos la relación entre lo que pasa en la máquina y lo que sucede con el ser humano, en cierto sentido, para reducir el mundo de los artefactos a elementos de nuestro mundo cultural conocido; otro tipo de metáforas puede verse en ToolBook: un libro electrónico sobre el que se escribe, en el “espacio computacional” como si se tratara de un efectivo texto, pero electrónico y por ello con la potencia de integrarle: vídeos, sonido, imágenes animadas, etc.; o la metáfora de Director: en el cual se tiene un efectivo “director de cine” que va dando entrada a diversos actores o más propiamente a diversos “*casting*” que se hacen miembros de la escena o “*stage*”. También tenemos metáforas en las que el asunto es el “mundo de la vida reducido a sistema” como el “escritorio de Windows”: papelera para reciclar, archivos y carpetas, etc.

PAPERT sugirió que el modo en que pensamos sobre el conocimiento afecta el modo en que pensamos sobre nosotros mismos. Él privilegia la metáfora de la “balcanización”, que viene a ser el reconocimiento de los efectos de la concepción postmoderna de fragmentación de la subjetividad en lo que, psicológicamente, implica concebir modularmente la mente; tal fragmentación no sólo se da para la concepción de ésta, sino también para ver la simbiosis entre ella, “mente”, y “cultura” –habida cuenta que ésta se halla igualmente fragmentada o “balcanizada”–.

En particular, nuestra imagen del conocimiento como dividido en clases diferentes nos conduce a una concepción de las personas divididas según cuáles son sus aptitudes. Esto lleva a su vez a una balcanización de nuestra cultura (PAPERT, 1981: 197).

En cierto sentido, no hay sujeto que lo sepa todo, no hay “unidad en el saber”. El mundo de la computación hace converger en su seno: programadores –que determinan el alcance de lo que es realizable en un “micromundo”–, diseñadores gráficos que establecen el formato estético que hace más “comercial” –como se quiera entender esta palabra– un programa, pedagogos que hacen de la propuesta una estructura para “conducir” a los sujetos-aprendices a experiencias de construcción, aprendizaje o descubrimiento, de psicólogos que expliquen los fenómenos subjetivos experimentados o experimentables en un ambiente. Esta, pues, es una forma de entender la “balcanización de nuestra cultura”.

Modular la mente, su comprensión y su tratamiento haría ver que –desde ciertos puntos de vista– la “informática educativa” y la “pedagogía computacional” son por antonomasia una suerte de “pedagogía de la condición postmoderna”. No deja de ser posible tal acerto. No obstante, las transiciones no son de blanco a negro. Todavía el ideal analítico propuesto por DESCARTES pervive en la concepción de PAPERT:

Cuando el conocimiento se puede descomponer en “porciones a la medida de la mente”, es más comunicable, más asimilable, más simplemente construible (PAPERT, 1981: 198).

No deja, pues, de sorprender esta materia analítica en un mundo hipermedial, que ha terminado con la secuencialidad y con las estructuras lineales. En fin, resulta que *Logo*, en su estructura, recoge el ideal cartesiano del *more geometrico demonstrata**. Más aún, su implementación como ambiente para que el sujeto experimente y autónomamente aprenda, realiza hasta cierto punto el ¡*Sapere aude!*** con que KANT resumía el programa de la modernidad.

De tal suerte que potenciando la subjetividad, *Logo* encarna y despliega la realización de los ideales modernos, no hace explícito ni el cambio de época, ni las transformaciones que implica un mundo efectivamente modular y fragmentario/fragmentado.

En esta flagrante contradicción “dispositivos postmodernos de enseñanza” para una “enseñanza tendiente a la realización de los ideales pedagógicos de la modernidad” se asienta la pedagogía de

* El *more geometrico demonstrata*, o "modo geométrico de demostración" es retomado por DESCARTES del viejo modo o disciplina universal (*mathesis universalis*) que éste reconoció a la ciencia matemática y, especialmente, geométrica, a partir de EUCLIDES. DESCARTES, pues, consideró que era fundamento del conocer hallar unos principios "claros y distintos" que permitirían, de modo regular, es decir, por el uso de las "reglas de la inferencia válida", deducir los restantes conocimientos.

*** "Sabed por ti mismo" o "Ten el valor de servirte de tu propio entendimiento"; tesis que, según KANT, en la respuesta la pregunta de su ensayo: *¿Qué es la Ilustración?*, sintetiza la dimensión subjetiva del sentido de esa "época".

PAPERT. Se comprende que su visión del problema es clara en este conflicto performativo y por ello anuncia:

Esto nos lleva de nuevo a ver la necesidad de que el educador sea antropólogo (PAPERT, 1981: 207).

4. La 'representación' y 'simulación' de procesos de aprendizaje (la teoría de A. NEWELL & H.A. SIMON).

¿Qué es posible aprender de la IA en pedagogía? El intento de responder esta pregunta es lo que típicamente puede llamarse “pedagogía computacional”. El fenómeno de la IA viene de la mano, según NEWELL & SIMON, padres –en cierto modo, de la IA– de la llamada “psicología cognitiva” (1994: 134-135).

La IA se construye bajo un paradigma:

Un paradigma análogo ha sido fuente de inspiración para gran parte de la investigación en IA: identificar un dominio de tareas que requieran inteligencia, luego construir un programa para una computadora digital que pueda realizar tareas en ese dominio (NEWELL & SIMON, 1994: 134).

La metafísica occidental había, según se reconoce en el *Menón* de PLATÓN (cf. NEWELL & SIMON, 1994: 139), establecido que la “resolución de problemas” es un “misterio”. El aporte sustantivo de la IA es, precisamente, dar cuenta de cómo no existe tal “mundo de las ideas” en el cual basar ese –ciertamente– complejo proceso. Ahora bien, va un largo trecho de la idea del “misterio” a la de la “complejidad”. Ésta, por antonomasia, es investigable y, por eso mismo, reducible a unos cuantos elementos o parámetros que permiten, por aproximaciones sucesivas: “describirla”, “comprenderla” en sus cualidades, “determinarla en su estructura simbólica” y –en esta última perspectiva– implementarla en computadoras.

La IA ofrece un horizonte radicalmente nuevo: la solución humana de problemas es menos “misteriosa” de lo que pensamos y más “compleja” de lo que aparenta. Tal aprendizaje lleva a una total reforma de la perspectiva de la investigación: se trata de “ir a las cosas mismas” (HUSSERL), para “describirlas y racionalizarlas”.

Aquí, exactamente, es donde se configura la perspectiva de la psicología cognitiva, para ella su asunto es:

[...] contar con un sistema de símbolos físicos donde quiera que se exhiba inteligencia. Se inicia con el Hombre, el sistema inteligente mejor conocido por nosotros, e intenta descubrir si su actividad cognitiva puede explicarse como el funcionamiento de un sistema físico de símbolos (NEWELL & SIMON, 1994: 133).

El entendimiento de la manera como los sujetos resuelven cotidianamente los problemas es la base para construir programas en computadoras. Otra fuente resulta, sin más, irreal. Lo que se pretende, por tanto, es que una máquina –inicialmente lógica y luego física– resuelva los problemas como

podría hacerlo un ser humano. Si un observador externo no encuentra diferencia entre la manera como lo resuelve una máquina y como lo resolvería un humano, ha de considerarse que aquélla es *inteligente*. Hoy día esta discusión resulta trivial. Ha habido una tal habituación de los sujetos a los “seres artificiales” (cajeros automáticos, redes de datos, electrodomésticos, etc.) que resulta, simplemente, noticia de ocasión que *Azul* haya derrotado a un campeón mundial de ajedrez.

Todos estos “productos artificiales e inteligentes” han llegado a ser realizados tomando como base la actuación humana, modelándola y traducéndola primero a código lógico, a cálculo proposicional, a transformaciones algebraicas y, finalmente, a efectivos programas computacionales físicos (*software* y *hardware*) que realizan la tarea como si se tratara del modo como se comportaría, frente a la misma tarea, un ser humano.

Como consecuencia, se puede afirmar que la pedagogía puede aprender dos procesos fundamentales de la IA: 1) la representación de procesos inteligentes –vale decir: de resolución de problemas de los sujetos–; y, 2) la simulación de los mismos.

En concreto, ¿qué se entiende por uno y otro, en el contexto de la IA?

4.1. “Tenemos un problema si sabemos lo que queremos hacer (la prueba), y no sabemos de inmediato cómo hacerlo [...]. Un sistema de símbolos puede enunciar y resolver problemas [...] porque puede generar y probar” (NEWELL & SIMON, 1994: 139).

4.2. “Enunciar un problema es designar: 1) una *prueba* para una clase de estructuras de símbolos (soluciones de problemas) y 2) un *generador* de estructuras de símbolos (soluciones potenciales). Resolver un problema es generar una estructura, utilizando 2, que satisfaga la prueba 1” (NEWELL & SIMON, 1994: 139).

4.3. La solución de problemas requiere:

- “un espacio del problema” –que se puede caracterizar como ‘estado inicial’– (NEWELL & SIMON, 1994: 140).
- “un espacio de estructuras de símbolos en el que puedan representarse las situaciones del problema, incluidas la situación inicial y de meta” –que, puede decirse, también, implica ‘cambios de estado’– (Ibíd).
- “los generadores de jugadas son procesos para transformar una situación en el espacio del programa en otra” –que, a su manera, es la ‘búsqueda’ del ‘estado final’– (Ibíd).
- “[...] sintetizar, en una situación concreta, el espacio del problema y los generadores de jugadas adecuados para esta situación” (Ibíd) –que, puede ser llamado ‘ambiente de la tarea’–.
- Enfrentar la tarea a un sistema de símbolos, cuando se le presenta un problema y el espacio de un problema, utilizando sus limitados recursos de procesamiento para generar soluciones posibles (Ibíd).

En suma, la *representación*, en el contexto de la IA, indica la búsqueda de “la teoría [...] hacia una caracterización más completa de los tipos particulares de sistemas de símbolos que resultan efectivos” (NEWELL & SIMON, 1994: 135).

Ahora bien, como tal la *simulación* en IA: pone en escena el concepto de *interpretación*:

Los sistemas de símbolos son conjuntos de modelos y procesos. Estos últimos son *capaces de producir, modificar y destruir a los primeros* [subrayado nuestro]. Las propiedades más importantes de los modelos son que pueden designar objetos, procesos u otros modelos y que cuando designan procesos, éstos pueden ser interpretados. *Interpretar significa llevar a cabo un proceso designado* [subrayado nuestro]. Las dos clases más significativas de sistemas de símbolos que conocemos son los seres humanos y las computadoras (NEWELL & SIMON, 1994: 150).

“Pedagogía computacional”, por tanto, designa la investigación –vale decir: *empírica* (cf. NEWELL & SIMON, 1994: 151)– que busca responder la pregunta: ¿cómo resuelven problemas los sujetos?, en fin, ¿qué cambios de estado se operan en su “mente”?, ¿qué de estos procesos puede ser reducido bien que a algoritmos, bien que a heurísticas?, ¿cómo se puede modelar la resolución humana de problemas en máquinas?

5. El problema de 'explicar' el aprendizaje como *un* problema de una teoría pedagógica.

¿Qué puede querer decir, entonces, ‘explicar’ el aprendizaje? La teoría básica que se puede sostener es que la mente se comporta modularmente. “Aprender” es, entonces, ‘adecuar medios a fines’: estrategias de solución a problemas identificados.

El carácter modular de la mente implica que se puede desarrollar modelos para la solución de un tipo de problemas que, en principio, pueden ser transferidos a la solución de otros, de diferentes contextos tanto de formulación como de modo de ser resueltos.

La diferencia ente un ‘novato’ y un experto, por tanto, no radica en el entrenamiento general para resolver problemas, sino en su capacidad de ‘transferir’ la formalidad de un modelo de un contexto de problemas –o situaciones– a otro.

Ahora bien, “Cuando el sistema simbólico que intenta resolver un problema sabe bastante acerca de lo que debe hacer, simplemente procede hacia su objetivo” (NEWELL & SIMON, 1994: 143). En este sentido, “aprender” es dominar en su *formalidad* el “mundo” sobre el que se tiene que actuar. Por tanto, *aprender es obtener el dominio de conocimiento sobre un problema*.

‘Explicar’ el aprendizaje supone:

5.1. Comprender el conjunto de tareas que enfrenta un aprendiz –sea humano o de silicón–.

5.2. Establecer el ‘mecanismo’ *lógico* que permite obtener la mejor solución –vale decir: “la mejor primera búsqueda y el análisis de los medios y fines” (cf. NEWELL & SIMON, 1994: 145).

5.3. Caracterizar el modo como la ‘máquina física’ –trátese de un cuerpo humano o metálico– puede ‘operar’ la solución, vale decir: apropiarla o, más exactamente: *interpretarla* (cf. NEWELL & SIMON, 1994: 150).

5.4. Evaluar cómo la máquina física soluciona con mayor o menor grado de perfección la tarea.

5.5. Rediseñar el ciclo de 5.1. á 5.3. con base en lo obtenido en 5.4.

Obviamente, esta teoría aísla las dimensiones ‘metafísicas’; en fin, como ha quedado indicado: se trata de comprender e interpretar el fenómeno del aprendizaje, no el asunto de su sentido, de su valor en el conjunto de la formación, de su horizonte en la realización de la persona, de su importancia en la inserción de los sujetos al mercado laboral.

Para decirlo fenomenológicamente: se trata de la representación de las dimensiones *hyléticas* de la intencionalidad del *noema*. Por cierto, en la *correlación* sujeto-mundo: la *noesis* –a saber: el sentido– implica un efectivo mundo, *hylético* o *material* a ser representado. Éste tiene una estructura (vamos a decir: *lógica*) que implica un peculiar modo de ser representado. ¿Cuál es la forma lógica de ese mundo?, ¿cuál es su estructura?, ¿cómo se representa ‘subjétivamente’ en una máquina? Este, pues, es el problema del aprendizaje: ¿cómo se construye la *forma lógica* del mundo y cómo operatoriamente el ‘sujeto’ –vamos a equipararlo a un: *agente*– puede actuar en él? Se trata, pues, de estudiar el fenómeno de la *constitución hylética del noema*, es decir, su “pura materialidad”.

No es, pues, que las preguntas relacionadas con el sentido, con la dimensión *noética*, carezcan de sentido: es que el aprendizaje y su explicación tienen a la vista la pregunta fundamental por la ‘encarnación’ de los sistemas de símbolos físicos (cf. NEWELL & SIMON, 1994: 137).

Para M. BODEN, el problema no es el de la ‘encarnación’ –como lo acabamos de indicar–. El asunto más bien es que:

[...] la representación *es* una actividad antes que una estructura. Muchos filósofos y psicólogos han supuesto que las representaciones mentales son intrínsecamente activas. Entre los defensores recientes de este punto de vista se encuentra HOFSTADTER (1985, p. 648) quien específicamente critica la explicación de NEWELL acerca de los *símbolos* formales manipulables. En sus propias palabras: “El cerebro por sí mismo no ‘manipula símbolos’; *el cerebro es el medio en que flotan los símbolos y se activan entre sí*” [subrayado nuestro] (BODEN, M.; 1994: 116).

Consecuentemente, pues, con nuestra idea de *pedagogía*: no pensamos que la problemática del aprendizaje agote su sentido; como lo hemos indicado es *un* problema que tiene que ser enfrentado en ella. Ahora bien, nuestra perspectiva es que hacer el “análisis cuidadoso de los protocolos que sigu[en] los seres humanos al pensar en voz alta durante la resolución de problemas” (NEWELL & SIMON, 1994: 136) permite apuntar a dos aspectos centrales de esta disciplina:

1) La comprensión del fenómeno del conocimiento en el modo como los sujetos: lo apropian, lo construyen, lo usan, lo simulan, etc.; y,

- 2) El reconocimiento de las *diferencias individuales*; esto es, cómo los diversos estilos cognitivos, con sus respectivas historias de vida: enfrentan cognitivamente la resolución de problemas.

En fin, de lo que se trata de –vale decirlo ahora–: aprender de los procesos de aprendizaje de los sujetos; simularlos en máquinas; y, construir modelos que hagan más eficientes los procesos pedagógicos.

Como nota complementaria, pues, debe decirse que *el aprendizaje también es un proceso humano*, pero no exclusivo de esta especie. Por cierto, se reconoce en las llamadas ‘especies inferiores’. Ahora dejamos sentado que la investigación en IA ha mostrado que también forma parte de la tipicidad de las máquinas. Más aún, se puede sostener que *cualquier ‘cuerpo’ capaz de ‘encarnar’ símbolos es susceptible de aprendizaje*³.

6. La diferencia de la «informática educativa» con respecto a una «pedagogía computacional».

La diferencia entre estas dos alternativas que nace de la recepción de la *informática* en el mundo de la educación, queda elementos que, muy sintéticamente, se pueden resumir de la siguiente manera:

6.1. La *informática educativa* se orienta a conformar *ambientes de aprendizaje* para que los estudiantes tengan experiencias tendientes al *cambio conceptual*. Entre tanto, la *pedagogía computacional* tiene como enfoque el *estudio de los procesos de aprendizaje que se dan en una máquina cualquiera*.

6.2. La *informática educativa* se presenta como un *dispositivo* auxiliar del enseñante e incluso como una eventual objetivación de su saber, o de algunas dimensiones del mismo. La *pedagogía computacional* configura un *campo de investigación experimental sobre lo que sucede en la mente* tanto en sus procesos de formulación de modelos formales como en la interpretación maquínica de los mismos.

3 Podría criticarse la posición que hemos expuesto, a nombre de la fenomenología, como precisamente: antifenomenológica, precisamente, por ‘*cierto aire de familia*’ positivista.

En otro estudio, uno de nosotros (G. VARGAS G.: *La noción husserliana del ‘eidos’ platónico*. En: *Revista Praxis filosófica*; 1999, 12 págs., *en prensa*) ha demostrado que HUSSERL mismo fundó lo que él dio en llamar *fenomenología empírica*. La indicación central es que:

«En el anexo XXIX dentro de la ordenación de *Hua. IX*, que probablemente data del otoño de 1927, HUSSERL indica:

Mediante la transformación de la ontología positiva en la trascendental y la fundación sobre ella de las ciencias positivas de hechos, se convierten estas últimas en ciencias fenomenológicamente entendidas, en ciencias de la subjetividad trascendental fáctica con todo lo “existente” para ella. Se tiene así al final también una fenomenología empírica, en cuanto ciencia de hechos (p. 525; v.e.: 91).

La tesis fuerte que se sostiene aquí, pues, es que: sin agotarla –ni en su contenido, ni en su método– la IA forma parte de lo que HUSSERL dejó delineado como “fenomenología empírica”, fundamentalmente, por cuanto ella contribuye a la investigación sistemática en torno de los *límites de la subjetividad*, esto es, al establecimiento del *residuo de la subjetividad*.»

6.3. La *informática educativa* está orientada al *incremento de la competencia cognitiva de los aprendices*, mediante métodos estructurados de guía y evaluación de los procesos de apropiación conceptual de los mismos. La *pedagogía computacional* procura explicar la *encarnación de la competencia cognitiva*.

6.4. La *informática educativa*, en todos los casos, de manera más o menos explícita, expone y realiza proyectos de formación –modernos, que atienden a las expectativas de autonomía, autodeterminación y autorreflexión como divisa para que el sujeto se constituya, vamos a decir: como héroe de su propio relato–; la *pedagogía computacional* se ancla en el *se (man)* heideggeriano (“*se piensa*”, “*se habla*” –“*se*” aprende–; “el que habla es el habla”) propio de la condición postmoderna.

6.5. La *informática educativa* mantiene, como consecuencia, al sujeto y la subjetividad; en la *pedagogía computacional* se puede decir con HEIDEGGER: “Subjetividad, objeto y representación se pertenecen mutuamente. Sólo cuando la reflexión está experienciada como tal, es decir, como el respecto entrañante con el ente, sólo entonces se hace determinable el ser como obstancia” (cf. *Superación de la metafísica*: 76 v.e.; 81 v.a.).

Nuestro interés, pues, no radica en llevar a sus consecuencias totales las diferencias entrabas modalidades de la recepción de la informática en el contexto educativo. Nos satisfacemos con dejar indicado el camino que se abre para la *pedagogía* desde el punto de vista *experimental*, al tenor de estos desarrollos investigativos. Nos interesa sentar, eso sí, enfáticamente la tesis de que la *reducción computacional* hace más visible qué sentido tiene una pedagogía en la *condición postmoderna* y qué alcance debe otorgarse a los nuevos caminos para acentuar la *subjetividad* como horizonte propio, fundante y decisivo de la pedagogía.

José González Flórez, E Mail: gonzalezj@uni.pedagogica.edu.co
Germán Vargas Guillén, E Mail: gevargas@uni.pedagogica.edu.co

Bibliografía

AUSUBEL, DAVID P. *Psicología educativa*. México, Ed. Trillas, 1976.

BODEN, MARGARET A. *Escape de la habitación china*. En: *Filosofía de la Inteligencia Artificial*. México, F.C.E., 1994; 508 págs., *vid.*: págs. 105 á 121.

HEIDEGGER, MARTIN. *Superación de la metafísica*. En: *Artículos y conferencias*. Barcelona, Ed. Odós, 1994; 246 págs.

HUSSERL, EDMUND. *Der Encyclopedia Britannica Artikel*. En: *Phänomenologische Psychologie, Vorlesungen Sommersemester, 1925. Husserliana (Edmund Husserl Gesammelte Werke)*, Band IX, herausgegeben von Walter Biemel, Den Haag, Martinus Nijhoff, 1968.

HUSSERL, EDMUND. *El artículo de la Encyclopedia Britannica.* México, UNAM, 1990, 183 págs.

KHÖLER, WOLFGANG. *Psicología de la forma.* Madrid, Biblioteca Nueva, 1972.

NEWELL, ALLEN & SIMON, HERBERT A. *La ciencia de la computación.* En: *Filosofía de la Inteligencia Artificial.* México, F.C.E., 1994; 508 págs., *vid.:* págs. 122 á 152.

PAPERT, SEYMOUR. *Desafío de la mente.* Bs. As., Eds. Galápagos, 1981, 255 págs.

PAPERT, SEYMOUR. *La máquina de los niños.* Barcelona, Eds. Paidós, 1993.

PIAGET, JEAN. *Estudios sobre lógica y psicología.* Barcelona, Altaya Eds., 1980.

SKINNER, BURRUS F. *Tecnología de la enseñanza.* Barcelona, Ed. Labor, 1985.

VIGOTSKY, LEV S. *Pensamiento y lenguaje.* Barcelona, Eds. Fausto, 1998.