

Modelo de Representación del Conocimiento para las Nuevas Pruebas de Selección para el Ingreso a las Universidades Chilenas

Knowledge Representation Model for Chilean Universities' Admission Tests

Ricardo Rosas, María Paulina Flotts y Carla Saragoni
Pontificia Universidad Católica de Chile

El presente artículo expone el modelo de representación del conocimiento que sustenta el diseño de las nuevas pruebas de selección a la Educación Superior en Chile (SIES). Este modelo integra dos dimensiones: habilidades cognitivas y conocimientos específicos, entendiéndolas como continuos que van desde lo más elemental hasta lo más avanzado. Asumiendo que el conocimiento es representado en base a esquemas cognitivos, se hace una presentación de los principales elementos teóricos sobre esquemas, relacionándolos con los aportes que provienen del campo de la educación bajo los modelos de cambio conceptual. Para completar la fundamentación del modelo se entregan antecedentes sobre las diferencias en el desempeño entre novicios y expertos. Finalmente, se presenta el modelo y se discuten sus implicancias a nivel de revisiones conceptuales y teóricas de algunos constructos centrales en psicología –como es el caso de la inteligencia y la relación entre habilidades y conocimientos– y a nivel de consecuencias prácticas para el sistema educacional.

In this work a presentation is made about the knowledge representation model that sustains the design of new selection test for the entrance into higher education in Chile (SIES). This model makes an integration of two dimensions: cognitive abilities and specific knowledge, understanding both dimensions as continuums between the more elemental or basic extreme to the more developed or advanced one. Assuming that knowledge is represented by people in terms of cognitive schemata, the main theoretical features about schemata are presented. This view is then related to the theoretical contributions originated in the educational field, on the conceptual change formulation. To complete the model's argumentation, some ideas about the differences between novices and experts are presented. The presentation of the model is followed by a discussion of its implications, in terms of the necessary conceptual and theoretical revisions of some central constructs in psychology –intelligence and the relationship between abilities and knowledge– and in terms of practical implications for the educational system.

En el marco de la reforma educacional implementada en Chile desde comienzos de los años 90, el tema de la evaluación de la calidad de la educación ha cobrado gran relevancia. Las evaluaciones SIMCE (Sistemas de Medición de la Calidad de la Educación), aplicadas en 4° y 8° año de enseñanza básica y 2° año de enseñanza media, se han transformado en referentes importantes para el monitoreo y retroalimentación de la marcha de la reforma educacional.

En este contexto, se ha generado consenso (Berríos, Claro, Cox, Donoso, Flores & Himmel,

2000) en que los sistemas de ingreso a la universidad deben adecuarse igualmente a los requerimientos y demandas de la Reforma. El sistema vigente desde el año 1967 (la Prueba de Aptitud Académica, PAA), tiene como una de sus principales características evaluar habilidades cognitivas superiores en base a contenidos elementales impartidos en los primeros años de la Educación Media (EM), lo que hace que este sistema de evaluación esté desalineado de los contenidos más complejos impartidos en esta etapa de la formación. Esto ha tenido por consecuencia que gran parte de los esfuerzos instruccionales de la EM se destinan a preparar la prueba, con la consiguiente dificultad de motivar en esta etapa de formación el aprendizaje de contenidos relevantes y pertinentes, no sólo para una ulterior adaptación a la Educación Superior, sino como un bagaje de conocimientos necesarios para la adaptación a la moderna sociedad del conocimiento.

En este contexto general, surge el proyecto SIES (Sistema de Ingreso a la Educación Superior) cuyo

Ricardo Rosas, Paulina Flotts y Carla Saragoni, Escuela de Psicología.

La correspondencia relativa a este artículo deberá ser dirigida a Ricardo Rosas. Escuela de Psicología, Pontificia Universidad Católica de Chile, Av. Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago. Fono: (56-2) 686 4635, Fax: (56-2) 553 3092. E-mail: rrosas@puc.cl

Este artículo fue financiado por el Proyecto FONDEF D0011080, *Reformulación de las Pruebas para la Selección a la Educación Superior*.

objetivo fundamental es construir un instrumento de selección que reemplace el actual modelo de la PAA. Las nuevas pruebas se espera tengan las siguientes características:

1. Estar alineadas con el curriculum de Enseñanza Media, esto es, preguntar por contenidos y destrezas que están siendo enseñados o promovidos de manera explícita en el nuevo marco curricular. El establecimiento de Objetivos Fundamentales (OF) y Contenidos Mínimos Obligatorios (CMO) estipulados en la Ley Orgánica Constitucional que rige nuestro sistema educativo (LOCE), pone de relieve la necesidad de exponer a los estudiantes a situaciones de aprendizaje que les permitan, por una parte, internalizar ciertos conocimientos de las diversas disciplinas, y por otra parte, ensayar distintas estrategias cognitivas o destrezas intelectuales que posibiliten aprehender dicho conocimiento y abrirlos a la posibilidad y necesidad de aprehender otros conocimientos.
2. Permitir diferenciar a los postulantes –en función de los rendimientos– en una gradiente de mayor a menor logro de conocimientos y destrezas esperadas para ingresar a la educación superior, esto es, en tanto *instrumento de selección para la educación superior* debe hacerse cargo de la necesaria pertinencia con los requerimientos específicos que supone el desempeño exitoso en el campo de los estudios superiores: estudiantes que sean muy capaces intelectualmente, que sean autónomos en su aprendizaje, que hayan logrado estructuras cognitivas de nivel superior, y que además demuestren un nivel de cultura y conocimientos que aseguren una buena adaptación a un sistema complejo y en permanente interacción entre los distintos ámbitos del conocimiento.
3. Estar basadas en un modelo de evaluación que permita hacer comparables los puntajes de un año a otro, pudiendo de esta manera transformarse en un diagnóstico indirecto de los logros de la reforma tanto a nivel del sistema como de cada establecimiento educacional.
4. En términos de teoría de la medición, contar con instrumentos que permitan obtener varianza en todos los segmentos de rendimiento: desde los más bajos hasta los más altos, pasando por el amplio rango de rendimientos medios.
5. Dar cuenta de los avances que la psicología cognitiva y del aprendizaje han conseguido en los últimos 30 años en el tema de la representa-

ción del conocimiento y de la medición de esos conocimientos, esto es, que sea una prueba consistente con lo que sabemos hoy en materia de representación y evaluación del conocimiento.

El logro de estas condiciones supone el desarrollo de un modelo de representación del conocimiento que cumpla, al menos, con los siguientes requerimientos: (a) tener un tratamiento explícito de las interacciones entre conocimientos específicos y habilidades cognitivas; (b) permitir describir diferentes puntos del continuo de adquisición de esos contenidos y destrezas, pudiendo por tanto diferenciar confiablemente entre los postulantes a la Universidad; y (c) ser coherente con un modelo de medición que permita la comparación de puntajes entre distintas cohortes de postulantes.

El presente documento expone en forma sucinta el modelo que se ha desarrollado para estos efectos en el marco del proyecto SIES. Comenzaremos con una fundamentación teórica de nuestro modelo, enfatizando dos aspectos centrales: en primer lugar, la naturaleza esquemática de la representación del conocimiento, lo que lleva necesariamente a una concepción que considera la interacción entre contenidos y habilidades como parte constitutiva de su representación, y en segundo lugar, la consideración de una gradiente de complejidad en la adquisición de los conocimientos, diferencia que puede ilustrarse en los diferentes estilos que tienen expertos y novicios para resolver problemas. Luego, basados en estas consideraciones iniciales, desarrollaremos nuestro modelo de representación del conocimiento para la Prueba SIES, enfatizando sus aspectos estructurales y su relación con el modelo de evaluación psicométrica que le subyace. Finalizaremos discutiendo las principales implicancias del modelo presentado, especialmente en relación a la necesidad de integrar los constructos de habilidades y conocimientos y en relación a la equidad en el acceso a la Educación Superior.

Fundamentación Teórica

Esquemas Cognitivos como Principios de Representación del Conocimiento

¿Qué es el conocimiento? Afirmaremos tentativamente que el conocimiento es un conjunto de saberes respecto de un determinado dominio. Y ese conjunto de saberes tiene al menos dos instancias de representación: una externa, representada en medios de información y comunicación, y una interna, representada en estructuras cognitivas.

Esto nos lleva a una primera distinción importante a realizar, cual es, diferenciar entre el conocimiento que maneja una determinada persona en un cierto dominio, y el conocimiento acumulado que se tiene de dicho dominio. Esta distinción es importante, puesto que debemos conceder que el primero es siempre un subconjunto del segundo (aún las personas más expertas en un dominio de conocimiento, no tienen todo el conocimiento acumulado del dominio). Pero ello nos permite también reconocer, que las personas se pueden clasificar en su ubicación relativa del conocimiento acumulado del dominio. En otras palabras, habiendo reconocido que el conocimiento de cada persona es un subconjunto del conocimiento completo del dominio, es posible postular que las personas difieren entre sí en el grado de cobertura que tienen de cada uno de los dominios del conocimiento.

Habiendo clarificado este punto, podemos avanzar, afirmando que el conocimiento en cualquier dominio, tiene diferentes unidades de clasificación: contenidos, datos, procesos, procedimientos y técnicas, por nombrar las más evidentes. Si tomamos el conocimiento de dominio acumulado, externo al sujeto, es claro que dicho conocimiento está representado en diferentes medios y formas: lenguaje oral, libros, videos, programas escolares, etc. También podemos reconocer que los diferentes dominios tienen diferentes grados de centralidad para nuestra adaptación: por ejemplo, el dominio de la física es más importante para nuestra civilización que el dominio de la gramática del sánscrito (aunque nadie negará que probablemente tengan grados de complejidad parecida). También es posible distinguir diferentes grados de formalización y estructuración del conocimiento al interior de los dominios: mientras que algunos dominios de conocimiento carecen absolutamente de formalización (usualmente los dominios de conocimiento nacientes o los poco relevantes para la cultura) otros tienen representaciones formales de su estructura y organización para ser aprendidos: estos son los dominios escolares, los que tienen una didáctica específica y un determinado marco curricular. Y este es precisamente el tema que nos ocupa en el presente trabajo, el de la representación del conocimiento en dominios formalizados y estructurados en forma de currículum escolar. Y dado que hemos dicho antes que debemos distinguir entre la representación externa y la interna del conocimiento, resulta pertinente ahora preguntarnos ¿cómo nos representamos internamente el conocimiento los seres humanos?

El concepto de esquema cognitivo nos permite una buena y parsimoniosa aproximación inicial a este problema. Un esquema cognitivo puede definirse como un modelo interno que representa el mundo externo, en un dominio específico. Esta representación tiene un aspecto estructural (los contenidos o acciones que lo elicitan y activan) y un aspecto dinámico (algunas regularidades internas que los activan y desactivan) (Gagné, Yekovich & Yekovich, 1993).

En la conceptualización clásica de Piaget (1970), un esquema es una estructura cognitiva que el organismo activa con fines de adaptación. Y esta, siempre, es el resultado de dos procesos complementarios: la asimilación y la acomodación. La primera se refiere a la propiedad de la estructura de activar esquemas capaces de operar exitosamente frente a las demandas de la tarea. La segunda se refiere a la capacidad de la estructura de modificarse (y con ello generar nuevos esquemas), frente a estímulos para los que no sirve el bagaje de esquemas preexistentes. Un ejemplo que ilustra claramente este funcionamiento es el proceso cognitivo que ocurre en tareas plenamente automatizadas, por ejemplo, la lectura del siguiente enunciado:

“No lea esto”

Con independencia del contenido del enunciado, las personas adultas con formación académica no pueden desactivar su estructura cognitiva que le llevará a activar los esquemas lectores frente a una tarea que se *parezca* a una tarea de lectura. En este caso, la tendencia asimilativa de los esquemas es plenamente exitosa, puesto que se aplica de manera automática con el resultado usual de obtener un determinado significado al finalizar de leerlo.

Sin embargo, en el caso del siguiente enunciado esto no es tan claro:

“Was dich nicht umbringt, macht dich stark”

Para un lector experto que no sabe alemán, la irrefrenable tendencia asimilativa de sus esquemas lectores lo impulsarán nuevamente a leer compulsivamente esta frase, hasta que la más conservadora tendencia acomodativa le llevará a decir “no entiendo”, esto es, “no poseo los esquemas que me permitan asimilar eficientemente esta tarea lectora”. El esquema lector que usualmente es eficiente en generar una semántica, no funciona en este caso y genera la necesidad de acomodarse al estímulo externo, por ejemplo buscando un diccionario, llamando a algún conocido que comprenda alemán, o simplemente ignorando la frase y continuando con la lectura.

En síntesis, el concepto de esquema nos permite comprender que el organismo trata siempre de extraer significados de su entorno, en función de las estructuras que ya posee. Y éstas son aplicadas de manera automática, con independencia que sean, a priori, eficientes para la adaptación. En relación a los conocimientos adquiridos en la escuela, esta constatación permite defender el carácter eminentemente constructivista del aprendizaje: sólo es posible aprender significativamente en base a las estructuras de conocimiento preexistentes en el sujeto cognitivo, ya que son éstas las estructuras que se activarán para extraer significado de los contextos relevantes para la instrucción de los dominios específicos. Todo aquello que no se enseñe basado en conocimientos preexistentes caerá, invariablemente, en palabras de Vigotski (1976), más allá de su *zona de desarrollo próximo*.

Además, esta constatación permite adelantar una consecuencia importante para nuestro modelo de evaluación: los conocimientos se estructuran en redes de esquemas y conceptos con una jerarquía creciente de complejidad (Eysenck & Keane, 1995; Jahnke & Nowaczyk, 1998). Y esta complejidad, en dominios altamente formalizados como lo son los contenidos escolares, se corresponde usualmente con la complejidad que le impone el currículum. Así, en los casos de dominios altamente formalizados, existe una relativa concordancia entre la complejidad de los dominios representados externamente (en forma de marco curricular) y la complejidad definida internamente (en términos de la secuencia de los aprendizajes para construir una representación jerarquizada y gradualmente compleja). Ya volveremos sobre este punto más adelante.

Desarrollemos algo más la noción de esquemas referidos a dominios de conocimiento específicos, para reforzar lo dicho hasta aquí.

Rumelhart y Norman (1983) identifican las siguientes propiedades de los esquemas cognitivos:

1. Los esquemas varían muy fuertemente en los tipos de información que contienen, pudiendo distinguirse de los más simples a los más complejos. Así, el esquema automatizado de la lectura que acabamos de usar como ejemplo, representa un estado de conocimiento equilibrado, y que sólo sirve como ejemplo para lectores expertos, como los que probablemente están leyendo este texto. En los niveles más básicos de este dominio (el de la lectura) los esquemas que se activan son de un orden jerárquico inferior, correspondiendo por ejemplo

a los de deletreo y conciencia fonológica. Así, un niño pequeño que lee el texto, tarda mucho más en comprender que no entiende, ya que su bagaje de esquemas irá aplicándose letra por letra hasta formar la primera palabra completa, y así sucesivamente.

2. Los esquemas se organizan en una estructura jerárquica, funcionando en base a estrategias *top down* o guiados conceptualmente de acuerdo al contexto. Esto significa que la semántica del esquema siempre evalúa las propiedades globales de la tarea y no se interfiere por los detalles. Por ejemplo, la frase en alemán expuesta anteriormente, no sólo no interfiere en la comprensión general del presente texto, sino que incluso facilita su comprensión general, a pesar de ser ese enunciado ininteligible para la mayoría de los lectores.
3. Los esquemas poseen valores constantes y valores variables. Esto significa que para todo esquema existe una estructura fija, con una gradiente de generalización que le permite asimilar (en un sentido piagetano) situaciones similares a las que el esquema está "acostumbrado". Así, el esquema superordinado de lectura tiene como valores fijos ciertas reglas de composición léxica, las que sirven de la misma manera para comprender desde un instructivo de cómo armar una bicicleta hasta (disfrutar) el poema "Altazor" de Huidobro.

Es preciso destacar que el tomar como eje la noción de esquema como unidad de representación del conocimiento, no sólo sirve al propósito de destacar el carácter eminentemente constructivo y dinámico del conocimiento. Como se verá en la presentación del modelo más adelante, este concepto nos permite ilustrar además, los diferentes niveles de complejidad de los conocimientos alcanzados. Pero antes, desarrollemos brevemente una aproximación desde la educación al tema de la representación del conocimiento.

El Cambio Conceptual: Una Mirada desde la Educación

Una aproximación bastante similar a lo que aquí hemos expuesto proviene desde el campo educativo, en lo que se ha llamado *cambio conceptual*, y que ha tenido un amplio desarrollo en el campo de la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias. Esta postura parte de la premisa básica que los aprendices llevan sus experiencias personales e idiosincráticas a la mayoría de las situaciones de aprendizaje, y en este senti-

do, que los alumnos se enfrentan al nuevo conocimiento con teorías previas, generalmente de carácter ingenuo, por lo que cualquier aprendizaje escolar y científico debe hacerse cargo de aquellos marcos conceptuales alternativos con que el niño se enfrenta a este nuevo aprendizaje. Desde esta observación, se ha desarrollado un interesante programa de investigación que describe y explica el proceso de modificación de estas teorías ingenuas de los niños que se van transformado progresivamente en modelos que incorporan el conocimiento científico sobre el mundo (Vosniadou, 1994). Dado que esta conceptualización nace y se desarrolla en el campo de la educación, la literatura relacionada tiene un fuerte énfasis en destacar las consecuencias pedagógicas e instruccionales que se desprenden de esta formulación (Vosniadou, 1994; Watson & Kopniecek, 1990).

Junto con este énfasis pedagógico, y en concordancia con el objetivo de este artículo, Vosniadou (1994) destaca que los conceptos simples se relacionan unos con otros y van formando clases superordinadas de conceptos y categorías. El cambio conceptual puede operar en los distintos niveles de esta organización, y por lo tanto, el cambio conceptual más simple es aquel que ocurre por enriquecimiento de un concepto específico existente¹. La complejización del cambio conceptual se da en función del juego de dos variables: congruencia de la nueva información con la ya existente y nivel de la jerarquía conceptual que se ve interferido por la nueva información (Vosniadou, 1994).

Las concordancias de este enfoque con la representación del conocimiento esquemática que presentamos previamente parece bastante clara, y podemos señalarla sintéticamente en cuatro puntos clave: (a) cada sujeto organiza el mundo de acuerdo a ciertas categorías, (b) esta organización es idiosincrática, (c) esta organización es jerárquica y (d) esta organización es modificable. Además, como ya hemos dicho, estas organizaciones personales tienen la peculiaridad de ser concordantes con las organizaciones que también otros sujetos hacen del mundo, lo que posibilita la comunicación y el entendimiento entre distintas personas, lo que se da especialmente en el caso en dominios altamente formalizados.

Un aspecto de las características de la organización esquemática y conceptual que ha sido destacado y que requiere una especial atención a la hora de diseñar sistemas de evaluación de los dominios del conocimiento, dice relación con el aspecto de la jerarquía de los conocimientos adquiridos. En efecto, como ya hemos indicado, la naturaleza jerárquica nos permite establecer una gradiente de complejidad de la organización conceptual, lo que nos da pistas respecto de las características que debe tener la evaluación en cada uno de los niveles de complejidad de los dominios. Dicho de otra forma, ¿difieren los expertos y novicios en el conocimiento de un determinado dominio en aspectos centrales que orienten diferentes estrategias de evaluación? ¿Puede hablarse de una representación del conocimiento diferente en distintos niveles de experticia en los dominios específicos? ¿Cómo interactúan las habilidades generales con los conocimientos específicos en los diferentes niveles de la gradiente experto-novicio?

El Proceso de Convertirse en Experto en un Dominio

Existe abundante investigación respecto de la ejecución de expertos y novicios. Comenzaremos por relevar los hallazgos más relevantes en relación a las diferencias encontradas entre ambos grupos, para luego desarrollar la respuesta a las preguntas formuladas antes. Las principales diferencias entre expertos y novicios pueden sintetizarse en los siguientes puntos:

1. *Activación de la memoria de trabajo:* Los expertos tienden a activar sólo la información relevante para resolver los problemas presentados, identificando las características claves del problema y relacionándolas con las heurísticas de solución previamente aprendidas o generadas ad-hoc para el problema que se trate (Mayer, 1992). En oposición, los novatos tienden a activar mucha información relacionada, pero irrelevante para el problema en cuestión, teniendo dificultades para activar los aspectos exactamente pertinentes para su solución, lo que redundará en una pérdida de tiempo, al aplicar estrategias poco pertinentes (Newell & Simon, 1972). Además, dada la naturaleza comprimida (en forma de *chunks*) que tiene el conocimiento experto (Glaser & Chi, 1988), los expertos pueden manejar mucha más información de manera simultánea en la memoria de trabajo, lo que redundará en soluciones más rápidas y efectivas.

¹ *Enriquecimiento* alude a simple adición de nueva información a los marcos conceptuales ya existentes, en contraposición a la *revisión*, que es el proceso que incorpora información inconsistente con las creencias o suposiciones previas y que, por tanto, requiere de un cambio más profundo en la estructuración del mundo que hace el sujeto.

2. *Estrategias de trabajo*: Los expertos emplean una estrategia de trabajo prospectivo, identificando la forma del problema y generando un acercamiento coherente con su solución, dividiéndolo en partes que le permitan un acercamiento gradual (Brunning, Shraw & Ronning, 1995; Ericsson & Smith, 1991). Los novatos, por su parte, acostumbra a intentar soluciones en forma poco sistemática, en parte por la mala organización de los esquemas de contenido en su memoria de largo plazo. Por esto, suelen aplicar estrategias de ensayo y error o tratan de trabajar retrospectivamente desde los datos actuales del problema, estrategia ineficaz si no se conocen los pasos necesarios para la solución (Resnick, 1985).
3. *Conocimientos específicos*: Las estructuras de conocimientos específicos de los expertos están organizadas en redes de esquemas y conceptos claramente diferenciadas y jerarquizadas (Chi, Feltovich & Glaser, 1981; Glaser & Chi, 1988), mientras que las de los novatos aparecen indiferenciadas y desconectadas semánticamente. Esto tiene por consecuencia que los expertos tienden a reconocer la estructura profunda de los problemas, mientras que los novicios se quedan con sus claves superficiales (Chi, Glaser & Rees, 1982).
4. *Estructuración de los problemas*: Los novatos tienden a responder a los problemas en los mismos términos en que son presentados. Los expertos, en cambio, suelen reformularlos o reconceptualizarlos en función de sus propias redes semánticas y esquemáticas formadas en la memoria de largo plazo (Baquero & Limón, 2001; Resnick, 1985).
5. *Distribución del tiempo*: Los expertos dedican más tiempo a la planeación y al análisis. No proceden a activar una solución hasta no tener una estrategia en mente (Glaser & Chi, 1988; Moore, 1990).

De esta sucinta y probablemente incompleta enumeración (un detalle puede encontrarse en Glaser & Chi, 1988 o Baquero & Limón, 2001), podemos desarrollar la respuesta a las preguntas formuladas antes. Partamos por establecer un hecho esencial: de las dimensiones reseñadas recién, salta a la vista que las diferencias entre novicios y expertos no pueden limitarse a una descripción de diferencias en *contenido*. En efecto, todas las dimensiones descritas parecen descansar, en último término, en algunos aspectos relativos a las *habilidades* cognitivas alcanzadas en los diferentes niveles de

la gradiente novicio-experto. En otras palabras, la investigación en esta área de estudio nos está indicando que existe una interacción fuerte entre el desarrollo de la experticia en dominios específicos de conocimiento y el desarrollo de habilidades generales. Aún cuando éste es un tema aún debatido en la Psicología Cognitiva (Baquero & Limón, 2001), no cabe duda que es uno de los aspectos más centrales y con mayores consecuencias para la educación, la evaluación de los aprendizajes y la investigación de las diferencias entre expertos y novicios. Una pista a seguir para comprender la génesis de esta interacción, es estudiar el proceso de convertirse en experto.

Una buena explicación acerca de cómo es que un individuo se convierte en experto, es la propuesta formulada por Anderson (1983) y que se conoce como modelo ACT (Adaptative Control of Thought). Este modelo plantea la existencia de 3 componentes del sistema cognitivo (Eysenck & Keane, 1995): una memoria declarativa o red semántica de conceptos interconectados que tienen diferentes fuerzas de activación; una memoria procedural, compuesta por una serie de reglas de producción del tipo "si...entonces..."; y una memoria de trabajo que contiene la información activa en el momento presente.

El conocimiento declarativo (que se almacena en el subsistema de memoria declarativa) es "saber que algo es el caso" (Gagné, Yekovich & Yekovich, 1993, p. 59), y es un tipo de conocimiento que puede ser reportado y que no está atado a una situación particular de uso (Eysenck & Keane, 1995). El conocimiento procedural es "saber cómo hacer algo" (Gagné, Yekovich & Yekovich, 1993, p. 59), y se caracteriza porque a menudo no puede ser explicitado, se aplica automáticamente y está específicamente ligado a su uso en un cierto tipo de situación particular (Eysenck & Keane, 1995).

Según este enfoque, el proceso de convertirse en experto se produce en tanto "el conocimiento declarativo se va transformando en conocimiento procedural" (Eysenck & Keane, 1995, p. 386). Pensemos por ejemplo, en alguien que aprende a resolver un problema de trigonometría: en los primeros intentos de solución, el novicio genera una serie de submetas usando una combinación de métodos simples y conocimiento declarativo que recuerda de su instrucción durante la etapa escolar, si se expone a repetidos episodios que le demandan resolver este tipo de problemas, una parte específica de conocimiento declarativo va a aparecer también repetida-

mente en el contexto de una submeta particular, cuando esto ocurre, su sistema de memoria procedural genera una nueva regla de producción: “si [el conocimiento declarativo] entonces [la acción ejecutada]”. “Este cambio de lo declarativo a lo procedural da como resultado una reducción en la verbalización de quien soluciona el problema. Correlativamente, hay un incremento en la automaticidad del comportamiento de ese solucionador de problemas” (Eysenck & Keane, 1995, p. 387). Es interesante hacer notar aquí que una idea similar ya fue expresada a comienzos del siglo XX por Binet y Simon (1916, en Sternberg, 1990): “Al comienzo, cuando ensayamos un arte aún no aprendido del todo, somos completamente conscientes de la dirección que debemos seguir; pero poco a poco, la influencia de la dirección se hace más débil sobre el movimiento del pensamiento y la mano. Uno ya no necesita más de una apelación explícita de la fórmula verbal de las instrucciones; ellas entran a un estado vago de sentimiento intelectual, o bien desaparecen completamente” (Binet & Simon, 1916, p. 138, en Sternberg, 1990).

Un aspecto interesante de esta conceptualización, es que al describir el continuo de experticia en un dominio, debe considerarse necesariamente la distinción entre conocimiento declarativo y procedural como formas distintas de conocimiento. Y esto tiene por consecuencia natural, que al diseñar instancias de evaluación de cualquier dominio

específico del conocimiento, si se quiere tener una descripción fina de dicho continuo, deben diseñarse tipos de pregunta diferentes que den cuenta de esta distinción. El modelo que presentaremos a continuación, tiene como característica esencial esta propiedad.

Presentación del Modelo SIES

Descripción General

Retomando las ideas recién expuestas acerca de la naturaleza del conocimiento representado, el cambio conceptual y el proceso de convertirse en experto, nos vemos enfrentados a un desafío nada menor: ¿cómo evaluar un conocimiento cuya naturaleza es específica de dominio y a la vez, está en estrecha relación con el desarrollo de habilidades generales? El modelo de representación del conocimiento especialmente formulado para la construcción de las preguntas que formarán parte del nuevo Sistema de Ingreso a la Educación Superior (SIES), constituye una respuesta a esta demanda.

Este modelo pretende graficar la representación interna del conocimiento, que como se señaló anteriormente, está organizada en estructuras cognitivas. Estas estructuras cognitivas se caracterizan por su forma de organización jerárquica, tanto a nivel de la adquisición del conocimiento como a nivel de la adquisición de habilidades cognitivas. Además,

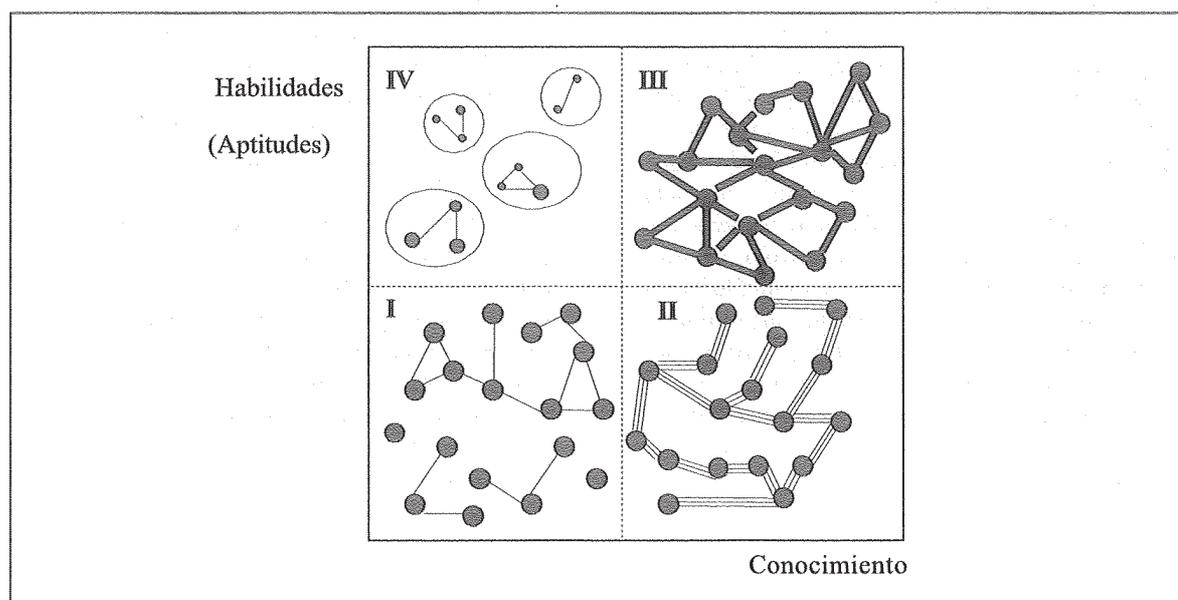


Figura 1. Modelo de representación del conocimiento para el nuevo Sistema de Ingreso a la Educación Superior (SIES).

el modelo pretende reflejar en parte, las diferencias individuales en el grado de cobertura de un determinado dominio de conocimiento.

El modelo, en su forma gráfica (ver Figura 1) se organiza en torno a dos ejes. El eje de la abscisa representa la gradiente del conocimiento, donde el nivel más básico está representado en el origen, para ir avanzando en forma progresiva hasta llegar al nivel más avanzado de esta dimensión. Por su parte, el eje de la ordenada representa la gradiente de desarrollo de habilidades cognitivas, donde el origen representa a las más elementales y al ir avanzando por el eje se representan habilidades cada vez más complejas, hasta llegar a las superiores.

De la interacción de las dimensiones representadas en ambos ejes, resultan cuatro cuadrantes (I, II, III y IV), cada uno de los cuales muestra distintos niveles o estados de la representación del conocimiento. Las diferencias entre cada cuadrante están reflejadas por los diferentes tipos de organización de los esquemas. Recordemos que los esquemas constituyen un modelo interno que representa el mundo externo (Piaget, 1970) para formar, entre otras cosas, conceptos simples que se relacionan unos con otros y van formando clases superordinadas de conceptos y categorías (Vosniadou, 1994). Como se señaló previamente, estos conceptos y categorías forman redes de esquemas y conceptos (conjunto de esquemas unidos por contingencia y contigüidad semántica) con una jerarquía creciente de complejidad, la cual intenta ser representada en cada uno de los cuadrantes del modelo.

En la Figura 1, los esquemas han sido graficados por puntos, y los distintos tipos de organización de los esquemas han sido representados por diferentes tipos de líneas. De esta forma, el cuadrante I representa un nivel de conocimiento básico, en que algunos esquemas están desconectados o aislados, lo que dificulta su organización por contingencia y contigüidad semántica, en cuanto no están comprimidos en forma de chunks –como sí lo hacen los expertos en el dominio–. Esta forma preliminar de organización del conocimiento, propia del novicio, afecta la administración del conocimiento y a su vez complejiza la elaboración de una estrategia apropiada de respuesta frente a un problema determinado.

Las habilidades cognitivas involucradas en este cuadrante son básicas, pudiendo ser descritas en base a los verbos describir, reconocer, identificar, distinguir, recordar.

En el cuadrante II, comienza a ser más evidente

la naturaleza constructiva e idiosincrática de los esquemas, característica esencial de éstos que ya hemos mencionado, y que constituye la base para entender el dinamismo y variabilidad de la representación del conocimiento entre los distintos sujetos. Tal como se presentan en la Figura 1, los esquemas pueden representarse como un ordenamiento lineal, esto es, esquemas conceptuales unidos por una determinada secuencia de aprendizaje. Esta forma de representar el conocimiento más avanzado asociado a un bajo nivel de habilidades, como se muestra en el cuadrante II, quiere dar cuenta de un hecho esencial de este tipo de conocimiento: su representación es compleja, pero inflexible. Para ser activado, este tipo de conocimiento pasa por evocar la secuencia como fue aprendida, y los contenidos del esquema superordinado están relacionados de manera más o menos estática. Al momento de evocar dicha secuencia, es posible constatar diferencias a nivel del desempeño entre novicios y expertos, ya que la organización esquemática del primero suele ser menos eficiente, puesto que al tener menos experiencia en resolución de determinados problemas, no ha logrado organizar sus esquemas de manera de obtener una estrategia de trabajo prospectivo como sí lo ha logrado el experto.

Dado que este cuadrante representa un nivel de conocimiento más avanzado, pero conservando en general un nivel de habilidades cognitivas básico, los verbos que la representan son los mismos que los del cuadrante I, pero aplicados a distintos contenidos de conocimiento, de un nivel de complejidad mayor. Esto es de una importancia central para la comprensión del modelo: en este caso, la descripción, identificación, distinción o recuerdo de los contenidos es más compleja, puesto que se aplica a esquemas superordinados y no a esquemas conceptuales simples.

A medida que avanza el nivel de conocimientos y el desarrollo de habilidades cognitivas, la persona puede incorporar estas dos dimensiones en una estructura nueva que integra las habilidades cognitivas superiores en un dominio de conocimiento dado. Esta estructura posibilita que la representación del conocimiento sea más flexible, liberándose de las rígidas amarras que le impone el manejo de heurísticas aprendidas en las etapas iniciales de adquisición del conocimiento, para poder representarse un contenido dado. Los esquemas del cuadrante III, pueden representarse como una estructura que agrupa, en un esquema cerrado en sí mismo, distintos nodos conceptuales. En este cuadrante se rompe la "linealidad" del cono-

cimiento representado en el cuadrante II, en el sentido que ahora éste puede ser evocado o representado desde cualquier nodo, gracias a las funciones cognitivas superiores. En otras palabras, el conocimiento se puede activar desde cualquier nodo del esquema, ya que, por tener involucradas habilidades superiores del pensamiento, el sujeto logra inferir rápidamente el tipo de respuesta requerida. Esto genera diferencias claras en el desempeño entre novicios y expertos: éstos últimos toman más tiempo en decidir la estrategia para resolver el problema, ya que como se mencionó previamente, suelen reformular o reconceptualizar los problemas en función de sus propias redes semánticas, pero pueden resolver con éxito la tarea; los novicios, por su parte, suelen trabajar con estrategias del tipo ensayo-error, por lo que abordan el problema más rápidamente, pero sin alcanzar una solución adecuada.

En el cuadrante IV, donde se observa un alto nivel de habilidades junto con un nivel básico de conocimiento, se ha representado con círculos distintas propiedades de una determinada habilidad. La habilidad en su estado más puro, está formada por elementos constitutivos de esquemas (los que han sido representados por pequeños puntos).

En este cuadrante es posible la activación de cualquier habilidad cognitiva, pero el nivel de aplicación de estas será limitado debido al reducido número de elementos constitutivos de esquemas.

Una Reconceptualización de la Complejidad de la Tarea

Una lectura inicial del modelo de evaluación aquí expuesto muestra que la complejidad de una tarea cualquiera (digamos un ítem de una prueba) está estrechamente ligada con la profundidad del contenido al que alude y el tipo de habilidad cognitiva que supone su ejecución. En principio, podríamos asumir que los ítems del cuadrante I (aquellos que miden conocimientos básicos mediante el uso de habilidades cognitivas elementales) son más fáciles que los ítems del cuadrante II (conocimientos avanzados con habilidades elementales), y que éstos, a su vez, son más fáciles que los ítems del cuadrante III (conocimientos avanzados con habilidades superiores).

¿Es correcta esta afirmación? Sí y no. Es muy probable que la determinación del grado de dificultad de estos subconjuntos aludidos de ítems vaya en esta dirección. Sin embargo, desde los fundamentos psicológicos que subyacen a este modelo de eva-

luación, resulta más coherente ubicar la complejidad o dificultad de la tarea en la interacción que se da entre ésta y el sujeto que la resuelve o que responde el ítem. En efecto, desde este modelo, es el grado de experticia del sujeto la variable que está a la base de su desempeño frente a tarea específica que debe resolver (y por tanto, de la probabilidad de responder correctamente la pregunta).

Esta implicancia básica de nuestro modelo de evaluación encuentra fundamento, al menos, desde dos perspectivas. Una de ellas proviene del campo de las teorías de la medición, y la otra, desde la psicología cognitiva, específicamente, desde la Teoría Triárquica de la Inteligencia de Sternberg (1985).

Desde el campo de la teoría de la medición, la Teoría de Respuesta al Ítem (IRT, Item Response Theory), cuyo desarrollo comienza a fines de la década del 60, es la aproximación que mejor recoge lo que hemos estado diciendo. IRT parte del supuesto básico que cuando un sujeto responde una pregunta, se activa en él algún proceso mental subyacente, y que por lo tanto, las variaciones en el patrón de respuestas frente a un set de preguntas se relacionan con el grado en que las personas poseen ese atributo subyacente (Crocker & Algina, 1986; Embretson & Reise, 2000). En este sentido, lo que hace IRT es identificar ciertos parámetros del ítem, uno de los cuales (parámetro b) permite describir el grado de dificultad de la pregunta en función del sujeto que la responde, asumiendo que cada sujeto se ubica en un determinado punto del atributo subyacente. Hay una transición desde la concepción “ítem fácil / ítem difícil” a la concepción “ítem fácil para sujeto x / ítem difícil para sujeto x”.

Desde la psicología, podemos encontrar un marco explicativo al tema de la complejidad en la Teoría Triárquica de la Inteligencia propuesta por Sternberg (1985), específicamente en lo que el autor llama la subteoría experiencial². Según este enfoque, el comportamiento inteligente se relaciona con la capacidad del sujeto de enfrentar tareas y situaciones, y queda claramente de manifiesto en los extremos del continuo novedad-familiaridad de la tarea. En las situaciones novedosas, el sujeto pone en ejecución esquemas previos y los va moldeando sobre la base de la experiencia. En las situaciones

² Para dar cuenta de la inteligencia, Sternberg integra tres subteorías: la *componencial* (estados o procesos mentales que subyacen al comportamiento inteligente), la *experiencial* (que relaciona la inteligencia con la experiencia del individuo frente a tareas y situaciones) y la *contextual* (que relaciona la inteligencia con el mundo externo del individuo).

familiares, se aprecia una ejecución automatizada que permite realizar ciertas acciones sin que medien recursos cognitivos conscientes, implicando así una importante economía al sistema. Según Sternberg, ambos niveles de experiencia son altamente interactivos: "una mayor habilidad para adaptarse a situaciones nuevas permite automatizar más rápidamente los procesos subyacentes a la resolución de problemas, lo que permite a su vez liberar recursos cognitivos para nuevos aprendizajes, esto es, para enfrentar nuevas situaciones 'nuevas'" (Rosas, Boetto & Jordán, 1999, p. 94). De este modo, según este enfoque, tenemos que no existirían tareas más o menos difíciles en sí mismas, sino que la dificultad estaría en estrecha relación con la capacidad intelectual de quien se enfrenta a ellas.

La interrelación que aquí se muestra entre características de la tarea y habilidad del sujeto para resolverla, queda claramente evidenciada en un estudio de Greeno y Simon (1988, en Sternberg, 1994), quienes contrastaron el rendimiento de sujetos combinando cuatro variables: estructuración de la tarea, manejo de conocimiento de dominio específico, novedad/familiaridad de la tarea, y experticia del sujeto. Encontraron que los novicios que se enfrentan a tareas novedosas que requieran escaso conocimiento de dominio específico ocupaban estrategias y habilidades generales. A medida que la relevancia del manejo de conocimiento específico y la experticia de sujeto aumentaba, se encontraron cambios hacia estrategias y representaciones mentales de dominio específico, y desde ahí, hacia el procesamiento automático, al menos frente a tareas bien estructuradas. Sin embargo, frente a tareas mal estructuradas o novedosas, los expertos cambiaban sus estrategias de enfrentamiento hacia métodos generales, tal como lo hacían los novicios.

Como conclusión entonces, teniendo establecido que la complejidad de un ítem no es una propiedad del ítem en sí, sino que es una dimensión que emerge en la interacción de dicho ítem con el sujeto que se enfrenta a él, nos enfrentamos a la necesidad de tener que evaluar a los estudiantes en distintos puntos de la complejidad de la tarea, dado que es la única fuente de variación que podemos y debemos fijar. Tal como hemos planteado anteriormente, los novicios y los expertos se enfrentan de manera muy distinta a las tareas que deben resolver, y dado que nuestro objetivo al aplicar el SIES es dar cuenta de las diferencias individuales en términos de rendimiento (o diferenciar a novicios de expertos),

resulta imprescindible exponer a los estudiantes a estímulos de distintos niveles de complejidad.

Conclusiones

Hasta aquí hemos visto algunas de las principales explicaciones respecto a la adquisición y representación del conocimiento. Además hemos organizado algunas de estas ideas en un modelo de representación del conocimiento que sirve de base para un sistema de evaluación. Sin embargo la discusión sobre la forma en que el conocimiento es adquirido y representado aún seguirá abierta, generando nuevos debates y estudios. Algunos de estos aspectos de esta agenda abierta de investigación y elaboración teórica son los que presentamos a continuación.

La Necesidad de Fundamentos Teóricos para la Psicometría: Una Relación a Menudo Olvidada

Aún cuando ciertos constructos psicológicos han estado históricamente ligados de manera estrechísima a la medición de ellos, como es el caso de la inteligencia y la personalidad (por citar los más clásicos), en muy pocas ocasiones se ha explicitado la necesaria imbricación que debe existir entre la psicometría y los fundamentos teórico-conceptuales que la sustentan. En este sentido, nos parece que este trabajo constituye una interesante aproximación hacia ese objetivo, al sustentar de manera explícita un modelo de evaluación en un marco conceptual que reúne distintos aportes de la Psicología Cognitiva.

En el tema de la representación del conocimiento no están contestadas todas las preguntas, aunque es posible afirmar que se han hecho notables avances en la psicología para llegar a explicaciones más o menos satisfactorias. Una buena forma de evaluar la pertinencia y verosimilitud de los modelos formulados, es probarlos en la investigación empírica y ver cuánto se ajustan los datos a aquello que la teoría ha permitido organizar a nivel conceptual.

En este sentido, creemos que es importante entender la utilidad que tiene la teoría para fundamentar la práctica psicométrica y, asimismo, comprender el valor de la evaluación en el proceso de validación de los modelos conceptuales.

En este contexto, creemos que el modelo que hemos presentado y fundamentado tiene el valor de presentar la progresión en la adquisición del conocimiento, es decir, se aproxima a la forma en que este conocimiento ha sido representado desde los niveles más básicos (caracterizado típicamente en

el desempeño de los novicios), a los niveles más avanzados (caracterizado típicamente en el desempeño de los expertos). Nuestro modelo busca explicar como es que se produce una gradiente en la representación del conocimiento y cómo esta gradiente está determinada por dos grandes dimensiones: el conocimiento y las habilidades cognitivas asociadas. Nuestra propuesta de aproximación a la evaluación de este conocimiento la podemos sintetizar en la necesidad de generar distintos tipos de preguntas; aquellas que buscan aproximarse al conocimiento y las habilidades básicas desarrolladas dentro de una determinada disciplina y aquellas que pretenden aproximarse al conocimiento más avanzado y las habilidades cognitivas asociadas a ese conocimiento.

Además nuestra propuesta pretende dar respuesta a la necesidad planteada desde la comisión de expertos acordada entre el Consejo de Rectores y el Ministerio de Educación (Berríos, Claro, Cox, Donoso, Flores, Himmel & Lorca, 2000) de que los sistemas de ingreso a la educación superior deben adecuarse a los requerimientos de la Reforma Educativa en marcha, en tanto se propone evaluar las habilidades cognitivas en función de los contenidos que el currículo señala como requerimientos para la Enseñanza Media.

Relación entre Representación del Conocimiento e Inteligencia

El modelo de representación del conocimiento que hemos presentado revela, en cierto nivel de análisis, la necesidad de dar una mirada crítica a un área de la psicología bastante central, tanto en términos del impulso a la discusión científica, como a las consecuencias sociales que se han derivado de ella. Nos referimos al estudio de la inteligencia.

De alguna manera, el planteamiento que hacemos sobre la imperiosa necesidad de evaluar a los postulantes a la Educación Superior en función de sus habilidades cognitivas y los conocimientos que manejan, dirige la mirada hacia las discusiones sobre qué es la inteligencia: ¿es una habilidad general, inespecífica, o más bien, habilidades y destrezas puntuales, asociadas a ciertos dominios específicos? Dependiendo de la respuesta que demos a esta pregunta, ¿se trata de una dimensión inmodificable o, por el contrario, susceptible de ser modificada a través de la experiencia? Y de aquí, ¿cuáles son las consecuencias sociales y educativas que se derivan?

Sin pretender abordar el análisis de estas

preguntas –objetivo que no sólo trasciende los límites de este artículo, sino probablemente de varios otros muchos trabajos–, no podemos dejar de mencionar que el modelo que hemos planteado tiene ciertas repercusiones en la discusión científica sobre aquello –como quiera que queramos llamarlo– que permite diferenciar el comportamiento inteligente del que no lo es.

Determinar de manera más precisa qué es la inteligencia, o al menos acordar definiciones conceptuales de aquellos atributos individuales que resultarían ser explicativos del rendimiento académico, es una tarea que tiene importantes implicancias sociales. A modo de ejemplo, desde la publicación del libro *The Bell Curve* (Herrnstein & Murray, 1994), se ha discutido acerca de la posibilidad que el Coeficiente Intelectual (CI) de los sujetos sea la variable independiente que afecta su posición social (en términos de clases sociales), tesis que en el libro recién mencionado es sustentada con datos empíricos bastante indiscutibles.

Entender la inteligencia como CI, con las connotaciones de heredabilidad e inmodificabilidad que dicho concepto ha tenido desde su origen en la psicología, tiene implicancias radicalmente distintas a concebir la inteligencia como una habilidad que se va desarrollando de manera paralela al proceso de adquisición del conocimiento y a la organización de dicho conocimiento en estructuras cada vez más complejas y cargadas de significado, que es de alguna manera lo que se expresa en el Modelo SIES que acabamos de presentar.

Esta idea es la que veremos a continuación, al enfatizar cómo el esfuerzo puesto por el alumno en aprender conocimientos e incorporarlos a su sistema interno de representaciones puede llevar a un mejor desempeño en las evaluaciones de rendimiento académico.

Importancia del Esfuerzo como Generador de Equidad

Finalmente, como hemos expuesto en el presente artículo, la adquisición y representación del conocimiento se caracteriza por ser un proceso dinámico y constructivo, lo que otorga flexibilidad y posibilidad de perfeccionamiento en vías de una mayor profundización del nivel de conocimiento alcanzado. De hecho, como se señaló anteriormente, en base a los planteamientos de Rumelhart y Norman (1983) para lograr un nivel de automatización del aprendizaje y que caracteriza al experto en cualquier domi-

nio de conocimientos, se requiere la activación de esquemas de orden jerárquico inferior y superior. A lo que podemos agregar lo que señala Eysenck y Keane (1995): el proceso de convertirse en experto se produce en la medida que el conocimiento declarativo se va transformando en conocimiento procedural. Sin embargo, la organización y complejización de los esquemas no es una tarea simple en cuanto requiere esfuerzo, práctica, perseverancia y experiencia (Resnick, 1999).

Estos planteamientos nos inducen a pensar que es factible lograr un sistema educacional equitativo, en la medida que alumnos y agentes educativos se responsabilicen por la enseñanza. Por una parte, los agentes educativos deberán esforzarse por ofrecer experiencias educacionales productivas, que permitan a los estudiantes ganar la experiencia suficiente como para ser expertos en las disciplinas cubiertas por el sistema educativo. A su vez, los estudiantes deberán aprovechar esas oportunidades, utilizando su esfuerzo y perseverancia para superar la distancia entre el saber del novicio y transformarse en expertos.

Referencias

- Anderson, J. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge: Harvard University Press.
- Baquero, R. & Limón, M. (2001). *Introducción a la psicología del aprendizaje escolar*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes.
- Berríos, R., Claro, F., Cox, C., Donoso, G., Flores, R., Himmel, E., Lorca, C., Manzi, J., Passalacqua, A., Quadri, S., Riquelme, S., Rodríguez, C. & Vaisman, L. (2000). Comisión nuevo currículum de la EM y pruebas del sistema de admisión a la educación superior. Informe sometido en consulta previa a la Ministra de Educación. Aprobado por el Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas. Santiago.
- Bruning, R., Shraw, G. & Ronning, R. (1995). *Cognitive psychology and instruction*. Englewood Cliffs, NJ: Merrill/Prentice Hall.
- Crocker, L. & Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. Fort Worth, FL: Harcourt Brace Jovanovich.
- Chi, M., Feltovich, P. & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by expert and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-151.
- Chi, M., Glaser, R. & Rees, E. (1982). Expertise in problem solving. En R. J. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence*, vol. 1 (pp. 79-94). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Embretson, S. & Reise, S. (2000). *Item response theory for psychologists*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Ericsson, K. & Smith, J. (Eds.). (1991). *Toward a general theory of expertise*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Eysenck, M. & Keane, M. (1995). *Cognitive psychology: A student's handbook*. East Sussex: Psychology Press.
- Gagné, E., Yekovich, C. & Yekovich, F. (1993). *The cognitive psychology of school learning*. New York: Addison Wesley Longman.
- Glaser, R. & Chi, M. (1988). Overview. En M. Chi, R. Glaser & M. Farr (Eds.), *The nature of expertise*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Herrnstein, R. & Murray, C. (1994). *The bell curve*. New York: Free Press.
- Jahnke, J. & Nowaczyk, R. (1998). *Cognition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Mayer, R. (1992). *Thinking, problem solving, cognition*. New York: Freeman.
- Moore, M. (1990). Problem finding and teacher experience. *Journal of Creative Behavior*, 24, 39-58.
- Newell, A. & Simon, H. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliff, NJ: Prentice Hall.
- Piaget, J. (1970). *Piaget's theory*. Carmichael's Manual of child psychology, Vol. 1. New York: John Wiley & Sons.
- Resnick, L. (1985). Cognition and instruction: Recent theories of human competence. En B. I. Hammonds (Ed.), *Psychology and learning: The master lecture series*, vol. 4. Washington, DC: American Psychological Association.
- Resnick, L. (1999). From aptitude to effort. *American Educator*, 23, 14-17.
- Rosas, R., Boetto, J. & Jordán, V. (1999). *Introducción a la psicología de la inteligencia*. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Rumelhart, D. & Norman, D. (1983). Representation in memory. En R. C. Atkinson, R. Herrnstein, B. Lindszey & R. Luce (Eds.), *Handbook of experimental psychology*. Chichester, UK: John Wiley.
- Sternberg, R. (1985). *Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. (1990). *Metaphors of mind*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. (Ed.). (1994). *Mind in context: Interactionist perspectives on human intelligence*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Vigotski, L. (1976). Play and its role in the mental development of the child. En J. Bruner, A. Jolly & K. Sylva (Eds.) *Play: Its role in development and evolution* (pp. 537-554). New York: Basic Books.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45-69.
- Watson, B. & Kopniecek, R. (1990). *Teaching for conceptual change: Confronting children's experience*. [En Red]. Disponible en <http://www.astc.org>.