

# RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN FÍSICA Y QUÍMICA: UNA APROXIMACIÓN A LA EVALUACIÓN DE LOS OBSTÁCULOS EN ALUMNOS DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

Bartolomé Vázquez Bernal, Roque Jiménez Pérez y Ana M<sup>a</sup> Wamba Aguado  
Departamento de Didáctica de las Ciencias y Filosofía.  
Universidad de Huelva  
Av. Fuerzas Armadas, s/n; 21007 Huelva

## 1.- PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

A pesar de existir una literatura abundante con referencia a la resolución de problemas (RP) y de realizarse periódicamente revisiones en la temática (Perales, 1995; Escudero y Moreira, 1999), las investigaciones en torno a las dificultades que los alumnos perciben al desarrollar estas tareas es, por el contrario, escasa; en este sentido y en la línea de investigación centrada en los alumnos, destacamos la realizada por Oñorbe y Sánchez (1996a; 1996b), en la que se confrontan opiniones, sobre las dificultades en RP de Física y Química, entre profesores y alumnos. Con el objetivo de profundizar en este campo, nuestro trabajo se centra en determinar cuáles son los obstáculos y teorías asociadas (Astolfi, 1999) que alumnos de segundo ciclo de ESO encuentran en esta actividad de enseñanza tan utilizada en el aula e, igualmente, cómo se interrelacionan estos obstáculos, determinando la persistencia de tales dificultades, de tal manera que nos permitan la búsqueda de instrumentos para categorizarlos y así llegar a su análisis posterior. El uso de tales instrumentos de análisis nos pueden conducir a determinar de qué forma influyen metodologías investigativas de resolución de problemas en dichas percepciones, centrándonos en extraer consecuencias que nos permita realizar, en un trabajo posterior, una propuesta metodológica aplicable al aula.

Al formar parte de un estudio más amplio, en este trabajo nos centraremos en las siguientes preguntas: ¿cómo perciben los alumnos las dificultades en la RP de lápiz y papel en las clases de Física y Química?, ¿pueden elaborarse instrumentos que nos permitan clasificar los obstáculos?, ¿qué consecuencias existen, aplicables al contexto del aula, a partir del conocimiento generado por las dificultades en la resolución de problemas? Creemos interesante caracterizar nuestra investigación ya que posibilita una más correcta interpretación. Según Colás y Buendía (1998), el vector que la configura es: *básica-aplicada, longitudinal, exploratoria-descriptiva, cuantitativa, de campo, nomotética, descriptiva y orientada al descubrimiento-aplicación.*

Tomando como punto de partida, entre otros, los trabajos de Oñorbe y Sánchez (1996a; 1996b), en cuanto proporcionan una aproximación adecuada a las dificultades en la RP, si bien creemos que puede llegarse a profundizar en la búsqueda de interrelaciones de las dificultades y estudiar su influencia en grupos naturales de alumnos. De esta forma, nuestra investigación es un intento de aproximación a la realidad de los hechos para, a partir de la información obtenida, formular con mayor precisión las hipótesis de ulteriores investigaciones. Hablamos de “objetivos” y no de hipótesis de trabajo, en cuanto este estudio adquiere una doble dimensión “exploratoria” y “descriptiva”. Los objetivos de nuestra investigación de menor a mayor nivel de concreción son los siguientes:

- Identificar dificultades en la resolución de problemas.

---

VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ PÉREZ, R. y WAMBA, A.M. (2001). Resolución de problemas en Física y Química: Una aproximación a la evolución de los obstáculos en alumnos de Educación Secundaria. En Martín Sánchez y Morcillo Ortega (Ed.) *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 550-559. Madrid: Universidad Complutense.

- ❑ Extraer consecuencias, aplicables al contexto del aula, a partir del conocimiento de los obstáculos en la resolución de problemas.
- ❑ Elaborar instrumentos que nos permitan clasificar los obstáculos.

Desde el marco teórico elegido creemos interesante realizar una descripción de las variables (**dificultades**) dentro de los modelos constructivistas en el sentido de que “*son síntomas interesantes de los obstáculos con que se enfrentan el pensamiento de los alumnos*” (Astolfi, 1999). En la tabla I se presenta un cuadro-resumen de todas las variables estudiadas, en ella se indican, junto a una breve descripción de cada dificultad, la naturaleza de la misma (en términos de situar cuáles son de los obstáculos principales que intervienen en cada variable) y el origen de cada una de ellas (epistemológico, psicológico, personal o didáctico).

**Tabla I. Cuadro resumen de las variables estudiadas.**

VARIABLES	DESCRIPCIÓN BREVE	NATURALEZA DE LA DIFICULTAD	ORIGEN
APLICACIÓN	Aplicación de la teoría	Aprendizaje no significativo (incluye concepciones alternativas de los alumnos)	Epistemológico
CÁLCULO	Fallo en los cálculos	Operaciones intelectuales implicadas y/o en la transferencia desde las matemáticas	Epistemológico, Psicológico
CAMINO CLASE	No se conoce el camino	Procesos adoptados	Psicológico
COMPLICACIÓN	Incomprensión en clase	Hábitos escolares	Didáctico
	Percepción inicial de la tarea	Mala interpretación de expectativas	Didáctico
CONFIANZA	Desconfianza en sí mismo	Miedo al fracaso	Plano personal (P)
CONOCIMIENTO ENTENDIMIENTO	Falta de conocimiento	Complejidad propia del contenido	Epistemológico
	Incomprensión del enunciado	Redacción y comprensión de las instrucciones	Didáctico
INTERÉS	Falta de interés	Desmotivación intrínseca	Plano personal (D)
MEMORIA	Falta de memoria	Sobrecarga cognitiva	Psicológico
TRABAJO	Falta de trabajo	Ausencia de expectativas de éxito	Plano personal (E)

### 3.- DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo con Latorre et al. (1999) y dentro del paradigma cuantitativo nos hemos decantado por una *metodología no experimental o ex-post-facto*. El estudio se ha realizado en un contexto socioeducativo comarcal y, por tanto, de naturaleza análoga, en la que han participado 445 alumnos de tercero y cuarto curso de enseñanza secundaria obligatoria que cursan la asignatura de Física y Química (con carácter obligatorio en tercero y optativo en cuarto) de tres centros de enseñanza secundaria de la zona. Con el fin de buscar pautas de comportamiento en diferentes grupos y a lo largo de dos cursos escolares (1997/98 y 1998/99), la participación ha sido de grupos de clases naturales. Como instrumento de recogida de datos, de primer orden, se ha utilizado una versión adaptada del cuestionario de Oñorbe y Sánchez (1996) (Anexo). La muestra de alumnos consta de cinco agrupaciones coincidentes con grupos centros y grupos intercentros (**A, B, C, D y E**). Los instrumentos de análisis estadístico, segundo orden, consisten en:

- ❑ Análisis gráfico exploratorio (AGE): análisis exploratorio de datos (AED: de distribución de frecuencias), estadísticos resúmenes de distribuciones (medias y desviaciones típicas) y análisis de representaciones gráficas.

VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ PÉREZ, R. y WAMBA, A.M. (2001). Resolución de problemas en Física y Química: Una aproximación a la evolución de los obstáculos en alumnos de Educación Secundaria. En Martín Sánchez y Morcillo Ortega (Ed.) *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 550-559. Madrid: Universidad Complutense.

- Análisis multivariantes: análisis factorial (AF) de componentes principales.

### 3.- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

De la aplicación a todos los grupos del análisis exploratorio de datos (AED), se desprende que las variables estudiadas muestran un comportamiento diferente, encontrándose que algunas de ellas tienen una gran persistencia y otras varían en función del grupo analizado. Por otro lado, se obtienen los estadísticos resúmenes de distribución que diferencian entre los distintos niveles de dificultad para las variables estudiadas: variables de nivel alto, intermedio y de bajo nivel. En la tabla II se representan las distribuciones de frecuencias, los valores medios y la desviación estándar sólo para el grupo A, por razones de espacio. Al observar los valores de distribución de frecuencias, buscando simplificar y clarificar el análisis de tales gráficos, podemos clasificar las variables:

*“en muy dispersas, dispersas y poco dispersas, en función del tipo de gráfico, de manera que, si el perfil del gráfico muestra una distribución muy heterogénea en los valores, con algún valor que posea un elevado porcentaje de alumnos que la eligen, la consideraremos poco dispersa. En el otro extremo se encontrarían aquellas variables que mostrasen un perfil muy homogéneo en la distribución de frecuencias, o sea, cada valor (1 a 5 en la escala Lickert) de una determinada variable poseería aproximadamente el 20 % del total de alumnos del grupo analizado, lo cual la situaría en el perfil de una variable muy dispersa. Entre ambos extremos se situarían las variables dispersas, con distribuciones de frecuencias irregulares, pero sin la heterogeneidad de las variables poco dispersas.”*

**Tabla II. Distribución de frecuencias y valores medios del grupo A.**

GRUPO A	% frecuencias	valor medio
<i>aplicación</i>	16,7; 11,4; 18,4; 6,1; 47,4: <b>poco dispersa</b>	3,56
<i>cálculo</i>	34,2; 17,5; 18,4; 14,0; 15,8: <b>dispersa</b>	2,60
<i>camino</i>	10,5; 18,4; 29,8; 18,4; 22,8: <b>dispersa</b>	3,25
<i>clase</i>	20,2; 19,3; 29,8; 12,3; 18,4: <b>dispersa</b>	2,89
<i>complicación</i>	10,5; 7,9; 21,1; 16,7; 43,9: <b>poco dispersa</b>	3,75
<i>confianza</i>	36,9; 21,9; 14,0; 10,5; 17,5: <b>poco dispersa</b>	2,52
<i>conocimiento</i>	39,5; 25,4; 17,5; 7,9; 9,6: <b>poco dispersa</b>	2,23
<i>entendimiento</i>	12,3; 1,9; 23,7 15,8; 33,3: <b>poco dispersa</b>	3,43
<i>interés</i>	55,3; 19,3; 14,0; 4,4; 7,0. <b>poco dispersa</b>	1,89
<i>memoria</i>	28,1; 16,7; 21,9; 13,2; 20,2: <b>dispersa</b>	2,81
<i>trabajo</i>	39,5; 19,3; 21,1; 7,0; 13,2: <b>poco dispersa</b>	2,35

A partir de los valores medios otorgados a las variables estudiadas y de la distribución de las frecuencias de dichos valores, se establecen los siguientes grupos de las mismas, presentándose ordenadas en función de dichos valores medios, de mayor a menor puntuaciones:

#### GRUPO A:

**Complicación, aplicación, entendimiento:** puntuaciones altas y valores poco dispersos.

**Camino:** puntuación alta y valores dispersos

**Clase, memoria, cálculo:** puntuaciones intermedias y dispersas.

**Confianza:** puntuación intermedia y poco dispersa.

VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ PÉREZ, R. y WAMBA, A.M. (2001). Resolución de problemas en Física y Química: Una aproximación a la evolución de los obstáculos en alumnos de Educación Secundaria. En Martín Sánchez y Morcillo Ortega (Ed.) *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 550-559. Madrid: Universidad Complutense.

**Trabajo, conocimiento, interés:** puntuaciones bajas y poco dispersas.

**GRUPO B:**

**Complicación, aplicación, camino, cálculo, memoria:** puntuaciones intermedias y valores poco dispersos.

**Entendimiento, clase:** puntuaciones intermedias y valores muy dispersos.

**Conocimiento, trabajo, confianza, interés:** puntuaciones bajas y poco dispersas.

**GRUPO C:**

**Camino, complicación, clase:** puntuaciones altas y valores poco dispersos.

**Memoria, entendimiento, aplicación:** puntuaciones altas y muy dispersas.

**Cálculo, conocimiento, trabajo:** puntuaciones intermedias y dispersas.

**Interés, confianza:** puntuaciones bajas y poco dispersas.

**GRUPO D:**

**Camino, complicación, aplicación:** puntuaciones altas y valores poco dispersos.

**Clase, entendimiento, conocimiento:** puntuaciones intermedias y dispersas.

**Memoria, confianza, cálculo, trabajo:** puntuaciones bajas y dispersas.

**Interés:** puntuaciones bajas y poco dispersas.

**GRUPO E:**

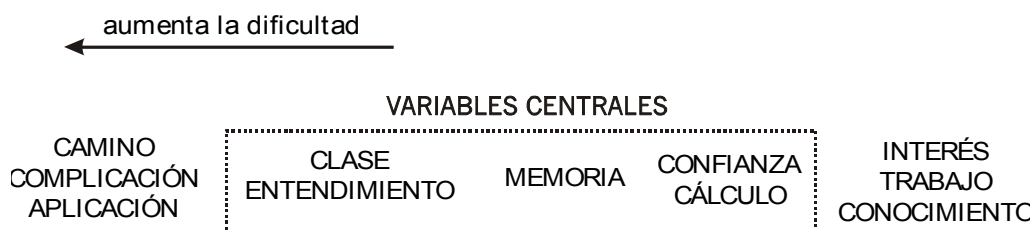
**Complicación, camino, aplicación:** puntuaciones altas y valores poco dispersos.

**Entendimiento, clase:** puntuaciones intermedias y poco dispersas.

**Memoria, confianza:** puntuaciones intermedias y dispersas.

**Trabajo, cálculo, conocimiento, interés:** puntuaciones bajas y poco dispersas.

En la anterior clasificación se ha señalado en negrita aquellas variables que presentan determinadas pautas de variación, y que presenta un comportamiento más o menos homogéneo. Sin aventurarnos en interpretaciones demasiado arriesgadas, debido a que en buena parte los valores de las desviaciones estándar son altos, pero no obstante es interesante resaltar, según la interpretación que podemos dar a cómo se distribuyen los valores de frecuencia y valores medios, que tales tendencias pueden reunirse en una clasificación que denominamos "**escala de dificultad**", que constituye a su vez un verdadero instrumento de análisis (**tercer orden**) para las concepciones de los alumnos:



El **análisis multivariante factorial** es el instrumento más adecuado para la búsqueda e identificación de estructuras en las relaciones entre variables y, en concreto, el denominado análisis factorial R, el más idóneo en dicha búsqueda de dimensiones latentes. El tipo de modalidad factorial elegida indaga en las correlaciones bivariadas entre variables, correlaciones que ha de ser significativas (coeficiente de correlación de Spearman, medida no paramétrica de la correlación entre dos variables ordinales, con grado de significación:  $\alpha = 0,01$ ) en número suficiente para garantizar la multicolinealidad necesaria para realizar el análisis factorial. En los cinco grupos analizados, con variaciones entre ellos, el número de correlaciones significativas es el

VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ PÉREZ, R. y WAMBA, A.M. (2001). Resolución de problemas en Física y Química: Una aproximación a la evolución de los obstáculos en alumnos de Educación Secundaria. En Martín Sánchez y Morcillo Ortega (Ed.) *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 550-559. Madrid: Universidad Complutense.

adecuado para la aplicación del AF. ¿Qué cargas factoriales merece la pena considerar? Bastaría con un nivel de significación similar a la utilizada en los coeficientes de correlación, sin embargo, diversas investigaciones han demostrado que las cargas factoriales cuentan con errores estándar sustancialmente mayores que las correlaciones habituales, siendo necesario ser más estrictos. Con el objetivo establecido en lograr un “*nivel de potencia*” del 80 %, una significación de un 0,05 y los errores estándar supuestamente dos veces mayores que los coeficientes convencionales de correlación (Hair et al., 1999), las cargas factoriales consideradas significativamente se determinan en función del tamaño muestral. Para la elección del número adecuado de factores, si bien se usan otros criterios, resaltaremos el “*criterio del porcentaje acumulado de la varianza*”, por el cual, para cinco factores extraídos, se exigiría un 67 % de la varianza total, un valor satisfactorio, según la literatura especializada, para una investigación enmarcada en las Ciencias Sociales. A continuación, mostramos los resultados del análisis factorial del grupo A (no se muestran B, C, D y E por razones de espacio) en la tabla III

**Tabla III. Factores para el grupos A.**

<b>G</b>	<b>FACTOR 1</b>	<b>FACTOR 2</b>	<b>FACTOR 3</b>	<b>FACTOR 4</b>	<b>FACTOR 5</b>
<b>R</b>	<i>APLICACIÓN</i>	<i>INTERÉS</i>	<i>MEMORIA</i>	<i>CÁLCULO</i>	<i>ENTENDIMIENTO</i>
<b>U</b>	(0,858)	(0,850)	(0,770)	(0,909)	(0,801)
<b>P</b>	<i>COMPLICACIÓN</i>	<i>TRABAJO</i>	<i>CONOCIMIENTO</i>	.....	
<b>O</b>	(0,632)	(0,812)	(0,659)	<i>CLASE</i>	
	<i>CAMINO</i>		.....	(0,498)	
<b>A</b>	(0,584)		<i>CONFIANZA</i>		
			(0,532)		

A continuación interpretaremos las relaciones entre variables representadas en la matriz de factores del grupo A. Se procederá de forma que se cumplan las exigencias de significación ya expuestas. Cada factor se etiqueta recogiendo aspectos subyacentes a las variables que las conforman, de esta forma, para el grupo A, se formulan los siguientes aspectos:

El **factor 1**, al que denominamos “*aplicación*”, cuenta con la máxima explicación de la varianza (26,481 %), que interpretamos de la siguiente forma: los alumnos de este grupo encuentran dificultades en trasladar sus conocimientos a las situaciones problemáticas que se les plantean (variable *aplicación*), lo que nosotros asociamos a un aprendizaje no significativo (una de cuyas razones pueden ser las concepciones alternativas de los alumnos, que compiten con los propios conceptos escolares), mostrando un origen epistemológico de esta dificultad; a su vez, esta dificultad está asociada con la variable *complicación*, cuya dificultad, según nuestro punto de vista, posee un origen didáctico y cuya naturaleza asociamos a una percepción inicial de la tarea, por parte de los alumnos, en cierta forma enigmática (en el término empleado por Garret (1995), y que valoramos como producto de una “*errónea interpretación de las expectativas*”. En el contexto de la resolución de los problemas y su forma de resolverse en el aula, los alumnos no hacen sino adaptarse a dicho contexto, a los propios aspectos implícitos de las situaciones, surgiendo un determinado contrato didáctico que supone la adaptación a las expectativas. Sin embargo, en bastantes ocasiones, dicha dinámica se rompe y los alumnos no hacen sino adaptarse a tales expectativas, por tanto, los alumnos perciben

VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ PÉREZ, R. y WAMBA, A.M. (2001). Resolución de problemas en Física y Química: Una aproximación a la evolución de los obstáculos en alumnos de Educación Secundaria. En Martín Sánchez y Morcillo Ortega (Ed.) *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 550-559. Madrid: Universidad Complutense.

con complejidad los problemas por el esfuerzo cognitivo que demanda, un aprendizaje significativo y unas estrategias de resolución sólidas.

El **factor 2** (“*valores*”), que explica el 13,741 % de la varianza, aparecen relacionadas dos variables como *interés* y *trabajo* con cargas factoriales muy elevadas (0,850 y 0,812, respectivamente). Ambas dificultades las hemos considerado como el producto de la interacción de todas las restantes variables (y otras variables ocultas que se escapan a este estudio) y, por tanto, poseen componentes de orden epistemológico, didáctico y psicológico. *Interés*, cuya naturaleza como dificultad, la situamos en la desmotivación intrínseca de los alumnos hacia esta actividad, tan importante en el contexto escolar como es la resolución de problemas; y junto a ella, el *trabajo*, que la consideramos relacionada con la ausencia de expectativas de éxito de los alumnos. Son, por tanto, dos variables de naturaleza actitudinal (en la parte afectiva, y por ello la denominamos como *valores*, ver Pozo y Gómez, 1998) que los alumnos correlacionan de forma directa, a más desinterés o motivación, menos trabajo, o bien, ante menor expectativas de éxito, menos esfuerzo.

Ante los valores de las cargas factoriales de las dos variables que aparecen en el **factor 3**, memoria (0,770) y conocimiento (0,659), optamos por etiquetarlo como “**memoria a largo plazo**”. Con ello queremos expresar que la dificultad que se encuentra detrás de la memoria posee un origen psicológico, cuya naturaleza la situamos en la sobrecarga cognitiva.

Por otro lado, su correlación con la variable *conocimiento* la explicamos por la complejidad propia de los contenidos necesarios en la RP (origen epistemológico de esta variable). Este factor, así, adquiere un sentido asociado a cómo los contenidos se estructuran en la memoria a largo plazo (Niaz, 1988), aquella memoria relacionada con el aprendizaje significativo y que perdura más en el tiempo. La variable *confianza*, debido a su carga factorial (0,532), carece de significación estadística.

Es el *cálculo* la variable con más peso en el **factor 4** (que explica el 9,220 % de la varianza), no correlacionándose de forma significativa con la variable *clase* (0,909 y 0,498 en las cargas factoriales, respectivamente), lo que nos lleva a considerarlas como variables menos asociativas. Los alumnos del grupo A no asocian estas dificultades ni entre ellas, ni con ninguna otra variable. En el **factor 5** (sólo explica el 7,784 % de la varianza), sólo se encuentra la variable *entendimiento*, lógicamente con una alta carga factorial (0,801), y que expresa la naturaleza de variable más aislada en el grupo A, no asociando los alumnos del grupo esta variable con ninguna otra dificultad.

En la tabla IV expresamos, para una variable en concreto, el nº de asociaciones y las veces que actúa como independiente (carente de correlación, sin suficiente poder explicativo) en un factor de los distintos análisis multivariantes realizados:

**Tabla IV. Número de asociaciones e independencia para las variables.**

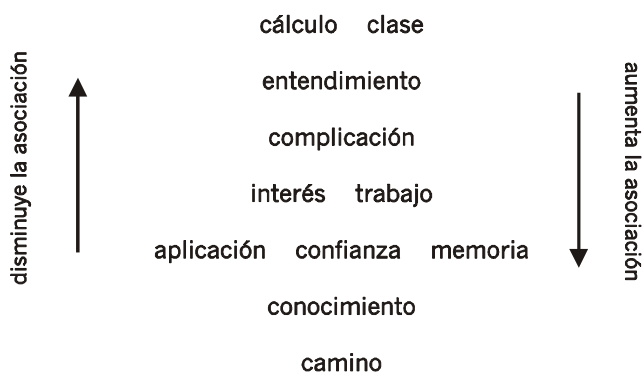
	<b>asociaciones</b>	<b>independiente</b>
<i>cálculo</i>	2	4
<i>clase</i>	2	4
<i>entendimiento</i>	3	4
<i>complicación</i>	3	3

---

VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ PÉREZ, R. y WAMBA, A.M. (2001). Resolución de problemas en Física y Química: Una aproximación a la evolución de los obstáculos en alumnos de Educación Secundaria. En Martín Sánchez y Morcillo Ortega (Ed.) *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 550-559. Madrid: Universidad Complutense.

<i>interés</i>	3	0
<i>trabajo</i>	3	0
<i>aplicación</i>	5	2
<i>confianza</i>	5	2
<i>memoria</i>	5	2
<i>conocimiento</i>	6	2
<i>camino</i>	6	1

A tenor de las tendencias anteriores y utilizando la tabla IV, podemos ordenar la capacidad de asociación de las variables estudiadas, de manera que dicha capacidad la relacionamos con el número de asociaciones que realiza la variable en todos los AMF. Las variables presentan un carácter asociativo bien diferenciado, con extremos en el *cálculo* (nada asociativa y de carácter aislada) y en el *camino* (variable sumamente asociativa). Esta diferenciación nos permite realizar una clasificación, a la que denominamos **escala de asociación (instrumento de tercer orden)** :



#### 4.- LOS INSTRUMENTOS DE TERCER ORDEN COMO CAMINO HACIA NUEVAS HIPÓTESIS. SU APLICACIÓN AL AULA.

La *memoria*, en base a presentar un grado de dificultad intermedio/alto es una variable susceptible de ser modificada (características de las variables centrales). Por otro lado, presenta un carácter claramente asociativo, de manera que, entre todos los grupos analizados, la encontramos asociada con el *cálculo*, el *camino*, el *conocimiento*, el *interés* y el *trabajo*. Al situar el origen de esta dificultad en un marco psicológico, producida por la sobrecarga cognitiva de la memoria y, considerando la valoración que los alumnos hacen de esta dificultad en un rango de valores medios que van desde 2,39 del grupo A (tabla II), hasta 3,09 del grupo C (no representada en esta comunicación), creemos que se otorga un peso quizás excesivo al papel que la memoria desarrolla en la resolución de problemas, y que su importancia deber ser menor, al menos a la idea implícita que subsiste ante tal percepción por los alumnos, que no es otra que los problemas “*deben ser aprendidos de memoria*” en algoritmos estancos (Gil, Martínez y Senet, 1988), para ser reproducidos cuando el contexto así lo exija (en los grupos A y E encontramos esta asociación entre *conocimiento* y *memoria*).

Esta visión memorística contrasta con una visión “*constructivista*” de la resolución de problemas, donde el conocimiento se construye, relacionando los conceptos en una rica malla conceptual, susceptibles de ser rescatados de la memoria con más facilidad y a más largo plazo; es, por tanto, un referente donde buscar conexiones entre la *memoria* y

VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ PÉREZ, R. y WAMBA, A.M. (2001). Resolución de problemas en Física y Química: Una aproximación a la evolución de los obstáculos en alumnos de Educación Secundaria. En Martín Sánchez y Morcillo Ortega (Ed.) *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 550-559. Madrid: Universidad Complutense.

el *conocimiento*, ya que los alumnos dan valores medios claramente a la baja (2,19 en el grupo B y 2,73 en el grupo C); de otro lado, su posición en la “escala de asociaciones” es muy ventajosa, en el sentido de ser muy asociativa, donde ocupa la parte inferior. Si a ello unimos que la actitud positiva ante la resolución de problemas se manifiesta en el *interés* como motivación intrínseca y el *trabajo* personal del alumno, auspiciado por el éxito en la resolución de sus problemas y que, como el propio *conocimiento*, ocupan posiciones bajas en la “escala de dificultades”, donde no son variables centrales, lo que las hace difíciles de ser modificadas, y por tanto persistentes. Si a ello unimos que son valoradas con escasa dificultad por los propios alumnos (1,72 en el grupo B y 2,49 en el grupo C para el *interés* y 2,16 en el grupo B y 2,70 en el grupo C para el *trabajo*), a la vez que poseen un carácter intermedio en la “escala de asociaciones”, es quizás, el punto de encuentro más idóneo para la *memoria*, esto es, la asociación con las variables descritas: *conocimiento*, *interés* y *trabajo*.

Por tanto, crear un lugar común a las cuatro variables, de tal manera que se trabajen conjuntamente en el aula, integrando *conocimiento* y *memoria*, por un lado, y que a su vez, confluyan con variables de corte actitudinal como el *interés* y el *trabajo*, a las que habíamos clasificado como variables de interacción (de dificultades estudiadas y no estudiadas en esta investigación), pensamos que puede posibilitar la mejora de estos obstáculos en la resolución de problemas.

## 5.-CONCLUSIONES

Al existir marcos teóricos dispares, se ha llegado a una situación de compromiso para inscribir los obstáculos en la RP dentro de un marco referencial: adoptar lo que de complementario posee las epistemologías “*piagetianas*” (genética) y “*bachelardiana*” (histórica), así como cuáles son las contribuciones actuales de la “*psicología cognitiva*”. Este grado de compeljidad de las respuestas, no es sino la expresión del *enorme grado de interacción* de todas la variables (expresión de los obstáculos) que intervienen en el proceso de RP.

A partir del conocimiento generado en este trabajo y, en concreto, de las hipótesis sobre la categorización de los dificultades, creemos que son las variables centrales en la escala de dificultad, aquellas que son más susceptibles de variación, junto a su carácter asociativo, determinado, a su vez, por la escala de asociación de variables. Así, con la aplicación de estrategias para un número de variables restringidas, éstas pueden tener influencia en la disminución de las dificultades de otras; ello no significa que hayan de seguirse esquemas rígidos, sólo marcan pautas de actuación. Es decir, nos referimos a promover situaciones en el aula que actúen de nexo entre las variables *entendimiento* (comprensión de las tareas) hacia la *aplicación*, centrándonos en los procesos, en el sentido de reconocerlo como un verdadero mecanismo de integración de evaluación, enseñanza y aprendizaje (Vázquez y Jiménez, 1999). También incidir en las interacciones existentes en el aula (*clase*), de acuerdo con algunos trabajos recientes que apuntan hacia la necesidad de investigar tales interacciones en el aula y en su dinámica (García et al., 2000), en las proias explicaciones (Ogborn et al., 1998) o en la influencia de nuevas herramientas heurísticas (Keys et al., 1999).

---

VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ PÉREZ, R. y WAMBA, A.M. (2001). Resolución de problemas en Física y Química: Una aproximación a la evolución de los obstáculos en alumnos de Educación Secundaria. En Martín Sánchez y Morcillo Ortega (Ed.) *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 550-559. Madrid: Universidad Complutense.



Por último, con relación al instrumento empleado en la recogida decir que, aunque existan peligros de arbitrariedad sobre la asignación de puntuaciones (en el caso del cuestionario), nos ha permitido elaborar nuevos instrumentos (escalas) que, a partir de las “*percepciones*” de los alumnos, se pueden convertir en herramientas adecuadas para la indagación en las verdaderas “*creencias*” de los alumnos para trabajos posteriores.

## 6.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTOLFI, J.P. (1999). *El error, un medio para enseñar*. Sevilla: Díada.
- COLÁS, M. P. y BUENDÍA, L. (1998). *Investigación Educativa*. 3ª edición. Sevilla: Alfar.
- ESCUADERO, C. Y MOREIRA, M.A. (1999). La V epistemológica aplicada a algunos enfoques en resolución de problemas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), 61-68.
- GARCÍA, E. , LUNA, M., JIMÉNEZ, R. y WAMBA, A. M. (2000). El análisis de la intervención en el aula: instrumentos y ejemplificaciones. *Investigación en la escuela*, 39, 63-87.
- GARRET, R. M. (1995). Resolver problemas en la enseñanza de las Ciencias. *Alambique*, 5, 6-15
- GIL, D., MARTÍNEZ, J. y SENET, F. (1988). El fracaso en la resolución de problemas de Física: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 131-146.
- HAIR, J.; ANDERSON, R.; TATHAM, R.; BLACK, W. *Análisis multivariante*. 5ª Edición. Madrid: Prentice Hall. 1999.
- KEYS, C. W., HAND, B., PRAIN, V. y COLLINS, S. (1999). Using the Science Writing Heuristic as a Tool for Learning from Laboratory Investigations in Secondary Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (10),1065-1084.
- LATORRE, A.; RINCÓN, D. DEL; ARNAL, J.( 1996).*Bases metodológicas de la investigación educativa*. Barcelona: Hurtado.
- NIAZ, M. (1988). The information-processing demand of chemistry problems and its relation to Pascual-Leone’s functional M-Capacity. *Internacional Journal of Science Education*, 10(2), 231-238.
- OGBORN, J., KRESS, G., MARTINS, I. y MCGILLICUDDY, K. (1998). Formas de explicar. La enseñanza de las ciencias en secundaria. Formas de explicar. La enseñanza de las ciencias en secundaria. Madrid: Aula XXI. Santillana.
- OÑORBE, A. y SÁNCHEZ, J.M. (1996). Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de Física y Química. I. Opiniones de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 165-170.
- OÑORBE, A. y SÁNCHEZ, J.M. (1996b). Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de Física y Química. I. Opiniones del profesor. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 251-260.
- POZO, J.I y GÓMEZ CRESPO, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencias*. Madrid: Morata.
- PERALES, F.J. (1993). La resolución de problemas: Una revisión estructurada. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 170-78.

### ANEXO: Instrumento de primer orden:

Nombre:

Curso:

Fecha:

Este cuestionario no es un examen y tampoco servirá para puntuaros y, aunque es anónimo, el indicar vuestro nombre puede ayudarnos en nuestro trabajo. Lee atentamente y tómate el tiempo que desees.

---

VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ PÉREZ, R. y WAMBA, A.M. (2001). Resolución de problemas en Física y Química: Una aproximación a la evolución de los obstáculos en alumnos de Educación Secundaria. En Martín Sánchez y Morcillo Ortega (Ed.) *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 550-559. Madrid: Universidad Complutense.

Algunas de las dificultades que puedes encontrar al resolver problemas de Física y Química se muestran a continuación. Calificalas entre **1** (menos importantes) y **5** (más importantes):

**1** **2** **3** **4** **5**

- Se sabe la teoría pero no sé aplicarla al problema
- No se entiende lo que pide el problema
- Hay falta de conocimientos (no se sabe lo necesario)
- Falla la memoria (se olvida lo que ya se sabía)
- Falta de trabajo y estudio
- Falta de interés
- Son demasiados complicados
- No se entienden los problemas que se hacen en clase
- No se tiene claro el camino para resolverlos
- Antes de empezar ya se sabe que no va a salir bien
- Fallo en los cálculos matemáticos y operaciones

## RESUMEN

En esta investigación se estudian la forma en que alumnos de secundaria perciben las dificultades con que se enfrentan al resolver problemas de Física y Química. Desde nuestro marco teórico, tras las dificultades se encuentran obstáculos que son de naturaleza epistemológica, psicológica, didáctica y personal. Los objetivos de la investigación se centran en determinar cómo se interrelacionan las dificultades y su forma de reflejarse en los obstáculos. También se investiga la forma en que la percepción de los alumnos evoluciona al emplear una metodología de resolución de problemas por investigación (MRPI), así como extraer posibles consecuencias aplicables al aula. Empleando una metodología *ex-post-facto* en contextos de grupos naturales y utilizando métodos de análisis estadísticos, se analizan las respuestas de los alumnos a cuestionarios. El análisis factorial de los distintos grupos revela la complejidad y riqueza con los que los alumnos perciben las dificultades en la resolución de problemas. Junto al análisis gráfico/exploratorio, se elaboran categorizaciones de las dificultades: escalas de dificultad y de asociación. El análisis de la evolución de las percepciones en un grupo, durante un curso escolar, muestra que la metodología influye poco, aunque de forma sutil en tales percepciones. Por último, desde el conocimiento generado, se extraen algunas posibles pautas para su aplicación al aula.