

# Resolución de problemas de Física y comprensión lectora: diseño y evaluación de una propuesta instruccional para Educación Media

Physics Solving problems and  
lecture comprehension: design  
and evaluation from a proposal  
instructional for level  
High School

Elizabeth Peña<sup>1</sup> y Ma. Maite Andres<sup>2</sup>

<sup>1</sup> U.E.N. Pérez Bonalde, Ocumare del Tuy, Miranda  
<sup>2</sup> Universidad Pedagógica Experimental Libertador,  
Instituto Pedagógico de Caracas, Venezuela

## RESUMEN

*En este estudio se diseñó y evaluó una estrategia instruccional de resolución de problemas de Física que incorpora técnicas de comprensión de lectura, sobre la comprensión del enunciado de los problemas como una vía para promover el éxito del estudiante al entrenarlo en dicho proceso. Se comparó la efectividad de la propuesta con el enfoque tradicional de resolución de problemas a nivel de educación media. Los resultados obtenidos se analizan en el artículo.*

**Palabras claves:** Solución de problemas; Comprensión lectora; Física

## ABSTRACT

*In this research we design and evaluate an instruction strategy of physics solving problem that include skills of lecture comprehension about the comprehension of problem statement. The training in this process is a way to promote the success of student. It is compare the effectiveness the new proposal with the traditional course, in high school. In this paper we present and analyze the results.*

**Keys words:** Solving problems; Lecture comprehension; Physics

## INTRODUCCIÓN

El problema que se trata en este estudio se relaciona con el deficiente nivel de desempeño de los estudiantes cuando resuelven problemas; en particular, problemas de Física.

En estudios realizados por Andrés (1995, 1996), Garret, Satterly, Gil y Martínez-Torregrosa (1990), Oñorbe y Sánchez (1989), y Reyes y Furió (1989); se muestra que existe un fracaso generalizado de los estudiantes cuando resuelven problemas de Física o de Química. Al respecto refiere Pómez Ruiz, en estudios realizados en 1991, que este fracaso se debe, en parte, a la ausencia de los procesos intelectuales que exige la resolución del problema.

Por ello se afirma que la enseñanza tradicional de la Física parece no haber logrado crear o afirmar en los alumnos, una base cognoscitiva necesaria que les permita participar en el desarrollo de la sociedad. Al nivel de Educación Media, la enseñanza de la Física solo ha logrado que los estudiantes repitan de manera memorística conceptos, leyes y principios, sin alcanzar una verdadera comprensión de ellos (Contreras, 1993; Lejter, 1982; Sánchez, 1995).

Diversas investigaciones sustentan que una enseñanza basada en la Resolución de problemas, permitiría desarrollar al máximo las capacidades intelectuales de los alumnos; haciéndolos individuos más aptos, creativos y capaces de contribuir al desarrollo de la sociedad.

Particularmente, las nuevas tendencias de la psicología cognitiva propugnan el fomentar en los alumnos la capacidad para aprender a aprender y es aquí, donde se considera que una enseñanza basada en el planteamiento y la resolución de problemas es apropiada.

Según Watts (1991) y Gil, Carrascosa, Furió y Martínez-Torregrosa (1991), el desarrollo de un verdadero proceso de resolución de problemas generaría en el alumno, diversas habilidades intelectuales que le capacitarían como un individuo crítico e independiente, capaz de enfrentar con éxito, los retos que la sociedad le plantea.

Por ello, el proceso de resolución de problemas involucra procesos muy complejos que requieren y desarrollan enormes potencialidades en el alumno; orientándolo cada vez más a plantear y resolver sus propios problemas y alcanzar sus propias metas.

Por el contrario, en la enseñanza tradicional de las ciencias, el proceso de resolución de problemas ha estado orientado por actividades que solo estimulan la memoria o la repetición automática de ciertos algoritmos enseñados para un grupo de ejercicios, "situaciones tipo"; así se desperdicia el enorme potencial didáctico de un verdadero proceso de resolución de problemas.

En estudios de Amat (1991) y de Berbín (1982), se destaca que cuando los estudiantes egresan del nivel medio; lejos de poseer un conocimiento científico básico, poseen graves deficiencias en áreas fundamentales como la lectura. Los mismos autores plantean que la falta de conocimientos y destrezas para la comprensión y el aprendizaje de textos es causa del bajo rendimiento académico de los alumnos que ingresan en la educación superior. Destaca Berbín, que esta baja formación se debería, en parte, a que no se le han brindado suficientes oportunidades para adquirir las destrezas básicas de lectura. La lectura se relaciona con la problemática de la enseñanza de las ciencias debido al auge y difusión que han alcanzado los medios impresos en la actualidad. Para Morles (1994), la lectura es un elemento mediador del aprendizaje. El lector, es visto como un usuario activo de la lengua (Goodman, 1993) y el proceso de comprensión de la lectura se desarrolla en forma dinámica e iterativa a través de un grupo de habilidades y destrezas que permiten reconocer el significado de un texto.

Se encuentra que muchas de esas habilidades se relacionan con las empleadas en el proceso de resolución de problemas, en particular durante la comprensión de los enunciados problemáticos, momentos en los cuales debe hacerse una representación del problema y una descripción del mismo en términos físicos, lo que implica, una traducción a otro lenguaje. Como sostiene Sánchez (1995), la comprensión del enunciado de un problema es la primera dificultad para su resolución; factores relativos al vocabulario empleado, su complejidad, el tipo de lenguaje.

etc., son determinantes, y afectan la comprensión de los problemas, y en consecuencia, su solución.

### **Problema y Proceso de Resolución de Problemas**

Un problema se concibe como una situación que genera en el individuo una incertidumbre cognoscitiva y una conducta inquisitiva, que lo lleva a indagar y a buscar las posibles vías para alcanzar la solución. Implica la existencia de tres elementos esenciales: (a) el individuo, quien percibe, plantea y busca la solución al problema; (b) el problema, en su estado inicial y, (c) la solución o estado final del problema.

El proceso de resolución de problemas es un proceso cognitivo que abarca un conjunto de destrezas cognitivas y operativas, orientadas hacia la búsqueda de una respuesta a una situación incierta presente, en la cual las experiencias previas del sujeto se relacionan con la estructura interna del problema. El producto de esa actividad implicaría una reestructuración cognitiva, es decir, un aprendizaje, tanto de conocimientos como de destrezas.

Las investigaciones en resolución de problemas, han permitido establecer un conjunto de fases del proceso de resolución. El modelo adoptado en este estudio fue propuesto por Andrés (1991) y contempla cinco fases:

- *Representación del Problema*: es una fase fundamental donde se identifican los datos y las incógnitas y se asocia la información relevante con los conocimientos previos evocados
- *Descripción del Problema en Términos Físicos*: se establecen relaciones, se identifica la Información implícita y se formulan hipótesis que orientan hacia la solución
- *Descripción Matemática*: implica traducir el problema en expresiones matemáticas y ecuaciones. Se divide el problema en sub-problemas y se organiza el plan de acción
- *Ejecución*: se llevan a cabo las acciones planificadas para alcanzar la solución
- *Evaluación*: supone comparar la solución obtenida con los supuestos

del problema para determinar su validez y alcance. Es una fase implícita en todas las anteriores como una continua revisión de los procedimientos y de las hipótesis formuladas (metacognición del proceso realizado)

El proceso de resolución de problemas se puede ver afectado por diferentes variables, entre ellas se distinguen las que se relacionan con el que aprende, las que se relacionan con el planteamiento del problema y las que se relacionan con el proceso de instrucción.

Las variables relacionadas con el que aprende, contemplan, variables de tipo cognoscitivo y metacognoscitivo. Las variables cognoscitivas implican el conocimiento declarativo de la asignatura y de destrezas generales y específicas de resolución de problemas. Además, influyen rasgos propios de la personalidad, como la creatividad y el estilo cognitivo (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983; Mayer, 1986; Andrés, 1991; Pozo y otros, 1994; Witkin, 1979 y Witkin y otros, 1977). Las variables metacognoscitivas se refieren al conocimiento que tiene el propio sujeto acerca de la actividad cognoscitiva que desarrolla al resolver los problemas (Ríos, 1990; Morles, 1984; Amat, 1988) y las habilidades que ha generado para evaluar estos procesos (Lejter, 1982; Larkin, 1979; Amat, 1988).

En cuanto a las variables relacionadas con el problema, se mencionan: la naturaleza del problema o el tipo de tarea (Pozo, 1989; Pozo y otros, 1994); la presentación del enunciado y el nivel de información (Johstone, Hoog y Ziane, 1993; Sánchez, 1995; Oñorbe y Sánchez, 1989).

De lo anterior se desprende, que la comprensión de la lectura es una variable que aparece implícita, tanto en las características del que aprende lector, como en las características del área del problema; por lo que se considera una variable importante para el proceso de resolución de problemas. El desarrollo de las dos primeras fases del proceso de solución mencionadas anteriormente y que denominaremos fases I y I, requiere de habilidades de comprensión y traducción de los enunciados físicos que se relacionan con la habilidad general de comprensión de la lectura, así como, con el conocimiento previo que se posea en relación

con el área de contenido, todo ello justifica la siguiente hipótesis de investigación:

*Los estudiantes que se instruyan en resolución de problemas de Física, donde se enseñen explícitamente estrategias de solución propias de las fases I y II que incluyan estrategias de comprensión de la lectura, lograrán un mejor desempeño en la comprensión de los enunciados problemáticos con respecto a aquellos estudiantes que se instruyan a través de la metodología tradicional de resolución de problemas.*

Este estudio consistió en el diseño, la aplicación y la evaluación de una propuesta instruccional para resolver problemas de Física, que incluyó estrategias de comprensión de lectura, como una vía para promover el éxito del estudiante al enfrentar dicho proceso y para mejorar el aprendizaje de la Física.

### **Objetivos de la Investigación**

- 1- Analizar los efectos de una propuesta instruccional de Resolución de problemas de Física, con énfasis en técnicas de comprensión lectora, sobre la comprensión del enunciado del problema.
- 2- Comparar la efectividad de la propuesta con el enfoque tradicional de resolución de problemas de física, a nivel de educación media.

### **MÉTODO**

Se utilizó un diseño cuasi-experimental, con dos grupos y aplicación de pretest y postest. La población estuvo conformada por seis cursos del último año de educación media, de la U.E.N. Juan Antonio Pérez Bonalde, de Ocumare del Tuy, Edo Miranda. Se seleccionaron al azar dos cursos, a cada uno de los cuales se le asignó aleatoriamente una condición: grupo experimental (GE) o grupo control (GC). La muestra definitiva quedó integrada por 38 estudiantes: 19 del grupo experimental y 19 del grupo control; con una edad promedio de 17 años y distribuidos según el género en: 15 hombres y 23 mujeres.

## Procedimiento

El proceso de la investigación, una vez preparado el diseño instruccional para el grupo experimental y los materiales correspondientes se desarrolló como se indica a continuación:

- *Repaso*: Antes de iniciar el experimento, los grupos asistieron a una sesión de repaso de los conocimientos previos, referidos a la unidad de Electrocínética
- *Evaluación inicial o pretest*: se les aplicó, de manera simultánea, el pretest a ambos grupos. Durante la ejecución de la prueba, los estudiantes debían registrar por escrito todo su proceso de pensamiento. Esto permitió determinar el nivel de comprensión logrado por los estudiantes al resolver cada problema
- *Instrucción del Grupo Experimental*. La enseñanza explícita de las estrategias de resolución de problemas de física, con incorporación de las estrategias de comprensión lectora, se desarrolló en dos etapas: (a) una de entrenamiento en comprensión de lectura y la segunda, (b) de entrenamiento en resolución de problemas, propiamente dicho.

Un recurso metodológico para la enseñanza de cada estrategia, tanto de comprensión lectora como de resolución de problemas, fue la instrucción explícita con auto-control del aprendizaje (Morles, 1984). Cada sesión se desarrolló en un taller que incluyó la realización de tres momentos:

- (i) Introducción: se explicó y se modeló la estrategia
- (ii) Ejercitación en parejas: se utilizó la técnica de protocolos de pensamiento en voz alta
- (iii) Culminación: se discutieron los resultados obtenidos y las fallas detectadas durante el proceso de solución

(a) Etapa de entrenamiento en lectura: Se basó en pequeños párrafos de diversos tópicos de física, donde se debían reconocer y aplicar estrategias básicas de lectura, tales como: identificar el tema de la lectura, identificar los conceptos claves, reconocer la idea principal, parafrasear el texto, formular hipótesis predictivas y/o interpretativas y generar inferencias, entre otras

(b) Etapa de entrenamiento en resolución de Problemas: Se inició con una primera sesión cuyo objetivo final era presentar el modelo global del proceso de solución de problemas (Andrés, 1991) en el cual se basaba la instrucción, después de una exploración que permitió identificar los pasos que siguen los estudiantes al resolver un problema, también, se determinaron aquellos pasos que les generaban mayor dificultad durante la ejecución del problema

*Instrucción del Grupo Control:* Este grupo recibió un entrenamiento sólo en resolución de problemas con la metodología tradicional que trabaja las fases I y II del modelo de solución considerado en este trabajo, de forma global, sin explicar el uso de estrategias específicas y, luego hace más énfasis en las fases III y IV, sin considerar, de manera explícita la evaluación, ni durante el proceso, ni al final.

*Evaluación final o posttest:* Al finalizar el entrenamiento con ambos grupos, se les administró a todos el posttest, en forma simultánea (cuatro semanas después de aplicado el pretest)

### **Instrumento**

Con el objeto de medir la comprensión de los enunciados problemáticos, se construyó un único modelo de prueba que se aplicó como pretest y posttest. Ello requirió realizar los siguientes pasos:

- Selección de los Problemas: Se seleccionaron veinte (20) problemas relativos a la unidad de Electrocinética del programa de Física, segundo año mención Ciencias, EMDP
- Validación por Juicio de Expertos: Los problemas fueron presentados a tres docentes de Física para la validación de su contenido. Para tal fin, se preparó un registro de opinión que abarcó dos aspectos: a) el nivel de dificultad teórico de los problemas seleccionados para la prueba, de acuerdo a la naturaleza de la variable en estudio y, b) la calidad técnica de los problemas (redacción, ortografía y legibilidad).

El nivel de dificultad de los problemas se expresó según una taxonomía diseñada por la autora, con base en la bibliografía revisada, en cuanto a las variables que afectan la resolución de un problema y que

se relacionan implícitamente con su comprensión. Esta taxonomía incluyó tres criterios de clasificación de los problemas: (i) el nivel del enunciado del enunciado, (ii) el número de conceptos implícitos en la incógnita y, (iii) el número de destrezas de comprensión lectora requeridos para la comprensión. En el Cuadro 1 se muestran los criterios y puntajes utilizados para estimar la dificultad teórica de los problemas:

**Cuadro 1** Criterios para estimar la dificultad teórica de los problemas

Criterios	Categoría	Símbolo	Valoración
Nivel de Información	Explícita	EX	1
	Implícita	IM	2
	Innecesaria	IN	3
No. de Conceptos	Uno		1
	Dos		2
	Más de dos		3
No. de Destrezas Comprensión Lectora	Tres		1
	Cinco		2
	Más de Cinco		3

**Segunda versión de la Prueba:** se elaboró una segunda versión de la prueba tomando en consideración las observaciones de los expertos. Esta versión incluía los veinte problemas revisados.

**Validación con Muestra Piloto:** La segunda versión de la prueba fue aplicada a una muestra piloto de 58 estudiantes voluntarios, pertenecientes a los cuatro cursos restantes que conformaban la población. Para ello, se formaron aleatoriamente, cuatro grupos de problemas que contenían, cada uno, cinco problemas. A cada curso se le presentó un grupo de cinco problemas, que fueron seleccionados, también aleatoriamente.

**Durante la solución de los problemas** se pidió a los estudiantes que registraran por escrito, todo su proceso de pensamiento, a fin de poder inferir las estrategias de solución.

**Construcción de la versión final de la prueba:** Se hizo una selección de seis de los veinte problemas de la versión preliminar, en función de los siguientes criterios:

- Nivel de dificultad de los problemas (juicio de los expertos en base a los criterios dados Cuadro 1). El puntaje total asignado estuvo comprendido entre 3 y 9 puntos, ambos inclusive; al respecto se establecieron tres niveles de dificultad teórica: Fácil: puntajes de 3 y 4 puntos; Media: puntajes de 5, 6 y 7 puntos, y Difícil: puntajes de 8 y 9 puntos.
- Tiempo promedio utilizado por los estudiantes de la muestra piloto, durante la solución de los problemas.
- Variedad de enunciados: verbales, con gráficos y con tablas. También se consideró incluir problemas donde variase el nivel de información del enunciado, unos con información implícita y otros con información innecesaria, de manera que se presentasen diversas situaciones que promoviesen el uso de diferentes estrategias de comprensión lectora y de solución de problemas.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

El nivel de Comprensión alcanzado en cada problema, se determinó según una escala de medida que incluía un conjunto de ocho (8) indicadores del proceso de comprensión del enunciado de un problema físico; los cuales fueron:

(A) Identifica los datos, (B) Identifica las incógnitas, (C) Asocia unidades con magnitudes físicas, (D) Reconoce conceptos físicos asociados, (E) Describe condiciones de aplicación de los conceptos, (F) Diferencia la información relevante de la irrelevante, (G) Relaciona la información relevante con los conocimientos previos, (H) Reconoce la idea principal.

Se consideró que la comprensión del alumno era adecuada sólo si ejecutaba las ocho acciones antes descritas y se clasificaba en la categoría Comprende (C); en caso contrario, su comprensión sería deficiente; por lo que se incluía en la categoría No Comprende (NC). En función de esto, se asignó una valoración: 1, si la comprensión era adecuada (C) y (Cero), si la comprensión era deficiente (NC). La comprensión total máxima de cada sujeto, tanto en el pretest como en el postest, era de 6 puntos, lo que permitió establecer las ganancias en la comprensión entre ambas pruebas (diferencias en la comprensión del sujeto, entre el pretest y el postest) (Cuadro 2).

*Comparación entre grupos, de la comprensión del enunciado del problema, antes y después de la Instrucción:* La tabla 2 muestra de manera explícita, el nivel de Comprensión alcanzado por cada uno de los sujetos de cada grupo, una vez finalizado el proceso de instrucción, expresado a través de las ganancias en la comprensión de los problemas, es decir, la diferencia entre sus ejecuciones en el pretest y el postest.

**Cuadro 2** Ganancias de los sujetos en la comprensión de los enunciados entre pretest y postest (N=38)

<i>Suj.</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
GE	2	0	1	2	1	2	2	2	1	0	2
GC	1	0	1	1	3	1	2	0	0	0	0
<i>Suj.</i>	12	13	14	15	16	17	18	19	<i>Total</i>		
GE	1	0	3	1	2	4	2	2	30		
GC	1	1	1	0	3	1	1	1	14		

Para analizar las diferencias entre las ganancias obtenidas por ambos grupos, se aplicó la prueba de la mediana; lo que permitió elaborar el Cuadro 3, que se analizó con el estadístico chi-cuadrado.

**Cuadro 3** Comparación de la Ganancia en la Comprensión del Enunciado del Problema de los Grupos Experimental (GE) y Control (GC) (N=38)

	GE	GC	Total
Grupo Superior	11 (7)	3 (7)	14
Grupo Inferior	8 (12)	16 (12)	24
Totales	19	19	38

Nota: Los números entre paréntesis representan las frecuencias esperadas.

Grupo Superior: Sujetos con puntajes mayores que la mediana de la ganancia combinada.

Grupo Inferior: Sujetos con puntajes menores o iguales que la mediana de la ganancia combinada.

( $\chi^2 = 5,54$ ,  $gl = 1$ ;  $p: 0,05$ ).

Se obtuvo un valor de ( $\chi^2 = 5,54$ ); este valor es mayor que el correspondiente al nivel de significación elegido del 5%, para el cual es ( $\chi^2 = 3,84$ ).

La prueba U de Mann-Whitney se aplicó a estos mismos datos bajo la hipótesis de que los sujetos sometidos a un entrenamiento en resolución de problemas, con inclusión de estrategias de comprensión de lectura (condición 1) obtendrían mayores ganancias en la comprensión de los problemas que los sujetos del grupo control, a los cuales se les instruyó con la metodología tradicional de resolución de problemas (condición 2). Se obtuvo un valor de  $U=100,5$ , con un nivel de probabilidad asociado de  $p=0,01$ . Este valor resultó ser mucho menor que el correspondiente al nivel de significación elegido ( $p=0,05$ ,  $U=123$ ).

Con los resultados de ambas pruebas, se pudo establecer que los estudiantes del grupo experimental, sometidos a un entrenamiento en resolución de problemas con estrategias de lectura, obtuvieron mayores ganancias en la comprensión de los problemas, entre el pretest y el postest, que los estudiantes del grupo control, sometidos a un entrenamiento en resolución de problemas con la metodología tradicional que hace más énfasis en las fases III y IV del modelo de proceso de solución de problemas.

*Comparación intragrupo de la comprensión global de los problemas, entre el pretest y el postest.* Para cada problema y en cada grupo se totalizó el número de sujetos que comprendía (C) o no comprendía (NC) el enunciado de los problemas físicos. Se elaboraron los cuadros de contingencia 4 y 5, y los resultados se analizaron con la prueba chi-cuadrado.

**Cuadro 4** Comparación de la comprensión del Enunciado del Problema del Grupo Experimental entre Pretest y Postest (N=19)

Comprensión del Enunciado	NC	C	Totales
Pretest	98 (83)	16 (31)	114
Postest	68 (83)	46 (31)	114
Totales	166	62	228

Nota: Los números entre paréntesis son las frecuencias esperadas.  
( $\chi^2 = 19,93$ ;  $gl = 1$ ;  $p = 0,001$ ).

Para los datos del cuadro 4, se obtuvo un valor de  $\chi^2 = 19,93$ ; que es bastante significativo hasta un nivel de probabilidad de  $p = 0,001$ . Este valor es mucho menor que el nivel de significación fijado de  $p = 0,05$ ; por lo que se dedujo que el grupo experimental obtuvo ganancias significativas en la comprensión de los problemas, una vez aplicada la instrucción.

**Cuadro 5** Comparación de la comprensión del Enunciado del Problema del Grupo Control entre Pretest y Postest (N=19)

Comprensión del Enunciado	NC	C	Totales
Pretest	80(73)	34(41)	114
Postest	66(73)	48(41)	114
Totales	146	82	228

Nota: Los números entre Paréntesis son las frecuencias esperadas.  
( $\chi^2 = 3,74$ ;  $gl = 1$ ;  $(0,1$ .

Para el caso del cuadro 5, los datos revelan un valor de  $\chi^2 = 3,74$ ; este valor es inferior al correspondiente para el nivel de significación elegido del 5%. Se dedujo que el grupo control no obtuvo ganancias significativas en la comprensión de los problemas una vez aplicada la instrucción.

Por último, se hizo una nueva comparación entre los grupos, de la comprensión global (considerando todos los problemas) en el pretest y, en el postest, con la finalidad de comparar la efectividad del tipo de tratamiento aplicado a los grupos. El cuadro 6 compara el desempeño de ambos grupos -experimental y control- antes de iniciar el proceso de instrucción; y el cuadro 7 compara el desempeño de los dos grupos, luego de aplicado el proceso de instrucción.

**Cuadro 6** Comparación de la comprensión del Enunciado de todos Problemas del Pretest entre el Grupo Experimental y el Grupo Control (N=38)

Comprensión del Enunciado	NC	C	Totales
Grupo Control	80 (89)	34 (25)	114
Grupo Experimental	98 (89)	16 (25)	114
Totales	178	50	228

Nota: Los números entre Paréntesis son las frecuencias esperadas.  
( $\chi^2=7,40$ ; gl=1; p: 0,01).

**Cuadro 7** Comparación de la Comprensión del Enunciado de los Problemas del Postest entre el Grupo Experimental y el Grupo Control (N=38)

Comprensión del Enunciado	NC	C	Totales
Grupo Control	66 (67)	48 (47)	114
Grupo Experimental	68 (67)	46 (4)	114
Totales	134	94	228

Nota: Los números entre Paréntesis son las frecuencias esperadas.  
( $\chi^2=0,03$ ; gl=1; p: 0,9).

Los datos del cuadro 6 revelaron un valor de  $\chi^2=7,40$ , con una probabilidad de  $p=0,01$ ; lo que significa que existían diferencias significativas en la proporción de estudiantes de cada grupo que comprendía y no comprendía el enunciado de los problemas físicos, antes de iniciar el proceso de instrucción. Los estudiantes del grupo control tuvieron un mejor desempeño que los del grupo experimental, durante el pretest.

En cuanto al desempeño de los dos grupos durante el postest, los datos del cuadro 7 revelaron un valor de  $\chi^2=0,03$ , con una probabilidad de  $p=0,9$ . Este valor es muy pequeño comparado con el correspon-

diente al nivel de significación elegido del 5%; lo que indicó que no existían diferencias significativas en la proporción de estudiantes que comprendía y que no comprendía el enunciado de los problemas físicos, en cada grupo, después de aplicado el proceso de instrucción.

Si se compara este resultado con el obtenido en el pretest, puede establecerse que, aunque los alumnos del grupo control mostraron un mejor desempeño que los alumnos del grupo experimental durante el pretest, una vez aplicada la instrucción respectiva a cada grupo, el desempeño de los alumnos del grupo experimental mejoró notablemente, hasta igualar al desempeño de los alumnos del grupo control, quienes podían haber mejorado su ejecución inicial, por no haber alcanzado en el pretest, el nivel máximo de comprensión (6 puntos por sujeto, 114 por grupo).

La evidencia de que los sujetos del grupo experimental obtuvieron mayores ganancias en la comprensión que el grupo control, se confirma con el análisis intragrupo que determina que los sujetos del grupo experimental mejoraron su desempeño entre el postest y el pretest; en tanto que los sujetos del grupo control no lo hicieron.

## **CONCLUSIONES**

El estudio revela una relación estrecha entre la lectura como proceso mediador de aprendizaje y el proceso de resolución de problemas de Física, a nivel de Educación Media. El análisis del desempeño de los estudiantes que fueron sometidos a un entrenamiento en resolución de problemas que hizo énfasis en estrategias de las fases I y II, del proceso de solución de problemas con inclusión de estrategias de comprensión de la lectura, muestra que los alumnos de este grupo mejoraron su desempeño en la comprensión de los enunciados de los problemas, mientras que la enseñanza tradicional no incide en el incremento de la experticia en estas destrezas.

Los resultados permiten establecer que una instrucción dirigida a enseñar a resolver problemas de Física, que se base en un modelo explícito del proceso de solución de problemas que además incorpore

estrategias de comprensión de la lectura, resulta efectiva para mejorar la comprensión de los enunciados de los problemas de Física, a nivel de Educación Media, al menos para los estudiantes de esta muestra.

La propuesta instruccional enfatizó en la adquisición de estrategias cognoscitivas y metacognoscitivas; aunque, estamos conscientes de que éstas se desarrollan en periodos largos de tiempo y con un entrenamiento sistemático, en este estudio fue posible observar algunos efectos positivos en el desempeño de los sujetos sometidos al tratamiento experimental.

La técnica del registro por escrito del proceso de pensamiento del estudiante permitió establecer algunos aspectos relacionados con la comprensión de un problema y su resolución, a saber:

Los conocimientos previos son esenciales para la comprensión y resolución de los problemas. El conocimiento de hechos, conceptos y procedimientos determina la comprensión de un problema; pero esta comprensión depende también de cómo se organizan y presentan los enunciados de los problemas, así como también, del tipo de lenguaje utilizado y de la extensión del enunciado. En la versión preliminar de la prueba se encontró que enunciados con tablas o con gráficos resultaron poco comprensibles; y los enunciados muy extensos resultaron difíciles de comprender.

El nivel de información contenido en el enunciado también introdujo un factor de dificultad en la comprensión de los problemas; en el caso de los enunciados con información implícita, ésta, en la mayoría de los casos, no fue identificada por los estudiantes, ellos sólo se centran en los datos expresados en forma explícita y sobre todo de manera numérica.

## **RECOMENDACIONES**

La variabilidad de factores que inciden directamente en la comprensión, exige profundizar más en diversos aspectos relacionados con este estudio. Algunas de las posibles interrogantes que se derivan de este trabajo son:

- ¿Qué diferencia a un problema cualitativo de otro cuantitativo, en cuanto a las estrategias de comprensión requeridas para su solución?
- ¿Esta aparente diferencia en la comprensión podría atribuirse al enfoque con se aborda habitualmente la solución de problemas en el aula?
- ¿Es realmente el proceso de comprensión y solución de un problema función del tipo de tarea implícito en éste o más bien función del conocimiento previo que involucra el problema?

La aplicación de la propuesta en el aula es factible, pero se requiere de un cambio en el enfoque del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. Algunas sugerencias que podrían servir de apoyo a la propuesta son:

- El ambiente del aula debe ser dinámico e interactivo. Se debe crear un ambiente armónico, de respeto, donde el alumno y el docente se comuniquen libremente; los estudiantes deben sentir libertad para exponer sus ideas, dudas y experiencias, sin inhibiciones para expresar sus errores
- Iniciar las clases con una discusión amplia de los aspectos teóricos cualitativos del tema en estudio. Aclarar cualquier dudas referentes a conocimientos u otros aspectos, como fallas de comprensión o de interpretación
- Introducir las estrategias de lectura y de solución de problemas en forma gradual y consistente, iniciando con las más sencillas y aplicándolas durante todo el año escolar
- El modelaje de las estrategias, por parte del docente, debe ser constante. Repetir el modelaje de las estrategias cada vez que un grupo lo requiera o cuando se observe un uso inadecuado de la misma
- Los problemas seleccionados deberán categorizarse según su nivel de dificultad. Iniciar con los más sencillos y, posteriormente, en la medida que se internalicen las técnicas y estrategias desarrolladas, proponer los problemas más complejos
- Las actividades de evaluación de los alumnos, deberán ser consistentes con la propuesta. Elaborar instrumentos de evaluación donde la expresión de las ideas y el proceso de pensamiento de los alumnos sea manifiesto
- Conformar, en lo posible, un equipo de docentes que permita

implementar durante el proceso normal de un curso escolar la propuesta, de manera tal que se pueda evaluar sus resultados y mejorarla

**Nota:** El presente Trabajo de grado de investigación fue elaborado para optar al título de Magister en Educación, mención Enseñanza de la Física, del Instituto Pedagógico de Caracas, aprobado en 1997.

## REFERENCIAS

- Amat, M. (1988). *Instrucción en el uso de estrategias para el aprendizaje académico*. Trabajo de ascenso no publicado. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas, Caracas
- Amat, M. (1991). *La Comprensión de la Lectura: Un problema en Educación Superior*. Trabajo presentado en el I Seminario-Taller del Programa de Lectura de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas, Caracas
- Andrés, M. (1991). *Resolver problemas de Física: ¿Cómo enseñar?* Boletín CENAMEC, 4, 89-103
- Ausubel, D; Novak J y Hanesian, A. (1983). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. (2 ed). México: Editorial Trillas
- Berbín, L. (1982). *Consideraciones críticas sobre la Lectura en los programas de educación primaria*. Caracas: Universidad Central de Venezuela, Ediciones de la Facultad de Humanidades y Educación
- Contreras, A. (1993). *La clase de ciencia desde una perspectiva sociocultural/The science lessons from a sociocultural perspective*. Trabajo presentado en la 66th Convención Anual de la National Association for Research in Science Teaching, Atlanta
- Garret, R., Satterly, D., Gil, D. y Martínez-Torregrosa. (1990). Turning exercises into problemas: An experimental study with teachers in training. *Internacional Journal of Science Education*, 12 (1), 1-12

- Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C., y Martínez-Torregrosa. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la Educación secundaria*. Barcelona: Universitat de Barcelona. ICE/HORSORI
- Goodman, K. (1993). *El lenguaje integral como filosofía educativa. Memorias del Primer Congreso de las Américas sobre Lectoescritura*. Maracaibo: 16 al 18 de Octubre de 1992. (pp. 16-29). Coedición de la Secretaria de la Universidad de Los Andes
- Johstone, A., Hoog, N., y Ziane, M. (1993). A working memory model applied to Physics problem solving. *International Journal of Science Education*, 15 (6), 663-672
- Larkin, J., y Rief, F. (1979). Understanding and teaching problem-solving in Physics. *European Journal of Science Education*. 1 (2), 191-203
- Lejter de B, J. (1982). *Perspectiva Ausubeliana de un Curriculum de Física*. Caracas: Ediciones CENAMEC
- Mayer, R. (1986). *Pensamiento, Resolución de Problemas y Cognición*. Madrid: Editorial Paidós
- Morles, A. (1984). *Entrenamiento en el uso de estrategias para comprender la lectura*. Trabajo presentado en el Primer Congreso Latinoamericano de Lecto-escritura, realizado en San José, Costa Rica, del 9 al 13 de Julio de 1984. Caracas: Ediciones Cinterplan
- Morles, A. (1994). *La Comprensión en la lectura del estudiante venezolano de la Educación Básica*. (Serie Investigaciones Educativas). Caracas: Fondo editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (FEDUPEL)
- Oñorbe, A., y Sánchez, J. (1989). Dificultades en la Resolución de problemas de Química. *Enseñanza de las Ciencias*. Numero Extra (III Congreso) Tomo 2, 284-287

- Pómez R, J. (1991). La metodología de resolución de problemas y el desarrollo cognitivo. Un punto de vista post- piagetiano. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), 78-82
- Pozo, J. (1989). *Teorías Cognitivas del Aprendizaje*. Madrid: Ediciones Morata, S.A.
- Pozo, J., Pérez, M., Domínguez, J., Gómez, M., y Postigo, Y. (1994). *La solución de Problemas*. Madrid: Santillana. Colección Aula XXI
- Reyes, V., y Furió, M. (1989). El modelo de Resolución de problemas como investigación: Su aplicación a la química. *Enseñanza de las Ciencias*, Numero Extra. (III Congreso). Tomo 1, 251-252
- Ríos C, P. (1990). *Relación entre Metacognición y Ejecución en Sujetos de diferentes edades*. Trabajo de grado de maestría no publicado. Universidad Central de Venezuela, Caracas
- Sánchez, J. (1995). Comprender el enunciado del problema: Primera dificultad en la resolución de problemas. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 5, 37-4
- Watts, M. (1991). *The Science of Problem-Solving: A practical guide for science teachers*. Casell Educational Limited
- Witkin, H. (1979). Estilos cognoscitivos a través de las culturas. En G. E. Finley y Marlín (Comps), *Avances en Psicología Contemporánea* (pp. 63-81). México: Editorial Trillas
- Witkin, H., Moore, C., Oltman, P., Googenough, y Friedman, D., Owen, D., y Raskin, E. (1977). Role of the field-dependent and field independent cognitive style in academic evolution: A longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 9 (3), 197-211