

INFLUENCIA DEL CONOCIMIENTO DEL RESULTADO NUMERICO EN LA RESOLUCION DE PROBLEMAS

PERALES PALACIOS, F.J. y CERVANTES MADRID, A.

Cátedra de Física y Química

Escuela Universitaria de Magisterio de Granada

SUMMARY

In this paper an experimental study about a specific aspect of physics problem solving is carried out; namely, the previous knowledge of their solution. Two groups of students attending the teachers' Training College of Granada were selected. Both groups were at random divided into two subgroups; one group knew the problem solutions before the experiment but the other one did not. The influence which the introduced variable exerts on the planning and solution of the problems, when the pupils are tested, has been statistically analyzed.

1. INTRODUCCION

Aunque tradicionalmente los problemas han ocupado un lugar preferente en la enseñanza de la Física, a cualquier nivel, han generado una insuficiente atención por parte de los investigadores en Didáctica de la Física, aunque afortunadamente esta situación parece estar llegando a su fin. Por el contrario, los problemas aparecen como instrumentos imprescindibles para adquirir determinadas fases del conocimiento físico (Fernández y otros, 1982).

Leif y Dézaly (1961) dedican un capítulo de su obra a realizar un detallado estudio del papel de los problemas en la enseñanza de las ciencias. Para ellos, las dificultades a vencer en la resolución de problemas pueden agruparse en los cinco tipos siguientes: (1) nivel de lectura, (2) forma de los enunciados, (3) ausencia de una idea directriz, (4) el sentido de las operaciones y (5) medios intelectuales del sujeto.

Gagné (1971) sitúa los problemas en el escalón superior de la escalera de ocho peldaños en que resume el proceso del aprendizaje.

Ashmore y Frazer (1979) preconizan la resolución de problemas haciendo uso de determinadas «mallas» en las que se ensamblan las partes fundamentales que constituyen a los problemas lo cual, según los autores, facilita el acto de su resolución.

Mettes y otros (1980, 1981) han desarrollado un «programa de acciones y métodos» (PAM) para la resolución de problemas en ciencias, a base de unas guías genéricas que dirigen este proceso. Su aplicación empírica a estudiantes de Termodinámica y Electricidad parece mostrar avances significativos en su capacidad de ejecución de problemas (van Weeren y otros, 1981).

Gilbert (1980) realiza un trabajo de síntesis muy completo sobre el ámbito en que se desenvuelve la resolución de problemas. Este autor sí hace referencia a la variable que aquí evaluamos: «en algunos casos el método más eficaz de resolución de un problema puede ser trabajar hacia atrás desde lo que se busca a lo dado; una táctica a la que los estudiantes son muy adptos cuando la respuesta de los problemas está al final del capítulo».

Concluiremos nuestra revisión bibliográfica refiriéndonos al trabajo de Kramer-Pals y otros (1982) en el que, haciendo uso del PAM de Mettes y otros, recogen datos sobre las dificultades que encuentran los estudiantes al resolver problemas de Química, comparándolas con las conductas desarrolladas por los profesores al resolverlos en clase, poniendo de manifiesto la diferencia de criterios de que hacen gala ambos estamentos y destacando el notable perjuicio que este fenómeno provoca sobre la acción educativa del problema.

En resumen, de los trabajos reseñados aquí, sólo en uno de ellos se menciona, sin una base experimental constatada, la influencia que puede ejercer en la resolución de problemas, el conocimiento previo de su resultado. En este trabajo trataremos de verificar la validez de tal hipótesis, con el ánimo de dilucidar la utilidad de suministrar la solución de los problemas cuando los alumnos están siendo evaluados y orientar así al profesorado que, como nosotros, ha dudado sobre tomar o no esta determinación.

2. METODOS EXPERIMENTALES

El procedimiento seguido para la verificación de la hipótesis estadística inicial ha consistido en la selección

de dos grupos (I y II) de segundo curso de Magisterio (especialidad de Ciencias Físico-Naturales) de la Escuela Universitaria de Magisterio de Granada, impartidos por distinto profesor, separándose, al azar, cada uno de ellos en dos subgrupos (A y B) de, prácticamente, igual número. Los dos grupos fueron sometidos, en distintas sesiones, a una prueba de evaluación consistente en la resolución de dos y tres problemas de Física (Apéndice I), respectivamente. En ambos casos a un subgrupo se le suministraba la solución y al otro, no (Tabla I), desconociendo previamente esta circunstancia.

3. RESULTADOS

Hemos creído conveniente, a fin de clarificar y cuantificar los resultados obtenidos, separar la evaluación del problema en planteamiento y solución numérica al mismo.

La Tabla II representa los resultados globales, en porcentajes, de la experiencia, es decir, subgrupos analizados, problemas, apartados de que constan, etapa de realización, aciertos y errores en su resolución cuando vienen dados con su solución o sin ella y diferencia de porcentajes para ambos casos.

4. TRATAMIENTO ESTADISTICO DE LOS RESULTADOS

La primera prueba que hemos considerado conveniente aplicar a los resultados obtenidos, es la prueba Z para la comparación de proporciones correspondientes a muestras independientes (Ferguson, 1971), adecuado a las características de nuestro diseño experimental. La Tabla III muestra los valores Z y su nivel de significación α (se ha considerado no significativo, n. s., el valor mayor de 0,05), en la diferencia de porcentajes de resolución correcta (acierto) para cada apartado y etapa del problema.

Este análisis de datos nos permite estudiar las diferencias de porcentajes de aciertos para cada grupo, subgrupo, problema, apartado y etapa de resolución, lo cual nos posibilitará a su vez para hacer inferencias acerca de cada una de estas variables, en cuanto a la hipótesis estudiada. Sin embargo, si sólo nos interesa un estudio global de la experiencia, esto es, el nivel de realización de los problemas, tanto en lo que se refiere al planteamiento como a la obtención de solución en los problemas, es procedente aplicar la prueba T de Wilcoxon válida para la comparación de datos ordinales correspondientes a grupos apareados (Sarramona, 1980).

La Tabla IV muestra los valores de T y sus niveles de significación para la etapa y nivel de realización de los problemas en su conjunto separado, para ello, los porcentajes de realización de los grupos que han contado con la solución de los problemas y los que han carecido de ella.

5. ANALISIS DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

De los resultados mostrados en la Tabla II puede deducirse, a primera vista, una superioridad en los porcentajes de aciertos de los alumnos que contaban con la solución de los problemas. Esto se manifiesta de forma mucho más clara cuando dichos porcentajes se refieren tan sólo a la solución correcta del problema. La Tabla III nos especifica, para mayor información, qué diferencias de porcentajes tienen significación estadística. Vemos, pues, que en lo que respecta a la diferencia de porcentajes de alumnos que plantean correctamente los problemas, sólo en dos apartados de éstos hay significación estadística ($\alpha \leq 0,05$); sin embargo, en cinco casos se produce este hecho cuando nos referimos a la solución dada a los problemas.

En cuanto a los resultados expuestos en la Tabla IV refuerzan lo dicho anteriormente, es decir, no existe confirmación estadística en la diferencia de realización entre unos alumnos y otros, en lo que respecta al planteamiento de los problemas y sí, en cambio, para la solución asignada a éstos.

Quizás si las muestras probadas hubieran sido más amplias, el número de problemas más elevado y pertenecientes a otras ramas de la Física, pudiera haber aparecido significación estadística también en el primer caso. De todos modos, de la experiencia realizada cabe extraer algunas conclusiones que debieran ser extrapoladas a otras condiciones experimentales más ventajosas, como las ya reseñadas:

- EL conocimiento previo de la solución de problemas de Física condiciona a los alumnos, en situación de examen, en la medida que tienden a falsear el proceso de resolución del problema para obligarlo a generar la solución deseada.
- No existe verificación estadística, con las limitaciones experimentales ya expuestas, de que este hecho induzca a los alumnos a un planteamiento del problema más eficaz que en el caso de ignorar su solución.
- No parecen existir variaciones fundamentales en los resultados obtenidos en lo que se refiere al grupo de alumnos examinado (I y II) o al problema relacionado (1, 2, 3, 4 y 5).
- En definitiva, aparentemente no hay razones de peso para aconsejar que se suministre la solución de los problemas cuando los alumnos están siendo evaluados, antes al contrario.

APENDICE I

Problemas - Grupo I

- La masa del Sol es 324 440 veces mayor que la de la Tierra, y su radio 108 veces mayor que el terrestre.
 - ¿Cuál será la altura alcanzada por un proyectil que se lanzase verticalmente hacia arriba desde la superfi-

cie solar, a una velocidad de 720 km/h? b) ¿Cuántas veces es mayor el peso de un cuerpo en el Sol que en la Tierra? (aceleración de la gravedad terrestre al nivel del mar = $9,8 \text{ m/s}^2$. (Sol. a) 73,4 m; b) 27,8 veces).

2. Una masa de 5 kg se mueve sobre una superficie horizontal sin rozamiento, con una velocidad de 4 m/s y choca frontalmente con un muelle elástico que durante el contacto ejerce una fuerza media de 60 N. a) ¿Cuánto vale expresada en julios, la energía cinética del sistema en el momento en que la masa alcanza el muelle? b) ¿Cuál es, expresada en metros, la compresión máxima del muelle? c) ¿Cuál es la velocidad, en m/s, de la masa cuando el muelle se ha comprimido 30 cm? (Sol. a) 40 J; b) 2/3 m; c) 3 m/s).

Problemas - Grupo II

1. Se lanza hacia arriba una piedra de 100 g con una velocidad inicial de 10 m/s, desde un segundo piso que

dista del suelo 10 m. Determínese: a) la máxima altura, respecto del suelo, que alcanza la piedra. b) velocidad que lleva la piedra cuando pasa justamente por el lugar donde se lanzó inicialmente. c) Velocidad que lleva cuando toca el suelo. (Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$) (Sol. a) 15 m; b) 10 m/s; c) $10\sqrt{3} \text{ m/s}$).

2. Una varilla de longitud l se encuentra apoyada en un extremo sobre el suelo y en el otro sobre una pared. Si consideramos que sólo existe rozamiento sobre el suelo, cuyo coeficiente estático de rozamiento es = 0,5; calcúlese el ángulo mínimo de inclinación posible para que la varilla no se caiga. (Sol. 45°).

3. Desde una altura de 1 m se deja caer un cuerpo que está apoyado sobre un plano inclinado de ángulo 30° . Si existe un coeficiente dinámico de rozamiento entre el cuerpo y el plano de 0,2. Hállese: a) la aceleración de caída que experimenta el cuerpo. b) El tiempo que tarda en llegar al final del plano. (Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$). (Sol. a) $3,3 \text{ m/s}^2$; b) 1,1 s).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ASHMORE, A.D. y FRAZER, M.J., 1979, Problem solving and problem solving networks in chemistry. *J. Chem. Educ.* Vol. 56, pp. 377-379.

FERGUNSON, G., 1971, *Statistical analysis in psychology and education*, (U.S.A., McGraw-Hill).

FERNANDEZ, E.B., PERALES, F.J. y PLAZA R., 1982, Una experiencia sobre didáctica de los problemas, *Comunicación a los III Encuentros de Didáctica de la Física y la Química*, Huelva.

GAGNÉ, R.M., 1971, *Las condiciones del aprendizaje*, (Madrid, Aguilar).

GILBERT, G.G., 1980, How do i get the answer? Problem solving in chemistry. *J. Chem. Educ.* Vol. 57, pp. 79-81.

KRAMERS-PALS, H., LAMBRECHTS, J. y WOLFF, P.J.,

1982, Recurrent difficulties: solving quantitative problems, *J. Chem. Educ.* Vol. 59, pp. 509-513.

LEIF, J. y DÉZALY, R., 1961, *Didáctica del cálculo, de las lecciones cosas y de las ciencias aplicadas*, (Buenos Aires, Kapelusz).

METTES, C.T.C.W., PILOT A., ROOSINK, H.J. y KRAMERS-PALS, H., 1980, Teaching and learning problem solving in science. Part I: A general strategy, *J. Chem. Educ.* Vol. 57, pp. 882-885.

SARRAMONA, J., 1980, *Investigación y estadística aplicada a la educación*, (Barcelona, Ceac).

VAN WEEREN, J.H.P., DE MUL F.F.M., PETERS, M.J., KRAMERS-PALS, H. y ROOSSINK, H., 1982, Teaching problem-solving in physics: A course in electromagnetism. *Am. J. Phys.* Vol. 50, pp. 725-732.

Tabla I.- Tamaño de las muestras estudiadas en la experiencia.

GRUPO		SUBGRUPO			
I	II	IA(con sol.)	IB(sin sol.)	IIA(con sol.)	IIB(sin sol.)
50	48	24	26	25	23

Tabla II.- Porcentajes de realización de los problemas por parte de cada subgrupo

SUBGRUPO	PROBLEMA	APARTADO	ETAPA	PORCENTAJES DE REALIZACIÓN						DIFERENCIA DE PORCENTAJES			
				Con solución			Sin solución			Bien	Mal	Blanco	
				Bien	Mal	Blan.	Bien	Mal	Blan.				
IA, IB	1	a	Plant.	42	42	16	38	46	16	4	-4	0	
			Soluc.	29	17	54	19	50	31	10	-33	23	
		b	Plant.	37	21	42	50	27	23	-13	-6	19	
			Soluc.	42	4	54	27	46	27	15	-42	27	
		2	a	Plant.	96	0	4	77	0	23	19	0	-19
				Soluc.	96	0	4	61	19	20	35	-19	-16
	b		Plant.	37	21	42	27	19	54	10	2	-12	
			Soluc.	46	12	42	15	19	66	31	-7	-22	
	c	Plant.	12	46	42	0	42	58	12	4	-16		
		Soluc.	25	21	56	0	27	73	25	-6	-17		
	IIA, IIB	3	a	Plant.	76	20	4	87	9	4	-11	11	0
				Soluc.	96	0	4	78	17	5	18	-17	-1
b			Plant.	84	8	8	65	26	9	19	-18	-1	
			Soluc.	92	0	8	70	22	8	22	-22	0	
c			Plant.	80	12	8	39	52	9	41	-40	-1	
			Soluc.	88	4	8	35	57	8	53	-53	0	
4		Plant.	36	36	8	26	39	35	10	-3	-27		
		Soluc.	48	20	32	26	35	39	22	-15	-7		
5		a	Plant.	68	20	12	74	22	4	-6	-2	8	
			Soluc.	72	12	16	65	30	5	7	18	11	
		b	Plant.	70	16	24	61	26	13	9	-10	11	
			Soluc.	70	12	28	17	70	13	53	-58	15	

Tabla III.- Prueba Z i nivel de significación de la diferencia porcentajes de aciertos en la realización de los problemas.

<u>PROBLEMA</u>	<u>APARTADO</u>	<u>ETAPA</u>	<u>Z</u>	<u>α</u>
1	a	Planteamiento	0,2986	n.s.
		Solución	0,8305	n.s.
	b	Planteamiento	0,9350	n.s.
		Solución	1,1265	n.s.
2	a	Planteamiento	2,0700	0,05
		Solución	3,3760	0,01
	b	Planteamiento	0,7604	n.s.
		Solución	2,5100	0,02
	c	Planteamiento	1,5090	n.s.
		Solución	2,8250	0,01
3	a	Planteamiento	0,9950	n.s.
		Solución	1,8950	n.s.
	b	Planteamiento	1,5380	n.s.
		Solución	2,0020	n.s.
	c	Planteamiento	3,1650	0,01
		Solución	4,4610	0,01
4		Planteamiento	0,7540	n.s.
		Solución	1,6740	n.s.
5	a	Planteamiento	0,4592	n.s.
		Solución	0,5223	n.s.
	b	Planteamiento	0,6574	n.s.
		Solución	4,2554	0,01