

INSTRUCCIÓN PARA LA TRANSICIÓN COGNOSCITIVA: EL CASO DE FÍSICA*

BASCONES, J.

CENAMEC. Apartado 75055. El Marques. Caracas 1070. Venezuela.

* Trabajo parcialmente financiado con la ayuda del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas.

SUMMARY

Results of the evaluation of an instructional system which take account of how past experiences and knowledge influence perception, communication and learning are presented.

Experimental activities, problem solving, and discussion period for contrasting previous and new learning have been emphasized in the instructional design. Instructional strategies such as conceptual maps, Gowin's heuristic V and problem solving have been used.

The instructional system was evaluated with a sample of 76 secondary school. The selection was based on previous knowledge of optics and the determination of misconceptions in cognitive structure of the same population. Results show relevant differences in tests between controlled and experimental groups.

JUSTIFICACIÓN

Durante los últimos años ha habido un interés considerable en determinar los factores que tienen predictivo o que se correlacionan con el logro del aprendizaje en Física. Se han realizado estudios para analizar los mecanismos cognoscitivos que permiten resolver problemas de manera efectiva en dominios específicos de la Física (Simon y Simon 1978; Larkin y Reif 1979; Chi, Feltovich y Glaser 1981; Reif y Heller 1982) al estudiar la relación entre el razonamiento formal tal como lo define Piaget y el aprendizaje de Física (Cohen et al. 1978; Liberman y Hudson 1979), al estudiar los procesos cognoscitivos que conducen al aprendizaje de Física (Arons 1983); al proponer modelos instruccionales para el cambio conceptual (Posner et al. 1982) y a aumentar la capacidad de resolver problemas de los alumnos (Bascones y Novak 1985).

Reportes sobre la correlación existente entre el razonamiento formal y aprendizaje de Física cubren un amplio espectro, van desde «ningún o pequeño efecto» hasta «efectos muy marcados» lo cual sugiere que es posible que haya diferencias entre la población de estudiantes, entre los abordajes instruccionales, o entre ambas. Los resultados obtenidos en las investigaciones que venimos realizando sobre el desarrollo de las habilidades para resolver problemas apuntan, en algunos casos, hacia la necesidad de una transición cognoscitiva de un esquema de creencias a otro esquema de mayor poder explicativo.

Desde el punto de vista de la selección de los contenidos de Física con propósitos instruccionales, el énfasis mayor se ha puesto en la estructura del conocimiento que se tiene que enseñar. Sin embargo, hay un interés

cada vez mayor a estudiar las imágenes que los estudiantes poseen sobre la Ciencia, previas a la instrucción formal en un tópico determinado. Hay evidencias abundantes en la literatura especializada. En las dos últimas décadas se han producido cambios en dos campos de gran importancia en la Educación en Ciencias. La Psicología del aprendizaje se ha liberado de la dominación del conductismo para evolucionar hacia una ciencia cognoscitiva que enfatiza el papel que desempeñan los conceptos y esquemas conceptuales en la construcción del significado. La Epistemología, dominio de la Filosofía relacionado con la naturaleza y producción del conocimiento se ha alejado del punto de vista empiricista y positivista hacia una posición construccionista donde la Ciencia no se ve como una búsqueda constante de «la verdad», sino como la arquitectura de modelos de gran parsimonia que explica un espectro cada vez más amplio de fenómenos. Su característica más resaltante es el énfasis en el papel que desempeñan los conceptos en la creación de conocimientos nuevos; es decir, el conocimiento no se origina simplemente de la experiencia, sino en la interacción entre la experiencia y los esquemas conceptuales que posee el individuo. Esta interacción, en relación a la solución de problemas, tiene las siguientes características:

1. Los problemas se generan debido a los conceptos que se tienen. No emergen de la experiencia, sino que son el producto de la discrepancia entre las expectativas generadas por los conceptos que poseemos y la capacidad de explicar los fenómenos.
2. La validez de la solución de los problemas se juzga en función de los conceptos que poseemos. La solu-

ción de un problema no sólo debe explicar o predecir el fenómeno, sino que debe ser consistente con otros conocimientos.

3. Los conceptos son prerequisites para la observación. Ésta se hace en función del marco conceptual que poseemos, tiene que ver con las ideas y los sentidos. Las personas que se asoman al mundo con diferentes ideas, lo perciben de diferente manera.

Las implicaciones que ello tiene para el aprendizaje (Driver y Bell 1985) podemos resumirlas de la siguiente manera:

i) Los seres humanos fijan sus metas intelectuales. Ello significa que «el locus de control» de la conducta está en el individuo. Es decir, el aprendizaje no es una respuesta pasiva a las condiciones determinadas por el entorno, sino que se produce como una respuesta a la interacción activa entre el individuo y su ambiente.

ii) Como consecuencia de lo anterior, el conocimiento es construido por los seres humanos a través de la interacción social y las experiencias con el ambiente.

iii) Los significados que el individuo se construye están influidos por la estructura del conocimiento y las creencias que posee.

iv) La construcción del significado es un proceso activo.

v) El aprendizaje de Ciencias involucra una transición cognoscitiva. Esto puede significar o la ampliación de una creencia, de tal manera que pueda interpretar nuevos fenómenos, o bien una reestructuración básica de ella. Así el proceso de aprendizaje es fundamentalmente el de relacionar la experiencia con los conceptos que se poseen. El estudiante que aprende es aquel que comprende una idea (la sitúa de una manera no arbitraria en su estructura cognoscitiva), la valora (la confronta con un patrón apropiado de evidencia) y juzga su consistencia con otros conceptos. Esto último puede implicar una alteración completa de su marco conceptual.

La importancia que lo expuesto anteriormente tiene para propósitos instruccionales, desde el punto de vista del profesor en ejercicio, nos ha llevado a proponer un modelo prescriptivo para ser utilizado en la planificación de la instrucción, destinado a promover la transición cognoscitiva en el estudiante. De esta manera estará en capacidad de usar los esquemas aceptados por la comunidad científica en la interpretación de ciertos fenómenos y en la resolución de problemas diferenciando el lenguaje coloquial del lenguaje científico.

CARACTERÍSTICA DEL SISTEMA INSTRUCCIONAL PROPUESTO

El sistema instruccional tradicional coloca al alumno en la situación de receptor pasivo de la información que le trasmite el profesor. En el modelo que estamos de-

sarrollando el estudiante crea su conocimiento y en consecuencia lo hace parte de su mundo. El producto de esa creación y los significados que de ella se desprenden dependen de varios factores que hemos incorporado al sistema (Bascones 1986), entre los cuales se encuentran los siguientes:

i) *La motivación*, a la que hemos definido como el conjunto de factores afectivos que inducen al individuo a interesarse por distintos campos del conocimiento, incluyendo la disposición a aprender.

ii) *El estilo cognoscitivo*, considerado (Messick 1976) como la forma de lograr metas intelectuales, lo suficientemente general para ser característico de un segmento grande de la actividad humana y que lo distingue de otros individuos que persiguen la misma meta.

El estilo cognoscitivo representa la forma con que el individuo opera en el aprendizaje verbal, en la formación de conceptos y en la solución de problemas. No importa cuánto tratemos de uniformar nuestra enseñanza y entrenamiento, siempre hay una característica idiosincrática que distingue un estudiante de otro.

iii) *La existencia de una situación externa problemática* en la cual, a pesar de tener todos los elementos para su interpretación y explicación nos encontramos en primera instancia incapacitados para ello. No obstante, al establecer las conexiones entre diferentes aspectos de esa situación y el conocimiento pertinente que existe en la estructura cognoscitiva se logra resolver el problema y por ende, construir nuevos conocimientos.

Actividades de aprendizaje y estrategias instruccionales

Hemos dado énfasis a dos aspectos que han sido considerados muchos años como equivalentes y los cuales consideramos muy importantes para que se produzca la transición cognoscitiva. Son las actividades de aprendizaje y las estrategias instruccionales. Partiendo de la premisa de que ambas son complementarias, deben regirse por el siguiente conjunto de criterios:

i) *Adecuación*: las estrategias seleccionadas deben ser las que garanticen mejor éxito en el logro del cambio conceptual y en la construcción del conocimiento. En este sentido, es conveniente recordar que las investigaciones realizadas hasta el momento indican que las concepciones falsas son resistentes a la instrucción tradicional. No obstante, una estrategia probada puede ser apropiada cuando pertenece a un conjunto estructurado de estrategias, siendo éstas, como un todo, las que cumplen el criterio.

ii) *Pertinencia*: estrategias que favorecen el uso del material instruccional relacionado con la vida diaria, dentro del ámbito donde se desenvuelve el estudiante, en forma tal que facilite la interacción con su estructura cognoscitiva.

iii) *Disonancia*: Según Posner y otros (1982) para que un cambio conceptual se produzca es necesario que

exista un conflicto entre la idea que se tiene y la que se va a adquirir. En consecuencia, las estrategias instruccionales deben permitir el uso de actividades que pongan en evidencia dicha incongruencia.

Entre ellas podemos citar la solución de problemas, (Bascones y Novak 1985), la construcción de mapas conceptuales y la utilización la V epistemológica de Gowin para la génesis del conocimiento (Novak y Gowin 1984) y actividades de laboratorio donde el alumno sienta la necesidad de controlar variables, de efectuar mediciones con mayor precisión, de determinar bajo qué condiciones son válidos sus resultados y de buscar métodos para obtener conclusiones de mayor generalización. En estos laboratorios no existen guías de práctica estructuradas que semejen recetarios de cocina, sino planteamiento de problemas que despierten en el estudiante el interés por la investigación por constituir un desafío a su comprensión. Ellos están destinados a dar respuestas a preguntas, a resolver problemas y a establecer relaciones funcionales entre variables.

EVALUACIÓN DEL MODELO

El modelo que proponemos fue utilizado el curso de Física de Primer año de Ciencias de Educación Media y Diversificada en el dominio específico de Óptica Geométrica en los siguientes contenidos:

1. Fenómenos luminosos

1.1. Origen macroscópico de la energía luminosa. Fuentes de luz.

1.2. Propagación de la luz en un espacio homogéneo e isótropo: Vacío o no. Propagación rectilínea de la luz.

2. Modelos

2.1. Explicación de la propagación: Modelo corpuscular y modelo ondulatorio.

2.2. Simplificación de «rayos» asociados a los modelos.

3. Uso y limitaciones de los modelos para explicar los fenómenos luminosos

3.1. Reflexión; 3.2. Refracción; 3.3. Dispersión y color; 3.4. Difracción; 3.5. Interferencia.

4. Formación de imágenes

4.1. Imágenes en espejos; 4.2. Imágenes en lentes; 4.3. Imágenes en instrumentos ópticos.

5. Percepción de la luz. Mecanismos de la visión

Fue evaluado para contestar las siguientes preguntas:

1. ¿Hasta qué punto los estudiantes cambian sus creencias como resultado del sistema instruccional?

2. ¿En qué medida aumenta la disposición a aprender bajo la influencia del sistema instruccional?

3. ¿En qué medida las estrategias instruccionales y las actividades de aprendizaje contribuyen a la construcción del conocimiento?

4. ¿Cómo se relaciona el cambio de creencias con el número de problemas de Física que el alumno es capaz de resolver?

Se utilizaron los resultados obtenidos en un estudio diagnóstico que realizamos previamente (Bascones 1987) el cual permitió seleccionar los profesores que intervendrían en el ensayo instruccional. De acuerdo con este diagnóstico la selección de dichos profesores se hizo en base a la eficiencia definida por Millman (1984) tomando como covariable la puntuación obtenida en una prueba de conocimientos de Matemáticas. Dicha prueba se aplicó antes de la intervención, obteniéndose la nota ajustada de Física para así determinar el índice de eficiencia de cada uno de los profesores. Estos estuvieron concentrados en dos ciclos diversificados de la ciudad de Maracay, siendo experimentado desde el punto de vista metodológico a inicios del año escolar y supervisados periódicamente durante el transcurso del mismo.

En cada uno de dichos planteles, se utilizó un diseño experimental del tipo Solomon de cuatro grupos, seleccionando al azar los alumnos que conformarían las secciones involucradas en el estudio, tomando la precaución de que la edad promedio de cada uno de los grupos fuera la misma. Este diseño fue seleccionado fundamentalmente para evitar el efecto del pre-test en las variables consideradas.

El adiestramiento de los profesores consistió en la adquisición de las habilidades pertinentes al manejo y administración de los mapas conceptuales y la V epistemológica de Gowin, como recursos didácticos para la actividad de laboratorio y solución de problemas, y el uso de éstos como herramientas de evaluación, para determinar la evolución de la estructura cognoscitiva de los alumnos.

Se seleccionaron las actividades de laboratorio más apropiadas para producir la disonancia cognoscitiva (Posner 1984), en relación a los patrones de concepciones erradas que fueron detectadas en el mencionado estudio diagnóstico. Éstas son:

A. La luz se propaga en línea recta en el espacio, por ser éste un medio transparente.

B. La luz se refleja diferente en distintos medios.

C. Las lentes (algunas) aumentan el tamaño de las moléculas. Por eso las lupas sirven para aumentar el tamaño de las letras y los microscopios el tamaño de los objetos que no se ven a simple vista.

D. Las imágenes se forman en la superficie de los espejos y en la línea de visión del observador. Su tamaño depende de donde se coloque el observador.

E. El fondo de las piscinas se ve más cerca de lo que en realidad está porque el agua aumenta el tamaño de los objetos.

F. Los medios transparentes permiten que el rayo de luz siga recto sin desviarse.

G. La marcha del rayo de luz es la siguiente: fuente de luz-ojo-objeto a ver.

H. Cuando un objeto intercepta la marcha del rayo de luz, inmediatamente lo desvía y se forma una sombra. Eso es independiente de que el objeto sea transparente, opaco o posea otra cualidad.

HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

1. Los patrones de concepciones erradas en el área de Óptica Geométrica (CEOG) presentes en la estructura cognoscitiva del alumno evolucionan cuando son sometidos a un sistema instruccional para el cambio conceptual (SICC).

2. La condición socioeconómica, la motivación al logro, la necesidad de conocer, la edad y el rendimiento en Matemática son predictores del rendimiento en Óptica.

3. Existen diferencias significativas en el rendimiento en Óptica de los alumnos debido al SICC.

4. Existen diferencias significativas en relación al número de problemas de Óptica que los alumnos son capaces de resolver debido al SICC.

5. El número de problemas de Óptica que el alumno puede resolver está relacionado con el número de concepciones erradas presentes en su estructura cognoscitiva.

INSTRUMENTOS UTILIZADOS

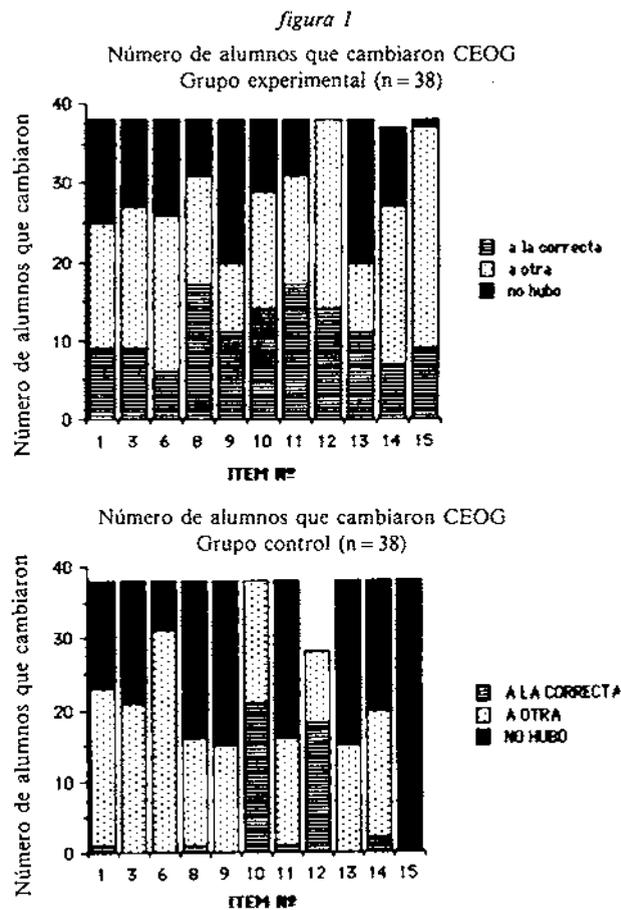
Para probar las hipótesis se utilizaron: el cuestionario DICEOG, desarrollado por la investigadora para la determinación de los patrones de concepciones erradas (Bascones 1987); un cuestionario que mide el conocimiento de Matemática (OPSU-CENAMEC); las adaptaciones venezolanas de la escala Mehrebian para la motivación al logro (Bustamente 1981); la escala NECOG para la necesidad de conocimiento (Romero 1984) y del cuestionario GRAFARD para determinar el estatus socioeconómico del estudiante.

El cuestionario DICEOG consta de 20 preguntas, 11 de las cuales tienen incorporadas las concepciones erradas como una de las alternativas a considerar, según se puede observar en la siguiente tabla:

C. Err. Incorp.	Tópico	Ítem n°	N° de Ítem
A	Propagación de la luz	1	1
F	Propagación de la luz	11	1
G	Propagación de la luz	15	1
B	Reflexiones de la luz. Espejos	9	1
D	Reflexiones de la luz. Espejos	12,8,3,	3
C	Lentes. Formación de imágenes	14	1
E	Refracción de la luz	6	1
H	Objetos opacos	13,10	2
Total			11

RESULTADOS OBTENIDOS

1. El Sistema Instruccional para el cambio conceptual SICC, que estamos proponiendo es efectivo para el cambio conceptual de determinados patrones de concepciones erradas. No obstante, se observa que hay algunas que cambiaron en menor grado que otras y otras que no cambiaron a consecuencia de la intervención, lo cual se muestra en la figura 1.



En ellas se pueden ver el número de alumnos cuyas concepciones experimentaron cambio en la concepción correcta, manifestada por la selección de la alternativa correcta en el respectivo ítem de la prueba, y en el número de alumnos en los cuales no hubo cambio conceptual, manifestado ya sea porque no hubo cambio en la selección de la alternativa, o porque la nueva selección fue otra alternativa incorrecta. El análisis de ambos gráficos nos indica que en la mayoría de los ítems que tienen incorporadas las concepciones erradas como una de sus alternativas, (con excepción del ítem 10 y 12) hubo una mayor regresión de la concepción errada en el grupo experimental en comparación con el grupo control.

El análisis del cambio, de una alternativa errada a otra también errada, en los diferentes ítems indicó que con excepción del ítem 15, dicho cambio no se manifestó

en una forma consistente a otro patrón específico, no mostrando una tendencia que pusiera de manifiesto aspectos en los cuales habría que insistir en la instrucción.

En el ítem 15, se pudo observar que el cambio se produjo, tanto en el grupo experimental como en el grupo control, de una manera específica. En el ítem considerado hubo cambio de alternativa seleccionada lo cual nos indica que probablemente la concepción errada subyacente en una de las alternativas también es válida para la otra, (alternativa B y E, ítem 15). En consecuencia, ello indica la necesidad de hacer una revisión de dicha pregunta en el cuestionario DICEOG.

2. De las variables consideradas como posibles predictoras del éxito del SICC, sólo dos de ellas, la puntuación en la prueba OPSU-CENAMEC y la edad del estudiante, resultaron como tales. La condición socio-económica no lo fue, lo cual parecería estar en contradicción con resultados de estudios realizados en el país, especialmente, los de la prueba de aptitud académica de la OPSU. Ello podría explicarse por el hecho de haber realizado la investigación en dos planteles educacionales oficiales del área urbana de la ciudad de Maracay donde el espectro socioeconómico representado es más cerrado.

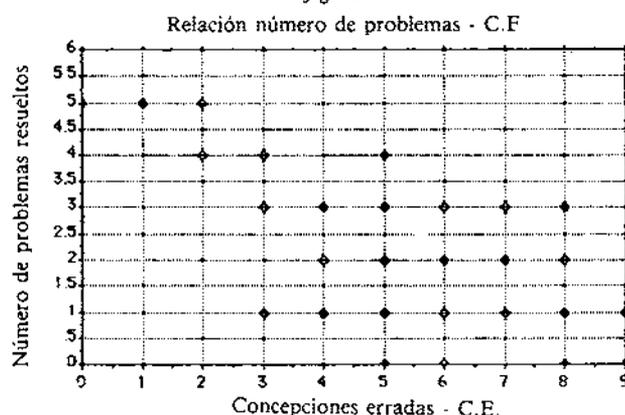
3. Las variables n logro y NECOG fueron modificadas a través de la investigación y no resultaron predictoras del rendimiento en Óptica, según se pudo determinar haciendo el análisis estadístico de regresión escalonada. Este resultado parece no coincidir con los reportados por Romero García (1980, 1981, 1982) en algunos de sus trabajos de investigación. Esto podría explicarse porque el cuestionario de la escala Mehrabian utilizado fue adaptado en Venezuela a una muestra de estudiantes de educación superior y nosotros lo hemos utilizado con estudiantes de educación media. No obstante, los resultados obtenidos acerca de la modificación de la motivación como consecuencia de la intervención coinciden con los reportados por Morales de Romero y Salom de Bustamante (1984).

4. El número de problemas que el estudiante es capaz de resolver está relacionado con la presencia de concepciones erradas en su estructura cognoscitiva. Ello indica, una vez más, que aquellos estudiantes que tienen un esquema conceptual más amplio son más capaces de resolver problemas que aquellos que no lo tienen lo cual se puede ver en la figura 2. Allí se muestra gráficamente la relación que existe entre el número de problemas que los alumnos pueden resolver y el número de concepciones erradas presentes en la estructura cognoscitiva de los alumnos.

Se puede ver que existe una correlación negativa entre el número de concepciones erradas presentes en la estructura cognoscitiva del alumno y el número de problemas que el estudiante es capaz de resolver, lo cual nos indica que, en la resolución de determinados tipos de problemas, es tan importante la adquisición de una

estructura conceptual apropiada como la existencia de habilidades numéricas. El coeficiente de correlación es -0.71 .

figura 2



Recomendaciones

Los resultados de este estudio sugieren un conjunto de recomendaciones para consideraciones futuras, que hemos dividido en dos clases: instruccionales y de investigación.

Desde el punto de vista de instruccional es recomendable:

1. Planificar actividades dirigidas a aumentar la necesidad de conocer y la motivación al logro.
2. Utilizar el laboratorio como un recurso instruccional donde el estudiante construye su conocimiento a la vez que resuelve problemas.
3. Utilizar la discusión en pequeños grupos y la construcción de mapas conceptuales como estrategias instruccionales para el fortalecimiento de la estructura cognoscitiva.

Desde el punto de vista de investigación es recomendable:

1. Hacer un análisis detallado de los patrones de concepciones erradas que no cambian, enfocándolo desde el punto de vista del posible origen de las mismas, para determinar los factores que inciden en la resistencia al cambio.
2. Abrir el abanico de las clases socioeconómicas involucradas en el estudio, para determinar si realmente esta variable no condiciona en la influencia que un determinado sistema instruccional ejerce sobre el rendimiento académico.
3. Desarrollar un cuestionario de actitudes hacia el aprendizaje de Física.
4. Estudiar si los cuestionarios NECOG y n logro se adaptan a las edades de los estudiantes de Educación Media, ya que la adaptación venezolana con la cual contamos fue adaptada utilizando estudiantes de nivel superior.

Agradecimiento

La autora agradece las sugerencias dadas por José María Sebastián en el seminario de investigación en el cual se presentó el presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARONS, A.B., 1982. Cultivating cognitive process conducive to the learning of Physics. *Paper presented at the International Seminar on Physics Education*. (IDEA: Caracas, Venezuela).
- AUSUBEL, D., NOVAK, J.D. y HANESIAN, H., 1978. *Educational Psychology: a cognitive view*. (Rinehart & Winston).
- BASCONES, J., 1982. *Perspectiva ausubeliana de un currículum de Física*. (CENAMEC).
- BASCONES, J., 1983. Instrucción para la solución de problemas. *Informe de investigación sin publicar*. CENAMEC.
- BASCONES, J., 1986. *Instrucción para el cambio conceptual*. Trabajo presentado en la 2ª Jornada de Investigación Educativa celebrada en Maturín, Venezuela.
- BASCONES, J., 1987. *Diagnóstico de conocimientos de Óptica de los alumnos de Primer año del Ciclo Diversificado de Ciencias*. Informe de investigación. Financiamiento SI-1538. CONICIT. CENAMEC.
- BASCONES, J., NOVAK, J.D., 1985. Alternative instructional system and the development of physics problem skills. *European Journal of Science Education*, Vol. 7(3), pp. 254-256.
- COHEN, H. y HILLMAN, D.F., 1978. Cognitive level and College Physics achievement. *American Journal of Physics*, Vol. 46, pp. 1026-1029.
- CULLEN, J.F., 1983. *Concept learning and problem solving: The use of the entropy concept in college teaching Ph D thesis*. (Cornell University).
- CHI, FELTOVICH y GLASER, 1981. Expertise in problem solving. *Micro fiche ED 215899 / SE 037266*. Pupils alternative framework in science. *European Journal of Science Education*, Vol. 3(1), pp. 93-101.
- DRIVER, R. Pupils alternative framework in science. *European Journal of Science Education*, Vol. 3(1), pp. 93-101.
- DRIVER, R. y BELL, B., 1986. Student's thinking and the learning of science: a constructivist view. *School Science Review*, Vol. 67, p. 443-456.
- GILBERT, OSBORNE y FENSHAM. Children science and its consequences for teaching. *Science Education*, Vol. 44(4), pp. 623-633.
- GURLEY, L., 1982. *Use of Gowin's V and concept mapping strategies to teach responsibility of learning in high school Biological science*. Ph thesis. (Cornell University).
- HELM, H., 1980. Misconception in physics amongst south african students. *Physics Education*, Vol. 16, pp. 92-97.
- IVERSON y NORPOTH. *Analysis of Variance*. Sage University Paper series on Quantitative Applications in the Social Science. 07-001. Sage Publication: Beverly Hills.
- KERLINGER, F., 1973. *Fundation of Behavioral research*. (Holt, Rinehart & Winston).
- LARKIN, y REIF. Understanding and teaching problem solving in physics. *European Journal of Science Education*, Vol. 1, pp. 191-203.
- LIBERMAN, D. y HUDSON, H.T., 1979. Correlation between logical abilities and success in Physics. *American Journal of Physics*, Vol. 47, pp. 784-786.
- LINKE, R.R., CARMAZZA, A., y GREEN, B., 1979. Misconception in Physical Science among non-science background student. *Research in Science Education*, Vol. 9, pp. 103-109.
- MCCLOSKEY, M., 1983. Intuitive Physics. *Scientific America* Vol. 248(4), pp. 114-122.
- MCCLOSKEY, CARMAZZA y GREEN. Curvilinear motion in the absence of external forces: naive beliefs about motion of objects. *Science*, Vol. 210, pp. 1139-1141.
- MESSICK, S. and Associates, 1976. *Individuality in Learning*. (Jossey Bass Publisher: San Francisco).
- MORALES DE ROMERO, M. y SALOM DE BUSTAMANTE, C., 1982. Estrategias de Enseñanza generadoras de logro (evaluando un programa de intervención). *Publicación del Laboratorio de Psicología (ULA)*, Vol. 45.
- MOREIRA, M., 1984. Concept Mapping as tools for teaching. *Journal of College Science Teaching*, Vol. 8(5), pp. 283-286.
- NOVAK, J. y GOWIN, B., 1984. *Learning how to learn*. (Cambridge University Press: New York).
- POSNER et al., 1982. Acomodation of a scientific conception toward a theory of conceptual change. *Science Education*, Vol. 66(2), pp. 211-271.
- ROMERO GARCÍA, O., 1980. Locus de Control, inteligencia, estatus socioeconómico y rendimiento académico. *Publicación del Laboratorio de Psicología*, Vol. 10.
- ROMERO GARCÍA, O., 1982. Enfoque motivacional del subrendimiento estudiantil. *Publicación del laboratorio de Psicología. (ULA)*, Vol. 33.
- SCHROEDER, et al., *Understanding Regression Analysis*. Sage University. Paper series on quantitative Applications in the Social Science 07-001. Sage Publication: Beverly Hills.
- SIMON y SIMON, 1978. Individual differences in solving physics problem, en R.S. Stegler (ed) *Children thinking: What develops?* Hillsdale N S Erlbaum.
- WHITFIELD, R.C., 1971. *Disciplines of the curriculum*. Mc Graw-Hill.