

## **¿QUE APORTES OFRECE LA INVESTIGACION MAS RECIENTE SOBRE APRENDIZAJE PARA FUNDAMENTAR NUEVAS ESTRATEGIAS DIDACTICAS?**

*Ileana Contreras Montes de Oca*

### **I. Introducción**

La necesidad de desarrollar e impulsar nuevos enfoques pedagógicos que sustenten experiencias educativas más eficientes, constituye uno de los retos que debemos asumir todos los que estamos comprometidos con una educación costarricense de calidad.

Toda experiencia pedagógica, se apoya necesariamente en uno o más enfoques teóricos sobre el proceso educativo, que explícita o implícitamente asumen una postura con relación al aprendizaje. En consecuencia, resulta relevante para el desarrollo de nuevas y más apropiadas experiencias pedagógicas, el discutir y analizar el aporte que la investigación reciente en el campo del aprendizaje nos ofrece, así como el determinar las posibilidades reales de hacer uso de esos resultados en contextos específicos y en condiciones tan complejas como las que caracterizan nuestras aulas colegiales.

En ese marco, el objetivo de este trabajo es revisar los aportes recientes de la investigación en el aprendizaje, a fin de contar con un referente que nos permita visualizar nuestros problemas educativos concretos desde diversas perspectivas, y que contribuya a promover investigaciones y experiencias tendientes a su superación.

### **II. Perspectivas de Investigación del Aprendizaje**

La revisión de los resultados de la investigación en el campo del aprendizaje, se realizará tomando en consideración cuatro pers-

pectivas de investigación en ese campo, que si bien relacionadas, constituyen enfoques distintos que representan corrientes importantes en el campo. El interés es el de comparar sus resultados, extraer algunos elementos comunes y algunas consecuencias importantes para el proceso educativo.

Las cuatro perspectivas de investigación en el aprendizaje que se analizarán son las siguientes:

- 1) aprendizaje de conceptos;
- 2) diferencias individuales;
- 3) desarrollo del pensamiento;
- 4) resolución de problemas.

En general, es posible identificar esas cuatro perspectivas en las investigaciones en el campo del aprendizaje que se han orientado a describir el conocimiento y los procesos de razonamiento del estudiante. En general, todas ellas reconocen la influencia que ejerce el estado inicial del estudiante en el aprendizaje que adquiere durante el proceso educativo; sin embargo, nos ofrecen ideas distintas en relación con la respuesta del estudiante tanto a la nueva información como a los problemas, y ponen además el énfasis en aspectos diferentes.

La perspectiva del aprendizaje de conceptos incluye los estudios acerca de las diferencias cualitativas que existen entre los conceptos que utilizan los estudiantes para explicar los fenómenos. En esta línea de trabajos se incluyen las nociones de conceptos erróneos (McDermott, 1984, Nussbaum y Novak, 1976), conceptos alternativos (Viennot, 1979), conceptos ingenuos (Resnick, 1983), e intuitivos

entre otros. El foco de esta perspectiva es el contenido y la estructura del conocimiento que adquieren los estudiantes (Helm y Novak, 1983).

La perspectiva del desarrollo incluye aquellos estudios que se refieren a la época en la vida y desarrollo de los estudiantes en que pueden alcanzar determinados niveles de pensamiento. Las teorías piagetianas han influenciado enormemente este campo. Interés más reciente en la capacidad de procesamiento de información ha conducido a algunos investigadores hacia una posición neo-piagetiana (Case, 1985).

La perspectiva de las diferencias individuales se ha centrado en el estudio de las diferencias individuales en habilidades y aptitudes específicas y la forma en que estas diferencias interactúan en el proceso educativo (Doyle, 1983; Wagner y Sternberg, 1984). En este tipo de estudios, los investigadores han utilizado el análisis de correlaciones para estudiar los efectos de factores tales como habilidad general, habilidad espacial, habilidad matemática y razonamiento científico entre otras.

La perspectiva de la resolución de problemas agrupa a aquellos trabajos que estudian los procesos o procedimientos empleados por los estudiantes para responder a preguntas y situaciones problemáticas en un campo determinado. Los investigadores con esta orientación han contrastado las técnicas utilizadas por expertos con las de los novatos o inexpertos. Procesos de interés en este campo han sido los del planteo o plan de resolución, la selección de procedimientos para la resolución, y comprobación de resultados (Heller y Reif, 1984). Estos estudios analizan cómo es que los estudiantes utilizan sus conceptos y conocimientos en la resolución de problemas nuevos.

### III. Aportes de la Perspectiva del Aprendizaje de Conceptos

Los resultados de los trabajos dentro de la perspectiva de aprendizaje de conceptos, en general pueden sintetizarse en las siguientes consideraciones:

Los estudiantes inician el proceso educativo con concepciones muy firmes en relación con ciertos fenómenos, con ideas conflictivas

en relación con otros fenómenos y con muy poco conocimiento y nociones intuitivas con respecto a otros. La investigación acerca de las ideas y conceptos que manejan los estudiantes en la vida diaria, o nociones intuitivas, ha considerado concepciones que los estudiantes sostienen antes y después de un proceso educativo determinado. Estos trabajos revelan que las ideas de los estudiantes a menudo son inconsistentes con los principios que aprenden en clase, y que con frecuencia las mantienen al incorporar nueva información, pues integran la información trabajada en la clase con sus nociones ingenuas en lugar de modificar sus marcos de referencia. Se dan casos en que las nociones que tienen los estudiantes antes, durante, y después del proceso educativo pueden describirse como modelos incorrectos muy coherentes, en tanto que en otras oportunidades solo se han identificado incoherentes visiones incorrectas.

Entre las explicaciones que se han dado a tales concepciones erróneas, que generalmente presentan cierta uniformidad entre los estudiantes, se pueden señalar las siguientes: las interpretaciones ingenuas de fenómenos observados, que no profundizan en las relaciones que no se perciben a simple vista; concepciones que se derivan del uso del lenguaje cotidiano; el uso de analogías no apropiadas; algunas formas y secuencias de presentación de información en clase pueden promover interpretaciones erróneas.

Una estrategia útil para analizar los orígenes de las dificultades conceptuales es la de pedir a los estudiantes que representen el mismo concepto en problemas o situaciones diferentes, de distinta complejidad. Del análisis del patrón de consistencia en las representaciones de los estudiantes acerca de ciertos conceptos, se pueden extraer conclusiones importantes acerca del origen de las dificultades conceptuales.

Dentro de esta perspectiva, se pueden señalar también los esfuerzos dirigidos a analizar las relaciones o vínculos entre los distintos conceptos que aparecen en el razonamiento de los estudiantes, con el uso de representación de conceptos como los mapas conceptuales que proponen Novak (1988) y otros. No es de extrañar que dichos estudios reporten gran cantidad de saltos y conexiones incorrec-

tas entre conceptos. La ausencia de conexiones explícitas correctas puede atribuirse al hecho de que con frecuencia, en los salones de clase no describimos explícitamente las conexiones entre unos temas y otros, y los libros de texto asumen que el estudiante será capaz de establecer la relación entre los distintos apartados en que se divide el material y los estudiantes tienden a no organizar la información que adquieren.

Así mismo, se aprecian dificultades para relacionar la información y conceptos que se adquieren en el contexto escolar con problemas que ocurren fuera de él.

Estos estudios han puesto en evidencia que los estudiantes pueden incorporar ideas inconsistentes, e incluso contradictorias entre sí, separando su conocimiento en conceptos aislados. El promover la conexión entre las ideas y conceptos puede contribuir a eliminar contradicciones y a crear ideas más robustas. Así mismo, dentro de esta perspectiva se han analizado las convicciones de los estudiantes con respecto al conocimiento científico, y se ha determinado que estos lo perciben como verdades absolutas, a diferencia de la perspectiva de los especialistas que asumen que los resultados de investigación pueden ser reinterpretados posteriormente. Por lo tanto, conviene tener en cuenta las convicciones epistemológicas de los estudiantes en el diseño de estrategias educativas.

Por otra parte, en relación con los conceptos que manejan los estudiantes, numerosos estudios y evaluaciones han determinado el abismo existente entre estos y los de expertos o los que aparecen en los libros de texto que ellos utilizan. En general, los resultados de dichos estudios y evaluaciones dan cuenta de lo que hoy se denomina "aprendizaje sin comprensión", es decir, un aprendizaje mecánico y memorista, en el que se da un uso inapropiado de términos, y falta de relación entre unos y otros conceptos.

Al respecto, se han propuesto estrategias de enseñanza dirigidas a promover la conexión entre ideas. Hewson y Hewson (1984) por ejemplo, proponen actividades de *integración y diferenciación*. Las primeras dirigidas a vincular concepciones consistentes pero sin relación directa, y la segunda a identificar diferencias entre conceptos relacionados. Estas es-

trategias son importantes ya que numerosos estudios han mostrado que los estudiantes tienden a mezclar conceptos relacionados y muchos de los errores de razonamiento pueden atribuirse a la falta de discriminación de estos.

Otra estrategia importante en esta línea, es la de promover una enseñanza que se anticipe a las dificultades conceptuales de los estudiantes. Ello requiere la detección y análisis sistemático de dichas dificultades. Esto, aunado a las ventajas de una conexión apropiada entre los tópicos estudiados de un año a otro, de forma tal que los nuevos conceptos fortalezcan la comprensión de los estudiados en los cursos previos, es crucial para un proceso de aprendizaje efectivo.

Por otra parte, cuando se da una discrepancia considerable entre las concepciones intuitivas del estudiante y la información por estudiar, el proceso didáctico necesariamente entrará en contradicción con las ideas del estudiante. En estos casos, las concepciones del estudiante no le permiten predecir situaciones concretas que se desprendan de tales conceptos. Lamentablemente, los resultados de presentar evidencia concreta de tal contradicción, no son totalmente positivos. Los estudios sobre las respuestas a la evidencia de contradicciones señalan que los estudiantes tienden a retener y defender ciertas ideas y a cambiar otras fácilmente. Sin embargo, está claro que el evidenciar las contradicciones crea oportunidades para el cambio conceptual, aunque no es suficiente para lograrlo.

Otro aporte importante de este tipo de estudios es el evidenciar cómo la selección de una concepción está con frecuencia determinada por la materia y el contexto del problema o situación, en vez de por aquellos eventos relacionados con las variables esenciales. Los estudiantes tienden a construir y buscar las respuestas a un problema o situación con base en características superficiales de la situación, en lugar de utilizar los elementos esenciales del problema. Los educadores podemos contribuir a que los estudiantes superen esta tendencia enfatizando los elementos esenciales de un fenómeno o problema y distinguiéndolos de los secundarios, así como con el uso de numerosos ejemplos en que las características esenciales sean las únicas consistencias

entre ellos, y explícitamente ligando uno con otro. En muchos de los casos los estudiantes no son conscientes de sus inconsistencias y en otros, no tienen una preocupación por ser consistentes.

#### IV. Aportes de la Perspectiva del Desarrollo del Pensamiento

Las investigaciones que se agrupan en la perspectiva del desarrollo del pensamiento utilizan un enfoque más global del estudiante que las del aprendizaje de conceptos. Los teóricos del desarrollo buscan similitudes en el desempeño de estudiantes de una misma edad para caracterizar cambios cualitativos en el razonamiento de los estudiantes conforme estos crecen. Dentro de esta perspectiva el foco se centra en determinar qué se desarrolla y cómo los estudiantes cambian sus ideas.

Gran parte de los estudios acerca de la evolución del pensamiento se ha inspirado en la teoría piagetiana que propone una serie de etapas para describir el desarrollo del pensamiento formal, y que plantea la hipótesis de que los estudiantes tienen un cambio cualitativo del pensamiento concreto al pensamiento formal en algún momento de su adolescencia. Sin embargo, la generalidad y extensión de esta hipótesis ha sido seriamente cuestionada (Driver y Erikson, 1983). Tal y como lo muestran datos de la línea de aprendizaje conceptual, muchos individuos mantienen perspectivas concretas acerca de ciertos fenómenos durante toda su vida, en tanto que son capaces de manejar pensamiento formal en dominios con los que están más familiarizados. Más aún, en algunos problemas, niños pequeños pueden evidenciar un marcado razonamiento abstracto (Chi y Koeske, 1983).

En relación con qué es lo que se desarrolla, la teoría piagetiana postula que es la capacidad de pensamiento abstracto y que esto se da a través de un proceso de asimilación y acomodación para buscar un equilibrio. Investigación que extiende la teoría piagetiana ha mostrado la utilidad de considerar variables adicionales al determinar qué es lo que se desarrolla. Los neo-piagetianos enfatizan la influencia de la capacidad de la memoria de trabajo en el desempeño del estudiante.

Desde esta perspectiva, lo que se desarrolla es la capacidad de procesar más y más elementos simultáneamente. Los experimentos en este campo son consistentes con la predicción de que los estudiantes mayores pueden resolver situaciones con más variables y se ha evidenciado una relación muy consistente entre edad y número de variables controladas. De este enfoque se desprende que si un problema recarga demasiado la capacidad de trabajo de la memoria del estudiante, este no podrá razonar en forma abstracta, revirtiendo su pensamiento a uno más concreto. Una implicación de esta perspectiva para la orientación del proceso educativo, es la necesidad de favorecer técnicas para una representación de la tarea, que reduzca la demanda de trabajo de la memoria y permita a los estudiantes un razonamiento más abstracto.

Una segunda aproximación con respecto al desarrollo, ha sido el énfasis en la relación entre el conocimiento en el dominio específico y el razonamiento en las tareas típicas de las pruebas piagetianas (Linn, 1986). En estudios acerca de la forma en que los estudiantes diseñan experimentos, por ejemplo, se ha evidenciado que los individuos tienden a controlar las variables que ellos consideran importantes y a ignorar otras. Esta aproximación se relaciona estrechamente con la perspectiva del desarrollo que destaca la importancia del contexto de razonamiento, es decir las creencias y expectativas del individuo.

Finalmente, dentro de esta perspectiva se incluyen también los estudios que, inspirados en las teorías de Vygotsky, identifican un conjunto de destrezas que se requieren para construir nueva información, o potencial de progreso que puede obtener un estudiante como producto del proceso educativo, conocido como "zona de desarrollo próximo". Vygotsky define este constructo como la distancia entre el nivel de desarrollo actual, determinado con base en la solución de problemas en forma independiente, y el nivel potencial de desarrollo determinado con base en la solución de problemas con la guía de un adulto o con la colaboración de otros compañeros más avanzados (Vygotsky, 1978). Por lo tanto, el nivel actual de desarrollo es el límite inferior de la zona de desarrollo próximo, en tanto que el superior es el desarrollo potencial. Los procesos educa-

tivos basados en las teorías de Vygotsky, ofrecen una alternativa que pone el énfasis en la necesidad de interacción social y de guía de un experto, dentro de la zona de desarrollo próximo. Se asume que al participar en actividades grupales, los aprendices internalizan los objetivos y metas de los sujetos con un desarrollo mayor. Este tipo de enfoque educativo es incipiente y difícil de diseñar, pero ha tenido éxito (Davydov, 1988).

Un aporte de esta perspectiva del aprendizaje para el proceso educativo, es el de haber determinado que tanto mecanismos globales como específicos influyen en el desarrollo del pensamiento. En consecuencia, se requiere propiciar tanto un dominio específico de ciertas áreas de interés, como el desarrollo de ciertas habilidades generales como la capacidad para reflexionar acerca de las propias ideas. Otro aporte importante, es el haber puesto en evidencia la relevancia del contexto de razonamiento. Por lo tanto, independientemente del nivel de pensamiento y abstracción que se pueda promover, parece haber acuerdo acerca de la necesidad de propiciar actividades metacognitivas, en que los estudiantes reflexionen acerca de sus ideas, como lo propone Piaget, pues ello contribuye a la comprensión del conocimiento.

## V. Aportes de la Perspectiva de las Diferencias Individuales

La perspectiva de las diferencias individuales se ha orientado a explicar por qué ciertos estudiantes fracasan en tanto que otros tienen éxito, para lo cual han utilizado variables intelectuales y psicosociales. Esta perspectiva ha buscado entender la naturaleza del estudiante en términos de su aprovechamiento o rendimiento académico, habilidades y destrezas individuales, aptitudes psicosociales, y distribución de esas destrezas en los diferentes grupos de población. Con el propósito de explicar el cambio conceptual, los investigadores en esta línea han tratado de determinar las relaciones entre habilidad y aprendizaje y de determinar los tipos de enfoques didácticos que capitalizan las características individuales del estudiante.

En la línea del aprovechamiento se ha hecho una distinción entre habilidad cristalizada y fluida (Catell, 1963). La primera pone el énfasis en el manejo de conocimientos y algoritmos concretos, en tanto que la segunda lo pone en las destrezas de razonamiento abstracto tales como el planear soluciones para problemas nuevos, integrar información, o inducir relaciones. Más recientemente, las investigaciones han extendido esta visión para incluir la auto-regulación y destrezas metacognitivas que contribuyen a un aprendizaje efectivo en la vida (Linn, 1980).

En tanto que las formas más desarrolladas de medir el aprovechamiento ha sido mediante pruebas que incluyen numerosos tópicos con unas pocas preguntas para cada uno, que por lo tanto miden solo el recuerdo de información aislada, el rendimiento incluye destrezas de razonamiento abstracto, habilidad para integrar conocimientos, para aplicar conocimientos a situaciones nuevas, que son destrezas para toda una vida. En general hay consenso de que estas destrezas, si bien importantes debido a la rapidez con que se incrementa el conocimiento científico, son difíciles de medir.

La evolución del trabajo en las habilidades intelectuales ha pasado de considerar una única habilidad general, comúnmente medida por los tests de inteligencia, para luego dividirla en habilidad cristalizada y fluida (Catell, 1963), y más recientemente dividirla en un gran número de componentes (Snow, Kyllonen y Marchalek, 1985; Sternberg, 1985). Entre ellos, se ha incluido el conocimiento declarativo o discriminación de los atributos relevantes que son necesarios para la adquisición de un conocimiento científico, y de procedimiento o mecanismos necesarios para realizar dicha clasificación (Anderson, 1984). Así mismo, se han propuesto diversas formas de inteligencia que distinguen las habilidades que típicamente se miden con los tests de inteligencia de aquellas habilidades que se requieren para funcionar con éxito en ambientes naturales complejos (Sternberg, 1985).

En cuanto a los trabajos en habilidades específicas, se han identificado un gran número de habilidades específicas, entre ellas, matemáticas, espaciales, de reflexión, etc. Así mismo, se han identificado un mínimo de 10

tipos de habilidad espacial y otras tantas de habilidad matemática (Fennema y Carpenter, 1981). En cuanto a las habilidades de reflexión o meta-razonamiento también se han identificado varios factores (Sternberg, 1985). En consecuencia, la medición del desempeño se torna todo un dilema. Los estudiantes requieren tópicos del dominio específico para poder evidenciar razonamiento abstracto, si bien tal nivel de conocimiento no es suficiente para el razonamiento abstracto. La mayoría de las pruebas de aprovechamiento se centran en la retención de tópicos por sobre las destrezas que se requieren para resolver nuevos problemas. Peor aún, tales pruebas promueven un trabajo docente orientado a cubrir una amplia gama de tópicos en vez de cubrir unos pocos tópicos a profundidad.

Con respecto a las aptitudes psicosociales, se ha llegado a explicar el aprovechamiento en términos del interés, la seguridad en las propias capacidades en un dominio determinado, las estrategias utilizadas por el estudiante en el estudio y aprendizaje, incluyendo entre ellas la autonomía (Kahle y Lakes, 1983). La influencia de estos factores individuales varía en función de áreas y tópicos, y del contexto de aprendizaje, por lo que cada vez con mayor frecuencia los investigadores se centran en características de los estudiantes y de los contextos de aprendizaje.

Por otra parte, los investigadores dentro de esta perspectiva han tratado de buscar explicaciones al hecho de que ciertos grupos poblacionales aparecen excluidos de ciertos campos, como es el caso de las mujeres, los negros e hispanos en las carreras científicas. Este tipo de trabajos no han logrado ninguna evidencia sistemática que sustente diferencias con base en el género o etnia, y muestran que la seguridad en la capacidad de aprovechamiento constituye un factor más fuerte que otras habilidades y aptitudes (Gilligan, 1982; Keller, 1985). En general, las principales diferencias entre estos grupos, se explican por diferencias en las materias cursadas y se acentúan por la seguridad de los sujetos en un campo determinado.

Esta perspectiva de investigación sugiere que los estudiantes se benefician del uso de una variedad de enfoques de un mismo concepto. Se asume que si se les orienta a pensar

un problema en diferentes formas, esto contribuirá a que detecten las ideas centrales y eliminen las periféricas. Sin embargo, puesto que se ha mostrado en otras perspectivas que los estudiantes pueden retener múltiples y diversas concepciones acerca de un mismo fenómeno, este enfoque puede no ser exitoso si no se les orienta a combinar perspectivas, y aún así, ellos podrían escoger visiones no productivas. Otra implicación importante para el proceso educativo, es la necesidad de promover actividades tendientes a incrementar la seguridad de los estudiantes en su capacidad de aprovechamiento, y de trabajar específicamente con los grupos más débiles.

## VI. Aportes de la Perspectiva de la Resolución de Problemas

Finalmente, la perspectiva de la resolución de problemas ha tratado de entender los mecanismos de razonamiento y el conocimiento específico que utilizan los individuos en la resolución de problemas. El interés ha sido determinar la clase de información que se aplica en la resolución de problemas, la forma en que se organiza y se representa simbólicamente esa información, y todo el conjunto de conductas relacionadas con la resolución de problemas, incluyendo entre ellas:

- a) definición del problema;
- b) diseño de una solución al problema (planteo);
- c) desarrollo o aplicación del método de solución.

De especial interés han sido las destrezas del procedimiento que se requieren para el diseño de la solución a un problema (planteo). Por lo tanto, los investigadores han enfocado: a) el desarrollo de modelos que describen cómo individuos (tanto novatos como expertos) guardan la información, cómo tienen acceso a ella, y qué procedimientos usan para aplicar esa información en las situaciones que requieren resolución de problemas; y b) el desarrollo de modelos efectivos para mejorar la habilidad para resolver problemas.

Dichos estudios han utilizado las metodologías cualitativas de reciente desarrollo que

proporcionan nuevas formas de evidencia y ponen en el tapete diferentes aspectos. Los investigadores en esta línea comúnmente observan el desarrollo de unos pocos individuos con gran detalle, diseñan modelos que describen sus conductas, y construyen simulaciones en la computadora para verificar estos modelos. Por otra parte, contrastan la conducta de expertos y novatos. Estas comparaciones ofrecen metas para la enseñanza. El procedimiento que utilizan es pedir a los individuos que resuelvan problemas y que describan en detalle su razonamiento durante el proceso, en una forma muy similar a la que se utiliza en las entrevistas clínicas piagetianas. Con base en estos protocolos se infieren modelos de estructuras de conocimiento y de resolución de problemas.

De este tipo de trabajos en resolución de problemas, especialmente en las áreas de matemáticas y ciencias, se han extraído los siguientes aspectos:

1) *Conocimiento de la materia de estudio y organización*: El conocimiento de la materia de estudio es central para la resolución de problemas en esta área. La forma en que los estudiantes integran la nueva información ha sido estudiada por los investigadores. En general, estos estudios indican que los expertos guardan más información, y la organizan y la usan en forma diferente. Por ejemplo, Schavelson y Stampton (1975) estudiaron cómo los estudiantes categorizan términos físicos y mostraron que, durante el proceso de enseñanza aprendizaje los patrones de agrupamiento de la información de los estudiantes gradualmente se van asemejando a los de sus profesores y a los del libro de texto. En general, las estructuras más avanzadas mostraron poseer una organización jerárquica.

Un trabajo en este campo es el de Larkin, McDermott, Simon y Simon (1980), quienes sugieren que el conocimiento de base de los expertos en física incluye principios generales que ellos pueden aplicar para generar afirmaciones específicas que describen problemas particulares. Los estudios de tiempo de respuesta entre la aparición de diferentes principios físicos en el protocolo de un experto, sugieren que dichos principios no están almacenados individualmente, sino que por el con-

trario se encuentran coordinados en "trozos" significativos.

Otra evidencia, también relativa a las diferencias entre expertos y novatos en cuanto a la organización de la información, proviene del estudio de la categorización de los problemas. Los resultados de dichos estudios sugieren que existe una diferencia cualitativa en la forma en que expertos y novatos organizan la información. Los novatos parecen organizar la información alrededor de características superficiales, mientras que los expertos lo hacen alrededor de principios centrales y de los procedimientos relacionados con ellos.

En esencia, la investigación con un enfoque en resolución de problemas confirma que la forma en que los estudiantes organizan la información influencia cómo resuelven los problemas y demuestra que los sujetos que son buenos para resolver problemas conectan la información relevante o conectan las ideas con base en información superficial.

Por otra parte, la investigación en resolución de problemas destaca la importancia de la representación de los problemas. Por representación se entiende la descripción explícita de cómo se conecta la información. Tales representaciones son de utilidad para la resolución de problemas si las características relevantes aparecen con claridad. Los estudiantes a los que se les presentan ejemplos, resuelven mejor los problemas, a pesar de que con frecuencia los utilizan como analogías inapropiadas. Los estudiantes que trabajan mejor tienden a usar los ejemplos en una forma más flexible y modifican al menos algunas partes de los procedimientos. Los mejores estudiantes son capaces de adaptar los ejemplos a nuevas situaciones.

2) *Destrezas de procedimiento*: La escogencia y aplicación de un método para resolver problemas conlleva una variedad de destrezas de procedimiento: la destreza para aplicar un procedimiento específico, la destreza más general de planear y probar un procedimiento en un dominio dado, y aún la destreza mucho más general de controlar las propias acciones durante el proceso de resolución del problema. La investigación reciente en resolución de problemas ha identificado tres categorías de destrezas de procedimiento, de acuer-

do con su enfoque, a saber: específicas, generales, o metacognitivas.

2.1) *Procedimientos específicos*: La investigación con este enfoque (Linn, 1986) señala que los expertos representan su conocimiento acerca de los procedimientos en una serie sistemática de etapas que ellos utilizan para desarrollar funciones particulares, en tanto que los novatos pareciera ser que aplican estos procedimientos específicos inconsistentemente. Sin embargo, esta inconsistencia es solo aparente porque en muchos casos los novatos desconocen o utilizan erróneamente las reglas, y esto explica sus errores. Por lo tanto para diseñar estrategias de enseñanza para promover las destrezas en el uso de procedimientos específicos es importante contar con: i) un análisis teórico de las fuentes posibles de aplicación incorrecta de procedimientos específicos, y ii) una identificación empírica de las fuentes que originan esos procedimientos incorrectos y que son comunes a otros dominios.

Por otra parte, los resultados de estos estudios dirigidos a identificar dificultades de procedimiento han permitido ir identificado procesos comunes que conducen a errores en la aplicación de procedimientos en distintos dominios, tales como:

i) *la confusión de términos relacionados* que conduce al uso inapropiado de procedimientos en la resolución de problemas simples y directos; y

ii) *La sobre-generalización a partir de un caso específico*.

Las implicaciones de los resultados de estos trabajos para el diseño de estrategias didácticas, conduce a establecer la necesidad de ofrecer a los estudiantes un repertorio de procedimientos específicos, que les facilite el adquirir comprensión a profundidad de los tópicos que estudian.

2.2) *Procedimientos generales*: Destrezas de procedimiento tales como planeamiento, prueba, y re-formulación son generales para muchos problemas. El planeamiento se define como la habilidad para seleccionar y ordenar el conocimiento necesario para resolver un problema; la prueba es la habilidad para determinar si el plan es efectivo; y re-formulación es la habilidad para modificar el plan a la luz de la información obtenida en la prueba.

De estas destrezas, la que más se ha estudiado ha sido el planeamiento.

Los sujetos que son buenos para resolver problemas tienen destrezas de planeamiento efectivas. Ellos son capaces de representar las características esenciales de la situación descrita en el problema antes de empezar a resolverlo en detalle (Larkin, 1981). La resolución de problemas presenta dificultades cuando se hacen asociaciones débiles entre los datos observados y las conclusiones obtenidas. La prueba inicial es el criterio para finalizar el planeamiento, pues esta determina la eficacia de la solución. Por lo tanto, los buenos estudiantes tienen tanto la habilidad como la inclinación de probar sus soluciones iniciales. Esto les permite descartar las ideas pobres y continuar con las buenas. Por el contrario, los novatos carecen de un plan y fallan en general alternativas, con frecuencia saltan hacia la resolución sin ningún planeamiento.

No es suficiente requerir o promover el planeamiento porque los novatos carecen del conocimiento para hacerlo y carecen tanto de un repertorio de algoritmos para resolver problemas relacionados como de la organización efectiva en el dominio específico. La destreza del planeamiento se desarrolla con la experiencia puesto que cada solución exitosa se convierte en un plan potencial. Los estudiantes necesitan generar alternativas y organizar su conocimiento para dedicarse a planear. Pareciera ser que los sujetos necesitan integrar sus procedimientos específicos para formar procedimientos generales para el planeamiento (Linn, 1986). Esto puede usarse en nuevos problemas relacionados.

c) *Control cognitivo o metacognición*: El conocimiento acerca de los propios procesos de pensamiento o control cognitivo es una destreza de procedimiento importante que si bien ha sido discutida en la literatura de resolución de problemas, no se ha estudiado con amplitud. La investigación en este campo muestra que: i) Los expertos realizan mayor control cognitivo que los novatos; ii) los estudiantes probablemente reflexionan muy poco en sus procesos de resolución de problemas porque carecen de las técnicas para evaluar sus enfoques; iii) por otra parte la resolución de problemas demanda toda la capacidad de

proceso disponible, impidiendo la reflexión (Schoenfeld, 1983; Brown y Palincsar, 1986).

*ning disabilities* (pp. 274-326). Norwood, NJ: Ablex.

## VII. Conclusión

Las cuatro perspectivas aquí revisadas, sugieren en su conjunto, la necesidad de poner mayor énfasis en:

- a) el contenido y la representación del conocimiento, incluyendo las concepciones intuitivas o ingenuas del estudiante y los procedimientos usados;
- b) la organización del conocimiento o vinculación de ideas;
- c) la perspectiva epistemológica del estudiante y el contexto;
- d) el nivel de desarrollo de la habilidad general del estudiante, la importancia de la seguridad en la capacidad de aprovechamiento y la capacidad de procesamiento de información;

Finalmente, es importante hacer notar que si bien existe una basta producción investigativa que nos ofrece resultados importantes y significativos para reorientar el trabajo docente, su introducción e implementación en las aulas requiere conocer tanto su complejidad, como sus posibilidades y limitaciones, y las expectativas de docentes y estudiantes en relación con los procesos que ahí se desarrollan, a efectos de diseñar estrategias conjuntas que vayan acortando la distancia entre la teoría educativa que se genera y la realidad que viven los salones de clase.

## Referencias

Anderson, R.C. (1984). Some reflections on the acquisition of knowledge. *Educational Researcher* 13 (5), pp. 5-10.

Brown, A.L. y Palincsar, A.S. (1986). Reciprocal teaching of comprehension strategies: A natural history of one program for enhancing learning. En J. Borkowski y J.D. Day (Eds.), *Intelligence and cognition in special children: Comparative studies of giftedness, mental retardation, and lear-*

Case, R. (1985). *Intellectual development: From birth to adulthood* (Developmental Psychology Series). New York: Academic Press.

Catell, R.B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology*, 54, pp. 1-22.

Chi, M.T.H. y Koeske, R.D. (1983). Network representation of child's dinosaur knowledge. *Developmental Psychology*, 19, 29-39.

Davydov, V.V. (1988). The concept of theoretical generalization and problems of educational psychology. *Studies in Soviet Thought*, 36, 169-202 (Original publicado en 1972).

Driver, R. y Erikson, G. (1983, Abril). "The study of students conceptual frameworks in science: Some theoretical and empirical considerations". Ponencia presentada en la reunión anual de la Asociación Americana de Investigación Educativa, Montreal.

Doyle, W. (1983). Academic work. *Review of Educational Research*, 53, pp. 159-199.

Fennema, E.H. y Carpenter, T.P. (1981). Sex-related differences in mathematics: Results from national assessment. *The Mathematics Teacher*, 74, pp. 554-559.

Gilligan, C. (1982). *In a different voice: Psychological theory and women's development*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Heller, J.I. y Reif, F. (1984). Prescribing effective human problem-solving process: Problem description in physics. *Cognition and Instruction*, 1 (2), pp. 177-216.

Helm, H. y Novak, J.D. (1983). *Proceedings of the international seminar on misconcep-*

- tions in science and mathematics*. Ithaca, NY: Cornell University.
- Hewson, W. H. y Hewson, M. G. A. (1984). The role of conceptual confliction in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science*, 13, pp. 1-13.
- Kahle, J. B. y Lakes, M. K. (1983). The myth of equality in science classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 20, 131-140.
- Keller, E.F. (1985). *Reflections on gender and science*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Larkin, J. H., McDermott, J., Simon, D.P, y Simon, H.A. (1980). Expert and novice performance in solving physics problems. *Science*, 208 (20), pp. 1335-1342.
- Larkin, J.H. (1981). Cognition of learning physics. *American Journal of Physics*, 49 (6), pp. 534-541.
- Linn, M.C. (1980). Teaching children to control variables: Some investigations using free choice experiences. En S. Modgil y C. Modgil (Eds.), *Toward a theory of psychological development within the Piagetian framework*. Windsor, England: National Foundation for Educational Research.
- Linn, M. C. (1986). Science. En R. Dillon y R.J. Sternberg (Eds.), *Cognition and Instruction*, pp. 155-204. New York: Academic Press.
- McDermott, L.C. (1984). Research on conceptual understanding in mechanics. *Physics Today*, 37(7) pp. 24-32.
- Nussbaum, J. y Novak, J.D. (1976). An assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews. *Science Education*, 60 (4), pp. 535-550.
- Novak, J.D. (1988) Constructivismo humano: Un consenso emergente. *Enseñanza de las Ciencias*, (España) 6 (3), pp. 213-223.
- Resnick, L.B. (1983). Mathematics and science learning: A new conception. *Science*, 220, pp. 477-478.
- Schoenfeld, A.H. (1983). Beyond the purely cognitive: Belief systems, social cognitions, and metacognitions as driving forces in intellectual performance. *Cognitive Science*, 7 (4), pp. 329-363.
- Shavelson, R.J. y Stampton, G.C. (1975). Construct validation: Methodology and application to three measures of cognitive structure. *Journal of Educational Measurement*, 12 (2), pp. 67-85.
- Snow, R.E., Kyllonen, P.C. y Marchalek, B. (1985). The topography of ability and learning correlations. En R.J. Sternberg (Ed), *Advances in the psychology of human intelligence*, 2, pp. 47-103. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Sternberg, R.J. (1985). *Beyond IQ: The triarchic theory of human intelligence*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1 (2), pp. 205-221.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wagner, R.K. y Sternberg, R.J. (1984). Alternative conceptions of intelligence and their implications for education. *Review of Educational Research*, 54, 179-223.