

January 2008

Algunas precisiones acerca del aprendizaje humano y sus implicaciones para la educación en ciencias

Pedro Nel Zapata Castañeda
Universidad de La Salle, pzapata@lasalle.edu.co

Fidel Antonio Cárdenas
Universidad de La Salle, fcardenas@lasalle.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ap>

Citación recomendada

Zapata Castañeda, P. N., y F.A. Cárdenas. (2008). Algunas precisiones acerca del aprendizaje humano y sus implicaciones para la educación en ciencias. *Actualidades Pedagógicas*, (51), 73-85.

This Artículo de Investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Actualidades Pedagógicas by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Pedro Nel Zapata Castañeda* / Fidel Antonio Cárdenas**

Algunas precisiones acerca del aprendizaje humano y sus implicaciones para la educación en ciencias

Resumen

En el presente documento se hace una breve síntesis de algunos de los principales aportes producidos a través de la investigación a la comprensión del aprendizaje humano. Más que presentar una teoría unificada sobre el aprendizaje, lo que se propone es destacar, por una parte, los aportes básicos de las distintas teorías y, por otra, su complejidad, que imposibilita enunciar una teoría unificada. Se discuten algunos planteamientos en torno al aprendizaje que, a juicio de los autores, ameritan ser analizados en profundidad, entre los que se encuentran: el papel de la conducta, la memoria y el procesamiento de la información en el aprendizaje humano. Adicionalmente, se plantean algunas implicaciones de los logros alcanzados en el estudio del aprendizaje para la educación en ciencias.

Palabras clave: aprendizaje, conducta, memoria, procesamiento de información componentes del proceso educativo, estilos de enseñanza.

Recibido: 24 de mayo de 2007.

Aprobado: 22 de agosto de 2007.

Origen del artículo: el artículo en cuestión es un ensayo inédito que resulta de un conjunto de reflexiones sobre el tema de la educación en ciencias que los autores han venido desarrollando desde tiempo atrás en diferentes trabajos de investigación.

Some precisions about human learning and its implications to sciences education

Abstract

This paper presents a synthesis of some of the main contributions to human learning comprehension produced through research. More than a unified theory about learning, it tries to highlight, on the one hand, basic contributions from different theories and, on the other, its complexity, which makes impossible to enunciate a unified theory. Some learning proposals need to be deeply analyzed, among them: role of behavior, memory and information process in human learning. Besides, some implications of achievements in the study of learning for science education are proposed.

Key words: learning, behavior, memory, information process, educational process elements, teaching types.

* Colombiano, Doctor en Educación de la Universidad Pedagógica Nacional. Profesor de la Maestría en Docencia de la Universidad de La Salle. **Correo electrónico:** pzapata@lasalle.edu.co

** Colombiano, Ph.D. Química Strathclyde University. Profesor de la Maestría en Docencia de la Universidad de La Salle. **Correo electrónico:** fcárdenas@lasalle.edu.co

Presentación

El aprendizaje humano es uno de esos “fenómenos” que difícilmente puede ser definido. Más aun, cualquier conceptualización expresada a través de definiciones y términos resulta evidentemente insuficiente para satisfacer, en términos toulminianos,¹ a las comunidades de usuarios de este concepto. La pregunta por la naturaleza de una teoría unificada del aprendizaje humano resulta, en la actualidad, difícil de responder desde una concepción paradigmática del cambio científico, pues los paradigmas actuales como el aprendizaje por reestructuración, no rebaten con suficiencia las tesis asociacionistas o las teorías basadas en el procesamiento de la información. La complejidad del aprendizaje humano sobrepasa cualquier intento de definición universal y muestra la falta de potencialidad explicativa de las teorías actuales sobre este fenómeno.

Ahora bien, desde una concepción evolucionista del conocimiento, se podría afirmar que más de cien años de investigación han permitido caracterizar diversidad de procesos implicados en el aprendizaje humano. En este sentido, cada una de las teorías ha aportado, en su momento, principios, postulados, interpretaciones y explicaciones que han resistido las presiones ejercidas por las críticas de las comunidades académicas y que, hoy por hoy, se presentan como variantes conceptuales innovadas y resistentes.

Basta citar como ejemplos procesos como la asociación, la percepción y la codificación de estímulos, el almacenamiento de información en la memoria y la reestructuración de conceptos, entre otros, para mostrar que aunque sean conceptos empleados en distintas teorías, consideradas comúnmente como rivales, todos se emplean, en ocasiones indistintamente, para explicar diversidad de fenómenos relacionados con el aprendizaje.

En la actualidad, ni siquiera un constructivista radical, podría negar el papel de la memoria, bien sea sensorial, de corto o de largo plazo, en los procesos de aprendizaje. Por otro lado, ningún psicólogo cognitivo, seguidor de las teorías del procesamiento de la información, podría negar el papel de los conocimientos previos, los desequilibrios y conflictos conceptuales como principio motor del aprendizaje.

De lo que se trata, entonces, no es de buscar una teoría unificada sobre el aprendizaje humano con el carácter de ley que explique la diversidad de procesos implicados desde una sola concepción. Por el contrario, lo que se pretende, en este documento, es proponer un acuerdo que tenga en cuenta la variedad de procesos, y su dinámica, mediante los cuales los seres humanos aprenden, en el entendido que los procesos cerebrales mediante los cuales el ser humano impulsa sus actividades de aprendizaje son dinámicos y, por lo tanto, están ligados a la naturaleza individual y propia de cada sujeto.

No se trata tampoco de caer en una posición ecléctica que pretenda unir aspectos teóricos inconmensurables. Pero tampoco se trata de adoptar posiciones extremas que, en defensa de una determinada teoría, desconozcan la complejidad del proceso de aprendizaje. Siguiendo a Carr (1989) “Los problemas psicológicos sobre el aprendizaje no están determinados por los problemas prácticos que experimentan los que aprenden, sino por la teoría psicológica del aprendizaje que guía a los que toman parte en las investigaciones sobre este campo de estudio”. Dicho de otra manera, los problemas sobre cómo aprenden las personas no surgen de los problemas prácticos que experimentan quienes aprenden durante los procesos de aprendizaje, sino de las creencias y teorías desde las cuales se interpretan dichos procesos.

Si se parte del principio según el cual cualquier explicación sobre el aprendizaje humano debe tener

1 El pensamiento de T.S. Toulmin, establece un paralelismo entre la forma como emergen y evolucionan las especies y poblaciones, con base en la teoría de Darwin, y la forma como emergen y evolucionan los conceptos en las comunidades científicas. Desde esta perspectiva, los conceptos son sometidos en las comunidades a diversos mecanismos de selección y adaptación. Sólo los conceptos más resistentes, por su poder explicativo, se mantienen y evolucionan incorporando a ellos sus variantes innovadoras.

en cuenta la variedad de fenómenos implicados en él, entonces se entiende que el aprendizaje es un proceso dinámico y complejo que no puede ser explicado desde modelos deterministas sino más bien probabilísticos. En este sentido, no sería atrevido afirmar que se precisa de una lógica distinta a la que tradicionalmente se ha empleado por cada una de las teorías existentes para explicar la naturaleza del aprendizaje humano.

Resulta evidente, por ejemplo, que el aprendizaje no sólo implica cambios conductuales sino también conceptuales, axiológicos y actitudinales (Pozo, 1999) cuyos límites no pueden definirse con exactitud, no porque no haya aún una teoría lo suficientemente potente para definirlos sino, más bien, porque dichos límites son muy difusos o tal vez no existan.

Desde esta concepción, se entiende que al igual que ocurre con el principio de incertidumbre de Heisenberg sobre la determinación simultánea de la velocidad y posición de un electrón en un átomo, lo mismo ocurre con muchos aspectos del aprendizaje humano, pues resulta difícil caracterizar algo que es complejo, multivariable y dinámico debido a las limitaciones de los instrumentos de observación y de las teorías desde los cuales, tanto los instrumentos, como las observaciones adquieren significado. Muy seguramente, se está “tocando y mirando el mismo elefante”, pero desde posiciones y con “gafas” distintas.

Por otra parte, si se concibe el aprendizaje como un proceso, es evidente la necesidad de distinguir entre los estados inicial y final, o intermedio, cualquiera que ellos sean, a los que arriba el sujeto durante el proceso de aprendizaje y las “trayectorias” mediante las cuales se llega a ellos. Unido al principio de incertidumbre señalado anteriormente, en el caso del aprendizaje, si se observan los estados inicial y final, como ocurre generalmente en la evaluación educativa, es posible que se desconozcan los procesos mediante los cuales un ser humano pasa de un estado de conocimiento a otro y se hace preciso inferirlos; si se observan los procesos, es posible que no se puedan observar los estados de cuasi-equilibrio a los que

arriba el sujeto durante el proceso de aprendizaje, puesto que el aprendizaje no es estático.

Principios básicos del aprendizaje humano

No obstante, a pesar de las limitaciones antes señaladas, y como se dijo anteriormente, las distintas investigaciones a nivel mundial iniciadas a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, han aportado diversidad de precisiones sobre cómo aprenden los seres humanos entre las que pueden destacarse las siguientes:

El aprendizaje es un proceso que sigue múltiples trayectorias

Cualquiera sea la teoría que explique el aprendizaje humano, todas ellas tienen en común, aunque no todas lo afirmen explícitamente, la concepción de que el aprendizaje es un proceso. Como en todo proceso, podemos afirmar la existencia de un estado inicial, caracterizado por las conductas, creencias, conceptos, actitudes, valores, etc., el cual se transforma, gracias al aprendizaje, a un estado, que podría llamarse intermedio o incluso final, distinto al inicial. Cualquier afirmación sobre el aprendizaje debe tener en cuenta los estados inicial y final del sujeto que aprende.

El cambio de un estado a otro, no obstante, parece ser un proceso no serial sino en paralelo al interior de la mente de quien aprende. Allport (1980), por ejemplo, ha propuesto que la mente humana (siguiendo al cerebro humano) se considere mejor como innumerables sistemas de producción que funcionan a manera de unidades. Estas unidades operan en paralelo y cada una está diseñada específicamente para captar y procesar determinada clase de información y es activada por ella. Como expresa Allport en el mismo texto, “se ha acumulado abrumador testimonio en favor de la existencia de neuronas especializadas, que responden en forma selectiva a propiedades in-

variantes particulares de la entrada sensorial, como una característica importante del diseño del sistema nervioso central”.

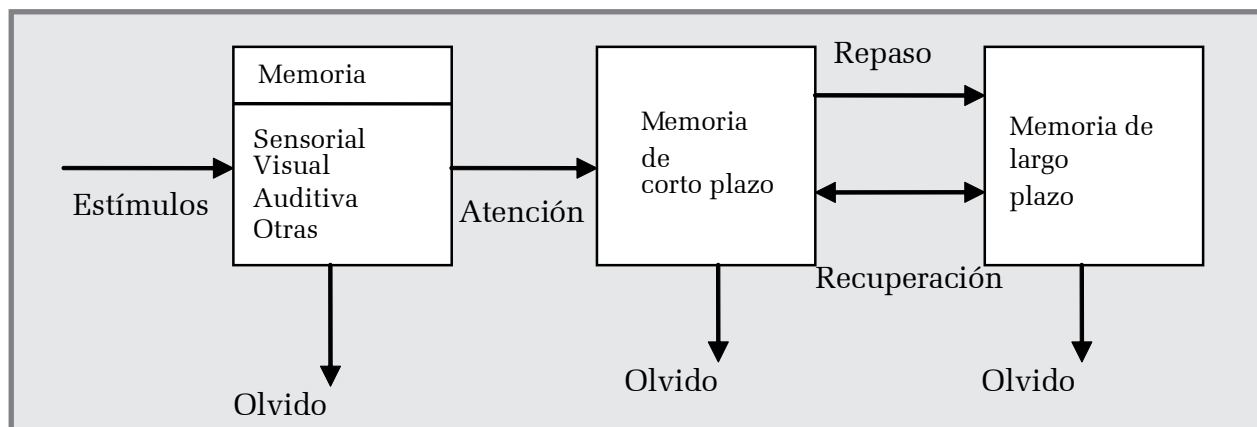
Fundamental para Allport es la afirmación de que “todo sistema de producción depende del contenido: nuestras actividades cognoscitivas no están relacionadas con la cantidad de información que debe procesarse, sino con la presencia de patrones particulares a los cuales deben resonar las estructuras neuronales específicas” (citado por Gardner, 1997, p. 332).

Las precisiones señaladas anteriormente argumentan en favor de las diferencias individuales en el procesamiento de la información, en función de las estructuras de contenido previamente elaboradas por el individuo. Afirman, adicionalmente, la importancia de la memoria sensorial como paso inicial en el desencadenamiento de las actividades cognoscitivas posteriores asociadas con el aprendizaje.

Los estados inicial y final, o intermedios, están relacionados con el almacenamiento de información en las memorias de corto y largo plazo

Cualquiera sean las trayectorias mediante las cuales se pasa de un estado a otro de conocimiento en el proceso de aprendizaje, los estados inicial o final configuran la memoria de corto y largo plazo de quien aprende. En este sentido, los diversos estudios llevados a cabo en el campo de la memoria (Atkinson y Shiffrin, 1971) muestran su existencia y sus funciones; es pertinente recordar que la memoria a largo plazo no sólo es episódica, sino también procedimental, declarativa y semántica. El siguiente diagrama ilustra el modelo de la memoria propuesto por estos investigadores.

Figura 1. Diagrama que ilustra el modelo de Atkinson y Shiffrin sobre el almacenamiento de información en la memoria en tres etapas.²



En relación con el funcionamiento de la memoria Tulving (1972) señaló, por ejemplo, que la memoria episódica consta de información sobre acontecimientos relacionados temporalmente, mientras que la memoria semántica contiene el conocimiento necesario

para la utilización del lenguaje. Adicionalmente, estos dos tipos de memoria se diferencian en la información almacenada y en las operaciones mediante las cuales se lleva a cabo su procesamiento.

² En la memoria sensorial se inicia la interacción entre el sujeto y el medio. La interpretación y organización de las experiencias se lleva a cabo durante la segunda etapa, o memoria de corto plazo. La etapa final, o memoria de largo plazo, constituye el lugar de almacenamiento permanente (o casi permanente), (adaptado de R.C. Atkinson, y R.M Shiffrin, 1968)

En cualquier proceso de aprendizaje la interacción entre el sujeto y el medio se inicia a través de la memoria sensorial

Los estudios llevados a cabo por Sperling (1960) y Neisser (1967) muestran la existencia de una memoria icónica y una memoria ecoica, así como de otros tipos de memoria asociados a los distintos sentidos del ser humano, que hacen parte de la memoria sensorial. Esta memoria juega un papel importante en los procesos de asociación o asimilación que subyacen, en general, a las distintas teorías del aprendizaje. Vale la pena señalar, que los procesos de codificación y almacenamiento de información no implican una postura pasiva del sujeto que aprende. Por el contrario, en ellos media la voluntad para hacerlo; dichos procesos se llevan a cabo gracias a la existencia en la memoria de unidades de información con significado que posibilitan la asimilación y establecimiento de relaciones con la nueva información procedente del medio.

Aun las ideas o conceptos previos son almacenados en la memoria de corto o largo plazo y posibilitan no sólo la codificación y almacenamiento de las experiencias sino, también, la reorganización de la nueva información.

El aprendizaje es un proceso de adaptación que implica la construcción de significados

El aprendizaje en sí mismo no es un propósito. Por el contrario, a través del aprendizaje el ser humano se adapta al medio y lo transforma. El aprendizaje permite reducir la incertidumbre del medio y economizar esfuerzos cognitivos.

El tradicional antagonismo entre conducta-memoria-significado ha sido mal enfocado y, a la pos-

tre, ha conducido a que la discusión se centre en aspectos carentes de valor. Por ejemplo, los críticos de las teorías del procesamiento de la información han señalado la ausencia del significado en los postulados básicos de esta teoría. Centrados, por lo general, en el análisis de los procesos de almacenamiento, repaso, recuperación y codificación de la información, han inferido que los denominados *chunk*³ de información carecen de significado para el sujeto que aprende. Afirmar que un aprendizaje reside en algunos de los almacenes de información y describir los procesos mediante los cuales se reorganiza la información, no conduce a aceptar que ésta carezca de significado.

Por otra parte, el señalar el cambio en los protocolos de conducta como un indicador “conductista” o “asociacionista” del aprendizaje, no conduce indefectiblemente a aceptar que en efecto deba descartarse la conducta observable como un indicador de dicho proceso. ¿Si los conductistas o asociacionistas observaban la conducta, entonces que observan los seguidores del procesamiento de la información o del aprendizaje por reestructuración?

Sin duda alguna, el problema no reside en si se observa o no la conducta, sino en las causas que originan y producen un cambio en la conducta, que es uno de los indicadores del aprendizaje.

El aprendizaje implica un cambio de conducta

Esta afirmación, podría parecer para algunos “conductista”, pero independientemente de este “rótulo”, que como muchos otros sería conveniente olvidar, resulta evidente que la conducta no sólo se refiere a las formas de acción del sujeto sobre el mundo exterior sino también a las relacionadas, incluso, con el aprendizaje de conceptos evidenciado a través del lenguaje.

3 El termino “Chunk”, según Simon (1974) corresponde a un conjunto unitario de información susceptible de ser procesado, retenido y procesado por la memoria de corto plazo del ser humano.

El término conducta no debería ser equiparado a conductismo pues aún en los procesos de aprendizaje por reestructuración sólo es posible observar la reorganización conceptual, metodológica o actitudinal a través de los cambios en los protocolos de conducta del sujeto que aprende. La conducta, por otra parte, no sólo hace referencia a las “acciones físicas” del sujeto en un medio, sino que se manifiesta en aspectos, por ejemplo, como el lenguaje, el cual posibilita diversas formas de expresión hablada o escrita que dan cuenta del aprendizaje conceptual y no sólo procedimental.

El aprendizaje es un proceso de construcción jerárquica

Aunque si bien la interacción entre el sujeto y el medio se establece a través de procesos como la asimilación y la inclusión, los aprendizajes producidos a través de estos procesos son jerárquicos. La jerarquización se refiere al hecho de que gracias a la información almacenada en la memoria a corto y largo plazo, la nueva información es asimilada siguiendo varios procesos. En el primer caso la nueva información se relaciona en calidad de subestructura con los aprendizajes previamente elaborados por el sujeto; en el segundo caso, la nueva información puede dar lugar a estructuras más o menos complejas y diferenciadas de las existentes, aunque esto no significa ausencia de relación con las demás.

La construcción de esta nueva estructura supone un proceso gradual que parte inicialmente de las nociones y las ideas para llegar luego a establecer relaciones entre conceptos y categorías.

Según Ausubel (2002, p. 25) “el aprendizaje significativo basado en la recepción supone principalmente la adquisición de nuevos significados a partir del material de aprendizaje presentado”. Así mismo señala que “además de una actitud de aprendizaje significativa se requiere un material potencialmente significativo el cual se debe poder relacionar de una manera no arbitraria y no literal con cualquier

estructura apropiada y pertinente. La interacción entre significados potencialmente nuevos e ideas pertinentes (también llamadas de anclaje) en la estructura cognitiva del estudiante da lugar a significados reales o psicológicos.

Ausubel ha señalado también que el aprendizaje proposicional puede ser subordinado (subsumidor), de orden superior o combinatorio. El aprendizaje subsumidor se produce cuando una proposición “lógicamente” significativa de una disciplina particular se relaciona significativamente con unas proposiciones específicas de orden superior en la estructura cognitiva del estudiante.

El aprendizaje se puede llamar derivado si el material de aprendizaje simplemente ejemplifica o apoya una idea que ya existe en la estructura cognitiva. Se llama correlativo si es una extensión, una elaboración, una modificación o una matización de ideas previamente aprendidas.

El aprendizaje de orden superior se produce cuando una proposición nueva se puede enlazar o bien con unas ideas subordinadas específicas de la estructura cognitiva ya existente o bien con un amplio fondo de ideas pertinentes en general de la estructura cognitiva que se pueden subsumir en ella. Por último, el aprendizaje proposicional combinatorio se refiere a los casos en los que una proposición potencialmente significativa no es enlazable con unas ideas específicas subordinadas o de orden superior en la estructura cognitiva del estudiante pero sí lo es con una combinación de contenidos pertinentes en general, y también menos pertinentes, de esa estructura.

El aprendizaje se produce por la interacción entre el sujeto y el medio que le rodea

Si bien es cierto que el aprendizaje es un proceso, su dinámica es impulsada por dos características fundamentales del ser humano, a saber:

- La intencionalidad para conocer el ambiente que le rodea adaptándose a este o transformándolo. Es decir, existe una intencionalidad en el acto mental. En este caso, la transformación no es sólo del ambiente sino también del sujeto gracias a los procesos de adaptación. Principio de asimilación (Piaget, 1986).
- La acción propia del medio sobre el sujeto que lo obliga a adaptarse y transformarse. La adaptación no es un acto pasivo frente al medio, por el contrario, es intencional y depende del estado inicial del sujeto que aprende, principio de acomodación (Piaget, 1986).

El ser humano no sólo se adapta biológicamente al medio que le rodea; gracias al aprendizaje, la adaptación también es funcional y posibilita la interacción entre el sujeto y el medio para una transformación recíproca.

El aprendizaje permite la elaboración de expectativas sobre el ambiente

Esta afirmación niega el carácter pasivo del sujeto en el proceso de aprendizaje y afirma la capacidad del ser humano para comportarse según sus expectativas. De esta manera, se explica también la intencionalidad del acto mental y la capacidad del ser humano para elaborar hipótesis y proceder de acuerdo con ellas desde los contextos cotidianos hasta los más altos niveles de conocimiento científico.

La comprobación de hipótesis permite entre otros aspectos el aprendizaje de nuevos conceptos. Según Bruner, Goodnow y Austin (1956) “un concepto se aprende poniendo a prueba hipótesis sobre la solución correcta.⁴ Si la hipótesis aprendida, en primer lugar, es correcta, el individuo ha aprendido el con-

cepto. Sin embargo, si la hipótesis es incorrecta, se formulará otra hipótesis y se comprobará después”.

El aprendizaje es una característica individual

Aunque si bien los ambientes cultural, físico y ambiental juegan un papel importante en el proceso de aprendizaje, evidentemente este proceso es una característica individual para cada persona. Ser una característica individual se refiere a que nadie puede aprender por otro, lo cual no desconoce la equipotencialidad de los procesos de aprendizaje.

Equipotencialidad de los procesos de aprendizaje

Sin desconocer las diferencias individuales y la capacidad de las personas para ejercitarse en ciertos procesos de aprendizaje, es evidente que existe una universalidad de estos procesos dentro de una misma especie. Este principio asume la existencia de una potencialidad en el ser humano para desarrollar los distintos procesos de aprendizaje, aunque no todos los individuos lo hagan de la misma forma, con el mismo ritmo y en la misma medida.

Una posición similar a esta ha sido defendida también por algunos autores como Gardner (1997, p. 328) quien refiriéndose al tema de las inteligencias ha señalado:

... Debido a la herencia, adiestramiento prematuro o, con toda probabilidad, una interacción constante entre estos factores, algunos individuos desarrollan determinadas inteligencias en mayor grado que los demás; pero todo individuo debiera desarrollar cada inteligencia en cierta medida, aunque solo tuviera una oportunidad modesta para hacerlo.

⁴ En este contexto la expresión solución correcta se refiere a la elaboración de una hipótesis sobre los atributos que definen o caracterizan un concepto.

Correspondencia entre aprendizaje e inteligencia

Si bien los estudios en el campo del aprendizaje y la inteligencia se han llevado a cabo por separado, es evidente que el aprendizaje es una función del pensamiento inteligente que lo transforma gracias a procesos de desequilibrio y autorregulación. Desde la concepción interaccionista entre el sujeto que aprende y el medio, el aprendizaje se inicia gracias al comportamiento inteligente que permite al sujeto, mediante sus estructuras lógico matemáticas, interactuar y transformar el medio intencionalmente. El aprendizaje permite también la transformación del pensamiento inteligente modificando las estructuras gracias a procesos de acomodación y equilibración.

Según Jensen (1970), cuanto más compleja es una tarea de aprendizaje mayor es el CI⁵ requerido para llevarla a cabo. Jensen ha resumido las condiciones en que efectivamente el aprendizaje se correlaciona con la inteligencia:

- El aprendizaje está más relacionado con el CI cuando es intencional y la tarea exige un esfuerzo mental y consciente y está encausada de tal forma que permite al sujeto que piense.
- El aprendizaje está más correlacionado con el CI cuando el material a aprender es jerárquico, en el sentido que el aprendizaje de los últimos elementos, depende del dominio de los primeros.
- El aprendizaje está más correlacionado con el CI cuando el material a aprender es significativo, en el sentido que está relacionado de alguna manera con otros conocimientos o experiencias que ya posee quien aprende.
- El aprendizaje está más correlacionado con el CI cuando la naturaleza de la tarea a aprender permite la transferencia de algo aprendido en el

pasado, diferente, pero relacionado con la tarea actual.

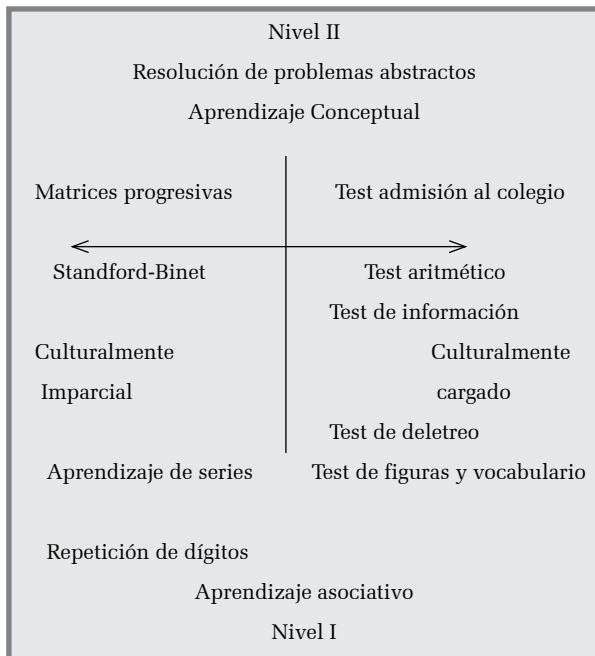
- El aprendizaje está más correlacionado con el CI cuando exige “captar” o “aprehender” una idea.
- El aprendizaje está más correlacionado con el CI cuando el material a aprender tiene una dificultad o complejidad moderadas.
- El aprendizaje está más correlacionado con el CI cuando la cantidad de tiempo dedicado al aprendizaje es fija para todos los estudiantes.
- El aprendizaje está más correlacionado con el CI cuando mayor es la relación entre el material de aprendizaje y la edad.
- El aprendizaje está más correlacionado con el CI en una etapa temprana del “aprendizaje de algo nuevo” que el rendimiento o los logros obtenidos posteriormente en la práctica.

Jensen propone en su teoría dos niveles de aptitud mental. El nivel I de aptitud es esencialmente la capacidad para recibir o registrar estímulos, almacenarlos, y reconocer o recordar posteriormente el material con un alto grado de fidelidad. Se caracteriza principalmente por carecer de la necesidad de elaborar, transformar o manipular el impulso actual (*input*) para obtener la respuesta (*output*). El impulso no necesita ser referido a otro aprendizaje previo para dar lugar a una respuesta efectiva. El nivel II, por el contrario, se caracteriza por la transformación y manipulación de los estímulos previamente a la elaboración de la respuesta. Es el conjunto de mecanismos que permiten generalizar por encima de la percepción primaria del estímulo. La generalización semántica y la formación de los conceptos dependen del nivel II de aptitud; la codificación y decodificación de los estímulos en función de la experiencia previa, la forma de relacionar el nuevo aprendizaje con el anterior, la transferencia en función de los conceptos y los principios son, todos ellos, ejemplos del nivel II.

⁵ El CI, o coeficiente intelectual, se refiere a la relación entre la edad cronológica de una persona y su edad mental medida esta a través de una o varias pruebas diseñadas y estandarizadas para este propósito.

En términos generales, la educación habitual ha tenido como objetivos el desarrollo de las aptitudes descritas en el nivel II, pero en la práctica el énfasis se ha realizado en las aptitudes del nivel I que, entre otras cosas, están más relacionadas con los aprendizajes de tipo memorístico.

La siguiente figura muestra la forma como se interrelacionan estos dos niveles propuestos por Jensen (1970) en función de la mediatización cultural de los test de inteligencia.



Implicaciones de los principios del aprendizaje para la educación en ciencias

La situación de los profesores

La mayor parte de los profesores han estado preocupados por la enseñanza más que por el aprendizaje. Resulta evidente que ellos se ocupan más de las actividades de clase, contenidos y recursos educativos que de los procesos y dificultades de aprendizaje que presentan los alumnos. Así mismo, en los cursos de

ciencias la organización de los contenidos se lleva a cabo con referencia a las disciplinas y a su desarrollo histórico, señalados por lo general en los libros de texto, sin tener en cuenta la organización psicológica del aprendizaje y los niveles de experiencia y madurez cognoscitiva de los alumnos.

Por otra parte, la existencia de una o varias teorías sobre el aprendizaje, no conduce a formular una teoría de la enseñanza que efectivamente pueda trasladar o aplicar los hallazgos producidos en este campo al ámbito educativo y, específicamente, al contexto del aula (Skinner, 1984). La mayor parte de los problemas educativos no son problemas teóricos sino prácticos en el sentido de que denotan un vacío entre las creencias y las prácticas educativas.

Así mismo, la mayor parte de los profesores durante su formación, y aun durante el ejercicio de la profesión docente, han asistido a diversidad de cursos en los que se analizan las distintas teorías del aprendizaje y, de hecho, muchos de ellos muestran un dominio conceptual de las mismas, no obstante, difícilmente tanto en los procedimientos de clase, como en la evaluación, estos conocimientos de los profesores se hacen evidentes.

De otra manera, para un gran grupo de profesores los hallazgos producidos en el campo del aprendizaje son desconocidos y no es de extrañar que sus reflexiones giren en torno a creencias ingenuas y carentes de fundamento, por ejemplo, sobre la memoria, la construcción de significados, el aprendizaje de conceptos o la propia conducta. De todos modos, en uno u otro caso, la complejidad de los procesos en el aula lleva a que, la mayoría de los profesores adopten posiciones relativamente simplistas frente a la incertidumbre, complejidad y variabilidad de los procesos de aprendizaje.

Los estilos de enseñanza

Frente a la complejidad mencionada, no es lícito aceptar por principio que sólo hay una forma de asumir la acción del profesor en el aula y que ésta, ge-

neralmente, esté caracterizada por ciertos estilos de enseñanza centrados principalmente en la actividad del profesor. Ciertamente, los estudios recientes en el campo de la didáctica de las ciencias han procurado ampliar la discusión no sólo a la problemática de los estilos de enseñanza centrados en el profesor y los centrados en el alumno sino que, además, han involucrado aspectos relacionados, por ejemplo, con la epistemología de las ciencias y la forma como la comprensión de la dinámica de cambio del conocimiento científico puede ayudar a profesores y alumnos a superar diversidad de obstáculos en el aprendizaje de las ciencias.

En Colombia, desde hace más de dos décadas, en las distintas universidades y ámbitos académicos, se inició un proceso de reflexión, análisis y discusión en torno a las concepciones de aprendizaje que guían la actividad de los docentes. Las denominadas “corrientes constructivistas”, plantean un cambio en las concepciones sobre la construcción social del conocimiento científico, la institución educativa, el aula y el papel del profesor, entre otros.

Los estudios en diversos campos como la resolución de problemas (Meyer, 1986; Kempa, 1986), las concepciones alternativas (Solis, 1984; Gilbert, 1983; Khun y Novak, 1994), las experiencias de laboratorio (Hadden y Jhonstone, 1990; Cárdenas y Montealegre, 2001; Richoux y Beaufils, 2003), las habilidades cognitivas y la evaluación, entre otros, han sido un intento no sólo por incorporar los distintos avances en el campo del aprendizaje sino, también, por mejorar los procesos y la calidad de la educación.

Se puede afirmar que existe en la actualidad un gran corpus de conocimientos y experiencias investigativas en torno a estas áreas, muchas de las cuales son desconocidas para un gran número de profesores, sobre todo aquellos que se encuentran en zonas relativamente apartadas y con poca posibilidad de acceder a programas de actualización y perfeccionamiento.

Adicionalmente, la demanda social de instrumentos de evaluación del “aprendizaje” ha originado una tendencia, cada vez más creciente, a despla-

zar la discusión en torno a dichos instrumentos más que a los fundamentos mismos de las formas como pueden producirse los aprendizajes en el aula. Por ejemplo, en Colombia, resulta evidente que la elaboración sistemática de pruebas masivas para la evaluación, por parte de entidades como el ICFES u otras instituciones, educativas o no, ha desplazado la discusión hacia los resultados y las distintas clasificaciones que puedan originarse de los estudiantes o las instituciones en función de los mismos, más que a sus causas, las cuales, por supuesto, están íntimamente relacionadas con las concepciones de aprendizaje que se articulan en las instituciones educativas.

Por otra parte, a diferencia de la investigación en el campo de las disciplinas denominadas “científicas” -química, física, biología- cuyos resultados son incorporados rápidamente en diversos campos de las ciencias “aplicadas” como la tecnología, la medicina, etc., en el campo educativo resulta mucho menos evidente la aplicación de los avances producidos a través de la investigación educativa, no sólo por la complejidad y diversidad de las comunidades educativas que hacen difícil cualquier intento de “generalización”, sino porque, además, los profesores y también administrativos docentes, no emplean dichos avances para mejorar sustancialmente sus prácticas en el aula y las teorías que las determinan.

En suma, la discusión en torno a los estilos de enseñanza no puede, hoy por hoy, centrarse solamente en la aparente dicotomía actividad del alumno vs. actividad del profesor. La investigación en educación y en didáctica de las ciencias ha mostrado que es posible estudiar científicamente muchos fenómenos educativos y que los resultados de esta investigación pueden contribuir enormemente a mejorar la eficiencia y eficacia del sistema educativo siempre y cuando, quienes están comprometidos con la educación –profesores, estudiantes, administrativos, padres– participen como comunidad académica.

Las diferencias individuales de los alumnos

No obstante, a pesar de la incertidumbre y la complejidad de los procesos educativos, es necesario aceptar por principio las diferencias individuales en cuanto a las maneras y ritmos de aprendizaje de los estudiantes. Esta afirmación no niega el principio de equipotencialidad señalado anteriormente, pues es claro que las diferencias no se deben al hecho de que cada persona tenga un estilo propio de aprendizaje que sea tan singular que se necesite crear una teoría para cada persona. Las diferencias individuales se dan más, por ejemplo, en los “puntos de partida” -relacionados con la información en la memoria de corto y largo plazo, las habilidades, las actitudes- y con los procesos que se despliegan para la construcción y reconstrucción de nuevos significados y la reorganización de la información en los distintos tipos de almacenes, los cuales, siguiendo el modelo de Allport (1980), operarían paralelamente.

Las variaciones en estos puntos de partida pueden determinar diferencias en cuanto a los niveles de aprendizaje que alcanzan las personas, sin que esto quiera decir que unos aprenden y otros no. Es claro que aquellas personas que poseen mayores conocimientos, habilidades y actitudes más favorables hacia un campo específico, pueden presentar mayores avances respecto de otros que los tienen en menor grado o no los poseen. Desde el punto de vista educativo, la evaluación debe posibilitar examinar los niveles de aprendizaje que alcanzan unos y otros sin pretender que todos deban alcanzar los mismos niveles cuando no todos se encuentran en las mismas condiciones.

El currículo

La organización del currículo, entendido este como “todo lo que le acontece al estudiante en la institución educativa” (Stenhouse, 1991) debería tener en

cuenta los progresos y dificultades de aprendizaje que muestren los alumnos, más que la estructura lógica de las disciplinas y de los distintos campos del saber. Por lo general, el currículo y los planes de estudio se han estructurado fundamentalmente sobre la base de los denominados prerrequisitos y la descomposición de las unidades complejas de información en unidades más simples, siguiendo un enfoque esencialmente inductivo según el cual “para aprender lo complejo es necesario primero aprender lo simple”.

Posiblemente esta es una de las creencias más arraigadas en los profesores y diseñadores de currículo, no obstante, nada asegura que sea más complejo aprender, por ejemplo, en química, las propiedades de los gases que el concepto de mol, a pesar de que este último, por lo general, se estudia primero en los cursos iniciales de esta ciencia.

Lo anterior tampoco desconoce el hecho de que en Colombia los currículos para la educación básica primaria o secundaria se han organizado, quizás, de manera inconsciente, teniendo en cuenta los niveles de desarrollo cognitivo de los estudiantes. Por ejemplo, algunos tópicos de la física, la química o el cálculo, aunque desde hace algunos años se han venido “enseñando” cada vez más en los grados iniciales de la educación, se han reservado para los grados más altos por las demandas cognitivas que supone aprender conceptos abstractos y elaborar categorías cada vez más complejas. No obstante, la organización de los planes de estudio teniendo en cuenta estos niveles de desarrollo cognitivo, no asegura que los profesores sean conscientes de ello y de los problemas de aprendizaje que presentan los alumnos durante el desarrollo de las distintas actividades académicas en el contexto del aula.

En este mismo sentido, es evidente que a pesar de los avances producidos en el campo del aprendizaje de muchos conceptos científicos, aún el criterio para organizar los planes de estudio no es estos avances sino la aparente estructura lógica de la disciplina. En este aspecto la mayor parte de los textos escolares

para la enseñanza de las ciencias en los distintos niveles del sistema educativo han reproducido continuamente, salvo algunas excepciones, contenidos que no tienen en cuenta los ritmos y dificultades de aprendizaje que presentan los alumnos.

Frente a esta situación también es claro que falta mucha investigación de tal forma que se puedan estructurar planes de estudio que atiendan a las demandas de aprendizaje, no obstante, en este aspecto parece más importante que el profesor esté capacitado para identificar las dificultades, niveles y ritmos de aprendizaje de los estudiantes, para proporcionar experiencias en el aula que atiendan en mayor grado las diferencias individuales, que centrarse solamente en la organización de los planes de estudio.

Conclusiones

Los planteamientos anteriores muestran claramente la importancia que tienen para la explicación del aprendizaje humano la conducta, la memoria y la construcción de significados por parte del ser humano. Así mismo, se ha resaltado la importancia de considerar estos aspectos de una manera más complementaria que excluyente, particularmente cuando se trata de examinar sus implicaciones para la dinámica escolar. Una visión complementaria de estos aspectos propende por el mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje, mientras que una visión excluyente y de rivalidad entre ellos sería

de poca utilidad a la hora generar procesos de aprendizaje y estrategias de enseñanza en el aula.

Por otra parte, se ha planteado la necesidad de entender los avances conceptuales y metodológicos, en el campo de la investigación sobre el aprendizaje humano, desde una perspectiva evolucionista e integradora de los aportes producidos por los principales enfoques investigativos que lo han estudiado.

Sin duda alguna el aprendizaje humano es un campo amplio de investigación no sólo desde la perspectiva intrasujeto (como aprende el ser humano) sino también desde la perspectiva extrasujeto (influencia de factores externos en el aprendizaje) a los que de una u otra forma atiende la educación. La visión evolucionista de la dinámica de cambio del conocimiento científico, permite eliminar las barreras del relativismo con el que se asumen los fenómenos educativos y posibilita a la vez integrar enfoques aparentemente contradictorios.

En el contexto social y educativo, a los profesores generalmente se les asigna la mayor responsabilidad en cuanto a los niveles de aprendizaje que deben alcanzar los alumnos, sin embargo, para ser coherentes con esa exigencia, es preciso orientar la formación docente hacia la adquisición, construcción y puesta en práctica de una visión integradora y complementaria de los conocimientos existentes sobre el aprendizaje humano, con lo cual se lograría una acción docente más flexible orientada a la transformación y mejora continua de sus prácticas docentes.

Referencias

Allport, D.A. (1980). *Patterns and actions: cognitive mechanisms Ate content specific*. *Cognitive psychology: New directions*. Londres: Routledge & Kegan Paul.

Atkinson, R.C. y Shiffrin, R.M. (1971). The control of the short-term memor. *Scientific American* 225, 82 - 90.

Ausubel, D.P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós.

- Bruner, J.S.; Goodnow, J.J. y Austin, G.A. (1956). A study of thinking. New York: Wiley.
- Cárdenas, S.F y Montealegre, R. (2001). Miniproyectos como apoyo a la enseñanza de la química general a nivel universitario. *Journal of science education* 2, 100-102.
- Carr, W. (1989). ¿Puede ser científica la Investigación educativa?. *Revista Investigación en la escuela* 7, 37 - 47.
- Gardner, H. (1997). Estructuras de la mente. La teoría de las inteligencias múltiples. Bogotá: Fondo de Cultura Económica.
- Gilbert, J. (1983). Concepts, misconceptions and alternative conceptions: changing perspectives. *Studies in Science Education* 10, 61 - 98.
- Hadden, B., y Jhonstone, A.H. (1990). Mini projects: An introduction to the world of science. Cheme-da; *Australian Journal of chemical education* 27.
- Jensen, A.R. (1970). *Hierarchical theories of mental ability*. Londres: Intelligence Methuen.
- Kempa, R.F. (1986). Resolución de problemas de química y estructura cognoscitiva. *Revista enseñanza de las ciencias IV, (2)*, 99 - 110.
- Khun, D y Novak, J. (1994). Students ideas of science concepts: alternative frameworks?. *International Journal of science education XVI, (3)*, 279 - 292.
- Klein, B. (1994). *Aprendizaje: principios y aplicaciones*. Madrid: McGraw Hill.
- Meyer, R. (1986). *Pensamiento, resolución de problemas y cognición*. Barcelona: Paidós, Neisser, U. (1967). *Cognitive Psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Piaget, J. (1986). *La epistemología genética*. Madrid, España: A. Redondo.
- Pozo, J.I. (1999). Mas allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Revista Enseñanza de las Ciencias XVII, (3)*, 513 - 520.
- Richoux, H. y Beaufils, D. (2003). La planificación de las actividades de los estudiantes en los trabajos prácticos de física : análisis de practicas de profesores. *Revista enseñanza de las ciencias XXI, (1)*, 95-106.
- Simon, H. (1974). ¿How big is a chunk?. *Science* 183, 482 - 488.
- Skinner , B. F. (1984). *Aprendizaje escolar y evaluación*. Buenos Aires: Paidós.
- Solis, V.R. (1984). Ideas intuitivas y aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias II, (2)*, 83-89.
- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs* 74.
- Stenhouse, L. (1991). *Investigación y desarrollo del currículo*. Madrid: Morata.
- Tulving, E. (1992). *Episodic and semantic memory. Organization of memory*. New York: Academic.