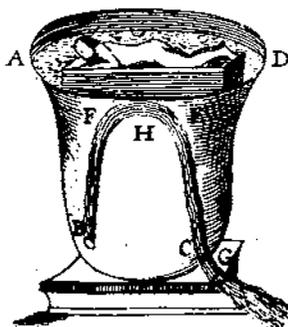


INTERCAMBIOS, COMENTARIOS



Y CRÍTICAS

En esta sección intentamos recoger, por una parte, los comentarios y críticas sobre los trabajos aparecidos, así como sugerencias de cualquier tipo que puedan contribuir a una mejora de la revista.

En segundo lugar pretendemos que estas páginas sirvan para dar a conocer la existencia de grupos de trabajo y facilitar así los contactos e intercambios.

También pensamos que puede ser de interés el conocimiento de las líneas de trabajo seguidas por los distintos grupos, que pueden enviar breves resúmenes de sus actividades.

Por último contemplamos la posibilidad de favorecer los intercambios objeto de esta sección con la publicación de algunas entrevistas y mesas redondas.

DEBATES

ACERCA DE LOS CONCEPTOS DE LA HIDROSTÁTICA

*Eliás Fernández Uría
INB Luis Buñuel (Zaragoza)*

Desearía hacer algunas anotaciones respecto al artículo de Gutiérrez Múzquiz y Rodríguez Barreiro «El aprendizaje de la Física como investigación» aparecido en el número 5 (2) de mayo 1987 de la Revista. Desde mi punto de vista que, evidentemente, puede resultar tan parcial como el de los autores, a un excelente análisis bibliográfico del tema sigue una incompleta aplicación didáctica. Hay que tener en cuenta la complejidad del tema elegido (Estática de Fluidos) y la cantidad de conceptos implicados en el mismo. Es posible que los autores hayan pecado del frecuente defecto «hispánico»: tratar demasiados aspectos en poco espacio.

Lo anterior conlleva, como resulta evidente de una primera lectura, un enfoque excesivamente «clásico», con de-

ducciones, ejemplos, experiencias y aplicaciones similares a las que suelen aparecer en la mayoría de los textos escolares al uso. Lo cual no debe interpretarse como un demérito: a fin de cuentas se trata de desarrollar materiales coherentes con nuestra realidad escolar. Pero, y siempre desde mi óptica particular, se echan en falta en los ejemplos aspectos que, posiblemente por el carácter excesivamente sintético del tratamiento, no se han podido tocar. Me estoy refiriendo a aspectos relativos a la problemática psicológica del aprendizaje, a las interrelaciones conceptuales, a la gestación histórica de los conceptos, así como a las vertientes sociales, tecnológicas e interdisciplinares; dentro de lo posible, en el momento de diseñar problemas, cuestiones y pequeñas investigaciones de aula.

Solamente me voy a referir a algunos puntos aislados, con objeto de arrojar una mínima luz sobre la complejidad de este tema; quizás algún lector se anime a profundizar más o a aportar su

experiencia particular en otro número de la Revista.

En primer lugar quiero referirme al fundamental concepto de *densidad*, que por ser un concepto de 2º orden, no todos los alumnos llegan a captar claramente. Como se ha puesto de manifiesto en diversas ocasiones, la no comprensión de este concepto es una de las causas de las dificultades de aprendizaje de los restantes conceptos de la hidrostática. Por increíble que parezca, hay alumnos de 2º de BUP que no han alcanzado plenamente el nivel piagetiano relativo a la «conservación del volumen». Es decir, son incapaces de predecir un igual aumento de nivel del agua de un recipiente cuando se sumergen dos objetos de igual forma y volumen, uno de aluminio y otro de plomo; por descontado, estos alumnos (muy pocos) no llegarán a asimilar el concepto de densidad, salvo que se planteen experiencias y análisis de aula adecuados. Si el concepto de densidad «se des-pacha» con una simple relación mate-

mática m/V (aunque se obtenga experimentalmente) corremos el riesgo de quedarnos en la periferia del aprendizaje.

Por cierto, la famosa anécdota de la corona de Herón viene a colación en este contexto, puesto que está relacionada con el concepto de densidad (y nada tiene que ver con el principio de Arquímedes, aunque los autores del artículo a que nos estamos refiriendo lo incluyan en el epígrafe «Deducciones experimentales del Principio de Arquímedes»).

En cuanto al aspecto relativo a la presión en el seno de los fluidos, considero demasiado prematuro deducir una fórmula que englobe las variables d , g y h , como hacen la mayoría de los textos (y se hace en el artículo). Es importante que el alumno entienda *previamente* por qué los fluidos ejercen presiones. Y no basta con relacionar la presión con el peso del fluido situado por encima: esta explicación no vale para los gases. Por ejemplo, si se encierra en una caja hermética una cierta cantidad de aire de igual densidad que la atmosférica que nos rodea, la presión en el interior será la misma, esté cerrada o abierta la caja. De ahí que deducir una fórmula para líquidos y aplicarla seguidamente a problemas atmosféricos no deja de ser un pequeño fraude teórico a los alumnos.

Respecto al P. de Arquímedes, *antes* de introducirlo a nivel deductivo conviene asegurar que los alumnos entiendan bien lo que significa «empuje», lo que no ocurre siempre. Faltan experiencias previas, basadas en medidas de pérdidas aparentes de peso al sumergir, y en el análisis de experiencias personales de los alumnos (por ejemplo, la fuerza que hay que realizar para introducir un balón dentro del agua). He podido constatar que hay alumnos incapaces de responder a la siguiente pregunta, incluso ya finalizado el tema: ¿por qué hay que aumentar paulatinamente la fuerza que hay que realizar sobre el balón según se va introduciendo en el agua poco a poco, y, sin embargo, cuando está introducido del todo dicha fuerza permanece constante?

Sin saber responder a preguntas similares a la anterior, no se puede asimilar el P. de Arquímedes, aunque se deduzca matemáticamente su expresión.

Intuyo que los alumnos no llegan a «asimilar» del todo que el empuje se debe a la diferencia de presiones entre la parte inferior del objeto sumergido y su parte superior. Para reforzar este aprendizaje, conviene hacer problemas en los que se calcule, por ejemplo, lo que se hunde un barco (su desplazamiento) de dos maneras diferentes: aplicando directamente el P. de Arquímedes, y calculando la presión del agua sobre el fondo del barco: el barco se hunde hasta que dicha presión equilibre el peso total.

Si los alumnos entienden bien por qué el empuje está relacionado con la presión, también entenderán por qué en el agua salada se flota mejor que en el agua dulce. El uso de fotos motivadoras (por ejemplo, de personas tumbadas en el Mar Muerto leyendo el periódico) puede resultar útil. Algún día debería escribirse acerca de la motivación en Física mediante las imágenes; yo mismo he utilizado una foto de un camión cisterna aplastado por la presión del aire después de haberse lavado su interior con agua hirviendo y haberse cerrado la boca de carga. Respecto al empuje en agua salada, sirva de inciso el descubrimiento en la Antigüedad de que la diferente salinidad del Mediterráneo, el Mar Negro y el Mar de Azov tenía una cierta influencia sobre el desplazamiento de los barcos: en los viajes de los Argonautas se constata esto (según menciona Vogel en su libro de problemas de Física).

Es de suma importancia relacionar la Física con otras áreas científicas, como la Biología y la Geología (estudio de la isostasia, por ejemplo), lo que se puede hacer muy bien con este tema. Esto puede dar pie a investigaciones más variadas y enriquecedoras que las propuestas en el artículo. Por ejemplo: ¿Cómo explicar la existencia de animales a elevadas profundidades, a pesar de las altas presiones? El estudio del cuerpo humano, con su presión sanguínea, sus mecanismos de respiración, etc. da pie a múltiples análisis aplicativos (¿Por qué es necesario elevar los goteros sobre los pacientes?).

Digamos, respecto al problema de la respiración, que no todos los alumnos entienden bien que las presiones «se notan» cuando tienen diferente valor en dos zonas distintas. Se «nota» la baja

presión con la altura porque se desequilibra la presión arterial, una ventosa se sujeta a la pared por diferencia de presiones, etc. Dicho con otras palabras: los procesos hidrostáticos nos están dando constantemente información relativa a *diferencia* de presiones (algo parecido sucede en muchos fenómenos físicos: pensemos en las diferencias de altura en las energías potenciales, en las diferencias de temperatura para transmitir energía térmica, en las aceleraciones o diferencias de velocidad de la dinámica, etc.). Por ejemplo, es muy difícil abrir la puerta de un coche sumergido dentro del agua debido a la diferencia de presión existente entre el aire del interior y el agua del exterior; en la respiración se provoca una diferencia de presión entre el aire del interior de los pulmones y el exterior, expandiendo o cerrando la caja torácica: de esta manera se genera un flujo de aire en el sentido deseado. El propio P. de Arquímedes tiene su origen en una diferencia de presiones, como hemos visto ya.

Los alumnos no llegan a entender siempre claramente el sentido causal de los procesos, lo cual constituye un bloqueo mental para asimilar muchos conceptos. Por ejemplo, cuando se succiona un refresco mediante una pajita, no son los pulmones los que «empujan» al líquido, sino el aire exterior. Convendría analizar este punto con más detalle, y en diferentes apartados de la Física. El estudio de la historia de los conceptos puede resultar de ayuda inestimable para entender la psicología del aprendizaje (el estudio de los «cortes epistemológicos» de Bachelard, por ejemplo).

A modo de resumen, quiero enfatizar de nuevo la importancia de diseñar procesos de aprendizaje que no pierdan de vista la complejidad de los conceptos, y sus relaciones con el entorno del alumno. Así, convendrá buscar aplicaciones extraídas del ámbito tecnológico (corte de cuchillos y uso de clavos en el concepto de presión, diseño de densímetros para estudiar empujes y densidades, etc.), de la historia de la ciencia y la técnica (uso de globos aerostáticos, por ejemplo, en el siglo XVIII) y también de otras áreas científicas y humanísticas (vejiga natatoria de los peces, flotación de icebergs, influencias sociales de los inventos, etc.).