

## **La utilización de indicadores didácticos en el diseño de simuladores para la formación universitaria en la toma de decisiones**

**Ing. Inés Casanovas**

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Bs.As.  
inescasanovas@gmail.com

### **Resumen**

Existe gran cantidad de estudios sobre la utilización de medios tecnológicos en diferentes niveles educativos [Moldstad, 1999] [Pelgrun y Plomp, 1999], pero en ellos hay escasísima referencia al uso en nivel universitario. Curiosamente, los aspectos didácticos de los medios son el tema menos citado. En el último trabajo de Van Emmerik y Rooijn (del TNO- Netherlands Organization for Applied Scientific Research) en el ITESC 2000 (International Training, Education and Simulation Conference, London) el resultado de su investigación “Efficient Simulator Training: beyond fidelity” muestra que el diseño de los simuladores de capacitación prestan muy poca atención a los aspectos didácticos mientras que el énfasis se concentra fuertemente en aspectos tecnológicos. Refuerzan pues, la recomendación de otros investigadores de abrir líneas de investigación más específicas en estrategias didácticas para proveer lineamientos a ser tenidos en cuenta en el diseño de simuladores centrados en el aprendizaje. Es por todo lo anteriormente expuesto que el presente trabajo implicará, dentro la línea de investigación recomendada, avanzar en el conjunto de los indicadores definidos por la Tecnología Educativa a modo de aporte a la didáctica en el diseño de simuladores digitales para la formación universitaria en la toma de decisiones, problemática base de este trabajo.

**Palabras claves:** Didáctica, indicadores, diseño, simuladores, formación universitaria

### **Investigaciones abiertas sobre didáctica aplicada a entornos y tecnologías multimediales de aprendizaje: un marco didáctico de última generación**

Las teorías educativas de los 90 se transformaron en parte debido a un cambio de las convicciones educativas y en parte también como respuesta a los avances en las tecnologías de la información, para sacar partido a las nuevas posibilidades educativas que proporcionan. Estos cambios resultan tan espectaculares que ya son muchos los que afirman que constituyen un nuevo paradigma educativo que requiere a su vez de un nuevo paradigma de la teoría educativa. Es así que prevalecen las teorías orientadas a la práctica más que las teorías del aprendizaje, pasando a ser éstas las fuentes que permiten a los investigadores educativos comprender el funcionamiento de los métodos didácticos y en aquellas áreas donde no son suficientes, ayudar a generar nuevos métodos o seleccionar aquellos conocidos que podrían funcionar [Reigeluth, 2000].

El paradigma tradicional de enseñanza y formación profesionales se basa en la estandarización (contenidos idénticos a grupo numeroso de alumnos). Pero sabemos que los alumnos y en particular los profesionales (o próximos a serlo) tienen diferentes ritmos y necesidades de aprendizaje. El método tradicional será eficiente logística y económicamente hablando, pero no es eficaz. Era un modelo adecuado para la sociedad de la era industrial pero no para la de la era de la información. Hoy se exigen profesionales que tomen iniciativas, que tengan juicio crítico y resuelvan problemas.

Cambiar los contenidos del modelo actual no alcanza para los nuevos requerimientos de las empresas. Es necesario cambiar el paradigma, ir de la estandarización a la personalización, de un 'aprendizaje pasivo' a uno 'activo', del desplazamiento del aprendizaje descontextualizado a tareas significativas. Se requeriría recursos diseñados adecuadamente, y la teoría del diseño educativo, junto con la tecnología educativa ofrecen una buena orientación. Esto no significa que deben desecharse las actuales teorías educativas sino rescatar sus aportes para una construcción superior. Los que diseñan material educativo deben reconocer la importancia de aquellos métodos alternativos tecnológicos frente a los tradicionales y saber seleccionarlos. Estos métodos alternativos abarcan: conferencias, demostraciones, tutelado, prácticas, discusiones, proyecto grupal, simulaciones y resolución de problemas. Para todos ellos se necesita una orientación flexible para su diseño y selección. De todos los métodos mencionados, interesan a este trabajo los dos últimos, simulaciones y resolución de problemas, y en particular los aspectos referidos a su diseño.

Un aporte importante para este trabajo lo realizan R.Schank, T. Bernan y K. MacPherson del Instituto de Ciencias del Conocimiento de la Universidad de Nortwestern, USA, a través de sus investigaciones doctorales, en el campo de la inteligencia artificial y la educación interactiva basada en sistemas informáticos multimediales. El objetivo fundamental de su trabajo es el planteo descriptivo de una teoría, en principio denominada SBR (Scenarios Based Reasoning-Razonamiento basado en escenarios) para fomentar el desarrollo de técnicas de aprendizaje basada en hechos reales en el contexto de su utilización. Los autores reconocen que es solo la base de otra teoría normativa imprescindible, pero aún no desarrollada que indique las directrices de diseño y utilización de este modelo para facilitar al alumno la función de aprendizaje [Schank , 2000]. Las premisas a partir de las cuales trabajaron son las planteadas por los enfoques 'learning by doing' y 'aprendizaje por proyectos' de la Didáctica Activa, e investigaciones del mismo equipo realizadas en la Universidad de Yale [Schank y Abelson, 1987] unos diez años antes, que llevaron al CBR (Case-Based Reasoning) [Riesbeck, 1999], método que busca resolver nuevos problemas adaptando soluciones que fueron usadas para resolver problemas anteriores.

Este trabajo proponía que nuestro conocimiento sobre situaciones es guardado en el cerebro como 'scripts' que nos permiten inferir (similar a una estructura de memoria conceptual que describe información de eventos estereotípicos). Continuaron luego investigando los patrones de situaciones o paquetes de organización de la memoria. J. Kolodner desarrolló el primer CBR, Cyrus en 1987 como una implementación del modelo de memoria dinámica de Schank.

La metodología de diseño de CBR consistía en:

- Representación del caso: un caso representa una experiencia que comprende el problema que describe la situación (espacio del problema) y la solución a ese problema (espacio de la solución)
- Junto con el caso deben almacenarse varios tipos de datos aceptables por una base de datos convencional (identificadores, texto, valores etc.) pero hoy en día debieran soportar esquemas multimediales (imagen, sonido, video) Hay dos parámetros a ser tenidos en cuenta para evaluar la información asociada a un caso: su funcionalidad y la facilidad de recuperación.
- Indexación: un índice es una estructura de datos que puede ser almacenada y buscada rápidamente, sin acceder a cada registro. Los tipos de datos convencionales (números, caracteres, strings) son indexables, las imágenes no. Los métodos automáticos de indexación abarcan: indexación por características y dimensiones predictivas (pueden ser usados para inferir), indexación por diferenciación, e indexación por similaridad o generalización

- Almacenamiento: debe balancearse entre los métodos de almacenamiento que preservan la riqueza de los casos y los que simplifican los accesos y recuperación de información relevante. Estos dos métodos fueron trabajados por Schank y Kolodner (modelo de memoria dinámica) y por Porter (modelo de ejemplos categorizados)

Estas técnicas son ampliamente reconocidas por la comunidad de las ciencias cognitivas, pero ninguna de las herramientas CBR comerciales disponibles las utiliza. [Watson , 1999]

La forma de resolver un problema de un CBR puede ser [Althoff,1995]:

- de clasificación en clases o tipos: un nuevo caso es comparado con los existentes en la base para determinar su clase o tipo, reusándose la solución del caso anterior que mejor se ajuste al caso nuevo. Por ejemplo: determinar la mejor comida para una mascota implica clasificar la mascota en una clase de animal (perro, gato, conejo, pájaro etc.) Si es un conejo, entonces: zanahorias.

Son los más comunes en el ámbito comercial y son fáciles de implementar porque la mayoría de los algoritmos de recuperación son clasificadores, y porque es más fácil comparar y acertar algo contra un conjunto de prototipos que construirlo a partir de especificación. La clasificación requiere reconocimiento de características mientras que la otra forma de resolución de CBR (síntesis) requiere la ubicación de las características correctas en el lugar correcto en el orden correcto...

Al introducir Sycara [1995] el concepto de escenarios, el equipo de Schank busca evolucionar los trabajos de CBR a SBR (Scenarios Based Reasoning). Hasta ahora, lo que se ha definido para esta teoría es una vinculación de aprendizaje práctico en la que los alumnos intentan lograr un objetivo mediante técnicas prácticas y conocimientos teóricos que los ayudan a lograrlo haciendo hincapié en que sería un método educativo apto para ser utilizado tanto en ámbitos educativos académicos como en empresas.

La única manera de recordar lo que hemos aprendido es a través de experiencias similares que pongan en funcionamiento nuestra memoria y capacidad de análisis [Shank, 1998]. El SBR es la forma por la cual nos convertimos en expertos y aprendemos a razonar como lo hacen los expertos sobre los problemas: en su campo de experiencia [Riesbeck, 1999]

En el diseño de simuladores de toma de decisiones debiera tenerse en cuenta la disponibilidad de este conjunto de técnicas y conocimientos, una vez que se plantea un problema a resolver o misión que motive al alumno. El escenario representa la situación contextual a medida que el alumno toma decisiones y realiza acciones para cumplir su misión. Debe hacerse evidente la interacción. Las consecuencias de las decisiones tomadas determinan si se está avanzando con éxito o no. Si tiene éxito significa que ha obtenido la información necesaria y ha puesto en práctica correctamente las técnicas adecuadas. De no ser así el simulador deberá mostrar consecuencias negativas que el alumno considerará como fracaso, indicador de que debe conseguir mejor información, seleccionar mejor las técnicas o ejecutarlas correctamente. El material didáctico debiera permitir que los alumnos desarrollen una 'tolerancia para la ambigüedad [Khun, 1972] y momentos de coraje y perseverancia que den frutos.

En su actual investigación sobre 'Desarrollo de diseños educativos flexibles' para el Centro de Tecnología Educativa de la Universidad de Vanderbilt, D.Schwartz sostiene que 'para optimizar la eficacia del diseño educativo es fundamental que el diseño se ajuste a los principios esenciales de aprendizaje y también a las necesidades, aptitudes y recursos de la comunidad educativa y empresarial-profesional'.

Por último, D. Jonassen, en la Universidad de Pensilvania, trabaja desde el constructivismo para fomentar la solución de problemas en dominios definidos de manera insuficiente. Interesa este enfoque pues es la forma en que mayormente se plantean los problemas en las empresas de nuestros ingenieros. En contraposición a la concepción objetivista que establece que los conocimientos pueden ser transferidos, usando tecnología o no, por los profesores a los alumnos, la concepción constructivista establece que el conocimiento es elaborado individualmente por cada alumno basándose en sus propias experiencias, por lo que la enseñanza debiera consistir en experiencias que faciliten la elaboración del significado. Así, la diferencia básica entre constructivismo y objetivismo es que los problemas dirigen el aprendizaje, en lugar de servir como ejemplo o aplicación de los conceptos previamente impartidos.

Un entorno tecnológico constructivista requiere, según Jonassen, tres componentes:

- un escenario del problema
- una representación o simulación del problema
- un espacio de manipulación del problema que proporcione los elementos necesarios para que el alumno lleve a cabo las interacciones transformadoras, experimente y pueda ver inmediatamente los resultados.

Muchas veces es suficiente, en el caso de problemas mal estructurados con que los alumnos articulen soluciones y desarrollen un razonamiento coherente que las respalde [Jonassen, 1997]. Otro problema lo presentan los alumnos principiantes, que carecen de experiencia, por lo tanto la ayuda que debieran brindarles los simuladores de toma de decisión es proporcionarles referentes de comparación. Cuando los seres humanos se enfrentan por primera vez a un problema buscan inicialmente en sus recuerdos casos similares, tratando de reconfigurar la experiencia previa dentro del problema actual [Polya, 1997]. Al suministrarles ejemplos relacionados en un entorno de aprendizaje le permitimos comparar ese conjunto de experiencias (a falta de las propias) con el problema.

Para esto es necesario reunir casos representativos que tengan contexto y solución similar al problema actual, identificando las enseñanzas que pueda aportar [Kolodner, 1993]. Para lograr flexibilidad cognitiva, los ejemplos deben ofrecer diversidad de perspectivas sobre el caso (pensamiento divergente) para que mediante contrastación los alumnos elaboren interpretaciones propias.

Independientemente del bagaje experiencial, se necesita información para elaborar modelos mentales e hipótesis de solución. Parte de la misma está incluida en la presentación del problema y el resto conforma el entorno (documentos textuales, animaciones, videos etc. ). Internet es el conector por excelencia al mayor depósito de información, pero muchos entornos de aprendizaje incorporan enlaces hipertextuales indiscriminadamente. Como los alumnos generalmente no poseen la formación adecuada para evaluar y filtrar la información accedida, la falta de relevancia y/o organización de esta información les puede provocar confusiones en la reflexión necesaria para resolver el problema. Es así que para aquellos alumnos que no tengan o sean insuficientes, las aptitudes necesarias para encarar el problema será necesario proporcionarles herramientas cognitivas que refuercen estas capacidades.

Estas herramientas cognitivas fueron definidas como aquellas herramientas que facilitan los procedimientos cognitivos ampliando una serie de funciones que ayuden al alumno a representar mejor lo que sabe, lo que está aprendiendo (modelización de conocimiento estático y dinámico) o la reagrupación de información necesaria para solucionar problemas [Kommers, Jonassen y Mayer, 1992].

## **Identificación de los indicadores válidos dentro del conjunto de indicadores planteados por las investigaciones didácticas llevadas a cabo en la etapa tecnológica precedente**

En nuestro caso, el problema educativo de la capacitación de ingenieros en la toma de decisiones (siendo éste el requerimiento del mercado laboral) podría resolverse mediante el uso de simuladores en toma de decisiones, siempre que se verifique en su construcción la presencia de los elementos didácticos requeridos en el diseño educativo. La estrategia o esquema especificará qué principios se utilizan para resolver la problemática educativa detectada y de qué manera estructura la acción didáctica en la aplicación. La variante de nuestro problema es que las aplicaciones de simulación de decisiones nacieron de un equipo de profesionales en los que no intervienen o lo hicieron muy raramente, profesionales de la educación. Estas aplicaciones fueron creadas para uso dentro de las empresas, en sesiones individuales de acuerdo al tiempo disponible de cada profesional, con una orientación netamente práctica planteando problemas propios del puesto de trabajo y las competencias exigidas.

Dentro del marco de la Tecnología Educativa, es posible identificar indicadores didácticos definidos por sus investigadores desde tempranos momentos, pero al referirse este trabajo a una tecnología de reciente aparición, se han seleccionado aquellos que han sido planteados en la última década como 'aplicables', teniendo en cuenta su validez para ser aplicados tal como fueron definidos o redefinidos para simuladores centrados en aprendizaje. A partir de los conceptos e indicadores de software educativo propuesto por Cabero y Sancho, y de los propuestos por Perkins, se identificaron aquellos que son válidos para el diseño didáctico de los simuladores interactivos tal como fueron definidos por estos investigadores y se reformularon aquellos otros que por razones del avance tecnológico han perdido vigencia pero son reutilizables. Se tomaron como suministradores de conceptos e indicadores los listados de Cabero y Sancho por ser los más completos y porque se encuentran incluidos total o parcialmente en los conceptos e indicadores listados con posterioridad por investigadores de las Ciencias de la Educación tales como Marques, Hannafin, Bou Bauza, Pina Bartolomé y Cataldi, entre los más importantes. Se agregan los conceptos e indicadores de Perkins porque son planteados desde la teoría de la comprensión y son por lo tanto complementarios a los de Cabero y Sancho.

### **A.- Indicadores del objetivo didáctico planteados desde la Tecnología Informática Educativa formulados anteriormente por los autores mencionados, e identificados en este trabajo como actualmente validos y utilizables para el diseño de simuladores**

1. Calidad del sonido
2. Calidad y tamaño de gráficos
3. Sincronización imagen-sonido
4. Calidad de uso de herramientas de diseño y construcción
5. Variedad de presentaciones
6. Calidad de animaciones
7. Duración
8. Secuenciación y estructuración de contenidos

9. Originalidad de presentación
10. Velocidad de presentación
11. Intuitividad
12. Menús de ayuda

**B.- Indicadores del objetivo didáctico planteados desde la Pedagogía formulados anteriormente por los autores, e identificados en este trabajo como actualmente validos y utilizables para el diseño de simuladores**

1. Nivel de actualización de contenidos
2. No redundancia de contenidos
3. Calidad científica de contenidos
4. Conocimientos previos requeridos
5. Inclusión de ejemplos y tutoriales
6. Síntesis de aspectos significativos
7. Favorecimiento del proceso de aprendizaje
8. Claridad de la información
9. Claridad de explicaciones
10. Adaptación al currículum
11. Adecuación a características de desempeño de los alumnos
12. Adecuación del vocabulario al ámbito profesional
13. Adecuación al nivel cognitivo alcanzado por el alumno
14. Adecuación de contenidos a los requerimientos académicos
15. Explicitación de los objetivos o logros esperados
16. Relación entre contenidos y evaluación
17. Relación entre contenidos y objetivos
18. Vinculación de conceptos nuevos y viejos
19. Legitimar conceptos o procedimientos haciendo comprobaciones contra el resultado esperado

**C.- Indicadores del objetivo didáctico para el diseño de simuladores planteados desde la Tecnología Informática Educativa, reformulados o definidos en este trabajo**

1. Rápida respuesta a la acción seleccionada
2. Rápida respuesta a los pedidos de mayor información
3. Recursos técnicos para captar la atención (realidad virtual...)
4. Interacción con archivos en la Web
5. Registro de paginas visitadas (en caso de enlace con Web)

6. Uso de índices de contenido disponibles
7. Uso de hipertexto
8. Información textual auxiliada por recursos multimediales
9. Utilización de etiquetas indicadoras de la disponibilidad de ayuda
10. Aptitud de uso para discapacitados
11. Facilidad de aprendizaje del manejo
12. Comodidad de manejo
13. Almacenamiento persistente de respuestas del usuario para deducir su comportamiento
14. Selección reflexiva de las opciones o caminos alternativos
15. El usuario puede navegar libremente con un esquema de etapas claro para cumplir objetivos mediante caminos alternativos (Secuencialidad no inducida)
16. Retroalimentación (poder volver atrás y plantear otra estrategia por reflexión de lo actuado)
17. Coherencia de estilo gráfico
18. Zonas estables en la pantalla
19. Cambios de fondos
20. Movimiento de ángulos de visión
21. Uso de planos
22. Tamaño y fuentes acordes y estables
23. Composición simple
24. Descomposición del argumento (escenas no recargadas...)
25. Realismo del escenario simulado
26. Encuadre (los planos de detalle aportan información relevante, se adecuan a la sensación que se quiere transmitir, los encuadres generales aportan descripciones significativas)
27. Contraste (diferencia entre fondo y objetos, opciones de menú o texto con formas y colores que resaltan)
28. Distribución (zonas diferenciadas en la pantalla, elementos que no compitan por el protagonismo)
29. Diversificación (todas las pantallas parecen diferentes..)
30. Profundidad (uso de perspectiva para eliminar la pantalla plana)
31. Originalidad de menús y recursos
32. Es posible el trabajo colaborativo
33. La presentación de la evaluación es clara
34. Se identifica la actuación individual respecto a la del grupo
35. Los resultados de la evaluación pueden desglosarse
36. Es posible grabar la situación y retomarla
37. Claridad y completitud de la exposición del problema y escenarios

38. Las herramientas y recursos pueden ser generados o seleccionados, organizados e integrados
39. Posibilidad de experimentación/exploración
40. Posibilidad de selección de métodos válidos de solución
41. Reintento hasta alcanzar niveles adecuados
42. Consistencia y pertinencia de los casos recuperados
43. Categorización de casos: activos, archivados, no resueltos, borradores..
44. Identificación de preguntas o acciones que no son usadas por ningún caso
45. Distribución de los casos (valores máximos y mínimos de un campo, la desviación estándar etc.)
46. Feedback de errores en el momento adecuado, como consecuencia de acciones o como consejo en opciones de ayuda
47. Profundización progresiva
48. Evaluación previa antes de hacer público el resultado
49. Los resultados de las decisiones son evidentes: cumplimiento total o parcial del objetivo, o fracaso

**D.- Indicadores del objetivo didáctico planteados desde la Pedagogía para el diseño didáctico de simuladores, reformulados o definidos en este trabajo**

1. Alcance de logros intermedios
2. Información temática abundante pero no repetitiva (que permite jugar con la exploración de conceptos)
3. Complejidad congruente con los conocimientos informáticos previos requeridos
4. Informe del equipo de diseño sobre aspectos didácticos tenidos en cuenta en la construcción
5. Cumplimiento de la estrategia de formación exigida por el medio laboral
6. Las problemáticas presentadas son una buena representación de la realidad profesional
7. Se puede apreciar una evolución en la calidad de las decisiones por retroalimentación (se incorpora....se aprende....)
8. Las decisiones tienen distinto peso
9. Las opciones son de nivel equivalente
10. Se han diseñado muchos ciclos con variedad de estrategias
11. El alumnos saca conclusiones correctas de las decisiones tomadas
12. Las situaciones a resolver no son demasiado fáciles o difíciles sino evolutivas
13. La estrategia de toma de decisión planteada esta de acuerdo al perfil del usuario, contenidos, etc.
14. Motivación a la iniciativa y decisiones propias



15. Se evalúan gran cantidad de factores a tener en cuenta en una decisión (estilos, estrategias metodológicas, actitudes etc.)
16. Planteo de problemas realistas
17. Aprendizaje autodirigido
18. Razonamiento divergente y perspectivas múltiples, especialmente para la resolución de conflictos
19. Pertinencia y significatividad del problema
20. Características de un nuevo caso no muy similares a otros existentes
21. Cantidad de preguntas (casos con pocas preguntas pueden coincidir más fácilmente y erróneamente que aquellos con muchas preguntas)
22. Análisis de distribución de preguntas
23. Coherencia de subconjunto de casos

En los indicadores reformulados o definidos en [C] y [D] los principios sostenidos desde las teorías pedagógicas y la didáctica son, entre otros: función motivadora de los medios (Salinas Ibañez), zona de desarrollo próximo (Vigotskii), aprendizaje por descubrimiento (Ausubel), aprendizaje por descubrimiento dirigido (Gagne), habilidades básicas requeridas (Winetka- pedag. activa Dewey), conocimientos previos (Ausubel), la realidad al aula (Winetka), aprendizaje para la comprensión (Perkins), leyes gestálticas (Smith y Mosier- Normas ISO 9241/11064), Método de Proyectos (Sainz, Pedag. activa Dewey), conflicto cognitivo (Piaget), conflicto conceptual (Nussbaum y Novick), aprendizaje significativo (Ausubel).

Afortunadamente la Didáctica y la Tecnología Educativa, consideradas éstas como el conjunto de principios y normas de enseñanza y aprendizaje con orientación hacia la práctica [Contreras, 1990], han construido por acumulación y refinamiento desde hace más de medio siglo, una piedra angular de conceptos e indicadores, si bien no aplicables directamente a las tecnologías de simulación multimediales actuales, lo suficientemente sólidos en su enunciación para ser redefinibles (o actualizables, según se prefiera) para estas nuevas tecnologías. El resultado de este trabajo ha sido, además de la identificación de esta deficiencia, la redefinición/actualización de esos indicadores, de modo que en las metodologías de diseño de simuladores de capacitación y experimentación en la toma de decisiones que se propongan desde la Ingeniería del Software, sean incluidos y hagan del software (simulador) producido, una alternativa 'didáctica' utilizable durante la formación universitaria.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Reigeluth Ch. (2000): *Diseño de la Instrucción, teorías y modelos*, Madrid, Santillana
- Schank R. – (2000): *Aprender a través de la Práctica*, en <sup>1</sup> Reigeluth Ch. *Diseño de la Instrucción, teorías y modelos*, Madrid, Santillana
- Schank R. y Macpherson K.- (1993): *The design of goal-based scenarios*, Illinois, Northwestern University Press
- Schank y Abelson –(1987): *Guiones, planes, metas y entendimiento*, Barcelona, Paidós.
- Riesbeck C. – (1999): *Inside Case-based reasoning*, NJ, Erlbaum Ed.

- Watson I. – (1999): *Case-Based Reasoning*, in The Knowledge Engineering Review No. 9
- Althoff K. –(1995): *A Review of Industrial Case-based Reasoning Tools*, Oxford Press
- Sycara K. –(1995): *A case-based tool for Engineering Design*, International Journal of Expert Systems No. 4
- Shank R.- (1998): *What we learn when we learn ‘by doing’*, NorthWestern University Press
- Khun T.- (1972): *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago University Press
- Kolodner J.- (1993): *Case-based Reasoning*, California, Kaufmann
- Jonassen D.- (1997): *Instructional Design Model for Well-structured and Ill-structured Problem Solving Learning Outcomes-* Educational Technology No. 45
- Kommers, Jonassen y Mayer –(1992): *Cognitive Tools for Learning*, Alemania, Springer-Verlag
- Polya M.- (1997):*How to Solve it*, NY, Doubleday
- Cabero J. –(1996): *Investigaciones sobre la Informática*, Barcelona, PPV
- Sancho J.- (1996): *Para una Tecnología Educativa*, Barcelona, Horsori
- Cataldi Z.- (2001): *Diseño y Evaluación de Programas Didácticos Hipermediales*. Tesis para Magister en Docencia Universitaria, UTN, Bs.As..
- Hannafin M.-(1997): *Student-centered learning and interactive multimedia:status, issues and implications*, Contemporary Education No. 68
- Bou Bauza, Guillem.- (1997): *El Guión Multimedial* – Barcelona, Servei de Publicacions, Universitat Autònoma de Barcelona
- Perkins D.- (1994): *A new look in representations for science learning*, Instructional Science No. 22
- Piaget.- .-(1978): *La Equilibración de las Estructuras Cognitivas*,Madrid, Ed. Siglo XXI..
- Salinas Ibañez J.- (1997):*Nuevos ambientes de aprendizaje para una sociedad de la información*, Pensamiento Educativo N° 20
- Vigotzkii L.- (1978): *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*, Harvard University Press.
- Gagne R. – (1983): *Los Campos del Aprendizaje*, La Educación Hoy, Madrid
- Ausubel D. – (1976): *Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo*, Trillas, México.
- Smith S. y Mosier J. – (1996): *Guidelines for Designing User Interface Software*, Ma, MITRE Corp
- Sainz F.- (1966): *El método de Proyectos*, en Métodos de la Nueva Educación(comp.), Losada, Bs.As
- Nussbaum y Novick .- (1987): *Alternative Frameworks: conceptual conflict and accomodation*, Instructional Science No. 11.