



ESTUDIO DE LAS CONCEPCIONES DE LOS ALUMNOS

Patrones de razonamiento proporcional en una tarea de Física

José Antonio Acevedo Díaz (*)

RESUMEN

En este trabajo se estudian los patrones de razonamiento proporcional utilizados por estudiantes de EE.MM. para la construcción de hipótesis en una tarea de Física relacionada con el equilibrio de la balanza, elaborándose una tipología que resulta similar a la identificada en otras tareas de proporcionalidad. Se señala, también, la necesidad de atender desde la intervención didáctica a estos modelos de actuación, además de a otras representaciones cognitivas, incorporándolos en el diseño de las situaciones de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

Introducción

La mayoría de los especialistas en Didáctica de las Ciencias consideran actualmente que es preciso intentar profundizar en el conocimiento del tortuoso camino que sigue el que aprende durante la apropiación de los saberes propios de la enseñanza for-

(*) Avda. Federico Molina, 53 - 1 - 8º A
21006 Huelva



mal de la Física y Química, si es que realmente se desea actuar ayudándola a su adquisición constructiva. De esta manera, cuando a los estudiantes se les pide utilizar una metodología basada en la investigación, parece necesario reflexionar sobre las exigencias cognitivas que implican las actividades asociadas a dicho proceso de búsqueda (Aguirre de Carcér, 1985; Gutiérrez, 1987; Hierrezuelo y Molina, 1988; Shayer y Adey, 1981. De todas ellas resulta relevante la construcción de las hipótesis que deben guiar al trabajo investigativo, se tome éste en un sentido más próximo al científico o de una forma más amplia (Cañal y Porlán, 1986 y 1987; Furió y Gil, 1987; Gil, 1986 y 1987).

Las hipótesis a elaborar se encuentran mediatizadas por diversos factores, entre los que destacan las concepciones espontáneas/intuitivas de los escolares y, también, los patrones de razonamiento que éstos utilizan en las situaciones concretas planteadas en el aula. En el dominio de la Física y Química básica, muchas de estas situaciones se relacionan de alguna manera con el razonamiento proporcional, que aparece, por tanto, como un aspecto imprescindible para resolverlas correctamente (Acevedo et al., 1987a.)

En relación con lo indicado resulta conveniente investigar los modelos de razonamiento proporcional que aparecen ligados a la construcción de hipótesis sobre las condiciones de equilibrio en una balanza de brazos iguales, tarea de Física que ha sido empleada con métodos y fines diversos (Inhelder y Piaget, 1955; Shayer y Adey, 1981; Siegler, 1986; Wilkening y Anderson, 1982). En esta ocasión el objetivo principal ha sido la confección de una tipología descriptiva de los patrones de razonamiento de los alumnos y las alumnas, que permita proporcionar algunas pistas al profesor para poder construir estrategias de enseñanza-aprendizaje más eficaces en base a qué sabe y cómo actúa el estudiante. Al mismo tiempo, se pretende mostrar cómo los modelos tipificados suponen estrategias procesuales similares a las señaladas en otro lugar a propósito de la resolución de tareas de proporcionalidad lineal de primer grado (Acevedo et al., 1987 b), por lo que quizás sería adecuado hablar de esquemas de razonamiento proporcional.

Aspectos metodológicos

La investigación de aula se realiza con 97 alumnos (41 alumnos y 56 alumnas) de 2º de BUP (15-17 años), escolarizados en un Instituto de Bachillerato de Huelva con población de clase socioeconómica media/media-baja. Sus niveles de competencia cognitiva en el razonamiento proporcional no difieren, con significación estadística ($p < 0,001$), de los observados en una muestra de casi seiscientos escolares del mismo curso, correspondiente a varios Institutos de Huelva capital y provincia.

Como instrumento para el desarrollo de la tarea se ha utilizado un cuestionario con preguntas referentes a dibujos de balanzas en situaciones diversas. Este, después de la



presentación inicial de un caso común, se diversifica en dos grupos de cuestiones, en las que se piden respuestas concretas con explicaciones abiertas. Las preguntas de cada bloque son distintas, pero la última es la misma, solicitándose en ella la identificación de los factores o variables de los que depende el equilibrio de la balanza, así como la explicitación de la hipótesis que ha orientado las respuestas a las situaciones mostradas en la tarea.

La realización de la prueba se hizo primero de forma individual y, al día siguiente, en pequeños grupos de trabajo con 3 ó 4 alumnos/as, de acuerdo con la disposición habitual de la clase de Física y Química, en condiciones normales de trabajo. En este último caso se añadía la exigencia de dar una respuesta común, en cada grupo, negociada sociocognitivamente.

Finalmente, el análisis de los cuestionarios resueltos permitió elaborar la tipología que se muestra más adelante en la Figura 1. Los esquemas de razonamiento encontrados en la formulación de las hipótesis fueron incorporados en el diseño de los trabajos de aula en dos de los cursos, tal y como se ha expuesto en otra comunicación (Acevedo et al., 1988 a), en la que se reflejan también los cambios mostrados por los escolares.

Descripción de los principales resultados

1. Excepto dos estudiantes, los demás consiguen identificar correctamente las variables peso y distancia en la tarea. El éxito en esta cuestión es total en la resolución en grupo.

2. Entre ocho y nueve sujetos de cada diez de la muestra utilizan esquemas de razonamiento incorrectos/inadecuados, tanto individualmente como en grupo. Así mismo, en ambos casos, existe una fuerte tendencia a identificar la hipótesis cualitativa, "*cuanto más lejos/cerca, hay que poner menos/más pesas para mantener el equilibrio*", como una expresión de la proporcionalidad inversa, lo que se ve traducido frecuentemente en enunciados cuantitativos del tipo *aditivo-sustrativo*: "*quitar/añadir una pesa cada vez que se aleja/acerca una división en el brazo de la balanza*", cuyas incongruencias pasan inadvertidas para la mayoría de los alumnos y las alumnas, incluso después de la discusión en grupo.

3. Además del modelo *multiplicativo*, característico de la proporcionalidad inversa, enunciado, por ejemplo, en la forma "*fuerza por distancia constante en ambos brazos de la balanza*", aparece otro, minoritario, que también permite hacer predicciones exitosas en algunas de las situaciones planteadas, aunque no en todas, y que se ha denominado como patrón *doble-mitad*, porque quienes lo usan razonan con argumentos del tipo "*a doble distancia mitad de pesas*", utilizando siempre números enteros y, preferentemente, sencillos.



PATRONES DE RAZONAMIENTO	FREC. INDIV.	FREC. GRUPO
Multiplicativo (proporcionalidad inversa)	9 (9)	3 (12)
Doble-mitad	2 (2)	1 (4)
Aditivo-sustrativo	61 (63)	21 (84)
Cualitativo	21 (22)	-
Otros confusos	4 (4)	-

Fig. 1. Frecuencias de los patrones de razonamiento utilizados en la tarea resuelta individualmente (N = 97) o en grupo (N = 25). Entre paréntesis se indican los tantos por ciento.

Conclusiones e implicaciones didácticas

La mayoría de los esquemas de razonamiento descritos coinciden con los reseñados para otras tareas de proporcionalidad, repitiéndose bastante fielmente la tipología evolutiva (Acevedo et al., 1988 b). Si bien en la tarea de la balanza los modelos inadecuados aparecen, en los mismos sujetos, con mayor frecuencia que, por ejemplo, en la tarea "Alto-Corto", donde alrededor del 14% utilizan la estrategia aditiva-sustrativa y sólo un 4% la cualitativa, se confirma, en cambio, el hecho de que el patrón aditivo-sustrativo resulta el modelo erróneo más repetido en la actuación de los estudiantes. Estas regresiones hacia procedimientos de menor nivel son habituales en el caso de la resolución de problemas más complejos, como el aquí tratado, lo que pone de manifiesto una vez más la necesidad de no ignorar el lento y laborioso proceso que siguen los escolares en su aprendizaje (Vergnaud et al., 1981), ni olvidar tampoco la dialéctica que debe existir entre contenidos y procedimientos.

Finalmente, en beneficio de la construcción de una Didáctica de las Ciencias que pueda resultar verdaderamente fructífera, conviene resaltar que el enorme auge que ha tomado en la década de los ochenta el estudio de las concepciones espontáneas/intuitivas de los alumnos y las alumnas, con ser muy importante, no puede ni debe minimizar la investigación de los modelos de razonamiento que utilizan en situaciones específicas de resolución de problemas. Estos patrones no son, en definitiva, sino otra forma de manifestar sus representaciones cognitivas.



REFERENCIAS

- ACEVEDO, J.A., BOLIVAR, J.P., SANCHEZ-LAULHE, E. y TRUJILLO, M. (1987 a.) Razonamiento proporcional múltiple: la tarea del "ARQUITECTO". *Actas V Jornadas de Estudio sobre la Investigación en la Escuela*. Sevilla, pp. 80-83.
- ACEVEDO, J.A., BOLIVAR, J.P., SANCHEZ-LAULHE, E. y TRUJILLO, M. (1987 b.) Razonamiento proporcional lineal de primer grado: la tarea "ALTO-CORTO". *Actas V Jornadas de Estudio sobre la Investigación en la Escuela*. Sevilla, pp. 84-86.
- ACEVEDO, J.A., BOLIVAR, J.P., LOPEZ-MOLINA, E.J. y TRUJILLO, M. (1988 a.) ¿Qué hipótesis elaboran los adolescentes? La tarea de la balanza. *I Jornadas de experiencias docentes*. Pamplona.
- ACEVEDO, J.A., BOLIVAR, J.P., LOPEZ-MOLINA, E.J. y TRUJILLO, M. (1988 b.) Tipologías de las respuestas de estudiantes de EE.MM. a dos tareas de razonamiento proporcional. *Revista de Psicología General y Aplicada* (pendiente de publicación).
- AGUIRRE DE CARCER, I. ; (1985). *Los adolescentes y el aprendizaje de las Ciencias*. M.E.C., Madrid.
- CAÑAL, P. y PORLAN, R. ; (1986). Enseñanza-aprendizaje por investigación: La urgente necesidad de un modelo didáctico global. *Actas IV Jornadas de Estudio sobre la Investigación en la Escuela*. Sevilla, pp 311-315.
- CAÑAL, P. y PORLAN, R. (1987). Investigando la realidad próxima: un modelo didáctico alternativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2) , pp. 89-96.
- FURIO, C. y GIL, D.; (1987). Una crítica fundamental a los modelos constructivistas del aprendizaje. *Actas V Jornadas de Estudio sobre la Investigación en la Escuela*. Sevilla, pp. 11-14.
- GIL, D. (1986). El aprendizaje como investigación: ¿Nuevo modelo o nuevo slogan superficial? *Actas IV Jornadas de Estudio sobre la Investigación en la Escuela*. Sevilla, pp. 329-334.
- GIL, D. (1987). Los errores conceptuales como origen de un nuevo modelo didáctico: de la búsqueda a la investigación. *Investigación en la Escuela*, 1, pp. 35-42.
- GUTIERREZ, R. (1987). El desarrollo mental. En *La enseñanza de las ciencias experimentales. Etapa 12-16 años*. Narcea. Madrid. pp. 129-160.
- HERRERZUELO, J. y MOLINA, E. (1988). Las tareas razonadas en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), pp. 38-41.
- INHELDER, B. y PIAGET, J. (1955). *De la logique de l'enfant a la logique de l'adolescent. Essais sur la construction des structures opératoires formelles*. (París, P.U.F.). Traducción castellana de M.T. Cevasco, 1972: *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Paidós, Buenos Aires.
- SHAYER, M. y ADEY, P. (1981). *Towards a Science of Science Teaching*. London, Heimann. Traducción castellana de A. Camero, 1984: *La ciencia de enseñar Ciencias. Desarrollo cognitivo y exigencias de currículo*. Marcea, Madrid.
- SIEGLER, R.S. (1976). Three aspects of cognitive development. *Cognitive Psychology*, 8, pp. 481-520.
- VERGNAUD, G., HALBWACHS, F. y ROUCHIER, A. (1981). Estructura de la materia enseñada, Historia de las ciencias y desarrollo conceptual del alumno. En C. COLL (Ed.): *Psicología genética y educación*. Oikos-Tau, Barcelona, pp. 115-128
- WILKENING, F. y ANDERSON, N.H. (1982). Comparison of two rule assessment methodologies for studying cognitive, development and knowledge structure. *Psychological Bulletin*, 92 (1), pp. 215-237.