
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN FÍSICA: HERRA-MIENTA PARA REORGANIZAR SIGNIFICADOS¹

Consuelo Escudero
Universidad Nacional de San Juan
San Juan - Argentina

Resumen

En este trabajo introducimos dos hipótesis que estamos trabajando: 1) Es posible el uso de la "V" epistemológica de Gowin, en el aula, como entrenamiento en la resolución de problemas en Física. 2) El uso sistemático de la "V" puede favorecer cambios de actitud en los estudiantes hacia la resolución de problemas.

"Ayudar a los otros a alcanzar esa comprensión a través de claras relaciones de la estructura del conocimiento es una tarea pedagógica de inestimable valor. (Gowin, 1985, p.109)"

I. Introducción

Muchas veces se explica el fracaso generalizado de los estudiantes en la resolución de problemas de Física señalando que no comprenden los temas abordados, que sus conocimientos matemáticos son insuficientes o que no realizan una lectura comprensiva del enunciado. Con todo, la actitud del alumno ante la resolución de problemas no puede dejarse de lado. Esta actitud frecuentemente no es la más apropiada para dirigirse hacia una solución exitosa.

Los estudiantes pueden resolver incorrectamente un problema cuantitativo aún cuando puedan manipular las relaciones matemáticas debido a las dificultades conceptuales subyacentes (Driver,1988). Gilbert ha señalado incluso la posibilidad de resoluciones mecánicas que llevan a la solución correcta...sin que los estudiantes hayan entendido nada. Silveira et al (1992) han sugerido claramente que el dominio de la parte conceptual del contenido es condición necesaria aunque no suficiente para convertir al alumno en un buen solucionador de problemas.

¹ Trabajo presentado en la 8º Reunión Nacional de Educación en la Física, Rosario, Argentina, 18-22 octubre, 1993.

Este doble juego entre lo conceptual y lo metodológico, presente en todo problema, debe ser tenido en cuenta al proponer un enfoque alternativo en la resolución de problemas. En este trabajo examinamos el uso de una metodología desarrollada por Gowin (1981) como una herramienta útil para el análisis epistemológico del enunciado de problemas en Física. Por análisis epistemológico vamos a entender el examen de interrelación entre el dominio conceptual (conceptos, constructos, principios, sistemas conceptuales, teorías,...) y el dominio metodológico (registros, datos, transformaciones, afirmaciones de conocimiento y de valor,...) implícito en un problema. La propuesta consiste además en destacar la importancia de la componente actitudinal asociada con la resolución de problemas.

En este artículo sólo presentaremos la idea, algunos antecedentes, el marco teórico, el instrumento en sí y dos ejemplos de la metodología “V” aplicada a la resolución de problemas. Comenzaremos por el referencial teórico adoptado.

II. Marco teórico

“El aprendizaje significativo es muy importante en el proceso educativo porque es el mecanismo humano por excelencia para adquirir y almacenar la vasta cantidad de ideas e información representadas por cualquier campo de conocimiento” (Ausubel, 1976).

La contribución principal de la teoría de David Ausubel fue el énfasis en la potencia del aprendizaje significativo en contraste con el aprendizaje por repetición, y la claridad con que describía el papel que juegan los conocimientos previos en la adquisición de nuevos conocimientos.

La esencia del proceso de aprendizaje significativo radica en que ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario sino substancial (no literal, no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe. Relación substantiva y no arbitraria significa que las ideas nuevas son relacionadas con algún aspecto específicamente pertinente de su estructura cognoscitiva (por ejemplo, una imagen, un concepto o una proposición que ya posee significado) (Moreira, 1992).

El aprendizaje significativo presupone que el material de aprendizaje sea potencialmente significativo para el alumno, o sea, que ese material tenga significado lógico y que el alumno tenga en su estructura cognoscitiva los elementos (conceptos, proposiciones ya significativos) necesarios para que el material sea relacionable de manera no arbitraria y sí substantiva en esa estructura. Presupone también que el alumno manifieste una actitud hacia el aprendizaje significativo. El alumno debe tener una disposición para relacionar, de modo intencional y no al pie de la letra, el material nuevo con su estructura cognoscitiva (Moreira, 1992).



Fig. 1 - La "V" epistemológica ideada por Gowin y simplificada para ilustrar los elementos conceptuales y metodológicos que interactúan en un problema.

La distinción entre aprendizaje significativo y aprendizaje mecánico no denota una dicotomía sino más bien los extremos de un continuo. Muchas veces el aprendizaje de un nuevo material se ubica en una región intermedia de ese continuo; no es ni netamente significativo ni decididamente mecánico.

Un llamado de atención en este sentido lo hizo Chrobak (1992) al proponer el uso de estrategias facilitadoras del aprendizaje significativo como una alternativa al aprendizaje memorístico. Su artículo apunta al uso de mapas conceptuales y de la "V" heurística; esta última aplicada a la resolución de problemas. Chrobak señala que el uso de estas herramientas ayuda a los estudiantes y a los profesores a interpretar la estructura y el significado del conocimiento que se pretende alcanzar (Novak y Gowin, 1988).

El enfoque alternativo que presentamos es similar al de Chrobak, en el sentido de enfatizar la ocurrencia de aprendizaje significativo a través del uso de la "V" de

Gowin como una herramienta útil para desentrañar la naturaleza y producción del conocimiento, como sucede por ejemplo cuando se resuelve un problema. También valoramos el importante papel que juegan los conocimientos previos en la adquisición de nuevos conocimientos. A pesar de esto nuestra propuesta es más amplia y diferente, ya que proponemos la conveniencia de un corrimiento del aprendizaje escolar hacia el aprendizaje significativo. En este caso a través de una tendencia, en el aula, hacia la resolución de una mayor proporción de problemas que de ejercicios. Además nos proponemos llamar la atención sobre la presencia de lo actitudinal como un tercer elemento en interacción con lo conceptual y lo metodológico.

Así, el alumno, en vez de intentar almacenar mecánicamente nuevos conocimientos podría procurar analizar la estructura de un problema a fin de relacionarlo significativamente con los conocimientos que ya posee. La “V” además de representar una concepción constructivista centrada en “acontecimientos” del conocimiento también sirve para resaltar el carácter humano y basado en valores de ese conocimiento. En términos de Novak (1988) nos referimos a una “integración constructiva de pensamiento, sentimiento y acción”.

A continuación mostramos algunos antecedentes en este sentido. Nos referimos fundamentalmente a algunas actitudes recogidas de la investigación en resolución de problemas, a la “visión” de alumnos de un colegio de nivel medio donde estamos llevando a cabo un proyecto acerca de esta temática y a la visión del autor al respecto.

III. Antecedentes

Mettes y otros (1980; citado en Gil Pérez et al; 1988) constatan que muchos estudiantes no saben como empezar a resolver un problema, simplemente buscan fórmulas a ciegas o bien se limitan a esperar la solución del profesor. Gilbert(1980) señala que habitualmente los estudiantes ante los problemas se disponen a “reconocer o abandonar”. Muchos otros, después de una resolución correcta, pasan de problema en problema sin reflexionar sobre la solución encontrada en beneficio de una mejor comprensión de la situación dada. También con bastante frecuencia, al resolver un problema o incluso al enseñar a resolverlo, se enfatiza el dominio metodológico del mismo descuidando lo conceptual.

La visión de los alumnos acerca de este tema es también consistente con estos resultados sobretodo cuando se trata del pedido de ayuda para la solución. A continuación reproducimos trozos selectos de entrevistas piloto realizadas en San Juan a alumnos de 3º año de un colegio secundario de modalidad bachiller en 1992.

-“Me gusta mucho resolver problemas con fórmulas, porque más allá de memorizarlas me gusta mucho aplicarlas.....Muchas veces me salen los resultados (de los problemas) pero no se plantearlos. Es fácil sacar el resultado, sobretodo si son de regla de tres.”
(C.R.,17 años)

-“Cuando tengo que resolver un problema trato de buscar ayuda porque nunca puedo hacerlo sola. No se, me cuestan mucho los problemas.”
(M.G.,15 años)

-“Los problemas en todas las materias son parecidos porque en casi todos hay que aplicar ecuaciones...Creo que sabiendo las fórmulas y los elementos que ellos nos den (los profesores) se sabrá resolver el problema
Buscar ecuaciones porque hay que encontrar la incógnita, busco la “X”. Después los datos que ella me da, según el que falta ubicaré la “X” y multiplicaré o dividiré,...según.”
(L.A.,15 años)

-“Cuando tengo que resolver un problema primero lo leo bien, lo analizo, trato de buscar todos los datos que me dan e intento plantearlo. Cuando veo que eso no va, inmediatamente consulto con alguna profesora para que me lo aclaren un poquito más.”
(O.M.,16 años)

Los docentes en general reconocemos la importancia de lo afectivo verbalmente. Pero nos suele resultar particularmente difícil ver cómo pueden ser descuidados o estimulados estos procesos desde nosotros y desde nuestras acciones. El concepto de “sí mismo” tiene central importancia aquí para comprender esta problemática. Sería también valioso “revisar” qué papel nos toca en el proceso de construcción de la autoestima. Para potenciarla, desde lo cognitivo y no aislada, podría usarse la metodología “V” como una especie de “muleta”. Su función sería la de apoyo o de sostén hasta tanto comprenda lo que es en esencia un problema. Luego, como con cualquier ayuda, puede prescindirse de ella. Puede que después no necesite hacer la “V” ,pero probablemente la haga en su mente aunque no sea consciente de ello. La idea es que le permita enfrentarse a un problema con una herramienta de trabajo.

Nuestra propuesta entiende la resolución de problemas en Física como un proceso en el que se integran los tres dominios (conceptual, metodológico y actitudinal) en equilibrio dinámico. De no ser así la resolución, si ocurre, resultaría vacía de significado. La disposición en “V” permite además “visualizar” los elementos que interactúan en la producción de conocimiento tornando más explícitas sus relaciones.

IV. La “V” epistemológica: su uso en la resolución de problemas

Resolver un problema una actividad cuya estructura puede interpretarse en forma de una “V” (Fig. 1). En 1977 Gowin ideó este recurso heurístico desarrollado, en un principio, para ayudar a clarificar la naturaleza y los objetivos del trabajo de laboratorio de Ciencias (Novak y Gowin, 1988, pp 76).

En la base de la V se ubican los acontecimientos y objetos sobre los cuales se formulan preguntas claves. Allí es donde se inicia la producción y creación del conocimiento. Mientras el lado izquierdo se refiere al aspecto conceptual de la producción de conocimiento (conceptos, constructos, principios, sistemas conceptuales, teorías, etc., propuestos por el hombre), el lado derecho se relaciona con los elementos metodológicos de esa producción de conocimientos (registros, datos, transformaciones, afirmaciones de conocimiento y de valor). El significado de nuestros registros es siempre interpretado a la luz del bagaje conceptual de que disponemos y puesto que este es limitado y evoluciona solo podemos hacer afirmaciones (no planteamientos verdaderos) sobre como creemos que funciona el trozo del mundo que estamos estudiando.

A continuación explicamos los elementos básicos de una “V” para alumnos. Las figuras 2 y 3 muestran dos ejemplos de problemas resueltos aplicando la “V” epistemológica, uno para nivel medio y otro para universitario básico, en los temas de calor y teoremas de conservación respectivamente.

Pregunta clave: Es una pregunta que identifica el fenómeno a estudiar, de tal modo que al responderla se encontrará algo esclarecedor sobre ese fenómeno (Moraireira, 1992). Una pregunta clave (reveladora) es aquella que nos permite organizar y dirigir adecuadamente nuestro

pensamiento, nuestra percepción de lo que está sucediendo... La pregunta moviliza nuestros pensamientos. Organiza nuestras acciones (Gowin, 1981).

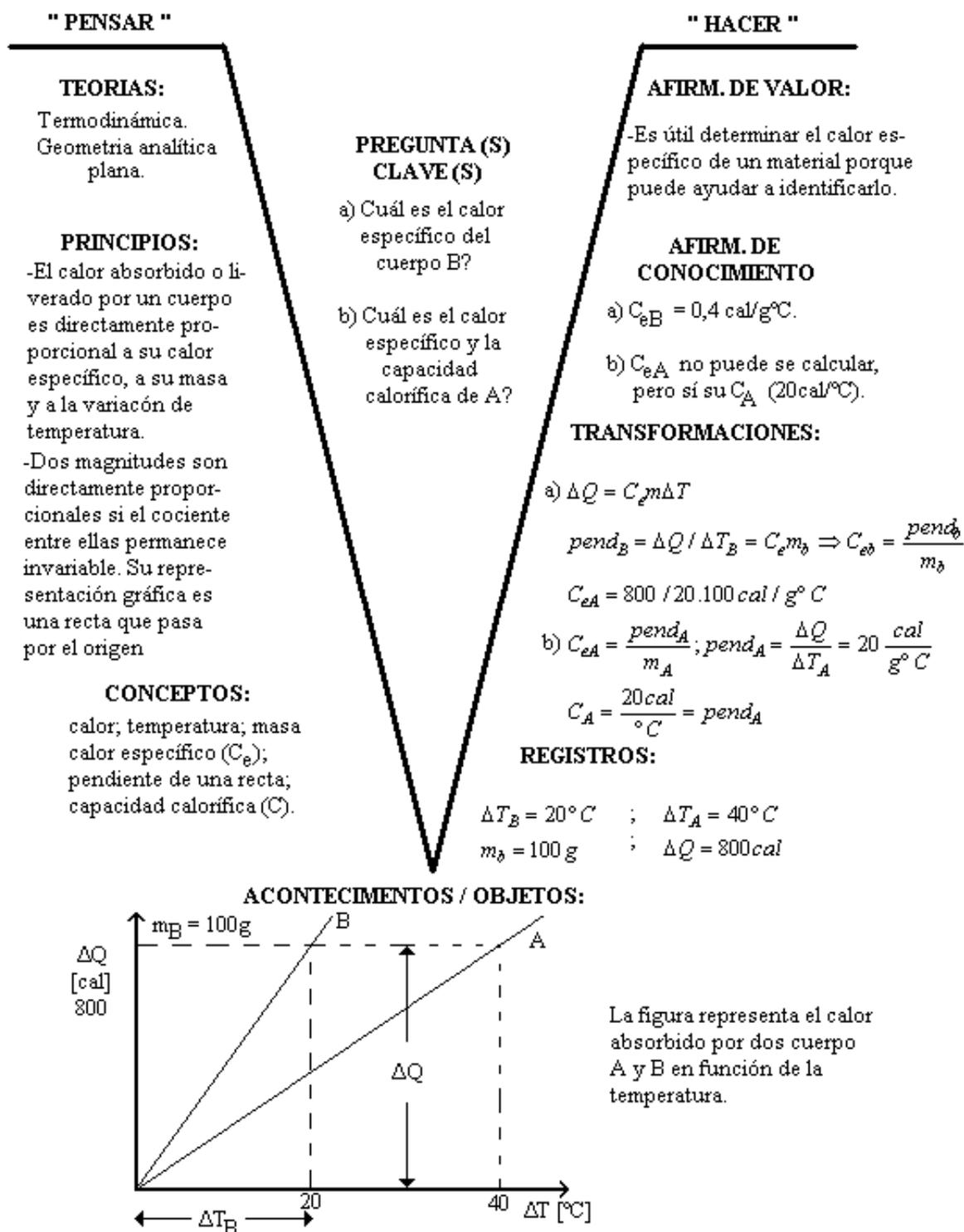


Fig. 2 - La "V" de Gowin para un problema de calor.

Acontecimiento y/u objeto: A partir de ellos se formulan las preguntas claves. Son los fenómenos de interés. Allí comienza la producción de conocimiento. Pueden señalarse

mediante un dibujo, un esquema de la situación, o bien con un conjunto de palabras. Entre la pregunta clave y el acontecimiento y/u objeto debe haber suficiente información como para tener claro el enunciado del problema.

Conceptos: Son “imágenes” mentales que tenemos de las palabras o símbolos. Un concepto apunta hacia aquello que es común en acontecimientos y/u objetos. El concepto de metal, por ejemplo, apunta a cualidades comunes del aluminio, del cobre y del mercurio en tanto ignora muchas diferencias entre ellos.

Principios: Son enunciados que explican como relacionan los conceptos y además como se comportan o comportarán los acontecimientos y los objetos. Apunta hacia lo que es estable en los acontecimientos. Por ejemplo, “un cuerpo tarda el mismo tiempo en subir que en bajar”, “el trabajo no depende del sistema de referencia.”

Teorías: Organizan los conceptos y los principios con el fin de describir los acontecimientos y las afirmaciones relativas a los acontecimientos, generalmente son más amplias y más inclusivas que los principios. Así la Teoría Celular en Biología y la Termodinámica en Física son amplias ideas explicativas en las que se incluyen cientos de relaciones más específicas.

Registros: Anotación, marca, señal, grabación o medición inicial relacionada con un acontecimiento y/o un objeto. El tipo de registros va a venir determinado por los conceptos que ya conocemos y por las preguntas centrales. Los registros una vez transformados constituyen los datos que puede suministrar el enunciado del problema en forma explícita o implícita.

Transformaciones: Son los procedimientos que se emplean para responder a la pregunta clave y deben ser consistentes con el nivel escolar y la capacidad del estudiante. Es decir son los cambios o modificaciones razonadas que exigen una interacción profunda del bagaje conceptual particularmente con el fenómeno de interés y con los registros para “producir” las ecuaciones y fórmulas, para “obtener” gráficos, diagramas, para “hacer” cálculos, análisis de casos límites, etc.

Afirmaciones

De conocimiento: Son las respuestas que se proponen a la(s) pregunta(s) planteadas y que debe ser objeto de un cuidadoso análisis de resultados. Estas pueden generar nuevas preguntas.

De valor: Son respuestas que afirman el mérito de algo y están relacionadas con la afectividad, con el orden de los valores que se tenga en lo personal y en lo social. “Contestan a preguntas como: es esto bueno o malo?, para qué es bueno?,

conviene hacerlo?, es correcto?...”(Novak y Gowin, 1988). Toda afirmación conceptual que construimos puede llevarnos a uno o más juicios de valor y ser de índole social, tecnológica, moral, económica, ecológica, o estética.

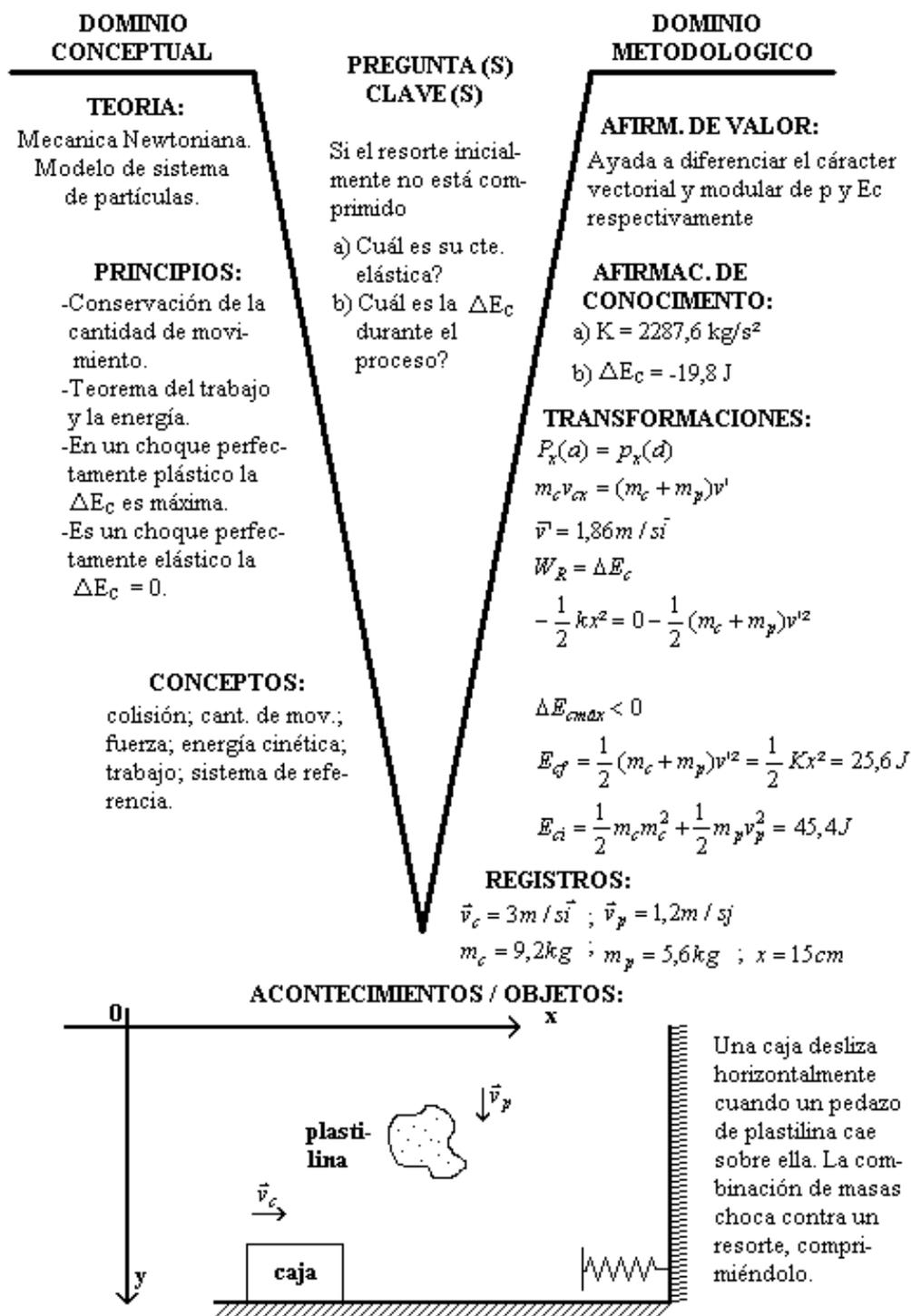


Fig. 3 - La “V” de Gowin para un problema de teoremas de conservación.

Con el uso de la “V” intentamos promover el acercamiento entre la teoría (“el pensar”, “lo conocido” y su aplicabilidad (“el hacer”, “lo práctico”), a partir de la identificación de una o más preguntas claves sobre el fenómeno de interés. Recordemos que la “V” se forma “dinámicamente” por interacción entre los dos lados. Así intentamos evitar el simple manipuleo de fórmulas.

Las “V” mostradas en las figuras 2 y 3 tienen aquellos componentes del conocimiento que cuando actúan juntos nos permiten construir o examinar un problema. Todos ellos son necesarios para comprender la estructura y/o la creación de conocimiento.

V. A modo de conclusión

En este trabajo se propuso usar una “V” de Gowin simplificada como herramienta que puede ayudar a que los problemas tengan más significado para estudiantes y profesores al reflexionar acerca de la esencia de un problema, de su resolución y de los elementos básicos que lo configuran. Además de llamar la atención sobre la presencia del dominio actitudinal como un tercer elemento en interacción con los dominios conceptual y metodológico al sugerir que la producción de conocimiento humano se caracteriza por una permanente interacción entre pensar, sentir y hacer. Lo importante no es que el docente corra persiguiendo “el método” o “la técnica”, sino que construya reflexivamente las estrategias de enseñanza más adecuadas a sus propósitos y a los de sus alumnos.

Probablemente a la hora de aplicar la “V” al análisis de enunciados de los problemas, lo difícil no sea hacer la “V”, sino aceptar este nuevo enfoque de la enseñanza y el aprendizaje en el aula, es decir a nivel de práctica docente, de dirección y organización escolar y de la sociedad misma.

La resolución de problemas es una de las líneas prioritarias de investigación en enseñanza de la Física. Tal vez, por la simple razón de que, así como hacer experiencias, resolver problemas es una actividad considerada indispensable para el aprendizaje de la Física. A pesar de no haber presentado resultados acerca de la utilidad de la “V” y de su relación con lo actitudinal, la clarificación de los elementos que configuran un problema bajo su luz puede ser un camino prometedor, en la medida en que nos ayude a reorganizar significados.

VI. Bibliografía

- 1- AUSUBEL, D.P. (1976). Psicología educativa. (México, Editorial Trillas).
- 2- CHROBAK, R. (1992). Univ. del Comahue. Comunicación personal recibida por intermedio del Dr. Marco A. Moreira.

- 3- DRIVER,R.(1988). “Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias” Enseñanza de las Ciencias, 6(2), pp 109-130.
- 4- GILBERT,G.L.(1980). “How do I get the answer” Journal of Chemical Education 57, pp.79-81.
- 5- GIL PÉREZ, D.; DUMAS CARRÉ.; CAILLOT, M.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J. y RAMÍREZ CASTRO, L.(1988). “La resolución de problemas de lápiz y papel como actividad de investigación”. Investigación en la escuela, nº6 , pp 3-20.
- 6- GIL PÉREZ, D. y MARTÍNEZ TORREGROSA,J.(1983). “A model for problem-solving in accordance with scientific methodology” European Journal of Science Education, 5(4), pp 171-184.
- 7- GIL PÉREZ, D.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J. y Senent,F.(1988). “El fracaso en la resolución de problemas de Física: una investigación orientada por nuevos supuestos”. Enseñanza de las Ciencias, 6(2), pp 131-146.
- 8- GOWIN,D.B.(1981). Educating. (Ithaca,N.Y.,Cornell University Press) (Traducción castellana: Hacia una teoría de la educación.(1985). Ediciones Aragón. Argentina).
- 9- MOREIRA,M.A y LEVANDOWSKI, C.E.(1983). Diferentes abordagens ao ensino de laboratório. (Porto Alegre, Editora da Universidade).
- 10- MOREIRA, M.A.(1990). Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos e referenciaes teóricas à luz do Vê epistemológico de Gowin. (SãoPaulo, Editora Pedagógica e Universitária).
- 11- MOREIRA, M.A.(1992). “Aprendizaje significativo, conocimiento científico y cambio conceptual”. Conferencia dictada en la V RELAEF, Porto Alegre, Brasil.
- 12- NOVAK, J.D.(1988). “Constructivismo humano: un consenso emergente”. Enseñanza de las Ciencias, 6(3),pp 213-223.
- 13- NOVAK, J.D. y GOWIN, D.B.(1988). Aprendiendo a aprender. (Barcelona, Martínez Roca).

- 14- PEDUZZI, L.O.Q. Comunicación personal. Reformulación de la estrategia presentada y discutida en: Peduzzi, L.O.Q. y Moreira, M.A.(1981). “Solução de problemas em Física:um estudo sobre o efeito de uma estratégia”. Rev.Bras.Fís., 11(4),pp 1067-83.
- 15 SILVEIRA, F.L., MOREIRA, M.A. y AXT, R. (1992). “Habilidad en preguntas conceptuales y en resolución de problemas”. Enseñanza de las Ciencias, 10(1), pp.58-62.