

IV.2.2. Pregunta 2: ¿Cómo el aprendizaje de la estructura comunicativa del texto y sus leyes de relación permitirá: comprender el contenido, resolver problemas planteados por el autor, y crear problemas teóricos nuevos?.

* Sobre la comprensión del contenido del texto se -- trabajaron varias dinámicas de grupo:

- Se pidió a los alumnos que estudiaran el contenido del tema 3.8 del libro de texto y se les hizo dar un examen de conocimientos escrito sobre el mismo. Posteriormente -- analizaron el discurso de su examen detectando su estructura básica y analizaron la estructura comunicativa del libro de texto (v. en el Apéndice 1: Diario de Campo 7).

Más tarde, compararon los resultados de los análisis y reconocieron en qué medida ambos textos se asemejaban o diferían. El resultado de su trabajo fue expresado en entre-- vistas personales (v. en el Apéndice 1: Diario de Campo 7, - Anexo 3).

Las respuestas a la entrevista (v. Cuadro 3) señalan que se cometen distorsiones de la información del texto original, en todos los casos. Cada alumno elabora la información a su manera y predomina en todos ellos la omisión de - ideas en función de expresar lo que consideran más importante. También se notó la introducción de ideas que no esta--

ban en el libro de texto, debido a que ya se conocía el tema de examen.

Señalaron que las principales causas de las distorsiones tienen que ver con la memorización de conceptos conocidos previamente, la forma en que abordaron la lectura del libro de texto (Atención) y las condiciones del examen - - - (tiempo e instrucciones de las preguntas formuladas).

CUADRO 3

Comparación de las macroestructuras de los discursos del examen referidos al libro de texto, por tipos de distorsiones y causas.

ALUMNO	TIPOS DE DISTORSIONES	CAUSA
B	<p>OMISION-INTRODUCCION</p> <ul style="list-style-type: none"> - Puso el esqueleto del tema - Distorsión mayor en el <u>len</u>guaje Natural, mientras -- que el lenguaje Formal sí lo puso. - Aumentó ideas que no estaban en el texto. 	<p>MEMORIA-ATENCION</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ideas correctas que anoté no estaban en el Resnick, ya me las enseñaron antes. Anoté las ideas que ya tenía fijadas en la mente sobre el tema. - Me reduje para tirarle a lo seguro. - Falta de atención en la <u>lectu</u>ra. - Falta de interés.
A	<p>OMISION</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resumió y omitió cosas <u>im</u>portantes. - Habló de tres parámetros y uno se le hizo obvio. - No se acordó de las fórmu<u>las</u>. 	<p>CONDICIONES-ATENCION</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resumí en función del tiempo. - No repasé mucho el tema. - Las preguntas influyeron para dar así las respuestas.
C	<p>INTRODUCCION</p> <ul style="list-style-type: none"> - Escribió un sólo párrafo - sobre el tema que no hacía referencia al libro de <u>tex</u>to. 	<p>MEMORIA-ATENCION</p> <ul style="list-style-type: none"> - No estudié, puse lo que sabía.

ALUMNO	TIPOS DE DISTORSIONES	CAUSA
F	OMISION-COMPRESION <ul style="list-style-type: none">- No incluyó fórmulas (no las recordó).- Hábito de no recordar - fórmulas.- No ve las relaciones de los conceptos.- Sólo usa conceptos que comprende y recuerda, - los más importantes.	MEMORIA <ul style="list-style-type: none">- Leo tratando de memorizar y - no de comprender.

FUENTE: Elaboración propia.

- La dinámica se repitió, esta vez sobre el tema 4.3 del libro de texto (v. en el Apéndice 1: Diario de Campo 8) (ver figura 4). Al concluir el trabajo de análisis de textos, los alumnos fueron entrevistados en forma escrita (v. en el Apéndice 1: Diario de Campo 8, Anexos 4 y 5).

Se encontraron distorsiones de los exámenes respecto al texto original. Las mismas tienen que ver con la omisión de información debido a la expresión de conceptos generales, con la variación del orden de la argumentación y con dificultades de comprensión de contenidos. (v. cuadro 4).

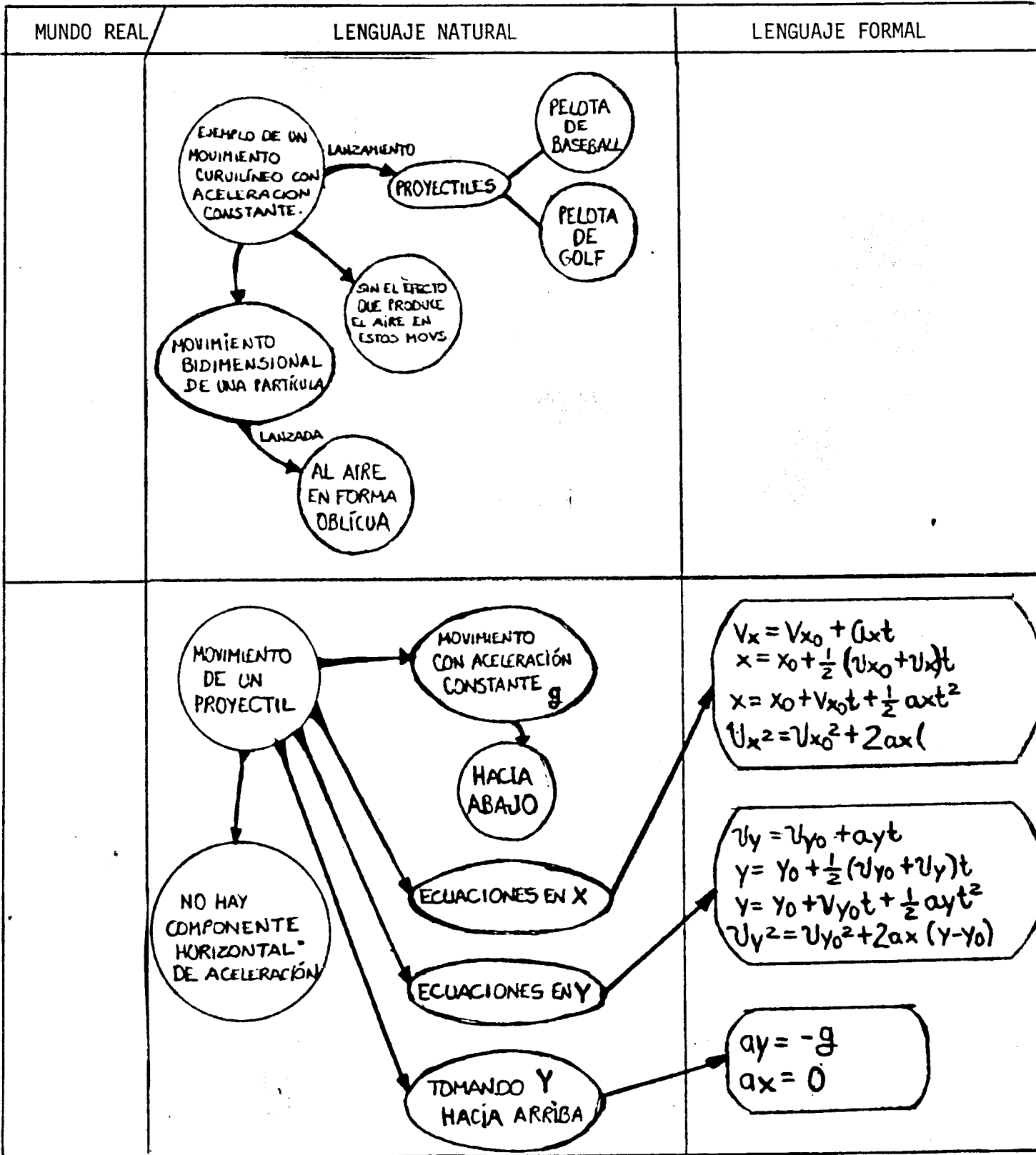
Las causas atribuidas por los alumnos son: dificultades de memorización, de atención en la lectura y de lenguaje, y la falta de referencia a contenidos de capítulos previos.

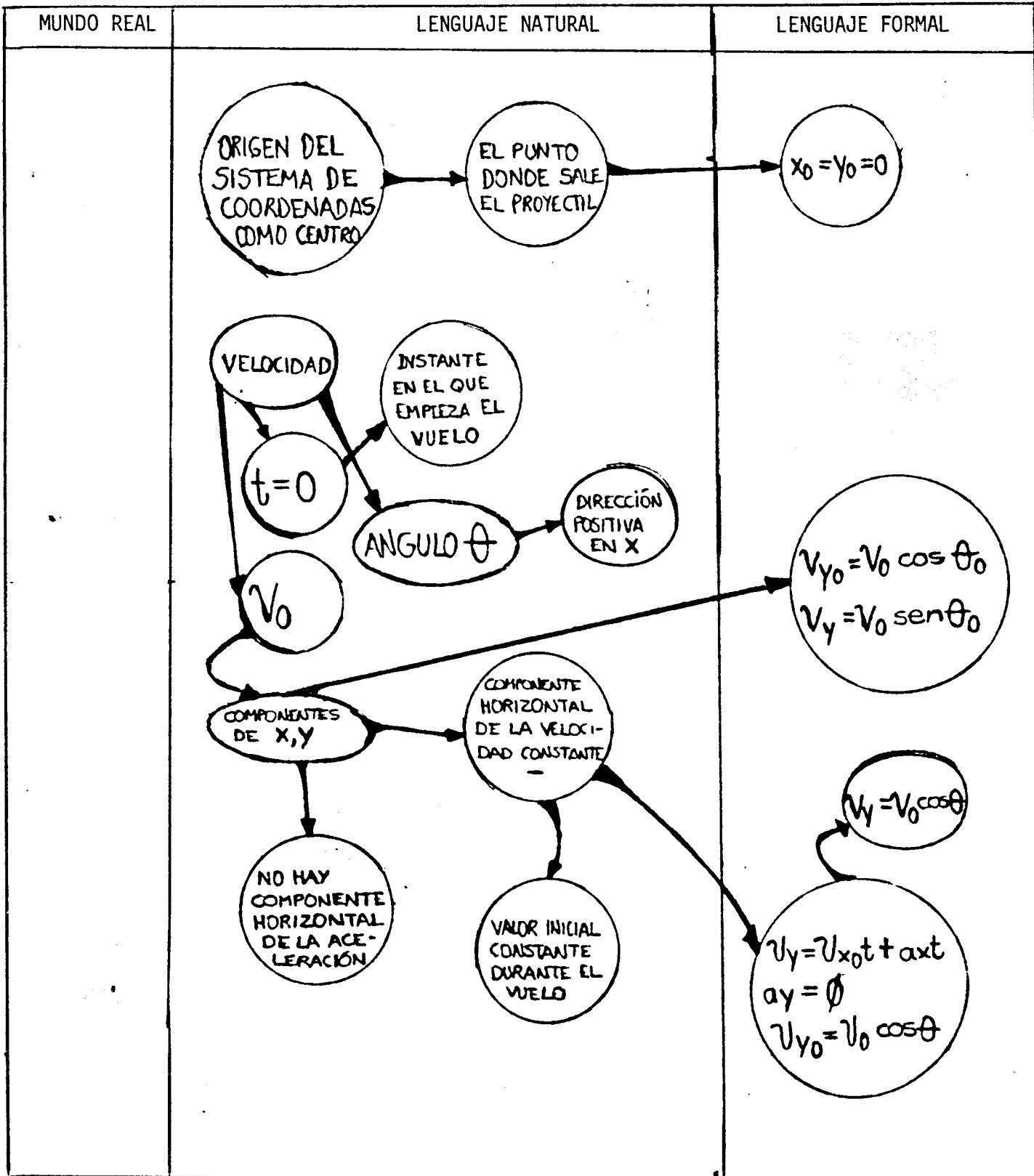
Cabe anotar que los alumnos B y C habían leído el tema de examen con la técnica macroestructural. El resultado de sus distorsiones se apega a problemas de memorización, mientras que las de los alumnos que leyeron el libro con otros métodos se originaron en problemas de atención en la lectura, de comprensión-memorización, y de lenguaje.

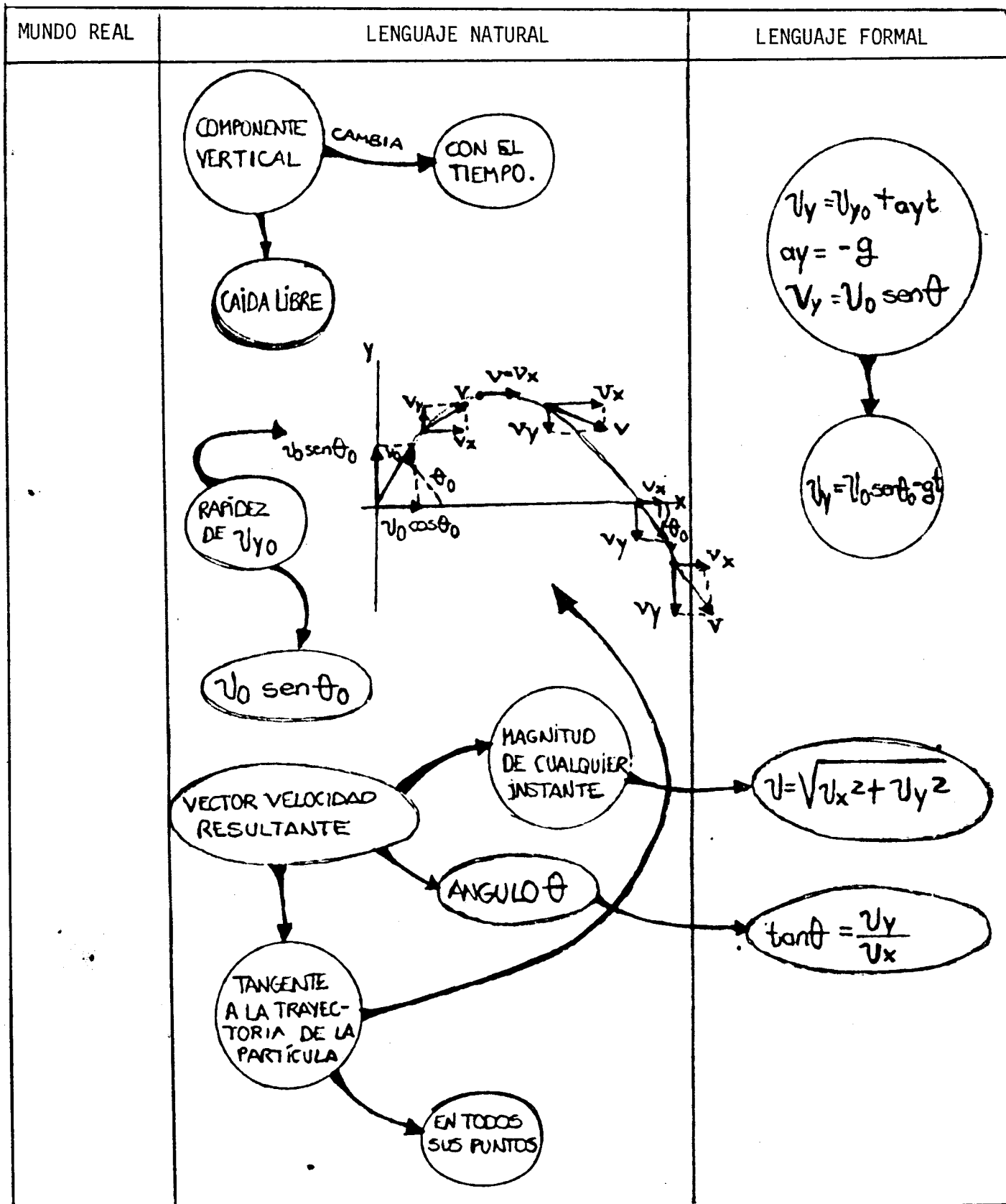
Análisis Macro-estructural

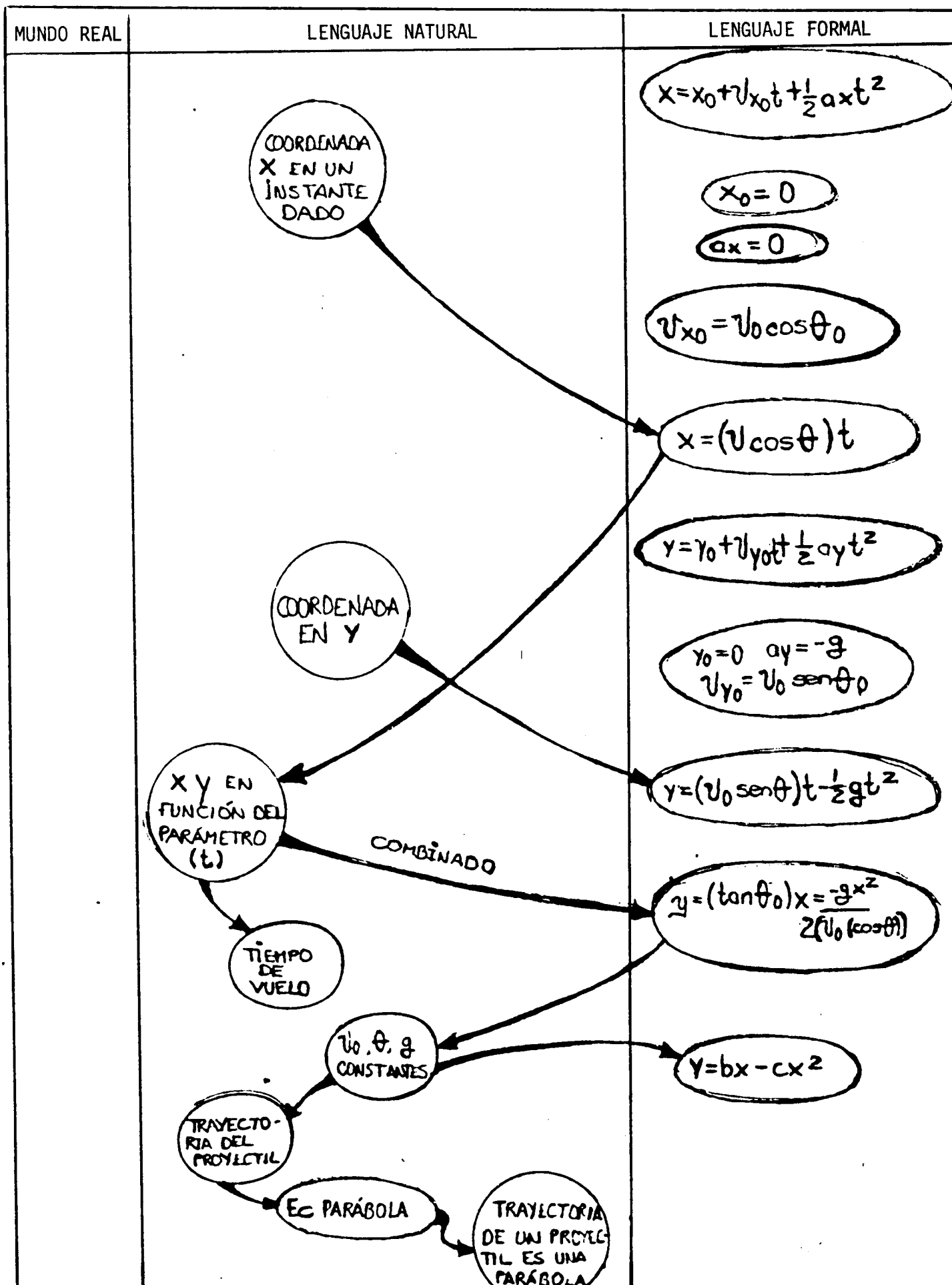
Tema: 4.3. Movimiento de proyectiles

Fecha: Septiembre 27 de 1989.









COMBINADO

CUADRO 4

Tema 4.3: Comparación de las macroestructuras de los discursos del examen referidos al libro de texto, por tipos - de distorsiones y causas.

ALUMNO	TIPOS DE DISTORSIONES	CAUSA
G	<p>OMISION</p> <ul style="list-style-type: none"> - Son tanto del tipo formal como del natural. - Algunas fórmulas fueron omitidas en el examen. - Faltó aclarar algunos detalles. 	<p>ATENCION-LENGUAJE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Al tipo de estudio aplicado al texto. - Al tiempo de dedicación. - A la variación de criterio. - A la diferente forma de expresarse.
A	<p>ORDEN-OMISION</p> <ul style="list-style-type: none"> - En lo que se refiere a las 4 fórmulas principales de movimiento con aceleración-constante (eran de un capítulo anterior y no hice referencia a ellas tan explícitamente). - El orden no fue exactamente el mismo. - En contenido sí coinciden. - No incluí todas las fórmulas. 	<p>REFERENCIA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Creo que se deben a que lo -- que estudiamos es sólo parte de un capítulo y por lo tanto es necesario conocer lo anterior para poder hacer referencia a ello en dicho subcapítulo.
B	<p>ORDEN-OMISION-COMPRESION</p> <ul style="list-style-type: none"> - Principalmente de orden de aparición. - Olvidé otras. - Pero las tuberías sí se parecen salvo una que estaba 	<p>MEMORIA-COMPRESION</p> <ul style="list-style-type: none"> - Falta de recursos para memorizar pues no hubo graves errores de interpretación pero sí de memoria. - Errores de coordinación de --

ALUMNO	TIPOS DE DISTORSIONES	CAUSA
	equivocada.	<p>una cosa con otra y en el orden adecuado.</p> <p>- Confundí velocidad inicial -- con velocidad permanente.</p>
H	<p>OMISION-ORDEN:</p> <p>- El examen que hice no <u>es</u> tá tan completo.</p> <p>- No hay una presentación del examen en el mismo orden.</p>	<p>ATENCION:</p> <p>- Al tiempo que dediqué a estudiar.</p>
C	<p>COMPRESION:</p> <p>- En cuanto a la parte de teoría no encontré grandes diferencias, lo que contesté sí se apega al libro, así como la gráfica que puse. En las fórmulas sí fallé un poco en cuanto a algunas variables pero si he podido -- asimilar un poco más la materia siento que me <u>fal</u>ta un poco de estudio de las fórmulas.</p>	<p>MEMORIA:</p> <p>- Tal vez a que las fórmulas -- tienen que ser más de memoria que de comprensión, en cambio la teoría con comprenderla y saberla expresar es más que suficiente.</p>

....

ALUMNO	TIPOS DE DISTORSIONES	CAUSA
E	<p>ORDEN-OMISION</p> <ul style="list-style-type: none"> - La secuencia del análisis es un poco diferente al de mi examen. - Las ideas básicas y los objetos son los mismos. - Las principales relaciones son iguales. - Los últimos dos o tres párrafos del libro no se encuentran en mi examen. 	<p>MEMORIA-ATENCION</p> <ul style="list-style-type: none"> - La principal diferencia creo yo, es que no recordé los últimos párrafos del texto y -- creo que se debe a que no -- presté atención a esta última parte, creo que es un poco -- más complicada y debí dedicar le más tiempo.

FUENTE: Elaboración propia.

* Respecto a la solución de problemas planteados por el autor, primero se instruyó a los alumnos en clase magisterial sobre el procedimiento de análisis del discurso a seguir (ver en el Apéndice 1, Diario de Campo 9).

Si se sigue la estructura de la comunicación de la Física teórica, ella está conformada por elementos pertenecientes tanto al mundo real como al mundo construido por el lenguaje. Donde:

MUNDO REAL	MUNDO CONSTRUIDO	
<p>En él se plantean los objetos relacionados del problema.</p> <p>E.g.</p> <p>Reposo</p> <p>Velocidad inicial</p> <p>V_{x0}</p> <p>Solución numérica a que conduce.</p> <p>Aplicación a los problemas reales.</p>	LENGUAJE NATURAL	LENGUAJE FORMAL
	<p>En él se reconstruye el razonamiento del autor mediante el seguimiento de párrafos de la macroestructura para traducir los objetos del mundo real a sus conceptos correspondientes de la Física teórica.</p>	<p>En él recae la referencialidad de los conceptos hallados en el seguimiento de párrafos del lenguaje natural, lo cual permite hallar fórmulas de solución posibles. La relación de sus elementos da lugar al razonamiento formal y a la solución operacional del problema.</p>

Por ello, el procedimiento de solución de problemas - se basa en el análisis referencial del planteamiento ordenado de los objetos.

- En primera instancia, los alumnos resolvieron con el uso del procedimiento dos problemas del tema 3.8. del libro de texto, mediante la aplicación de una prueba escrita-individual (v. en el Apéndice 1: Diario de campo 9, Anexos-1 y 2).

El primer problema que se resolvió fue el número 12- (edición de 1988, p. 60). El mismo tiene la siguiente narración:

"Para poder 'despegar' un Boeing 747 (Jumbo Jet) tiene que alcanzar una rapidez de 225 millas/h (360-- km/hr.). Suponiendo que el recorrido de despegue - de 11 millas (1.8 km) se hace con aceleración constante. ¿Cuál es la aceleración mínima necesaria - si se parte del reposo?"

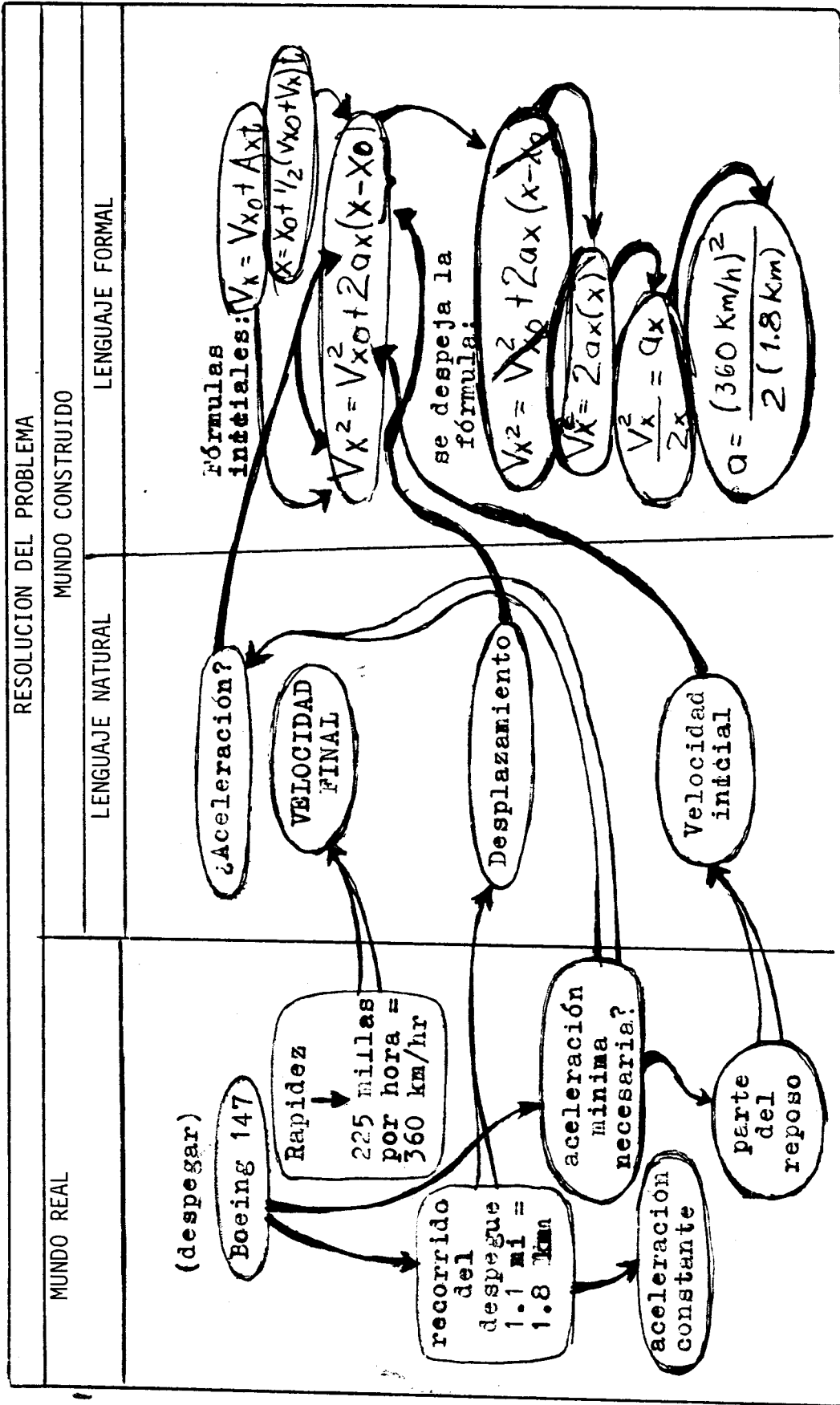
La solución grupal al problema se expresa en la figura 5.

Los términos relacionados del mundo real fueron traducidos al lenguaje natural de la Física teórica (velocidad inicial, desplazamiento, velocidad final, y la incógnita de la aceleración). Sobre esa base se indagó una fórmula posible mediante el uso de la referencialidad (flechas hacia la fórmula $v_x^2 = v_{x0}^2 + 2ax(x-x_0)$ que parten del lenguaje formal- y del lenguaje natural. Posteriormente se hicieron las ope

raciones matemáticas para llegar a la respuesta formal de -
la aceleración a.

Figura 5:

Tema 3.8: Resolución macroestructural del problema 12
(Libro de texto, edición de 1986).



Fuente: Elaboración grupal.

El segundo problema que se trabajó fue el 13 (p.60 - de la edición de 1988), el cual plantea la siguiente situación:

"Un automóvil aumenta su rapidez en forma uniforme - de 25 a 55 km/h en medio minuto. Un ciclista aumenta su rapidez uniformemente desde el reposo hasta - 30 km/h en medio minuto. Compare estas aceleraciones".

La solución grupal al problema se dio como señala la figura 6. Su análisis interno de las relaciones del mundo-real se tradujo en los conceptos de velocidad inicial (V_0), velocidad final (V_f) y tiempo (t), dejando como incógnita - la aceleración.

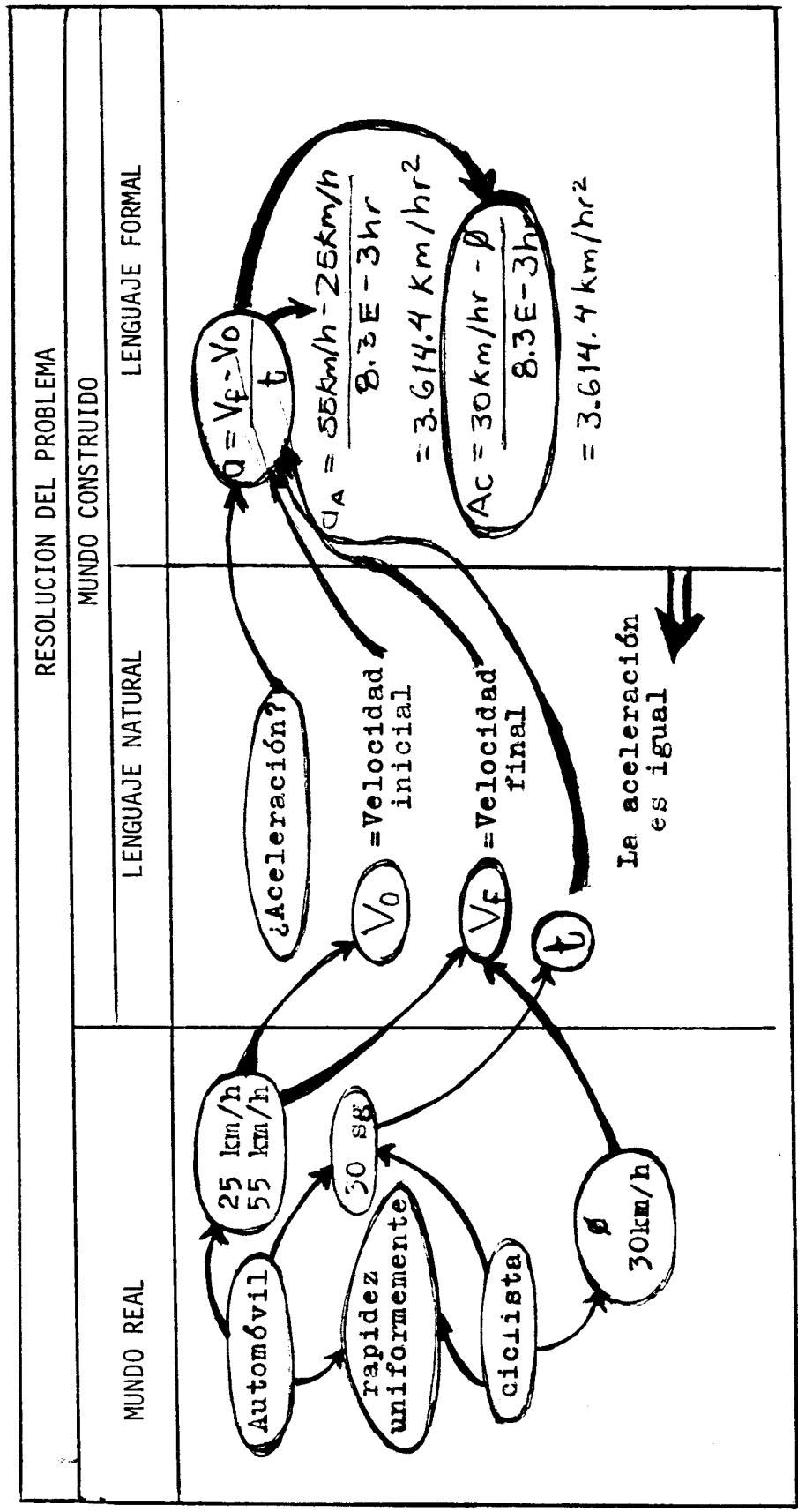
Las relaciones del lenguaje natural llevaron a plantear la fórmula con la cual se solucionó el problema, para su aplicación en el mundo real.

En ambos problemas, los alumnos utilizaron vías individuales distintas de solución. No todos coincidieron en - las respuestas obtenidas.

Al aplicar la técnica, las principales dificultades - en el procedimiento de solución se presentaron en:

- La reconstrucción por párrafos dentro de la columna del lenguaje natural, y en
- La elección de ecuaciones para operar dentro del lenguaje formal.

Figura 6:
 Tema 3.8. Resolución macroestructural del problema 13
 (Libro de texto, edición de 1986).



En el primer caso, se resolvió la situación mediante selección de párrafos susceptibles de aplicación. En el segundo, se reconoció que varias ecuaciones pueden servir para solucionar problemas, pero que es importante tanto la -- aplicación del criterio del autor como el del alumno, a fin de seguir caminos más cortos o largos.

Posteriormente, los alumnos hicieron una instrospección de los procesos mentales que siguieron para resolver -- los problemas en forma individual (v. cuadro 5).

Casi todos coincidieron en los pasos que siguen. -- Los mismos se pueden resumir en:

- 1o. Identificación del problema y organización de datos con el auxilio de la imaginación, del lenguaje natural es-- crito, o de gráficos;
- 2o. Buscar la fórmula adecuada; y
- 3o. Operar y sustituir datos, sobre la base de conocimien-- tos teóricos y operacionales.

CUADRO 5.

Tema 3.8: Procesos mentales seguidos por los alumnos para la resolución de problemas.

ALUMNO	PROCESOS MENTALES PARA PLANTEAR Y RESOLVER EL PROBLEMA
G	<p>-Primero <u>leer muy detenidamente el problema</u>, hasta que se <u>comprenda el objetivo</u> o el planteamiento de dicho problema.</p> <p>-Después tratar de <u>obtener todos los datos posibles</u> del problema (como V_0, V_f, d, etc.).</p> <p>-Y en base a los datos <u>buscar una fórmula que pueda satisfacer dicha incógnita</u> (en este caso la aceleración).</p> <p>-Como la fórmula fue de $d = \frac{1}{2}at^2$, existían dos incógnitas a y t, por lo que había que buscar una fórmula para el tiempo, la cual fue $t = d/v$. De ahí se obtuvo el tiempo y así se pudo <u>calcular</u> la aceleración.</p> $a = \frac{2d}{t^2}$
A	<p>-Primeramente <u>dibujar una gráfica</u> con los elementos que intervienen en el problema, después <u>escribir los datos</u> con los que cuento y <u>las incógnitas</u> o preguntas a responder.</p> <p>-Posteriormente <u>recordar fórmulas</u> que determinen alguna de las incógnitas y <u>sustituir</u> los datos</p>
D	<p>-Primero leer completo el problema.</p> <p>-Identificar los datos.</p> <p>-Buscar una fórmula que relacione dichos datos.</p> <p>-Despejar si es necesario.</p> <p>-Sustituir la información en la fórmula.</p> <p>-Calcular el resultado.</p>

ALUMNO	PROCESOS PARA PLANTEAR Y RESOLVER EL PROBLEMA
B	<p>-Primero <u>leí con cuidado el problema</u> y qué era lo que me pedían.</p> <p>-Una vez que <u>supe que debía encontrar</u> la aceleración constante <u>busqué</u> en el archivo de la memoria, la <u>fórmula</u> que relacionaba la aceleración con los datos con los que contaba, en este caso velocidad inicial = cero, velocidad final = 360 km/h, -- distancia = 1.8 km.</p> <p>-Bien, la <u>fórmula que encontré fue la de</u> $a = \frac{Vdv}{ds}$</p> <p>Y la comprobé retrocediendo a la fórmula: $a = \frac{dv}{ds}$.</p> <p>y después: $a = \frac{dv}{ds} \cdot \frac{ds}{dt}$ y como $\frac{ds}{dt} = v$</p> <p>$a = \frac{dv}{ds} v$.</p> <p><u>Siguiendo las reglas de integración obtuve</u> que $a ds = v dv$, luego $\int ds = \int v dv$ y dando los límites correspondientes.</p> <p>$a \int_0^{1.8} ds = \int_0^{360} v dv$ → → → integrando</p> <p>$a s \int_0^{1.8} = \frac{v^2}{2} \int_0^{360}$ <u>y haciendo operaciones obtuve el resultado.</u></p> <p><u>Elegí trabajar en km</u> porque es con lo que tengo más práctica.</p> <p>Después procedí a hacer la <u>conversión</u> de km/hr a Mill/hr para tener dos resultados.</p>
F	<p>-Primero leo el problema, ví que datos tenía, ví que me faltaba el tiempo para poder utilizar la ecuación.</p> <p>-Después usé la ecuación de la distancia y la despejé para obtener la aceleración'</p> <p>-Posteriormente sólo sustituí los datos en la fórmula y obtuve la aceleración.</p>

...

ALUMNO	PROCESOS MENTALES PARA PLANTEAR Y RESOLVER EL PROBLEMA
E	<p>-En primer lugar <u>selecciono el dato</u> que se me pide. En este caso <u>aceleración mínima</u>, sabiendo que ésta es <u>constante</u>.</p> <p>-Luego organizo los datos que se me dan en el problema: $v_i = 360 \text{ km/hr}$ $X = 1.8 \text{ km}$ $v_o = 0$ $X = 0$</p> <p>-Después <u>identificó la fórmula</u> que relaciona a los datos que se dan con el que se pide. Tenemos la ecuación: $v_f^2 = v_o^2 + 2a (X-X_o)$</p> <p>-Despejo la incógnita y sustituyo. $a = \frac{v_f^2 - v_o^2}{2 (X-X_o)} = \frac{(360 \text{ km/hr})^2 - (0)^2}{2 (1.8 \text{ km}-0)}$</p>
I	<p>-Primeramente <u>me imagino</u> la situación.</p> <p>-Posteriormente <u>verifico los datos</u> que tengo y <u>busco la fórmula</u> que se adapte mejor a mis datos.</p> <p>-Y por último <u>la aplico</u>.</p>

FUENTE: Elaboración propia.

- Ello lleva a constatar que al nivel de trabajo individual existe cierta mecánica de solución de problemas, - - aprendida con anterioridad. Mecánica que lleva a los mismos a resolver problemas con distintos grados de profundidad y mediante caminos distintos, en forma diferencial.

Esta situación que corresponde a los individuos se da también en el trabajo grupal. Un ejemplo de ello se presentó en la solución del problema 18 del tema 3.8. del libro de texto por los alumnos del curso, donde se hallaron dos vías formales distintas de solución (v. figuras 7 y 8). (V. en el Apéndice 1: Diario de Campo 10, Anexo 2).

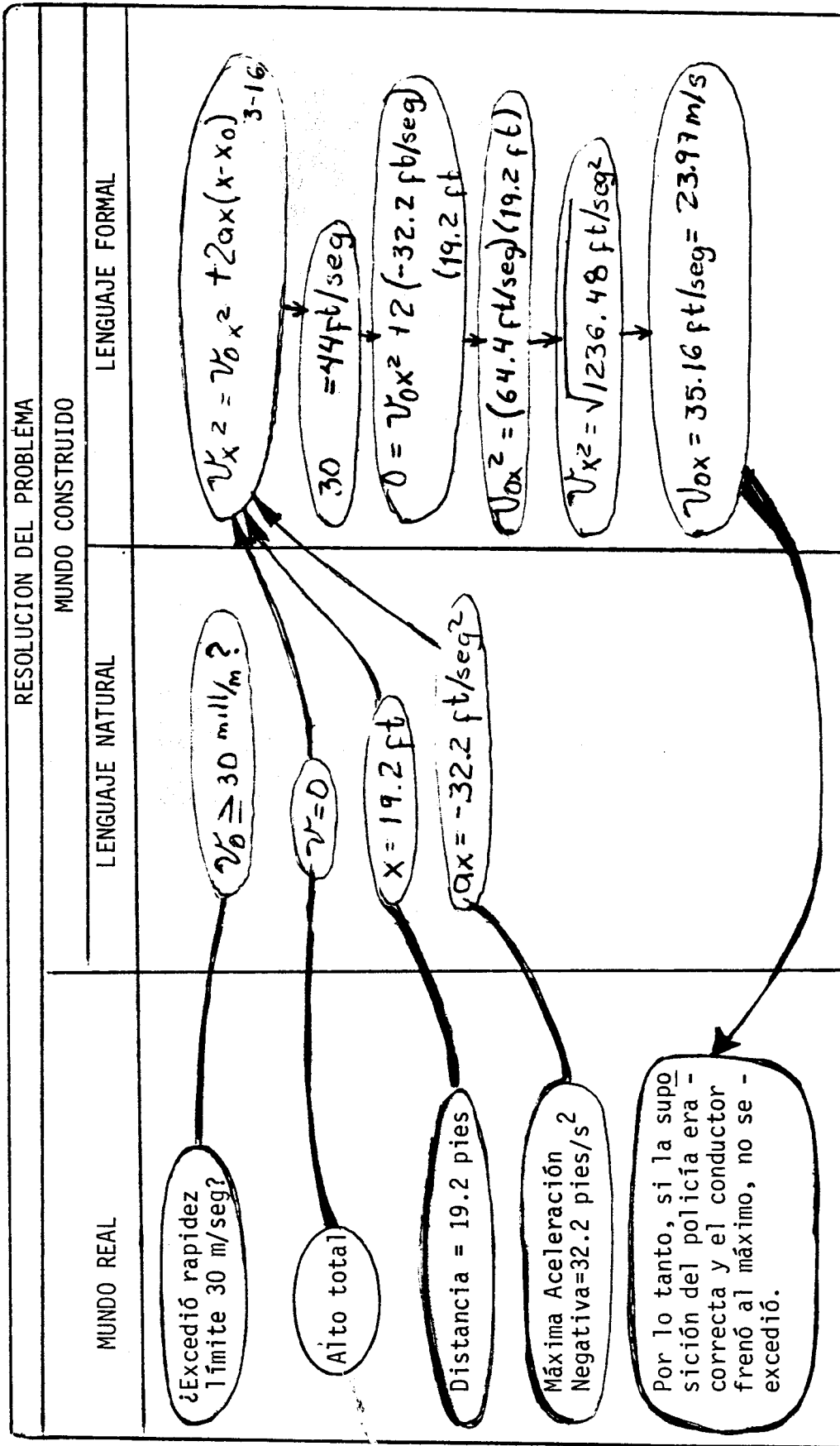
El planteo narrativo del problema es el siguiente:
-Suponga que lo llaman para asesorar a un abogado - respecto de un problema físico en uno de sus casos. El problema consiste en determinar si el conductor había excedido la rapidez límite de 30 millas/h antes de hacer un alto de emergencia en el que se - - aplicaron los frenos del vehículo, que mantuvieron a las ruedas resbalando sin rodar. Las marcas de - las ruedas en la carretera fueron de 19.2 pies. El oficial de la policía supuso que la máxima desaceleración del automóvil no pudo ser mayor que la aceleración de un cuerpo que cae libremente y arrestó al conductor por exceso de velocidad. ¿En realidad se excedió?. Explicar". (p. 61, edición de 1988).

La primera solución al problema (figura 7) se trabajó con una traducción al lenguaje natural que condujo a la fórmula 3-16, fórmula sobre la cual se hicieron operaciones

matemáticas para llegar a la solución de 23.97 m/s.

Figura 7:

Tema 3.8.: Solución macroestructural posible al problema 18.
(Libro de texto, edición de 1986).



Fuente: Elaboración grupal.

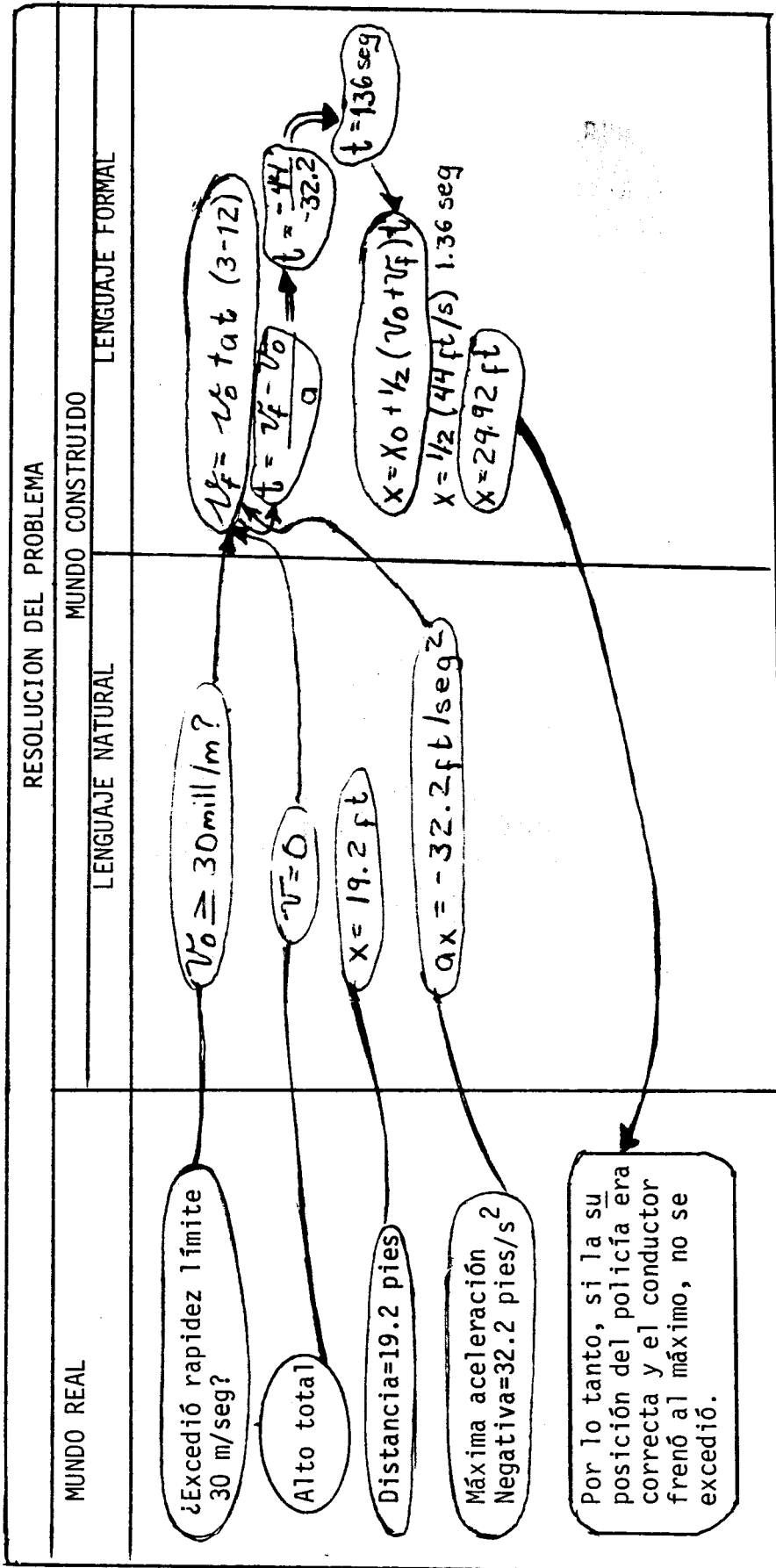
La segunda solución (figura 8) tradujo el lenguaje natural a una fórmula más simple (3-12) sobre la cual se -- calculó el tiempo. Ese tiempo se aplicó a la fórmula de la distancia y se pudo obtener la solución en pies.

Ambas soluciones permiten concluir que el conductor no se excedió en la velocidad y que fue arrestado en forma injusta. Sin embargo, no concuerdan sus respuestas numéricas.

Se puede ver que la técnica puede llevar a obtener -- distintas formas de solución a un mismo problema, mediante el análisis de la referencialidad de los objetos relacionados.

Figura 8

Tema 3.8. Otra solución macroestructural posible al problema 18.
(Libro de Texto, edición de 1986).



Fuente: Elaboración grupal.

- Más tarde se intentó resolver problemas del tema - 23.2 del capítulo 23 del libro de texto, y se detectó que - el planteamiento del autor no permite estudiar un capítulo - avanzado con independencia del contenido de los anteriores - (V. en el Apéndice 1: Diario de Campo 13, Anexo 2).

Inicialmente los alumnos hicieron el análisis macro-estructural del tema y luego abordaron el problema 1. El mismo narraba:

"Las densidades del aire del oxígeno y del nitrógeno son, a 0°C y 1.000 Atm de presión, 1.293 kg/m³, - - 1.429 kg/m³ y 1.251 kg/m³ respectivamente. Partiendo de estos datos, calcular el porcentaje de nitrógeno en el aire, suponiendo que está constituido -- por estos dos gases". (p. 533, edición de 1988).

El planteamiento se tradujo al lenguaje natural pero no hubo necesidad de seguir el planteamiento de párrafos or denados de la macroestructura para resolver el problema:

MUNDO REAL	MUNDO CONSTRUIDO	
	LENGUAJE NATURAL	LENGUAJE FORMAL
. Densidad de aire nitrógeno y oxígeno a 0° es de 1 At- mósfera de presión 1.293 kg/m ³ 1.251 kg/m ³ 1.429 kg/m ³ Calcular el % de nitrógeno en el aire. Suponiendo -- que sólo se componen de -- dos gases.		

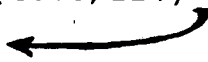
El mismo se resolvió mediante despejes del lenguaje-formal. Es un caso donde el autor plantea la necesidad de manejar conocimientos previos de operación con ecuaciones.

Por otra parte, se trabajó la solución del problema-9 del mismo tema 23.2 del libro de texto. El mismo decía:

"Calcular el trabajo efectuado al comprimir 1,00 mol de oxígeno desde un volumen de 22.4 l a 0°C y 1.00-Atm de presión hasta 16.8 l a la misma temperatura" (p. 534)

Su solución no tenía que ver directamente con la macroestructura planteada en el tema, más bien precisaba retomar conocimientos de capítulos anteriores que hicieron referencia al tema del Trabajo.

En tal sentido, la solución se dio mediante la aplicación de fórmula del Trabajo y reglas de Integración:

$$\begin{array}{l}
 n = 1 \text{ mol } O_2 \\
 V_o = 22.4 \text{ l} \\
 t_i = 273^\circ K \\
 P_i = 1.00 \text{ Atm} \\
 V_f = 16.8 \text{ l} \\
 t_f = 273^\circ K
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{l}
 W = V_f \int P \, dV \qquad 14 \int \frac{Rt}{V} \, dV = \\
 (8.314 \text{ l k/mol}) (273K) \ln (16.8/22.4) \\
 W = + 652.9 \text{ Joules}
 \end{array}$$


El planteamiento de los problemas 1 y 9 por el autor permite corroborar que el aprendizaje autodirigido del libro de texto debe seguir el orden de presentación: del primero al último capítulo.

- En otro trabajo de solución de problemas, los alumnos resolvieron los problemas 5 y 6 del tema 23.2 del libro de texto. El primero según la forma habitual que tenían -- aprendida, y el segundo mediante la aplicación de la técnica. (V. en el Apéndice 1: Diario de Campo 14. Anexos 2 y 4)

El problema 5 pedía resolver lo siguiente:

"Una muestra de oxígeno gaseoso que tiene un volumen de 1.0l a 40°C y una presión de 76 cm Hg, se dilata hasta que su volumen es de 1.5 l y su presión es de 80 cm Hg. Encontrar (a) la masa en moles de oxígeno en el sistema y (b) su temperatura final".(p.533)

Su solución (V. cuadro 6) siguió el procedimiento siguiente:

datos---búsqueda de fórmulas---operaciones---respuesta

Esa es la mecánica aprendida por los alumnos con anterioridad. La asignación de valores es equivalente en todos los grupos, aunque el grupo 2 olvida anotar la incógnita n .

Los caminos seguidos para solucionar el problema matemáticamente son distintos en cada caso. La respuesta por grupos se presenta con distintas unidades de medida.

CUADRO 6

Tema 23.2: Resolución del problema 5 por un método de uso cotidiano y proceso mental seguido, según grupos.
(Libro de texto, edición de 1986).

GRUPO	RESOLUCION DEL PROBLEMA 5 POR UN METODO DE USO COTIDIANO
B C G	$V_i = 1.0 \text{ l} \quad \frac{P_i V_i}{F_i} = \frac{P_f V_f}{t_f}$ $T_i = 45^\circ\text{C} = 318^\circ\text{K}$ $P_i = 76 \text{ cm/hg} = 1 \text{ atm} \quad t_f = \frac{P_f V_f T_i}{P_i V_i}$ $V_f = 1.5 \text{ l}$ $P_f = 80 \text{ cmHg} = 1.05 \text{ atm} \quad t_f = \frac{(1.05)(1.5)(3.18)}{(1)(1.01)}$ $T_f = ?$ $n = ? \quad = 227^\circ\text{C} \quad \rightarrow \quad n = \frac{Pv}{Rt} = \frac{(1.05)(1.5)}{(8.314)(1500)}$ $= 0.00378 \text{ moles}$
PROCESO MENTAL PARA RESOLVER EL PROBLEMA:	<ul style="list-style-type: none"> - Sacamos los datos y buscamos una fórmula que las relacionara. - Despejamos incógnita y listo.
GRUPO	RESOLUCION DEL PROBLEMA 5 POR UN METODO DE USO COTIDIANO
D J	$V_i = 1.01 \quad \frac{P_i V_i}{t_i} = \frac{P_f V_f}{t_f}$ $V_f = 1.51$ $t_i = 40^\circ\text{C} \quad t_f = \frac{P_f V_f t_i}{P_i V_i}$ $t_f = ?$ $P_i = 76 \text{ cm/Hg} \quad t_f = \frac{(80 \text{ cm/HG})(1.51)(313^\circ\text{K})}{(76 \text{ cmHg})(1.01)}$ $P_f = 80 \text{ cm/Hg} \quad = \frac{37810.4}{76.76} \text{ } ^\circ\text{K} \quad \rightarrow \quad t_f = 219.579^\circ\text{C}$

<p>PROCESO MENTAL PARA RESOLVER EL PROBLEMA:</p>	<p>- Por el método acostumbrado, cuesta más trabajo reconocer la información y las incógnitas</p>
<p>GRUPO</p>	<p>RESOLUCION DEL PROBLEMA 5 POR UN METODO DE USO COTIDIANO</p>
<p>A E F</p>	<p> $V_o = 1 \text{ lt}$ a) $P_v = nRt$ $t = 40^\circ\text{C}$ $n = \frac{P_v}{Rt}$ $P = 76 \text{ cm/Hg} = 1 \text{ atm}$ Rt $V_f = 1.5 \text{ lt}$ $n = \frac{(1\text{atm})(11)}{(8.314 \text{ 1/mol}^\circ\text{K})(40^\circ\text{C})}$ $P_f = 80 \text{ cm/Hg}$ $= 0.003 \text{ mol}$ $m = ?$ $t_o = 40^\circ\text{C} + 273.15^\circ = 313.15^\circ$ $t_f = ?$ $P_o = 1 \text{ atm}$ $P_f = \frac{80}{76} = 1.05 \text{ atm}$ $R = 8.314 \text{ d/mol}^\circ\text{K}$ b) $\frac{P_o V_o}{T_o} = \frac{P_v}{T}$ T_o $t = \frac{P_v T_o}{P_o V_o}$ $t = \frac{(1.051)(1.51)(313.15^\circ)}{(1 \text{ atm})(11)}$ $t = 493.21^\circ\text{K}$ </p>
<p>PROCESO MENTAL PARA RESOLVER EL PROBLEMA:</p>	<p>- Aunque no utilizamos el método macroestructural gráficamente, creemos que mentalmente el proceso que seguimos fue macroestructural. Llega un momento en que aprendes inconscientemente a identificar objetos y sus relaciones. Tuvimos que regresar a capítulos anteriores no estudiados porque había conceptos que no conocíamos.</p>

En el caso del problema 6 del tema 23.2, el texto -- del mismo pedía solucionar lo siguiente:

"Una rueda de automóvil tiene un volumen de 1,000 -- plg^3_2 y contiene aire a una presión manométrica de 24 lb/plg^2 cuando su temperatura es de 0°C . ¿Cuál -- es la presión manométrica del aire en las ruedas -- cuando su temperatura se eleva a 27°C y su volumen -- aumenta hasta 1,020 plg^3 ?" (p. 533, edición de 1988)

La solución de los grupos mediante el uso de la técnica macroestructural (V. cuadro 7) llevó a realizar una -- traducción correcta de los términos del mundo real a los -- conceptos del lenguaje natural, en término de valores.

Luego, la referencialidad de los conceptos permitió a los alumnos llegar a la fórmula. De ahí en adelante se -- trabajó con operaciones usando las relaciones de los objetos de la técnica para describir un orden de pasos del cálculo, más que para guiar un proceso de razonamiento.

Las respuestas matemáticas expresan resultados distintos en unidades métricas diferentes: cada grupo aplica -- formas diferenciales de manejar las reglas matemáticas.

Es decir, los alumnos cuando aplican la técnica tienden a mantener la mecánica de solución de problemas aprendida con anterioridad, aunque tienen una orientación más clara del camino a seguir.

El reto futuro de la técnica es superar la mecánica-

de soluciones aprendidas permitiendo una mayor comprensión de la materia. En el caso de las matemáticas queda pendiente para la técnica la tarea de trabajar la sintaxis del planteamiento, para poder orientar mejor el razonamiento interno y optimizar las vías posibles de solución (analíticas o numéricas).

CUADRO 7

Tema 23.2: Resolución del problema 6 por el método macroestructural y proceso mental seguido, según grupos. (Libro de texto, edición de 1986).


GRUPO	RESOLUCION DE UN PROBLEMA POR EL METODO MACROESTRUCTURAL															
	MUNDO REAL	MUNDO CONSTRUIDO														
B C G		<table border="1"> <thead> <tr> <th>LENGUAJE NATURAL</th> <th>LENGUAJE FORMAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <p>$V_i = 1000 \text{ plg}^3$</p> <p>VOLUMEN INICIAL</p> </td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td> <p>$P_i = 24 \text{ lb/plg}^2$</p> <p>$P_i = 1.35 \text{ atm}$</p> </td> </tr> <tr> <td></td> <td> <p>$t_i = 0^\circ\text{C} = 273^\circ\text{K}$</p> </td> </tr> <tr> <td></td> <td> <p>$t_f = 27^\circ\text{C} = 300^\circ\text{K}$</p> </td> </tr> <tr> <td></td> <td> <p>$V_f = 1020 \text{ plg}^3$</p> </td> </tr> <tr> <td></td> <td> <p>$P_f = ?$ $V_f = 16.71 \text{ l}$</p> <p>$P_f = \left(\frac{P_i V_i}{t_i}\right)$</p> <p>$\left(\frac{1.35 \text{ atm}(14.38 \text{ l})}{273^\circ\text{K}}\right) \left(\frac{300^\circ\text{K}}{16.71 \text{ l}}\right) = \underline{1.45 \text{ atm}}$</p> </td> </tr> </tbody> </table>	LENGUAJE NATURAL	LENGUAJE FORMAL	<p>$V_i = 1000 \text{ plg}^3$</p> <p>VOLUMEN INICIAL</p>			<p>$P_i = 24 \text{ lb/plg}^2$</p> <p>$P_i = 1.35 \text{ atm}$</p>		<p>$t_i = 0^\circ\text{C} = 273^\circ\text{K}$</p>		<p>$t_f = 27^\circ\text{C} = 300^\circ\text{K}$</p>		<p>$V_f = 1020 \text{ plg}^3$</p>		<p>$P_f = ?$ $V_f = 16.71 \text{ l}$</p> <p>$P_f = \left(\frac{P_i V_i}{t_i}\right)$</p> <p>$\left(\frac{1.35 \text{ atm}(14.38 \text{ l})}{273^\circ\text{K}}\right) \left(\frac{300^\circ\text{K}}{16.71 \text{ l}}\right) = \underline{1.45 \text{ atm}}$</p>
	LENGUAJE NATURAL	LENGUAJE FORMAL														
	<p>$V_i = 1000 \text{ plg}^3$</p> <p>VOLUMEN INICIAL</p>															
		<p>$P_i = 24 \text{ lb/plg}^2$</p> <p>$P_i = 1.35 \text{ atm}$</p>														
		<p>$t_i = 0^\circ\text{C} = 273^\circ\text{K}$</p>														
		<p>$t_f = 27^\circ\text{C} = 300^\circ\text{K}$</p>														
		<p>$V_f = 1020 \text{ plg}^3$</p>														
	<p>$P_f = ?$ $V_f = 16.71 \text{ l}$</p> <p>$P_f = \left(\frac{P_i V_i}{t_i}\right)$</p> <p>$\left(\frac{1.35 \text{ atm}(14.38 \text{ l})}{273^\circ\text{K}}\right) \left(\frac{300^\circ\text{K}}{16.71 \text{ l}}\right) = \underline{1.45 \text{ atm}}$</p>															
Volumen inicial de 1000 plg ³																
Presión inicial de 24 lb/plg ²																
Temperatura inicial 0°C																
Temperatura final 27°C																
Volumen final 1.020 plg ³																
Presión final es incógnita																
<p>PROCESO MENTAL PARA RESOLVER EL PROBLEMA:</p>	<p>- Desglosamos el texto y después hicimos lo mismo que con el método cotidiano, sólo que más razonado. Creemos que el método estructural lo usamos cotidianamente sólo que no lo escribimos, sino mentalmente.</p>															

...

GRUPO		RESOLUCION DE UN PROBLEMA POR EL METODO MACROESTRUCTURAL	
D J	MUNDO REAL	MUNDO CONSTRUIDO	
		LENGUAJE NATURAL	LENGUAJE FORMAL
	$\left\{ \begin{array}{l} V_i = 1000 \text{ plg}^3 \\ V_f = 1020 \text{ plg}^3 \\ P_i = 24 \text{ lb/plg}^2 \\ P_f = ? \\ t_i = 273^\circ\text{K} \\ t_f = 300^\circ\text{K} \end{array} \right.$ <p>Volumen Presión Temperaturas</p>	$P_i V_i = \frac{P_f V_f}{t_f}$ $P_f = \left(\frac{t_f}{V_f} \right) \left(\frac{P_i V_i}{t_i} \right)$ $P_f = \frac{300^\circ\text{K}}{1020 \text{ plg}^3} \frac{24 \text{ lb/plg}^2 (1000 \text{ plg}^3)}{273^\circ\text{K}}$ $P_f = 25.8564 \text{ lb/plg}^2$	

PROCESO MENTAL PARA RESOLVER EL PROBLEMA:

- Por el método macroestructural es más fácil encontrar fórmulas y razonamientos de acuerdo al problema.

GRUPO		RESOLUCION DE UN PROBLEMA POR EL METODO MACROESTRUCTURAL	
A E F	MUNDO REAL	MUNDO CONSTRUIDO	
		LENGUAJE NATURAL	LENGUAJE FORMAL
	 <p> $P_o = 24 \text{ lb/plg}^3$ $V_o = 1000 \text{ plg}^3$ $t_o = 0^\circ\text{C}$ $P = ?$ $V = 1,020 \text{ plg}^3$ $t = 27^\circ\text{C}$ </p>	<p>Presión inicial volumen final temperatura</p>	$\frac{P_o V_o}{t} = \text{ctte}$ $\frac{P V}{t} = \frac{P V_o t}{t V}$ $P = \frac{(24 \text{ lb/plg}^3)(1000 \text{ lb}^3)(300^\circ\text{K})}{(273^\circ\text{K})(1020 \text{ plg}^3)}$ $P = 25.86 \text{ lb/plg}^3$

PROCESO MENTAL PARA RESOLVER EL PROBLEMA:

- En este problema fue relativamente más fácil debido a que las relaciones entre los objetos eran directas.

*En relación a la creación de problemas, ésta se basó en la comprensión que daba la macroestructura de objetos que resultaba del análisis de los temas.

La creación tiene que ver con los conocimientos que se tienen almacenados en la memoria y con la capacidad de manejarlos para construir planteamientos más o menos complejos referidos a ciertos temas. Al adecuarse la técnica a la forma de conocer orienta a crear con mayor amplitud.

- Cuando se crearon problemas nuevos respecto al tema 3.8 del libro de texto (v. Cuadro 8) (v. en el Apéndice 1 Diario de Campo 10) los alumnos se basaron en la macroestructura e inventaron problemas.

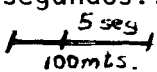
La macrorregla mental que predominó fue la de adaptar datos a cierta fórmula previamente conocida. Otros alumnos (H, A e I) a tiempo de adaptar datos hicieron un trabajo de análisis comprensivo y ésto hizo que plantearan problemas más complejos y originales.

CUADRO 8

Tema 3.8: Creación individual de un problema y proceso mental seguido.

ALUMNO	PROBLEMA CREADO	PROCESOS MENTALES
G	-Un automóvil que va a una velocidad de 60 km/hr, -- frena con una desaceleración de 4.8 m/s y se encuentra a una distancia de 18 mts de un semáforo que está en luz roja. ¿Se pasará el alto el automóvil?.	ADAPTACION Primero <u>revisé la fórmula</u> para ver cual era aquella que calculaba la distancia. Enseguida <u>tratar de -- apartar datos para que se pudiera efectuar esa fórmula.</u> Y por último <u>dar una distancia para que se pudieran comparar las -- dos.</u>
B	-Un conejo corre a 50 km/hr por una ladera hacia abajo, por esa misma ladera una carreta comienza a bajar con una velocidad constante recorriendo 10 km en 20 min, en un momento dado comienza a acelerar con una aceleración constante de 5 km/hr ² . -- ¿Cuánto tiempo pasa a partir del momento en que comienza a acelerar para -- que vayan a la misma velocidad?.	ADAPTACION/LENGUAJE Primero <u>escogí una fórmula</u> $V=V_0+at$ después <u>les dí valores</u> a tres de los cuatro datos y el último lo dejé como incógnita, enseguida <u>complié un poco cada dato y lo puse de forma indirecta</u> , por ejemplo en vez de decir que V de la carretera era 30 km/hr dije que recorría 10 km en unos 20 minutos.
H	-Un avión empieza a correr por la pista de un aeropuerto. Calcula la aceleración que debe de llevar,	ADAPTACION-ANALISIS -Ver tipo de movimiento que debía analizar. -Qué factores pueden intervenir.

ALUMNO	PROBLEMA CREADO	PROCESOS MENTALES
	si debe alcanzar una <u>velo</u> cidad de 300 km/hr en 8 - segundos.	-Imaginar qué puede realizar dicho movimiento. -Qué voy a preguntar. -Quizás complicarlo un poco.
D	-Una bicicleta parte del - reposo, hasta alcanzar -- una velocidad de tres - - km/hr. ¿Cuál será la ace- leración después de haber terminado el recorrido de 124 mts? $x_0 = 0$ $v_{x_0} = 0$ $v_x = 30 \text{ km/hr}$ $x = 124 \text{ mts}$ $a_x = ?$	ADAPTACION -Recordar las <u>fórmulas</u> . -Elegir una de <u>ellas</u> . -Elegir los <u>datos conocidos</u> de esa fórmula. -Elegir la incógnita. -Escoger <u>datos más o menos coheren</u> <u>tes</u> con la realidad (por ejemplo- una bicicleta no puede alcanzar - una velocidad de 180 km/hr en una línea recta). -Plantear el <u>problema</u> .
E	-Jaime acaba de terminar - el programa en C que se - tiene que entregar el día dicho, y en ese momento - pasa Luis y le quita el - listado a Jaime y corre a entregárselo al maestro - como si él lo hubiera he- cho. Jaime se levanta -- enojado y cuando decide - seguir a Luis éste va a - 30 m de donde se encontra ba Jaime. Sabiendo que Luis va a -- una velocidad constante - de 3.5 m/s. ¿Con qué ace- leración deberá correr --	ADAPTACION -Traté de crear un problema en el- cual se den las relaciones del <u>ca</u> <u>pítulo 3.8</u> . -Primero daría velocidad inicial a las personas. -Luego a uno velocidad constante y al otro aceleración constante. -Después distancia y la suposición de que los tiempos son iguales. -Por último se pide aceleración -- constante.

ALUMNO	PROBLEMA CREADO	PROCESOS MENTALES
	Jaime para alcanzar a -- Luis antes de que llegue con el maestro, el cual- se encuentra en la cafe- tería a 100 metros de -- donde se encuentra Jaime?	
A	-Un corredor de 100 mts sa- lió hace tres segundos de la marca de salida con -- una velocidad de 8 m/seg- y una aceleración de 9.8- m/seg^2 , rompería el re- - cord mundial de los 100 - metros planos que es de - 9.7 segundos?.  $V_{x_0} = 8 \text{ m/s}$ $a_x = 9.8 \text{ m/s}$ $t = ?$ $V_x = ?$	ADAPTACION/ANALISIS -Ver de las fórmulas del movimien- to rectilíneo con aceleración - - constante aquellos elementos o va- riables que influyen en un proble- ma de éstos. -Escogí la variable que sería de - mi incógnita. -Imaginé un problema al que pudie- ra influir dicha variable. -Tratar de resolver el problema pa- ra ver si correspondía al tema es- cogido, y si realmente tenía solu- ción.
J	-Un Marianito viaja en una patineta roja a una velo- cidad de 5 m/s, en un mo- mento se le aparece una - bicicleta a una distancia de 200 metros, la bicicle- ta viene hacia él a una - velocidad de 2 m/seg ¿En- qué punto de Mariano se - encontrarán ambos compañe- ros?	ADAPTACION -Recordé algún problema similar a los expuestos. -Escogí uno que sí resolví en algu- na ocasión. -Cambié los elementos y los datos- del problema. -Traté de ajustarlo a un plano. -Traté de hacerlo algo más cotidia- no. -Relacioné a mis compañeros en el- problema.

ALUMNO	PROBLEMA CREADO	PROCESOS MENTALES
I	<p>-Si un carro va a una velocidad de 100 km/hr y a una distancia de 15 metros alcanza a ver que hay un perro echado en la acera. ¿Si la desaceleración que puede tener un carro es de (25 m/s), a qué velocidad se impacta con el animal?.</p>	<p>ADAPTACION-ANALISIS</p> <ul style="list-style-type: none"> -Primeramente basarme en el nivel que quiere que esté el problema. -Saber los datos con los que puedo trabajar. -Plantear los datos a un caso --- práctico o real.

FUENTE: Elaboración propia.

Otro trabajo de creación de problemas permitió ver - que un aprendizaje más comprensivo como el que orienta a hacer la técnica abre mayores posibilidades de creación.

Los alumnos crearon problemas nuevos basándose en la comprensión que tenían de los temas 4.3 y 23.2 del libro de texto (V. en el apéndice 1: Diario de Campo 11).

Ellos elaboraron un informe donde presentaron en grupos la creación de un problema con título, planteamiento, - la(s) forma(s) de resolverlo (sin solucionarlo aún), y la - propuesta de un trabajo experimental para ejemplificar la - solución del problema (V. Cuadro 9).

Lo que llama más la atención del informe presentado - por los grupos es que ninguno relacionó los dos temas pedi - dos y solamente trabajaron uno de ellos. El grupo 1, por - su parte, describió la forma de solución de su problema en - lenguaje natural; mientras el grupo 2 lo hizo con una fórmu - la concreta.

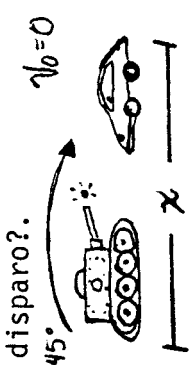
Por otra parte, ambos grupos basaron su creación en - conocimientos previos (v. cuadro 10), principalmente respec - to a la propuesta experimental.

CUADRO 9

Temas: 4.3 y 23.2: Creación grupal de problemas con formas de resolución y propuesta experimental, según grupos. (Libro de Texto, edición de 1986).

GRUPO	PROBLEMA	FORMA DE RESOLUCION	PROPUESTA EXPERIMENTAL
1 A E F G J	<p>- Salto de longitud con 5 kg.</p> <p>PLANTEAMIENTO</p> <p>-Se lanza un esquiador de una rampa de 50 mts de longitud con una inclinación de 30° con la horizontal, <u>su</u> poniendo que la rampa está a 15 mts de altura del suelo ¿A qué distancia caerá el esquiador del final de la rampa? Si el final de la rampa tiene una inclinación de 15°.</p>	<p>El problema se resuelve en dos partes:</p> <p>-El movimiento en la rampa se debe considerar como un movimiento <u>rectilíneo</u> con aceleración constante. En este movimiento se nos da la velocidad inicial, la distancia de recorrido, el ángulo de inclinación y se nos pide la velocidad con que llega al final.</p> <p>-Se considera el movimiento desde que sale de la rampa con una velocidad X y se nos pide encontrar la distancia que recorre al llegar al piso, sabiendo que la altura de la rampa con respecto al suelo es de 15 mts.</p>	<p>Se coloca una mesa y sobre ella un tubo segmentado por la mitad con un ángulo de 15°. Sobre el piso colocamos una hoja de papel carbón sobre una blanca que servirá para tomar la impresión de la caída de la canica que se dejará caer desde el tubo. La canica saldrá de la punta del tubo con cierta velocidad y en adelante describirá una trayectoria parabólica entonces se compara el resultado experimental con el resultado teórico precedido por las ecuaciones del movimiento.</p>

....

GRUPO	PROBLEMA	FORMA DE RESOLUCION	PROPUESTA EXPERIMENTAL
2 C I	<p>- Disparo de un proyectil desde un tanque a un carro en movimiento</p> <p>PLANTEAMIENTO</p> <p>-Un tanque de guerra hace un disparo a 45°, con una velocidad de 100 km/hr. En ese instante un auto arranca partiendo desde el reposo hacia el tanque. El proyectil hace contacto con el auto cuando éste iba a una velocidad de 60 km/hr después de 30 s del disparo del proyectil. ¿A qué distancia se encuentra el tanque del carro en el momento del disparo?</p> 	<p>Fórmula: distancia a la que cayó el proyectil haciendo impacto con el carro --</p> $X_a = (V \cos \theta) t$ <p>Distancia recorrida por el carro</p> $X_B = X_0 + \frac{1}{2} (V_0 + V_f) t$ <p>distancia total</p> $X_T = X_A + X_B$	<p>Se lanza una canica con el mismo ángulo usando un tubo con globo para lanzarla a una velocidad a esca- la, tomando en cuenta el peso de la canica o balón, y que en ese momento se empuje a un carrito tomando en cuenta la velocidad que se puede aplicar al problema y calcular datos.</p>

CUADRO 10

Temas: 4.3 y 23.2: Procedimiento seguido para la creación de problemas, según grupos.

(Libro de texto, edición 1986).

GRUPO	PROCEDIMIENTO
1 A E F G J	<p>El problema propuesto es una <u>memoria de un curso anterior</u> de Física que Mariano resolvió, se planteó - en forma de <u>adaptarlo a los temas</u> vistos, originalmente se planteó como un problema físico bien ejemplar, y después <u>discutimos sobre la utilidad en la vida real</u>, quedando en forma para aplicarse en los deportes de invierno.</p> <p>Quizás tengamos mal algunos detalles por nuestra ignorancia en dichos deportes, pero creo que el problema es bueno y se puede adaptar los posibles detalles que no están presentes.</p> <p>Es decir que es "modular"</p>
2 I C	<p>Primero analizamos los temas que se iban a tomar en cuenta y qué tipo de problemas se podían resolver - mediante las fórmulas presentadas por el tema de <u>Movimiento de Projectiles</u> y <u>Movimiento de una dimensión con aceleración constante</u>.</p> <p>Después buscamos el dato que nos interesaba conocer de un problema dado, mezclando los temas.</p>

FUENTE: Elaboración propia.

Los grupos criticaron sus informes mutuamente (v. - Cuadro 11):

- El grupo 1 pudo resolver el problema planteado -- por el grupo 2. Sin embargo, opinó que había ambigüedad en el uso del lenguaje del planteamiento y que la pregunta final del mismo no era muy adecuada, y que los datos no se apegaban a situaciones reales.

También dijo que habrían dificultades en llevar a la práctica la propuesta experimental.

- El grupo 2 no pudo resolver el problema propuesto por el grupo 1. Consideró que el problema estaba bien planteado en lo teórico y en lo experimental, pero que no daba detalles de la fórmula a usar para su resolución.

En el trabajo queda claro que un procedimiento comprensivo tiene menos limitaciones que uno más pegado a cierta mecánica, en cuanto da lugar a mayores posibilidades de razonamiento creativo donde es importante la aplicación de conocimientos previos.