
VIII.3 HACIA UNA DIDÁCTICA PARA LA FORMULACIÓN DE SOLUCIONES DE PROBLEMAS COMPLEJOS

Jaime Matus Parada

Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco, México

Palabras clave: Didáctica, solución de problemas, problemas complejos, aprendizaje heurístico.

RESUMEN

La solución de problemas se considera una capacidad genérica de enorme relevancia para la formación de profesionales orientados a participar en la solución de problemas reales. En el desarrollo de esta capacidad existe un debate acerca del impacto didáctico que el aprendizaje de un determinado procedimiento explícito, que se presenta en forma de heurístico, puede tener en el aprendizaje de los alumnos para resolver problemas complejos. Por esta razón, mediante una investigación exploratoria se contesta la pregunta ¿cuál es la relación existente entre el aprendizaje de la aplicación de un heurístico y el aprendizaje en la formulación de soluciones? Al estudiar a un grupo de alumnos, se encontró en el análisis a nivel individual de los alumnos, que aquellos que mostraron niveles altos en el aprendizaje del heurístico también mostraron niveles altos de aprendizaje de la resolución de problemas. Pero a nivel grupal, la relación correlativa entre los dos aprendizajes no resultó evidente, pues el promedio grupal de aprendizaje en la aplicación del heurístico fue regular (alrededor de 0.7), mientras que el promedio grupal en la formulación de soluciones fue bajo (entre 0.5 y 0.6). Las inferencias formuladas a partir de estos datos fueron que ambos aprendizajes son afectados por diferentes factores y que el aprendizaje de

la aplicación de heurístico es insuficiente para explicar el aprendizaje de la formulación de soluciones. A partir de estos resultados se propone una "estructura didáctica", entendida como un sistema integral de apoyos didácticos, que tome en cuenta la representación conceptual; la representación operativa; la memoria operativa de trabajo y la metacognición para mejorar el aprendizaje en la resolución de problemas.

INTRODUCCIÓN

La universidad, además de su función humanista y cultural, juega un papel fundamental en la transformación de las sociedades, por lo que debe atender el desarrollo de expertos en la resolución de problemas. Esto ahora es urgente en la formación del biólogo, pues la gravedad de los problemas ecológicos, ha originado la demanda social a este profesional para que participe en la solución de estos problemas actuales. Con la intención de contribuir a atender esta demanda, la presente investigación se aboca al estudio de una competencia genérica: la resolución de problemas, pero en un tipo particular de ellos, los llamados problemas complejos.

En particular se estudia el efecto del aprendizaje de un determinado procedimiento explícito, que se presenta en forma de heurístico, en la resolución de problemas complejos. Existe un debate acerca del impacto didáctico que los heurísticos pueden generar en los alumnos, por ejemplo se ha señalado que mejora la atención y participación (Agudelo *et al.*, 2008); refuerza la capacidad de recuerdo (Zan *et al.*, 2006); mejora la comprensión al facilitar la estructuración lógica los aspectos de una situación problemática (Caamaño, 2003); proporciona una buena estructura para aprendizajes futuros (Pozo *et al.*, 1994); mejora el desempeño (Heinze, 2005) y repercute en el control de las propias acciones al facilitar la identificación de errores cometidos (Perrenoud, 2004). Pero por otro lado, también se ha señalado que resulta una imposición incomoda de la que los alumnos tratan de desprenderse lo más pronto posible (Perales, 1994); que su valor es limitado si se le compara con el uso de conocimientos específicos del

domino cognitivo al que pertenezcan los problemas a solucionar (Rico, 2009) y que su valor didáctico disminuye en relación con la complejidad de los problemas (Puig, 1996).

Frente a tal debate, la pregunta central de investigación fue: ¿cuál es la relación existente entre el aprendizaje de la aplicación de un heurístico y el aprendizaje en la formulación de soluciones? y en forma más específica: ¿aprendiendo a utilizar un heurístico, un alumno mejorará su capacidad para resolver problemas? Así, el punto central a investigar es si una ejecución automática de resolución de problemas (sin recurrir a una planificación racional previa) es menos eficiente y menos eficaz que una ejecución guiada por un heurístico. También es importante esclarecer los factores que inciden para que el heurístico realmente tenga un impacto didáctico, esto es: ¿bajo qué circunstancias tienen un efecto positivo en el aprendizaje y qué aspectos hay que considerar para que sea realmente efectivo y eficaz?, ¿será posible que ayuden a todos los alumnos o en especial algunos de ellos?, ¿cómo se tienen que emplear los heurísticos para que en verdad ayuden a mejorar el aprendizaje de los alumnos? A lo largo de los años, y a través de la experiencia que ha dejado el empleo de distintos heurísticos en la docencia, se ha podido ir arrojando algo de claridad sobre esos cuestionamientos, pero debe de reconocerse que aún resulta nebuloso el panorama como para responderlas fehacientemente.

OBJETIVOS

Tratando de arrojar más de luz sobre las preguntas planteadas, en la investigación se formularon los siguientes objetivos:

1. Diseñar un heurístico específico para resolver problemas de manejo de sistemas ecológicos tomando en consideración los avances de conocimiento acerca de los tipos de componentes estructurales que debe incluir, así como la atención adecuada a su lógica secuencia y sus relaciones estructurales.
2. Proponer una estructura didáctica orientada a mejorar el aprendizaje de la aplicación del heurístico con base en los desarrollos didácticos acerca

- de la representación conceptual; la representación operativa; la memoria operativa de trabajo y los procesos metacognitivos de toma de conciencia.
3. Estimar, mediante herramientas específicas y pertinentes, los procesos cognitivos implicados en el aprendizaje de la aplicación del heurístico diseñado para resolver problemas.
 4. Analizar el grado de desarrollo de las formulaciones de soluciones elaboradas por los alumnos.
 5. Inferir los factores mas relevantes que inciden en el aprendizaje de la formulación de soluciones de los problemas de manejo de sistemas ecológicos

METODOLOGÍA EMPLEADA

Para lograr los objetivos planteados, se realizó una investigación exploratoria sobre un grupo de 23 alumnos que se encontraba en el último curso de la licenciatura en biología. Se definieron cuatro niveles de aprendizaje del heurístico y ocho niveles de desarrollo de la solución para indagar la relación correlativa entre tales aprendizajes.

Tabla 1. Clasificación de las variables de estudio

VARIABLES DE ESTUDIO		
INDEPENDIENTES NIVELES DE APRENDIZAJE DE APLICACIÓN DEL HEURÍSTICO	DEPENDIENTES NIVELES DE DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN	
	VALOR	FACTIBILIDAD
Representación conceptual del heurístico	Solidez de fundamentos	Modificabilidad
Representación operativa del heurístico	Eficacia	Operatividad
Memoria operativa de trabajo	Mira estratégica	Viabilidad
Procesos metacognitivos relacionados con la toma de conciencia	Inocuidad	Proyección estratégica

Se diseñó un heurístico constituido por cinco acciones, cada una de las cuales conformadas a su vez por operaciones puntuales y en su elaboración participaron seis expertos en la solución de problemas de manejo en sistemas ecológicos.

El heurístico construido se empleó en la formación de los alumnos a manera de una estructura didáctica en un curso de duración de once semanas: del 11 de mayo al 22 de julio de 2011.

Todas las mediciones iniciaron al día siguiente laborable de después de concluir totalmente el programa educativo, en la semana 12 del programa educativo. La aplicación de la batería de pruebas duro una semana y la duración de la sesión de aplicación fue variable desde 1 a 5 horas. Las aplicaciones fueron de carácter individual y se realizaron bajo condiciones estandarizadas, asignándoles a cada uno de los estudiantes tareas y pruebas exactamente con las mismas dificultades y fijándoles el mismo tiempo para su realización.

Para estimar el aprendizaje de la representación conceptual del heurístico se siguieron las sugerencias de Novack (1998) para analizar cualitativa y cuantitativamente los mapas conceptuales de los alumnos. La medición de la representación operativa del heurístico se realizó mediante una serie de pruebas compuestas adaptadas de las pruebas para evaluar el nivel de aprendizaje operativo desarrolladas por Escoriza (2003). La medición de la memoria operativa de trabajo se sustentó en los trabajos de Baddeley (1986; 1990), retomando particularmente sus estudios sobre el proceso que se genera cuando la información entrante, emergida de una ejecución específica, modifica continuamente el contenido de la memoria de trabajo del ejecutante. La evaluación de la metacognición se realizó mediante medidas indirectas con base en las ideas sugeridas por Garner y Alexander (1989).

La medición del aprendizaje de la formulación de soluciones se sustentó en los trabajos orientados a la estimación de problemas científicos y matemáticos (Charles, *et al.*, 1987; D'Zurilla, *et al.*, 1997), pero sobre todo, la inspiración metodológica se basó en los trabajos para medir la solución de problemas complejos Dörner *et al.*, (1983) y Dörner y Pfeifer (1993). Se establecieron un conjunto de criterios diferenciados en los grupos de "valor" y "factibilidad" de la solución, posteriormente se concertó el tipo de indicadores a emplear para medir cada uno de los criterios definidos. Con base en los indicadores se formuló un método de clasificación y puntaje que consistió en utilizar cinco categorías y asignar a cada categoría un puntaje específico. Las categorías empleadas y sus puntajes

asignados fueron: a) muy alta (1); b) alta (.75); c) media (.5); d) baja (.25) y e) nula (0).

RESULTADOS

Aprendizaje de la aplicación del heurístico

El aprender a aplicar un heurístico demanda del alumno no sólo la realización de una serie de procesos cognitivos de alto nivel, sino también integrarlos de forma provechosa. Esta última labor, la de integración, implica que el alumno desarrolle los procesos cognitivos manteniendo un cierto balance, pues si no se alcanzan resultados mínimos en alguna parte de la cadena de procesos cognitivos, se imposibilita alcanzar el aprendizaje total. Los casos individuales de desbalance, es decir, de resultados relativamente altos en las representaciones pero que contrastan con un logro bajo en la parte operativa del trabajo o de la metacognición o viceversa, llegaron a presentarse pero no de manera frecuente.

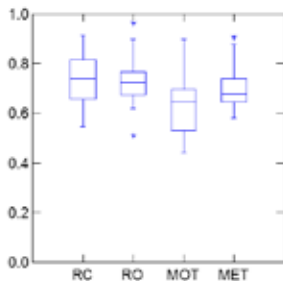
Salvo excepciones en algunos aspectos específicos, lo común fue descubrir que tanto los alumnos de aprovechamiento alto y bajo se mantuvieron constantes en los distintos procesos cognitivos. A nivel grupal el comportamiento fue similar, observándose que los rangos de variación en los distintos tipos de aprendizaje que incluye la aplicación del heurístico son relativamente similares. Se aprecia cierta similitud en los promedios globales de estos aprendizajes, pero lo más resaltante es el bajo resultado en la memoria operativa de trabajo, indicio evidente de que el ejercicio de aplicación del heurístico implica desarrollar una serie de procesos cognitivos que no son fáciles de propiciar ni de aprender (figura 1).

APRENDIZAJE EN LA FORMULACIÓN DE SOLUCIONES

En el aprendizaje de formular soluciones la variación fue mayor, particularmente en lo individual, aproximadamente sólo 20% de los alumnos registró aprendizajes de bajos a regulares de una manera constante y 80% restante manifestó aprendizajes constantemente bajos. En lo grupal, tanto el intervalo de variación, como el promedio global de los índices de aprendizajes agrupados en el valor

Figura 1. Resultados obtenidos en la medición del aprendizaje en la aplicación del heurístico

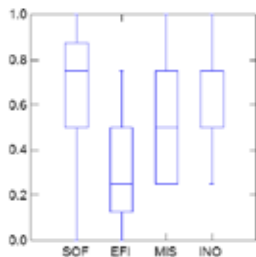
APRENDER A APLICAR EL HEURÍSTICO



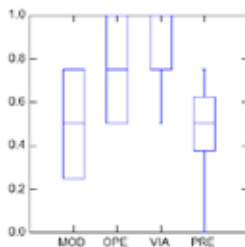
CLAVE: Representación conceptual (RC); Representación operativa (RO); Memoria operativa de trabajo (MOT); Metacog-nición (Met)

Figura 2. Resultados obtenidos en la medición del aprendizaje de la formulación de las soluciones desde su valor y factibilidad

VALOR DE LAS SOLUCIONES



FACTIBILIDAD DE LAS SOLUCIONES



CLAVE: Solidez de fundamentos (Sof); Eficacia (Efi); Mira estratégica (Mis); Inocuidad (Ino);: Modificabilidad (Mod); Operatividad (Ope); Viabilidad (Via); Proyección estratégica (Pre)

de la solución son un poco mayores que los de factibilidad (figura 2). Pero más allá de estas diferencias, lo importante a resaltar es que los resultados arrojaron un aprendizaje bajo, es decir, los resultados indican que, salvo excepciones, los alumnos no aprendieron a formular soluciones adecuadamente.

RELACIÓN ENTRE LOS DOS TIPOS DE APRENDIZAJES

La evidencia obtenida a nivel individual indicó que los alumnos que mostraron niveles altos en el aprendizaje del heurístico también mostraron niveles altos de aprendizaje de la resolución de problemas. Pero a nivel grupal, la relación correlativa entre los dos aprendizajes no resultó evidente, pues el promedio grupal de aprendizaje en la aplicación del heurístico fue regular (alrededor de 0.7), mientras que el promedio grupal en la formulación de soluciones fue bajo (entre 0.5 y 0.6). Las inferencias formuladas a partir de estos datos fueron que ambos aprendizajes son afectados por distintos factores y que el aprendizaje de la aplicación de heurístico es insuficiente para explicar el aprendizaje de la formulación de soluciones. El calificativo de insuficiente no indica que el aprendizaje en la aplicación del heurístico no influya al aprendizaje en la formulación de soluciones, sino que su influencia no es decisiva y anuncia la existencia de otros factores de peso que también intervienen en el aprendizaje de la formulación de soluciones.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El diseño del heurístico

Los datos indican que el diseño del heurístico no fue lo suficientemente adecuado como para impactar en el aprendizaje del heurístico, pues el promedio global de aprendizaje de 0.7 indicó un rendimiento regular más cercano a lo bajo que a lo alto. Pero el aprendizaje bajo en la aplicación del heurístico pudo no deberse a su diseño, sino a las estrategias didácticas que se utilizaron para promover su aprendizaje, pues se observó que iniciar el camino didáctico con la construcción colectiva del sistema de acciones y operaciones del heurístico no fue la decisión más acertada, pues tiende a promover más el aprendizaje del sentido técnico del heurístico que de su sentido estratégico. Se piensa que la esencia de lo estratégico consiste en encontrar el mejor camino para poner la meta al alcance, por ello parece poco fructífero, en términos didácticos, presentar "el mejor camino" antes que la meta para desarrollar el sentido estratégico. Lo indicado,

Tabla 2. Rangos de variación promedios y promedios globales de los tipos de aprendizaje estudiados

TIPO DE APRENDIZAJE		RANGO DE VARIACIÓN	PROMEDIO
APLICAR EL HEURÍSTICO	Representación conceptual	0.55 - 0.92	0.74
	Representación operativa	0.51 - 0.96	0.72
	Memoria operativa de trabajo	0.53 - 0.90	0.64
	Metacognición	0.60 - 0.91	0.71
	PROMEDIO GLOBAL	0.55 - 0.92	0.70
FORMULAR SOLUCIONES	Valor de la solución	0.41 - 0.69	0.52
	Factibilidad de la solución	0.38 - 0.88	0.64
	PROMEDIO GLOBAL	0.39 - 0.78	0.58

para ser congruente con la forma de interpretar lo estratégico, es presentar inicialmente a la meta para que el alumno desarrolle su pensamiento estratégico analizando los posibles caminos estratégicos para llegar a la meta.

La estructura didáctica

El término "estructura didáctica" se emplea para referirse a un trabajo didáctico integral de largo alcance y totalmente contrario a la concepción común de la labor didáctica consiente en el empleo de técnicas puntuales y asiladas a las que se recurre casualmente. Esta forma de interpretar la labor didáctica se apoya en la convicción de que ésta puede jugar el papel central en el desarrollo completo del alumno cuando considera diversas acciones potencialmente formativas en forma articulada.

La estructura didáctica utilizada es la principal sospechosa de haber incidido en el pobre resultado obtenido sobre el aprendizaje de la aplicación del heurístico, por lo que tal estructura necesita ser desarrollada en cada uno de sus cuatro grandes componentes: la representación conceptual; la representación operativa; la memoria operativa de trabajo y la metacognición. La construcción de la representación conceptual como la operativa por parte de los alumnos, desempeñan un papel crítico en la labor didáctica, pues se sabe que ellas

definen el entendimiento (Hiebert y Carpenter, 1992). Para la mejora de estas representaciones es necesario ampliar las acciones didácticas enfocadas a conducir al alumno a la realización de actividades de conversión de sus registros de representaciones individuales a las representaciones correctas.

Por su parte, el ejercicio aplicativo comprende la planeación de la aplicación, la aplicación en sí y la toma de conciencia de lo que se hizo. La labor didáctica en la planeación de la aplicación debe centrarse en la idea de transferencia del heurístico, entendiendo por esta a lo que ocurre cuando la representación operativa para formular soluciones (aprendizaje general) es utilizada por el alumno para facilitar la planeación de una formulación de solución específica (aprendizaje situacional). La mejora en este caso implica extender en la estructura didáctica las condiciones que producen la transferencia en un mayor grado como el uso de mediadores verbales o el empleo de modelos comparativos.

Otros posibles factores explicativos

Entre los factores más relevantes que inciden en el aprendizaje de la formulación de soluciones de los problemas se encuentran: la actividad práctica (Caballer y Oñorbe, 1999); el conocimiento experto (Oberauer, 2001); las habilidades cognitivas (VanLehn, 1995); la comprensión de la situación en donde se inserta el problema (Vicente y Orrantia, 2007); el desarrollo de las representaciones de los alumnos (Puig, 1996); la comprensión de la estructura del problema (Beckman, y Guthke, 1995); las interacciones cognitivas entre los alumnos (Vera y Guerrero, 2003) y la actividad metacognitiva (Goos *et al.*, 2002)

En este caso el primer factor limitativo que se hizo manifiesto debe su surgimiento a que los problemas de manejo de sistemas ecológicos son problemas pertenecientes a realidades incluyentes de heterogéneos y numerosos componentes estrechamente relacionados. Esta cualidad ocasiona que en este tipo de problemas exista una elevada dificultad gnoseológica para su interpretación debido a que están insertos en redes causalistas en extremo complejas, que exigen entre otras cosas: la superación de visiones reduccionistas; la inclusión y diferenciación de factores de distinta naturaleza tales como los estructurales y

coyunturales; el uso versátil y fluido de diferentes escalas de estudio y la inclusión de saberes y conocimientos de distintos orígenes y condiciones, sólo por mencionar algunos de sus exigencias más relevantes.

Otro factor limitativo detectado fue el conocimiento del contenido del problema, es decir, el cuerpo conocimientos: conceptuales, procedimentales y actitudinales que se requieren para resolver el problema. Este cuerpo de conocimientos se hace imperativo porque los sistemas ecológicos no son tangibles, sino que se construye intelectualmente, o en palabras de Hacking (1983), un objeto hecho de teoría ("theory made objects"). Son objetos que se ubican en un nivel de organización, el cual es pensado en función de términos específicos y propios de él y sin los cuales ninguna comprensión es posible. En este, caso comprender el objeto significó percibirlo en función de entidades y procesos conceptuales, para lo cual, el alumno tuvo que aprender el significado de esos conceptos y luego darles sentido en un contexto ecosistémico específico. A lo largo del proceso de investigación se observó que cuando los alumnos presentaban dificultades para adquirir y emplear este cuerpo de conocimientos se mermaba mucho su trabajo de formular soluciones.

Otro factor limitativo que apunta a ser reconocido como relevante es la capacidad del alumno para construir su propia "teoría de la acción", con esto se quiere referir al desarrollo de sus ideas, conocimientos y creencias que promueven sus acciones. Para aclarar más a que se refiere esto pongamos un ejemplo, supongamos que un alumno A, después de un curso es capaz de haber retenido con éxito ocho de los atributos que diferencian a las buenas y malas soluciones, cuando se le pregunta por tales atributos es capaz de proporcionar definiciones suficientemente acertadas de los mismos, pero cuando se le solicita que explique porque es importante considerar a esos ocho atributos y no a otros, sólo puede regresar a sus definiciones, empleadas ahora como un argumento de la importancia de los atributos. Supongamos ahora que otro alumno B, también retuvo los atributos de las soluciones y los puede definir satisfactoriamente y que, frente a la solicitud de explicar la importancia de considerar esos atributo y no otros, puede argüir a que la definición de los ocho argumentos se debe a que la calidad de las soluciones se están juzgando en función de la firmeza

de sus sustentos y de sus posibilidades reales de ser llevadas a la práctica y que la definición de esos atributos es porque se consideró que ellos informan sobre esos juicios de calidad, pero que se podrían haber definido otros que pudieran cumplir la misma función de informar sobre esos juicios calidad.

En el ejemplo, el alumno A fue capaz de comprender la importancia de los atributos al interpretarlos en función de su sentido específico, pero dejó en manos de los "expertos" la definición de los atributos, de tal forma que se apropió de ellos sin un principio normativo de fondo. Por su parte, el alumno B interpretó a los atributos con un sentido más integral y al hacer esto fue capaz de encontrar normas para orientar su propio hacer. En el alumno A su acción individual, con respecto a la formulación de soluciones, es prácticamente una consecuencia lógica de influencias externas, en cambio, en el alumno B la acción individual es el resultado de una respuesta específica que ha creado con sus recursos al situarse frente a lo aprendido, de forma que ha ampliado su capacidad para analizar las soluciones con un mayor grado de autonomía.

Con frecuencia los docentes generamos escenarios didácticos que conforman campos estructurados en donde los alumnos no tienen más remedio que asumir la posición del alumno A, les brindamos todo para que identifique claramente los objetivos cercanos, los instrumentales, pero no les brindamos las posibilidades de que interactúen con las intenciones, con las motivaciones y con las causas de la labor educativa que emprendemos, y al actuar así se obstaculiza de alguna manera el que ellos redefinan sus objetivos particulares con respecto a lo que están aprendiendo.

REFERENCIAS

- Agudelo, G., V. Bedoya y A. Restrepo (2008). *Método heurístico en la resolución de problemas matemáticos*. Tesis de licenciatura, Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias de la Educación.
- Baddeley, A.D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.

- Beckman, J.F. y J. Guthke (1995). Complex problem solving, intelligence, and learning. En P.A. Frensch y J. Funke (Eds.), *Complex problem solving. The european perspective*. New Jwrsey: Hillsdale, pp. 177-200.
- Caamaño, A. (2003). "Los trabajos prácticos en ciencias". En M.P. Jiménez Aleixandre (Coordinadora), *Enseñar ciencias*. Barcelona: Graó, pp. 95-118.
- Caballer, M.J. y A.Oñorbe (1999). "Resolución de problemas y actividades de laboratorio". En L. del Carmen (coordinador): *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la Educación Secundaria*. Barcelona: ICE Univ. de Barcelona / Horsori, pp. 107-131.
- Charles, R., F. Lester, y P. O'Daffer (1987). *How to evaluate progress in problem solving*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Dörner, D., H. Kreuzig, F. Reirher, y T. Strudel (1983). *On dealing with uncertainty and complexity*. Berna, Suiza: Hans Huber.
- Dörner, D., y E. Pfeifer (1993). Strategic thinking, strategics errore, stress, and intelligence. *Sprache y Kognition*, 11: 75-90.
- D'Zurilla, T. J., A. M. Nezu y A. Maydeu-Olivares (1997). *Manual for the social problem solving inventory- revised*. North Tonawanda, New York: Multi-Health Systems.
- Escoriza, N. J. (2003). *Evaluación del conocimiento de las estrategias de comprensión lectora*. España: Ediciones de la Universidad de Barcelona.
- Garner, R. y P.A. Alexander (1989). Metacognition: answered and unanswered questions. *Educational Psychologist*, 24 (2): 143-158.
- Hacking, I. (1983). *Representing and intervening: introductory topics in the philosophy of natural science*. Cambridge: Cambridge University Press
- Heinze, A. (2005). Differences in problem solving strategies of mathematically gifted and non-gifted elementary students. *International Education Journal*, 6(2): 175-183.
- Hiebert, J. y T. Carpenter (1992). "Learning and teaching with understanding". En D. Grouws (Ed.) *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. New York: Macmillan Publishing Company, pp. 65-97.

- Novack, J. (1998). *Learning, Creating and Using Knowledge: The Use of Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Oberauer, K. (2001). Removing irrelevant information from working memory: A cognitive aging study with the modified Sternberg task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 27(4): 948-957.
- Perales, F. (1994). Enseñanza-aprendizaje de una heurística en la resolución de problemas de física: un estudio cuasiexperimental. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, Num. 21: 201-209.
- Perrenoud, P. (2004). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar*. Barcelona: Graó.
- Pozo, J.I., M. P. Pérez Echeverría, J. Domínguez, M. A. Gómez Crespo y Y. Postigo (1994). *La resolución de problemas*. Madrid: Aula XXI/Santillana.
- Puig A. (1985). Un punto de vista cibernético sobre el problema de los problemas. *Nueva Revista de Enseñanzas Medias*, 7, pp. 38-41.
- Puig, L. (1996). *Elementos de resolución de problemas*. Granada: Comares.
- Rico, L. (2009). Sobre las nociones de representación y comprensión en la investigación en educación matemática. *PNA*, 4(1): 1-14.
- VanLhen, K. (1995). Cognitive skill acquisition. *Annual Review of Psychology*, Vol. 47: 513-539.
- Vera P. y A. Guerrero (2003). Diferencias en habilidades de resolución de problemas sociales en sujetos optimistas y pesimistas. *Universitas Psychologica*, enero-junio, año/vol. 2, número 001: 21-26.
- Vicente S. y J. Orrantia (2007). Resolución de problemas y comprensión situacional, *Cultura y Educación*, 19 (1): 61-85.
- Zan, R., L. Brown, J. Evans y M.S. Hannula (2006). Affect in mathematics education: an introduction. *Educational Studies in Mathematics*, 63: 113-121.

