

# **Enfoques cognitivos en la educación superior**

**Mario Letelier S.\***

---

\* Ingeniero Civil Mecánico y Ph. D. Director del Centro de Investigación en Creatividad y Educación Superior de la Universidad de Santiago de Chile. Preside la Sociedad Chilena de Educación en Ingeniería. Investigador en las áreas de Educación Superior, Creatividad y Bioingeniería.

*En este artículo se destacan algunos aportes importantes que la Ciencia Cognitiva está haciendo a la Educación Superior. Se hace notar el impacto que el desarrollo socio-económico tiene en las demandas de competencias profesionales y las barreras que, al interior de las universidades limitan su capacidad de adaptación e innovación. Los alcances y potencialidades de la Ciencia Cognitiva en el marco de la educación universitaria son puestos en relieve. El análisis utiliza como elementos básicos de referencia ocho recursos de la Ciencia Cognitiva, a saber: procesamiento de la información, solución de problemas, razonamiento experto, modelos de pensamiento, estrategias creativas, manejo de imágenes, inferencias y percepción, los cuales son relacionados con la docencia disciplinaria universitaria.*

---

*Some important contributions of Cognitive Science to High Education are pointed out in this paper. It is proposed that the socioeconomic impact on the demands for professional competences and the barriers within universities, set limits to their capacity for adaptation and innovation. The scope and potentials of Cognitive Science in the context of University Education are highlighted. Eight resources from Cognitive Sciences are taken as basic reference elements and related to University contents teaching; they are: information processing, problem solving, expert reasoning, models of thought, creative strategies, image management, inferences, and perception.*

El objetivo global de este artículo es contextualizar y destacar el significativo intercambio que está teniendo lugar entre Ciencia Cognitiva y Educación, así como las proyecciones de dicho intercambio.

Cognición y Educación Superior son temas afines, pero también son áreas muy amplias y diversificadas cada una de ellas. Cualquier análisis de la relación entre esas áreas demanda algunas acotaciones previas que contribuyan a dar sentido y pertinencia a aquél.

Debe tenerse presente, por otra parte, que la Educación Superior es una actividad en proceso de significativa revisión crítica y que, complementariamente, la Psicología Cognitiva y su extensión, la Ciencia Cognitiva, son disciplinas relativamente nuevas, en parte controversiales, imprecisas en sus alcances y métodos.

Dentro de la perspectiva delineada, el presente artículo está organizado en cuatro secciones, en las cuales se discuten sucesivamente el contexto actual de la Educación Superior, ciertos alcances de la Ciencia Cognitiva, los aportes que los enfoques cognitivos están haciendo a la Educación Superior y los aportes potenciales y limitaciones de dichos enfoques en la óptica del futuro. La discusión considera tanto el contexto internacional como el escenario local.

### **Una mirada crítica a la Educación Superior**

Es muy difícil, y bastante improductivo, referirse a la Educación, en cualquiera de sus niveles, sin una referencia visible y permanente al entorno social y productivo en que se desenvuelven las personas. La Educación está sometida a importantes críticas de los principales actores y gestores de ese entorno. Dos de esas entidades son las empresas y los gobiernos.

Ciertos valores y potencialidades académicas, particularmente aquellos que permiten a una persona, en especial a un profesional, actuar eficazmente en su medio, se consideran en la actualidad recursos de desarrollo fundamentales (Letelier, López y Martínez, 1994). La visión internacional ha ido convergiendo a encontrar una estrecha asociación entre el bienestar y avance de los países y su

productividad. No sucede lo mismo con sus principios ideológicos o sistemas de organización social; éstos últimos cobran poder práctico en la medida que el país cuente con recursos económicos que inyectar en ellos y dichos recursos los aporta la productividad.

La humanidad ha perdido un tanto su anterior confianza en las grandes concepciones filosóficas o ideológicas y la mayoría de los países económicamente activos no suponen que la calidad de vida es el resultado del solo compromiso con las ideas; más bien esta es el resultado de un fuerte compromiso con la realización o producción, vale decir aportar bienes y servicios que respondan a necesidades reales, con la calidad y oportunidad requeridos. Dentro de este orden de cosas, las teorías puras y la perspectiva sólo cultural del conocimiento, y por ende, la educación, han perdido interés en la apreciación de los agentes más activos en el gobierno, en las empresas y otras entidades sociales. Se ejerce una notoria presión sobre los sistemas educativos para que éstos entreguen una educación significativa en favor de quienes aspiran a participar competitivamente en el mundo del trabajo y del quehacer profesional.

El conocimiento y las potencialidades académicas son percibidos como elementos claves para que las personas, las empresas y las naciones puedan crecer económicamente y, de esa forma, satisfacer sus necesidades y aumentar su calidad de vida (Reich, 1993; Letelier, 1993).

La Educación Superior se encuentra en la interfase entre el mundo académico y la productividad. No es extraño, por lo tanto, que a ella se dirijan muchas de las críticas de que es objeto la educación en general. Las universidades chilenas, así como sus congéneres de la región o de otras regiones, han sentido el peso de numerosas decisiones gubernamentales orientadas a señalar rumbos: reducciones presupuestarias, apertura del sistema y aparición de nuevas universidades, creación de fondos concursables como FONDECYT y FONDEF, promulgación de una ley de donaciones por parte de las empresas y asignaciones presupuestarias especiales contra proyectos específicos, son algunas de las medidas administrativas impulsadas en Chile por el gobierno, como elementos de orientación. Las anteriores orientaciones, unidas a las demandas de carreras por parte de los egresados de la Educación Media, han hecho a las universida-

des preocuparse por concebir y ejecutar una gestión académica más cuidadosa del empleo de sus recursos económicos y de las opciones de estudios ofrecidas. Las universidades se han abierto más al mundo externo a ellas. Su nueva permeabilidad ha hecho posible que las demandas productivas y de educación, en gran medida coincidentes, se hayan transformado en objetivos educativos seriamente considerados por las instituciones de Educación Superior.

El mundo productivo y de los servicios profesionales es un contexto donde dos grandes fuerzas operan interconectadamente, generando una dinámica en la cual oportunidades y problemas se suceden sin cesar. Esas dos fuerzas son el avance tecnológico y lo que se podría denominar sicología (tanto a nivel personal como social) práctica. La primera provee recursos técnicos y modos de hacer, en tanto la segunda es responsable de nuevas percepciones, de las necesidades, de nuevas concepciones administrativas, políticas y legales. Es un mundo donde el progreso individual y corporativo dependen de la capacidad de detectar y aprovechar oportunidades, así como de anticipar y resolver problemas.

Se tiene un “juego” económico-productivo al cual más países y entidades continuamente intentan adherirse. A diferencia de lo que se daba hace menos de una década, hoy se tiene un solo “juego”, con algunas variantes, que predomina en el mundo del trabajo profesional. Este aspecto hace que el juego se torne cada vez más dinámico, pues los participantes, en número creciente, aportan nuevas reglas, sorprenden con innovaciones competitivas y van generando un contexto con alta velocidad de cambio.

El cambio es inducido por algunos como un factor de competitividad y, para otros, es un desafío a enfrentar. El trabajo de administradores, ingenieros, abogados, psicólogos, médicos, arquitectos, diseñadores, periodistas y de muchos otros profesionales demanda una continua actualización de conocimientos y de adquisición de nuevas destrezas, habilidades y competencias. Es, en esencia, un trabajo que demanda continua adaptabilidad.

Se podría decir, en términos simplificados, que el escenario de los egresados de la Educación Superior es un escenario caracteriza-

do por la necesidad creciente de adaptabilidad competitiva. La palabra “competitiva” debe entenderse como equivalente a “eficaz”. Se requiere una actualización que permite a las personas enfrentar con éxito nuevos tipos de problemas, comprender el alcance práctico de nuevos recursos tecnológicos, adaptarse a los compromisos de las alianzas y comercio internacionales, responder con eficacia a las consecuencias de nuevas formas de vivir, trabajar y comunicarse, etc.

El escenario delineado, bastante conocido y debatido en el presente, parece ser una variable principal en el problema de asociar constructivamente Psicología Cognitiva y Educación Superior. En efecto, la noción de adaptabilidad competitiva conduce a un conjunto de desafíos educativos donde los enfoques cognitivos son particularmente atingentes. Los desafíos de la adaptabilidad competitiva, a nivel educativo apuntan tanto a objetivos cognitivos como a objetivos afectivos, en lo principal. Algunos de estos últimos forman parte de lo que se denomina “espíritu emprendedor”: un “espíritu” que implica las actitudes y los valores requeridos para transformar proyectos en realidad y para mantener actividades productivas o de servicios.

En el dominio cognitivo, la adaptabilidad competitiva plantea desafíos en las áreas del aprendizaje, del diseño, de la innovación y creatividad y de la comprensión de nuevos fenómenos naturales y humanos, entre otras.

En esta óptica las habilidades y competencias vistas como objetivos educativos prioritarios han hecho que la docencia clásica, si fue concebida como una mera transmisión de conocimiento, sea ahora considerada como un aporte educativo insuficiente. Como las habilidades y competencias deben corresponder a un contexto real y como ellas sólo se pueden desarrollar con la práctica, el mundo profesional encuentra así un camino natural hacia el interior de la academia. Por lo tanto, los desafíos cognitivos de la adaptabilidad competitiva están siendo incorporados a los currículos a través de diversas estrategias docentes. Estas no sólo consideran como meta el logro de conductas observables pre-especificadas: la relación estímulo-respuesta en una caja negra, propia del conductismo, no es ahora considerada, por muchos educadores, como un enfoque suficientemente productivo. Interesa abrir la caja negra y conocer cómo se piensa, cómo se

forman barreras a la creatividad, que diferencia el razonamiento de distintas personas, etc.

Lo antedicho debe ser visto más como una tendencia o toma de conciencia, que como una realidad operante. Numerosos factores se oponen a los cambios efectivos en la docencia universitaria (Letelier, 1993 a). Esta se encuentra, en gran medida, estructurada dentro de un modelo que privilegia la transmisión de conocimiento como modo fundamental de educación. El rol activo de los profesores contrasta con el rol pasivo de los estudiantes, de quienes se espera sean capaces de reproducir y utilizar los conceptos o métodos enseñados. Ciertas carreras dan lugar, a través de la clínica, talleres, laboratorios y trabajos de terreno, al cultivo de habilidades y destrezas, donde los estudiantes asumen una posición más activa. No obstante, la tónica principal de la docencia en esas carreras es del tipo previamente indicado.

Entre los factores que dificultan el cambio de estrategias docentes, es posible destacar algunos que son especialmente atingentes a la presente revisión. Ellos son:

- 1. La fuerza de los procedimientos administrativos.** Evaluación y control del proceso docente son aspectos necesarios, particularmente en la perspectiva de los directivos académicos. El cumplimiento de metas cuantitativas: (horas de docencia realizadas, % de asistencia, % de aprobados, notas promedio de un curso, etc.) es normalmente un indicador valorado. Estos sistemas de control son relativamente simples de implementar y mantener. Por lo tanto, generan una gran inercia que es muy difícil alterar. Métodos docentes que no admiten controles simples suelen sufrir rechazo a niveles administrativos.
- 2. Desconexión entre el cuerpo académico, el quehacer profesional y el contexto productivo.** Esta variable opera con diferente importancia en diversas carreras. En algunas de ellas, como Derecho, es habitual encontrar un cuerpo académico mayoritariamente activo en su profesión; no sucede lo mismo en múltiples otras carreras. Aun cuando, en ciertos casos, los profesores son profesionalmente activos, éstos no han aquilatado el proceso global de desarrollo que vive su país. Suelen carecer de

una visión actual de la dinámica productiva y del rol que en ella desempeña el conocimiento; tampoco logran percibir la magnitud del desafío educativo implicado por las nuevas competencias demandadas.

3. **Falta de conocimiento para implementar estrategias docentes con mayor impacto cognitivo.** En el universo de académicos que prestan servicios docentes en las universidades, es posible encontrar grupos de ellos que son conscientes de la necesidad de evolucionar hacia nuevas formas de docencia, que tengan mayor impacto en el aprendizaje y en el desarrollo de actitudes, habilidades y competencias. Sin embargo, la disposición positiva a innovar se ve, a veces, limitada por el insuficiente conocimiento de formas o estrategias de docencia específicas, aptas para los fines buscados.
4. **Mitos, bloqueos y fantasmas.** Los intentos de cambios de concepciones docentes también enfrentan algunos problemas más sutiles. “Lo único que se necesita para enseñar bien es conocer bien su disciplina”. “Un profesor no puede mostrar ignorancia delante de sus alumnos”. “Quien no asiste a una exposición sistemática de la teoría de..... nunca la comprenderá”. “Quien no ha estudiado cálculo tensorial (y, por lo tanto, toneladas de tópicos previos), nunca será un verdadero ingeniero”. “Enseñar a ser creativo es muy difícil o imposible”. “Entre más se les enseña, más aprenden los alumnos”.

La visión universitaria de la docencia está llena de ideas preconcebidas y discutibles acerca de un contexto que, con la quizá única excepción de las facultades de Educación, privilegia el conocimiento disciplinario por sobre la competencia didáctica.

Los cuatro factores citados son indicativos de un estado de cosas donde el cambio es muy difícil. En el presente es posible presentar numerosos intentos bien intencionados de directores de departamentos, directores de escuelas, decanos, vicerrectores y otros directivos superiores para impulsar nuevas concepciones docentes. Esos intentos frecuentemente tropiezan con las dificultades señaladas.

En síntesis, la Educación Superior parece haber aceptado la necesidad de orientarse más estrechamente al desarrollo de actitudes, habilidades y competencias acordes al proceso de desarrollo de los países. Encuentra, por otra parte, contundentes problemas para responder con cambios efectivos y reorientar sus procesos educativos.

Como se fundamenta en lo que sigue, la Ciencia Cognitiva es una herramienta clave en ese esfuerzo de adaptación; ella puede proveer de recursos y conocimiento para readecuar la docencia en el sentido que se busca darle.

### **Ciencia cognitiva y educación**

En tanto la Educación Superior, dentro de la orientación del presente artículo, aparece como un área-problema, los aportes de la Ciencia Cognitiva deben ser considerados como recursos. Son recursos con potencialidad de contribuir a resolver algunos de los problemas esquematizados en la sección anterior.

La comprensión de los procesos mentales y de sus consecuencias prácticas es buscada por numerosas disciplinas en la actualidad; la Psicología, en parte para fines terapéuticos y pedagógicos; la Filosofía, por razones inherentes a la propia disciplina; la Inteligencia Artificial, para el diseño e implementación de programas y sistemas inteligentes, y la Educación, para mejorar el proceso educativo, son algunas de las disciplinas que hacen contribuciones en este campo.

La Ciencia Cognitiva es asociada típicamente a un conjunto de disciplinas que comprende la Psicología, la Filosofía, la Inteligencia Artificial, la Neurociencia, la Lingüística y la Antropología (Gardner, 1985; Stilling, Feinstein, Garfield, Rissland, Rosenbaum, Weisler y Baker-Ward, 1987). Sus objetivos son muy amplios, dentro de la temática general del estudio de los procesos mentales. Entre éstos atraen la atención los procesos de memoria, de aprendizaje, de representación, de resolución de problemas, de inferencias, de uso del lenguaje y otros. Como es posible apreciar, los tópicos de trabajo en Ciencia Cognitiva son afines a los problemas destacados anteriormente en relación a la Educación Superior. Dicha afinidad será explorada brevemente en lo que sigue.

Es importante destacar que la Ciencia Cognitiva se apoya en varios recursos que han probado ser particularmente efectivos. Uno de ellos es la computación y una de sus aplicaciones, la Inteligencia Artificial. La computación ha obligado a replicar la inteligencia a través de las operaciones lógicas, lenguajes, algoritmos, sistemas de inferencia, estructuras de memoria, métodos de incorporación o adquisición de datos, etc. Con su ayuda se han podido identificar elementos y variables que tienen potencialidad para simular la mente humana. Se sabe, por ejemplo, que los lenguajes computacionales pueden ser más o menos eficientes, flexibles o amplios en sus aplicaciones. De la misma manera, en las personas la eficiencia para resolver problemas depende en gran medida de cómo represente o conciba un problema dado. Ciertas representaciones no conducen a nada, en tanto otras inducen fácilmente soluciones (Revista Comunicaciones en Desarrollo de Creatividad, 1991; Craig y Simon, 1990).

Por otra parte, la Psicología ha hecho aportes sustanciales por vías diversas. Una de ellas es el estudio de los protocolos o procesos mentales utilizados por expertos (Ericsson y Smith, 1991; Maarten, 1993; Klahr, Fay y Dunbar, 1993; Letelier, Gutiérrez y Herrera, 1993). El razonamiento experto, por ende, se ha incorporado a los sistemas expertos de uso en diagnóstico médico, diagnóstico de fallas y otros, en el área de la Inteligencia Artificial. También el campo de la resolución de problemas ha estado muy activo recientemente con aportes tanto de la Psicología como del área de la Gestión (Arnold, 1992; Cook, 1991; Schoenfeld, 1985; Vangundy, 1988).

La creatividad, que en la actualidad puede prácticamente ser considerada como una disciplina especial, ha hecho también contribuciones importantes a la comprensión de los procesos cognitivos. Sus métodos son los de la Psicología, la Gestión, la Sociología, y otras disciplinas. El estudio del proceso creativo en científicos, artistas, diseñadores, arquitectos, políticos, empresarios, académicos, etc. (Wallace y Gruber, 1989; Isaksen, 1987; Letelier, 1989), es una de sus contribuciones relevantes.

Algunos alcances y planteamientos de este artículo se fundamentan en los estudios realizados en el Centro de Investigación en

Creatividad y Educación Superior, CICES, en el cual se tiene un proyecto en marcha para conocer cómo se organizan intelectualmente los profesionales más eficaces en actividades creativas (Letelier, Gutiérrez y Herrera, 1993). Por varios años, el autor ha impartido un curso experimental en desarrollo creativo personal, donde se han explorado diversas estrategias creativas (Letelier, Aránguiz y Bello, 1992) con estudiantes del sexto año de la carrera de Ingeniería Civil Mecánica.

Del conjunto de las perspectivas citadas, surge con mucha fuerza la posibilidad de organizar y aplicar efectivamente estrategias intelectuales, que aumenten la probabilidad de operar con algunas de las competencias que el quehacer profesional, y el quehacer académico sintonizado al mundo profesional, revelan como importantes. La adaptabilidad competitiva de un profesional implica el cultivo de algunas competencias y habilidades claves. Un conjunto de ellas es el siguiente:

- Aprendizaje continuo y autodirigido.
- Capacidad de concebir procedimientos, procesos, métodos, productos, etc.
- Comprensión eficaz de los factores que facilitan las relaciones interpersonales.
- Capacidad de comunicación.
- Capacidad de resolver problemas prácticos
- Autoanálisis y auto-regulación.

El aprendizaje es uno de los puntos centrales del campo de la Ciencia Cognitiva (Bruer, 1993).

Las demandas de la competitividad adaptativa han presionado a esa disciplina para que aporte antecedentes que permitan fijar algunas metas docentes bien concebidas. El razonamiento experto, por ejemplo, con sus jerarquías conceptuales (Bruer, 1993; Rabinowitz y Glaser, 1985) ha inspirado aproximaciones a la enseñanza de temas científicos.

Concebir es una manera muy general de referirse a acciones creativas. En esta competencia, los estudios de la creatividad son un excelente marco de referencia para orientar la docencia. Integrar conocimiento y habilidades de diferentes disciplinas para obtener resultados creativos prácticos, implica una macro-habilidad creativa; ella debe ser capaz de lograr concepciones que cumplan simultáneamente varios criterios. La eficacia aquí depende tanto del cultivo de sub-habilidades, como de la macro-habilidad misma. En este campo, las estrategias de trabajo creativo son esenciales; ellas son algoritmos flexibles y adaptativos, que favorecen el empleo de la potencialidades intelectuales. Existen sistemas expertos computacionales (Langley, Simon, Bradshaw y Zytkow, 1987), capaces de encontrar nuevas relaciones o resolver problemas abiertos gracias al empleo de esos algoritmos creativos. Creatividad y método no se contraponen, sino se refuerzan entre sí.

En relación a los puntos (iii) y (iv), obras como las de Watzlawick y asociados (1989) y Andreas (1991) han buscado apoyo, para fines terapéuticos, en ciertos elementos de la Ciencia Cognitiva. Algunos de ellos son las representaciones y los modelos mentales. Esos mismos elementos, a través de la denominada Programación Neurolingüística, se han empleado para mejorar la comunicación humana (Cudicio, 1992).

Los problemas del mundo profesional se suceden sin cesar en materias de relaciones humanas, tecnología, procedimientos, aprendizaje efectivo, política, economía, etc., etc. Su solución depende, en parte, del manejo de la información, de las estrategias de solución, de las representaciones utilizadas y de otros elementos que son propios de la Ciencia Cognitiva.

La metacognición o autoanálisis es una habilidad a la cual se asigna creciente importancia en el quehacer profesional, educativo y terapéutico (Langer, 1989; Bruer, 1993; Letelier, 1992). En medida importante, la metacognición se apoya en la identificación de variables y patrones de pensamiento.

Se confía en haber planteado un promisorio ámbito de interacción entre la Ciencia Cognitiva y sus recursos y la adaptabilidad competitiva.

Cuando los recursos de la Ciencia Cognitiva se orientan hacia la Educación Superior, se encuentra una situación más compleja. Los cambios deseables en la Educación Superior se enfrentan a los problemas que se citaron anteriormente. Hay varias fuerzas que se oponen al empleo efectivo de enfoques docentes innovativos, los aportes de la Ciencia Cognitiva incluidos en ellos.

### **La Educación Superior actual en la perspectiva cognitiva**

La Educación Superior se ha caracterizado tradicionalmente por su aislamiento disciplinario. Dicho aislamiento tiene varias connotaciones, dos de las cuales son la impermeabilidad del quehacer docente en una disciplina a las experiencias de otras disciplinas, y la pequeña relación que se da entre la docencia disciplinaria y la disciplina de la Educación propiamente tal. El concepto “disciplina” se aplica aquí a áreas profesionales o científicas específicas tales como la Medicina, el Derecho, la Ingeniería Comercial, la Física, la Biología, los Idiomas, la Historia, etc.

Es un planteamiento bien difundido que, a nivel universitario, se entiende que un médico, un arquitecto, una sicóloga o un abogado son formados por médicos, arquitectos, sicólogos y abogados, respectivamente. Se privilegia el conocimiento disciplinario por sobre la competencia pedagógica. “El mejor profesor es el que mejor conoce su disciplina” es un dictamen frecuentemente escuchado en los ambientes universitarios. Como norma general, las disciplinas reciben apoyo docente de otras disciplinas pero este factor no cambia el control global que los especialistas de una profesión o ciencia ejercen sobre la docencia de ésta.

Por la razón indicada, en la docencia disciplinaria se han creado tradiciones, métodos y estrategias docentes características. Esa caracterización, con algunas variantes, se la encuentra internacionalmente establecida. Cada disciplina es heredera de un cuerpo de conocimientos, de una experiencia práctica, de metodologías de trabajo, de campos de trabajo, de problemas y de muchos otros elementos que contribuyen a perfilar sus procesos de enseñanza y aprendizaje. Los métodos de trabajo, la naturaleza del conocimien-

to, y los problemas atendidos son, por ejemplo, muy diferentes en un médico, un arquitecto, un ingeniero, un educador y un artista (Caiceo, Letelier, Raffo, Schweitzer y Soza, 1992)

Por otra parte, la Educación, como disciplina profesional, concentra sus esfuerzos en formar profesores para niveles pre-universitarios. Ha sido propio de su tradición buscar conocimiento educativo que sea “contexto-independiente”. Si bien existen áreas de la Educación “contexto-dependientes”, tales como la Educación Matemática, la Educación Química o la Educación en Física, una gran parte del material bibliográfico educativo tiende a ser de carácter general. De esta forma, la disciplina de la Educación no encuentra fácilmente puntos de contacto amplios y permanentes con las disciplinas universitarias. Es muy común encontrar facultades universitarias empeñadas en reformas curriculares, en las cuales los expertos en Educación participan muy lateralmente.

Las consideraciones anteriores son indicativas de las dificultades, que se presentan al intentar bosquejar un estado del arte acerca del impacto de enfoques cognitivos en el nivel superior de educación.

Revistas bien conocidas en el área de Educación Superior, como *Higher Education*, *Research in Higher Education*, *The Journal of Higher Education*, *Review of Higher Education* y otras similares, parecen concentrar sus intereses en materias muy variadas (administrativas, políticas, sociales y técnicas), donde la relación entre Educación y Ciencia Cognitiva es muy poco frecuente. No varía sustancialmente esta situación si se examinan publicaciones de áreas específicas, tal como *The International Journal of Engineering Education*. Conocidas revistas del área cognitiva, a saber, *Cognitive Science* y *Cognitive Psychology*, publican frecuentemente reportes específicos de estudios relacionados con el aprendizaje. Las revistas del área educativa, entre ellas *Contemporary Educational Psychology*, revelan un creciente interés por el estudio de las representaciones, las heurísticas en resolución de problemas, los estilos de aprendizaje y otros elementos propios del campo cognitivo. Estas últimas publicaciones muestran el aporte potencial que la Ciencia Cognitiva puede hacer a la Educación Superior, aun considerando su gran especificidad disciplinaria.

En lo que sigue se intentará condensar una visión esquemática de la presencia de métodos cognitivos en la docencia superior. La visión se apoya tanto en el impacto que el desafío de la adaptabilidad competitiva está teniendo en algunas disciplinas, como en la gran variedad de fuentes accesibles de reportes en investigación y docencia, asociadas a la Educación Superior y a la Ciencia Cognitiva. Una fuente particularmente relevante, respecto a esta última es la editorial del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT Press), la cual tiene un área de publicaciones en Ciencia Cognitiva. Dos de sus más recientes libros son aquéllos de Bruer (1993) y Von Eckardt (1993). La estrategia utilizada consiste en la selección de ocho recursos específicos tomados de la Ciencia Cognitiva y en la identificación de aplicaciones relevantes de esos recursos en la docencia de disciplinas propias de la Educación Superior.

De entre la enorme cantidad de tópicos o áreas de estudio de la Ciencia Cognitiva, se han escogido algunos de ellos como muestras significativas de visibilidad de los enfoques cognitivos en la Educación Superior. Los tópicos seleccionados son:

- Procesamiento de la información
- Solución de problemas
- Razonamiento experto
- Modelos de pensamiento
- Estrategias creativas
- Manejo de imágenes
- Inferencias
- Percepción

En la perspectiva de las disciplinas universitarias, los tópicos indicados se transforman en recursos docentes, al aplicar el conocimiento asociado a aquéllos en la tarea de mejorar el proceso de aprendizaje y la docencia en general. A continuación, se relacionan sucesivamente los tópicos con la docencia universitaria.

### ***Procesamiento de la información***

Varios de los antecedentes que el estudio del manejo o procesamiento de la información ha aportado se han empleado en la perspectiva educativa centrada en el aprendizaje. Capacidades de memoria, pre-conceptos, velocidad de procesamiento, construcción de esquemas conceptuales, representaciones del conocimiento y empleo del lenguaje, forman parte de los elementos que intervienen en el procesamiento de la información. Por "procesamiento de la información" se entienden aquí los tipos de procesos que más se acomodan a una concepción computacional de la mente.

Dentro de esta perspectiva, numerosas prácticas docentes aparecen como bastante discutibles. Quizás la principal de ellas es la que asocia calidad de la docencia a la cantidad de materias enseñadas. El proceso de aprendizaje tiene sus limitaciones y dinámica propia, que no pueden ignorarse. Es frecuente encontrar procesos de enseñanza donde se excede en mucho la capacidad efectiva de aprehensión de los alumnos, no se consideran sus concepciones previas, no se inducen representaciones sistémicas y económicas y no se favorecen las asociaciones y ordenamientos que hacen más eficiente la memoria.

La teoría del procesamiento de la información está incidiendo en la docencia y revisión curricular en numerosas disciplinas, particularmente en las científicas y en aquellas de base científica. Su impacto es particularmente notorio en Física, Química, Biología, Matemática, Ingeniería, Medicina y Arquitectura, entre otras.

Los logros en el área del lenguaje han impactado especialmente en ciertas disciplinas de Humanidades, notablemente en Lingüística, Idiomas y Educación.

### ***Solución de problemas***

Esta área de la Ciencia Cognitiva es particularmente activa. Numerosos "clientes" potenciales presionan para sus resultados, algunos de los cuales son las empresas, las facultades académicas de Administración, los científicos y educadores.

Los estudios buscan identificar maneras de representar los problemas, sus variables principales, las mejores estrategias de solución, las formas óptimas de utilizar la información pertinente, los algoritmos útiles, etc. El concepto de “problema” es aquí muy amplio, incluyéndose en él tanto problemas científicos como problemas prácticos.

Dos tipos de problemas son aquellos de solución única (cerrados) y aquellos de soluciones múltiples (abiertos). Estos últimos son característicos de las profesiones, donde los problemas frecuentemente combinan variables técnicas, humanas, financieras, ecológicas y de otras naturalezas. Tales variables los hacen multidisciplinarios, planteando, así, grandes desafíos al razonamiento. La capacidad de promover el pensamiento integrador, interdisciplinario, selectivo, analítico y evaluativo de los problemas ha inducido un tipo de docencia denominada Enseñanza por Resolución de Problemas (ERP), que está en el presente en proceso de testeo y extensión. La ERP ha sido tradicional de la Arquitectura, cuya docencia se apoya centralmente en los talleres de proyectos; cada proyecto es en sí un problema. En las últimas décadas, la ERP se ha extendido a la Medicina (Van Berkel, 1990), la Ingeniería (Cerón y Vivaldi, 1991) y otras disciplinas.

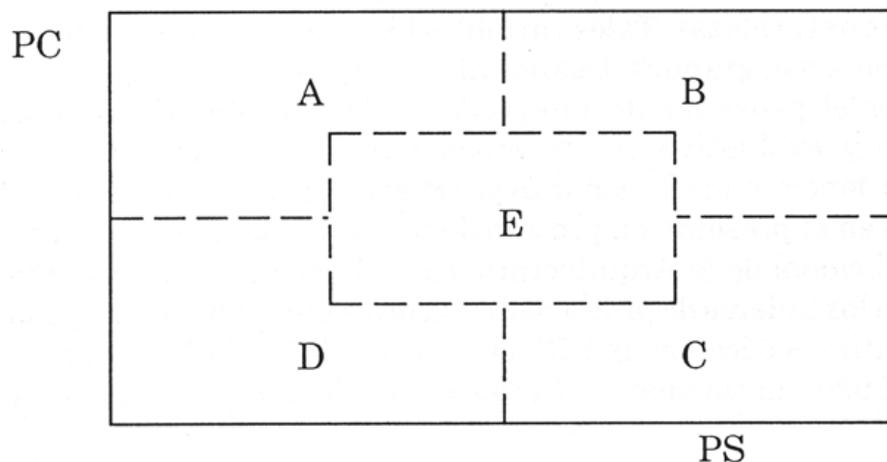
### ***Razonamiento experto***

En estrecha relación con el tópico previo, el estudio de las formas como los razonan expertos en contraste a los novicios, ha recibido bastante atención. Del estudio de los procesos mentales de ajedrecistas, médicos, abogados, arquitectos, matemáticos y otros profesionales han surgido ciertas claves de alto valor educativo y práctico.

Dos dimensiones claves del razonamiento experto son el pensamiento casuístico (PC) y el pensamiento sistémico (PS). El primero hace inferencias por comparación entre un problema y un archivo de problemas conocidos. El segundo apoya sus inferencias en la lógica de un sistema dado, el cual puede ser tecnológico, natural, administrativo, un modelo científico, etc. La mayoría de los problemas exi-

gen una combinación de estos dos modos de pensamiento, aunque en diferentes proporciones.

La figura anexa ilustra un espacio, donde las dos dimensiones PC y PS se combinan. La región representa al razonamiento experto en áreas tales como el ajedrez, el Derecho y la Literatura, donde los prototipos, casos y experiencia son esenciales. En la región C, se ubican las disciplinas más científicas, tales como Matemática, Física, Química y Biología. En E estarían Medicina, Ingeniería, Administración y otras.



Los aportes de esta área de la Ciencia Cognitiva han impactado en la docencia de numerosas disciplinas, ejemplos de las cuales son Administración, Ingeniería y Medicina. La dimensión sistémica es posiblemente la que ha recibido mayor atención. Los expertos son capaces de organizar su pensamiento en sistemas lo suficientemente amplios como para ser muy efectivos, pero a la vez necesariamente restringidos para lograr eficiencia. Numerosos textos de estudio reflejan el impacto del razonamiento experto en sus esquemas conceptuales, diagramas de flujo de nociones básicas, etc.

### ***Modelos de Pensamiento***

Algunos autores han privilegiado la concepción y estudio de los modelos de pensamiento o modelos de la mente. Son concepciones sistémicas del pensamiento.

Particularmente, R.J. Sternberg (1988, 1990) y Minsky (1985) han contribuido en este tópico. Margarita Amestoy (1993) ha planteado un modelo de desarrollo de habilidades de pensamiento en el Instituto Tecnológico de Monterrey. Donald (1992) presenta un modelo de razonamiento transdisciplinario. Estos modelos son macroestrategias globales para el cultivo de formas eficaces de pensar.

### *Estrategias Creativas*

Las estrategias creativas son procedimientos que facilitan la generación de ideas originales y relevantes en algún contexto. Forman parte importante del estudio de la creatividad. Es posible identificar, inventar y modificar estrategias creativas en forma prácticamente ilimitada (Letelier, 1992). Han sido parte del quehacer educativo tradicional en disciplinas relacionadas con el diseño.

Las demandas de la adaptabilidad competitiva han presionado el estudio de estrategias creativas asociadas a la invención, al diseño, a la resolución de problemas profesionales, a la gestión, a la publicidad y otras actividades. Ese conocimiento se ha abierto paso al área de la Educación Superior con tanta o más fuerza que otros recursos de la Ciencia Cognitiva.

Aun cuando muchas personas que trabajan en el desarrollo de técnicas creativas no se asocian a sí mismas a la Ciencia Cognitiva, sus aportes caen naturalmente en ésta. Disciplinas que han incorporado asignaturas en técnicas creativas son Administración, Ingeniería y Diseño, entre otras.

La creatividad ha incidido de varias maneras en la Educación Superior. Una de ellas es en la docencia, de acuerdo a lo previamente indicado. También ha incidido en la gestión universitaria: las universidades se organizan para innovar y para adaptarse a las condiciones de competitividad interinstitucional y restricción presupuestaria que las afectan. Ambos aspectos de la creatividad se refuerzan en la práctica.

### ***Manejo de Imágenes***

El pensamiento espacial es uno de los componentes más básicos de los procesos mentales (Gardner, 1993). En él, las imágenes juegan un rol fundamental. Las imágenes mentales se relacionan, además, con la percepción, la memoria, el sueño y múltiples otros aspectos de la cognición (Shepard y Cooper, 1986; Chambers y Reisberg, 1992; Cohen y Kubovy, 1993).

Trazas de la psicología de las imágenes pueden encontrarse en áreas donde la geometría aplicada es importante, a saber, Arquitectura, Diseño, Arte, Ingeniería y Geografía, en especial. El computador ha jugado un importante papel en el manejo de imágenes y sus programas de soporte al diseño asistido por computación (CAD) se apoyan en el conocimiento de la cognición de imágenes.

### ***Inferencias***

La Inteligencia Artificial ha incentivado el desarrollo de lógicas, lenguajes artificiales, bases inferenciales, algoritmos y diagramas de flujo, que están influyendo poderosamente en la mentalidad contemporánea. Las bases de datos, el transporte electrónico de información, la programación y el empleo de *software* conllevan lógicas. Su influencia es muy grande en las disciplinas de Informática, Ingeniería Sistemática, Ingeniería Industrial, Administración y otras.

### ***Percepción***

En estrecho complemento con los tópicos anteriores, los aportes cognitivos en el campo de la percepción están siendo acogidos con gran interés en la Educación Superior. Ellos orientan, entre otras aplicaciones, el empleo de multimedios, es decir, de tecnologías de imágenes y sonidos, para fines docentes. Percepción secuencial, percepción holística, construcción de imágenes, estilos personales auditivos y visuales, son algunos aspectos asociados a la percepción cuyo conocimiento es esencial en Educación. El uso de medios apoyados en la dinámica de la percepción humana es un área activa en la mayoría o totalidad de disciplinas universitarias.

### **Potencialidad futura de los enfoques cognitivos**

No parece haber, en la actualidad, una interacción sólida entre Ciencia Cognitiva y Educación Superior. Se perciben contactos puntuales. Sin embargo, es posible prever una cada vez mayor preocupación por aplicar los resultados de la Ciencia Cognitiva en la Educación Superior, pues ellos tienen enorme aplicabilidad potencial. Los procesos o mecanismos cognitivos son poco conocidos o tenidos en cuenta en las universidades, cuando se establecen programas o currículos de estudio. Persiste una fuerte tradición de asociar cantidad de materias con docencia, sin un definido interés por los procesos efectivos de aprendizaje.

La adaptabilidad competitiva, puede preverse, presionará crecientemente hacia una docencia que promueva un aprendizaje efectivo y cultive las habilidades a él asociadas.

El componente de metacognición, o auto-análisis, del proceso cognitivo que ha utilizado el autor en docencia en creatividad (Letelier, Aránguiz y Bello, 1992), revela que la gran mayoría de los estudiantes es capaz de reconocer patrones de pensamiento propio. Gracias a ese conocimiento, el proceso docente puede hacer intervenciones efectivas, es decir, adaptarse a los patrones detectados. Otras experiencias docentes son coincidentes.

Los enfoques cognitivos deberían aumentar la eficiencia y eficacia general de la Educación Superior, favorecer la docencia personalizada, dar satisfacción a las diferencias cognitivas por género, aptitudes y nivel de madurez personal y orientar el empleo de nuevos recursos tecnológicos.

La potencialidad de los aportes de la Ciencia Cognitiva se enfrenta a una gran barrera que, en parte, se caracterizó en una sección anterior. El cambio de perspectiva, que implica el pasar de una educación conceptualmente centrada en la enseñanza a una educación fuertemente orientada por los procesos de aprendizaje, está resultando de una dificultad insalvable para muchos académicos universitarios. Faltaría una investigación sistemática, que haga conocidas las causas de la citada dificultad.

Por otra parte, los avances en Psicología y Ciencia Cognitiva son puntuales y, a veces, dirigidos a objetivos distintos de la Educación. No es siempre posible adaptarlos en forma simple a los objetivos educativos. Es notable, por ejemplo, que entre las disciplinas declaradamente asociadas a la Ciencia Cognitiva, en libros y revistas, la Educación suele no estar incluida.

Resaltan, por lo tanto varios problemas o temas críticos que, convendría tener presente para reforzar la Educación Superior desde la visión cognitivista. Ellos son:

1. Necesidad de ampliar las áreas de estudio en enfoques cognitivos a disciplinas profesionales donde apenas han hecho impacto. La mayoría o totalidad de los recursos cognitivos citados en este artículo deben pasar por un filtro disciplinario, antes que lleguen a ser operativos en una disciplina.
2. Se requieren investigaciones cognitivas dirigidas a objetivos estrictamente educativos. Varios de ellos emergen al considerar los requisitos de la adaptabilidad competitiva.
3. Se puede prever un largo proceso de adaptación de la cultura institucional universitaria, a enfoques docentes donde el sólo dominio de una disciplina por parte de los académicos no es suficiente y se precisa incluir en aquéllos la perspectiva del aprendizaje.

Los tres problemas son formidables y pronostican un lento avance.

Por último, cabe señalar que la Educación Superior no sólo debe reforzar las habilidades cognitivas: las actitudes, los valores y las competencias globales son objetivos educativos igualmente importantes.

### **Agradecimientos**

El autor agradece a la Vicerrectoría de Docencia y Extensión de la Universidad de Santiago de Chile, por el apoyo económico otorgado a través del Proyecto "Estructura Cognitiva de las Habilidades

Creativas Integrales en las Profesiones”, parte importante de los antecedentes aportados en el presente artículo han derivado del proyecto citado. Agradece también a la dirección de Pensamiento Educativo la oportunidad de organizar ideas.

## Referencias

- AMESTOY, M. (1993). *El desarrollo de habilidades de pensamiento y su aplicación a la enseñanza. Innovación en la educación universitaria en América Latina*. Centro Interuniversitario de Desarrollo. Santiago.
- ANDREAS, C.; ANDREAS, S. (1991). *Corazón de la mente*. Cuatro Vientos.
- ARNOLD, J.P. (1992). *The Complete Problem Solver*. John Wiley.
- BRUER, J.T. (1993). *Schools for Thought. A Science of Learning in the Classroom*. MIT Press
- CAICEO, J.; LETELIER, M.; RAFFO, J.; SCHWEITZER, A.; SOZA, S. (1992). *El taller. Teoría y práctica en la docencia universitaria*. Corporación de Promoción Universitaria. Santiago.
- CERÓN, V.; VIVALDI, E. (1991). *Proposición en Método de Aprendizaje por Resolución de Problemas*. V Jornadas Nacionales de Educación en Ingeniería. Universidad de Concepción.
- COHEN, D.; KUBOVY, M. (1993). “Mental Rotation, Mental Representation, and Flat Slopes”. En: *Cognitive Psychology*, Vol. 25, N° 3.
- COOK, L. (1991). *No Downtime. Six Steps to Industrial Problem Solving*. Addison-Wesley.
- CRAIG, A.; SIMÓN, H.A. (1990). “In Search of Insight”. En: *Cognitive Psychology*, Vol. 22, N° 3.
- CUDICIO, C. (1992). *PNL y Comunicación*. Granica-Vergara.
- CHAMBERS, D.; REISBERG, D. (1992). “What an Image Depicts Depends on What an Image Means”. En: *Cognitive Psychology*, Vol. 24, N° 2.
- DONALD, J.G. (1992). “The Development of Thinking Processes in Post Secondary Education: Application of a Working Model”. En: *Higher Education*, Vol. 24, N° 4.
- ERICSSON, K.A.; SMITH, J. (1991). *Toward a General Theory of Expertise. Prospects and Limits*. Cambridge University Press.
- GARDNER, H. (1985). *The Mind's New Science*. Basic Books.
- GARDNER, H. (1993). *Multiple Intelligences*. Basic Books.
- SAKSEN, S.G. (1987). *Frontiers of Creativity Research. Beyond the Basics*. ff Bearly Limited.
- KLAHR, D.; FAY, A.; DUNBAR, K. (1993). “Heuristics for Scientific Experimentation: A Developmental Study”. En: *Cognitive Psychology*, Vol 25, N° 1.

- LANGER, E.J. (1989). *Cómo obtener una mentalidad abierta*. Paidós.
- LANGLEY, P.; SIMON, H.A.; BRADSHAW, G.L.; ZYTKOW, J.M. (1987). *Scientific Discovery*. MIT Press.
- LETELIER, M.F.; LOPEZ, R.; MARTINEZ, M. (1994). *Educación para el desarrollo. Hacia una cultura de educación innovativa*. Centro de Investigación en Creatividad y Educación Superior. Universidad de Santiago de Chile.
- LETELIER, M.F. (1993). *Educación Continua Profesional. Un desafío urgente al Sistema de Educación Superior Chileno*. Corporación de Promoción Universitaria. Santiago.
- LETELIER, M.F. (1993 a). *Resistencia al cambio en las instituciones de Educación Superior. Un análisis crítico. Innovación en la Educación Universitaria en América Latina*. Centro Interuniversitario de Desarrollo. Santiago.
- LETELIER, M.; GUTIÉRREZ, I.; HERRERA, J.A. (1993). *Estructura cognitiva de macro habilidades profesionales en Ingeniería*. VII Jornadas Nacionales de Educación en Ingeniería. Universidad Austral de Chile
- LETELIER, M. (1989). "Etapas del pensamiento creativo: Una encuesta a investigadores". En: Revista *Comunicaciones en Desarrollo de Creatividad*, N° 3. Universidad de Santiago de Chile.
- LETELIER, M.; ARÁNGUIZ, G.; BELLO, J. (1992). "Introducción al desarrollo del pensamiento creativo: Una experiencia educativa en el ámbito profesional". En: Revista *Comunicaciones en Desarrollo de Creatividad*, N° 10-11. Universidad de Santiago de Chile.
- LETELIER, M. (1992). *Desarrollo creativo individual. Un enfoque docente*. Centro Interuniversitario de Desarrollo. Santiago.
- MAARTEN, J. (1993). "How Experts Solve a Novel Problem in Experimental Design". En: *Cognitive Science*, Vol. 17, N° 2.
- MINSKY, M. (1985). *The Society of Mind*. Simon & Schuster.
- RABINOWITZ, M.; GLASER, R. (1985). "Cognitive Structure and Process in Highly Competent Performance". En: *The Gifted and Talented, Developmental Perspectives*. American Psychological Association. F.D. HOROWITZ y M. O'BRIEN, Editores.
- REICH, R. (1993). *El Trabajo de las Naciones*. Vergara.
- REVISTA COMUNICACIONES EN DESARROLLO DE CREATIVIDAD, N° 8 (1991). "La experiencia del ¡Ajá!, iluminación o *insight*". Miscelánea.
- SCHOENFELD, A.H. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Academic Press.
- SHEPARD, R.N.; COOPER, L.A. (1986). *Mental Images and Their Transformations*. MIT Press.
- STERNBERG, R.J. (1988). *The Triachic Mind*. Penguin Books.

- STERNBERG, R.J. (1990). *Metaphors of Mind*. Cambridge University Press.
- STILLINGS, N.A.; FEINSTEIN, M.H.; GARFIELD, J.L.; RISSLAND, E.L.; ROSENBAUM, A.; WEISLER, S.E.; BAKER-WARD, L. (1987). *Cognitive Science. An Introduction*. MIT Press.
- VAN BERKEL, H.J.M. (1990). "Assessment in a Problem-Based Medical Curriculum". En: *Higher Education*, Vol. 19, N° 2.
- VANGUNDY, A.B. (1988). *Techniques of Structured Problem Solving*. Van Nostrand Reinhold.
- VON ECKARDT B. (1993). *What Is Cognitive Science?* MIT Press.
- WALLACE, D.B.; GRUBER, H.E. (1989). *Creative People at Work* Oxford University Press.
- WATZLAWICK, P.; WEAKLAND, J.H.; FISCH, R. (1989). *Cambio*. Herder.