

**Jorge Barojas Weber**  
Investigador del ILCE

# Lenguajes y solución de problemas en física

**Resumen:** En el presente artículo se muestra un ejemplo de utilización de distintos lenguajes en el abordaje de la solución de un problema de Física. Se propone una herramienta práctica para que un docente no tradicional apoye a sus estudiantes en el empleo efectivo de los lenguajes natural, técnico, formal e icónico.

## Introducción

Para iniciar, consideremos el siguiente problema de Física que trata de las condiciones de flotación en un iceberg (Figura 1): ¿cuál es la proporción del volumen que flota ( $V_f$ ) respecto al volumen sumergido ( $V_s$ )?



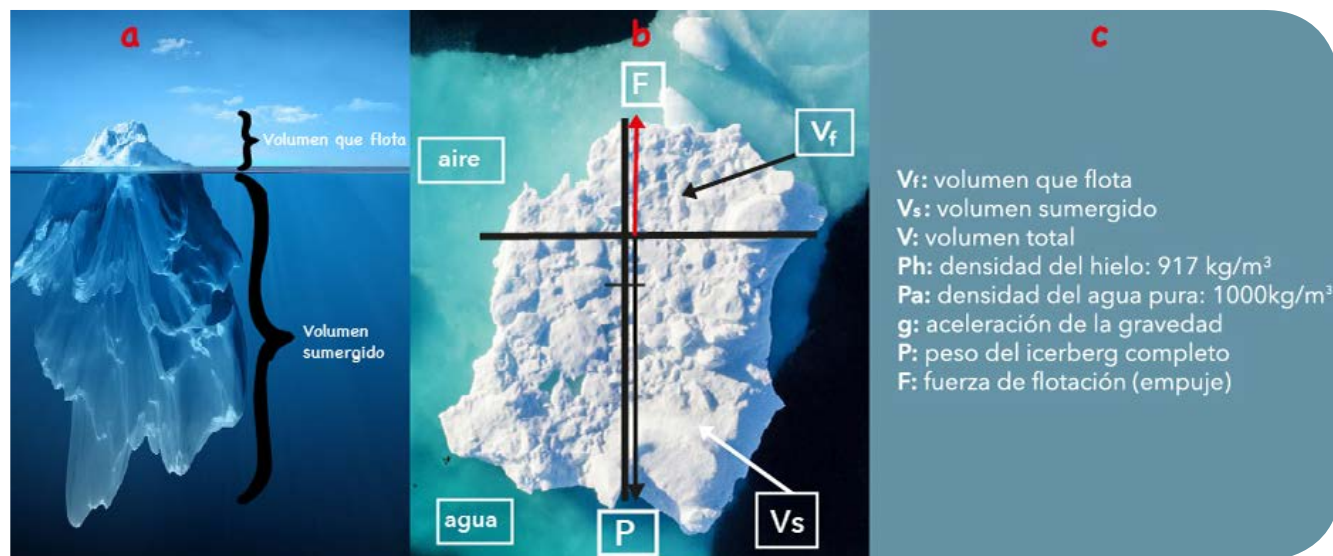


Figura 1. Elementos descriptivos de un iceberg: (a) basado en una fotografía tomada desde un submarino; (b) diagrama de la situación física; (c) cuadro de definición de variables.

Un docente tradicional resuelve este problema en el pizarrón. Habla, pero no explica, simplemente escribe ignorando a sus estudiantes. Presenta las ecuaciones:

Volumen total:  $V = V_f + V_s$   
 Peso:  $P = (\rho_h V)g$   
 Fuerza de flotación:  $F = (\rho_a V_s)g$   
 Condición de flotación  $P = F$

Luego maneja las ecuaciones para obtener:

$$\rho_h (V_f + V_s) = \rho_a V_s \text{ y despeja } V_f/V_s = (\rho_a - \rho_h)/\rho_h$$

Después inserta los valores numéricos  $V_f/V_s = (1000 - 917) / 917 = 0.0905$

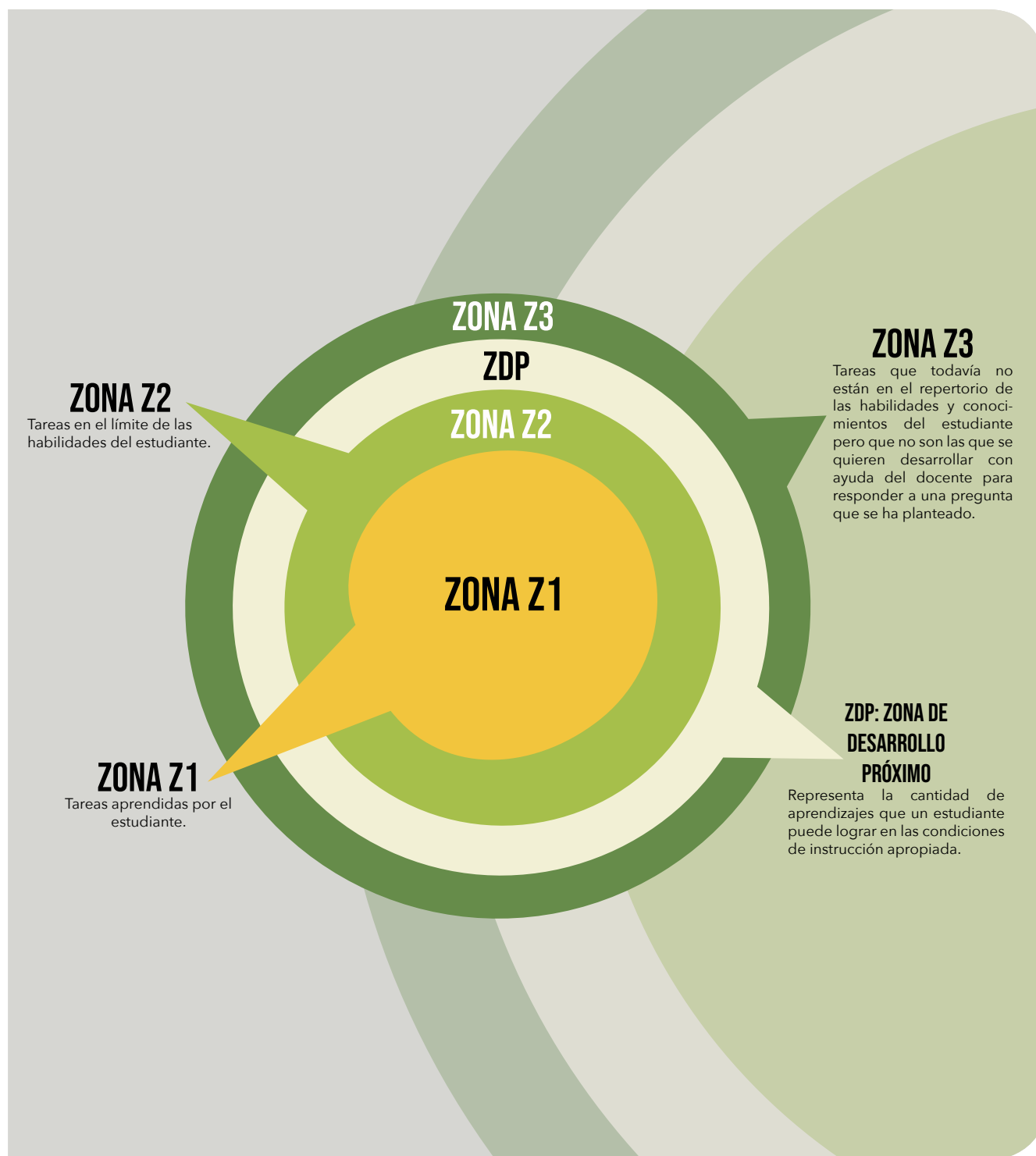
Finalmente, presenta el resultado final  $V_f/V_s = 9.05\%$ .

Cuando únicamente observan y escuchan lo que hace en el pizarrón ese docente tradicional, el conflicto de los estudiantes es que no siempre entienden cómo obtuvo el resultado y no están seguros de poder hacerlo bien por ellos mismos. Esta circunstancia es consecuencia, entre otros muchos factores, de que ese docente tradicional ha cometido al menos dos errores: uno es didáctico, pues no explica claramente el qué y por qué de las fórmulas en el pizarrón; el otro es psicopedagógico, ya que no ayuda a sus estudiantes a pensar y abordar la solución del problema utilizando apropiadamente diversos lenguajes. Un docente no tradicional debe dialogar con sus estudiantes y usar adecuadamente cuatro lenguajes: el natural (el español), el técnico (el propio de la física), el formal (el de la lógica y las matemáticas) y el icónico (las imágenes, diagramas, tablas, gráficas, simulaciones).

En este artículo, primero partiremos del procedimiento en el cual Vygotsky muestra la función que tiene la llamada Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) en el desempeño de tareas tales como la solución de problemas. Luego presentaremos un procedimiento que podrá seguir un docente no tradicional para ayudar a sus estudiantes a utilizar los cuatro lenguajes considerados anteriormente (Cuadro 1). Después, aplicamos tal procedimiento a la solución del problema de la flotación del iceberg y proponemos la elaboración de un documento donde se delimite lo que un docente no tradicional podrá esperar de sus estudiantes para hacerlos más efectivos en el manejo de dichos lenguajes con el fin de resolver problemas concretos de física (Cuadro 2).

### Desarrollo

En la teoría sociocultural del aprendizaje de Vygotsky<sup>1</sup> es esencial la noción de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP). Este concepto se ha definido como "la distancia entre el nivel real de desarrollo determinado por la capacidad de resolver independientemente el problema y el nivel de desarrollo potencial determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz". Véase la Figura 2.



Cuadro 1. Redefinición de las zonas.

El Cuadro 1 indica lo que un docente no tradicional puede proponerse para que sus estudiantes manejen bien los cuatro lenguajes al resolver problemas. Sin embargo esto no basta, es necesario que tal docente explicita la tarea a sus estudiantes en cada una de las nuevas zonas designadas como ZR, ZE, ZC y ZI. Líneas abajo, el Cuadro 2 muestra los cambios en nomenclatura y funciones que proponemos a la descripción de las cuatro zonas del esquema de Vigotsky.

ZONAS DE VIGOTSKY	FUNCIONES DE LOS LENGUAJES	LO QUE ESPERA HACER EL DOCENTE
Z1	<b>ZR: Representación</b> de hechos en los lenguajes natural básico e icónico elemental.	El docente tiene evidencias de cómo sus alumnos explican el enunciado del problema, describen cualitativamente los hechos que lo caracterizan y presentan imágenes de situaciones similares a las del problema en consideración.
Z2	<b>ZE: Exploración</b> de conceptos en el lenguaje técnico de la física.	El docente supone que sus estudiantes tienen los conocimientos y las habilidades necesarias para resolver el problema, porque previamente les ha enseñado cómo abordar la física del problema.
ZDP	<b>ZC: Comprensión</b> de procesos en los lenguajes formales de la lógica y las matemáticas.	El docente se propone ayudar a sus estudiantes para que resuelvan el problema y apoyarlos para que apliquen correctamente los conceptos y procedimientos matemáticos requeridos.
Z3	<b>ZI: Interpretación</b> de resultados en los lenguajes natural enriquecido e icónico avanzado.	El docente espera que sus estudiantes demuestren que han aprendido física y sean capaces de explicar cómo han obtenido el resultado, interpreten sus consecuencias y lo muestren gráficamente mediante recursos tales como: imágenes, figuras, diagramas, tablas, videos, películas, simulaciones computacionales, ...

Cuadro 2. Descripción de las zonas.

Para ello, el Cuadro 3 contiene una propuesta de plantilla donde se sugieren actividades para que los estudiantes alcancen autonomía cuando resuelven problemas. Estas actividades consideran tres aspectos en cada una de las zonas en cuestión: lo conveniente respecto del uso de los lenguajes característicos de cada zona, los conocimientos requeridos y las habilidades necesarias. Las indicaciones de la tercera columna son sólo posibles sugerencias, para nada obligatorias ni exhaustivas. El docente no tradicional tomará en cuenta el nivel cognitivo y grado de escolaridad de los estudiantes y la disponibilidad de recursos.

SOLUCIÓN DEL PROBLEMA DE LA FLOTACIÓN DEL ICEBERG		
ZONA	COMPONENTES	LO QUE LOS ESTUDIANTES DEBERÁN HACER
ZR (Representación de hechos)	<b>Utilización de los lenguajes natural básico e icónico elemental</b>	Explicar verbalmente dibujos y fotografías donde está presente el fenómeno de la flotación: levantar objetos pesados dentro de una alberca, funcionamiento de submarinos en el agua y de aerostatos en el aire, ...
	<b>Conocimientos requeridos</b>	Analizar videos y discutir lecturas donde se ilustren los conceptos de densidad, impenetrabilidad y flotación.
	<b>Habilidades necesarias</b>	Medir y comparar áreas, volúmenes y pesos. Calcular cocientes y porcentajes.
ZE (Exploración de conceptos)	<b>Utilización del lenguaje técnico de la física</b>	Analizar las relaciones conceptuales que definen en términos físicos lo que significan la presión hidrostática, el empuje en el seno de un fluido y las condiciones de flotación. Consultar libros de texto y referencias en Internet.
	<b>Conocimientos requeridos</b>	Explicar el principio de Pascal: la presión ejercida sobre un fluido incompresible y en equilibrio, contenido en un recipiente cerrado de paredes indeformables, se transmite con igual intensidad en todas direcciones y en todos los puntos del fluido. Explicar el principio de Arquímedes: todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical de abajo hacia arriba igual al peso del volumen del fluido desalojado. Explicar el funcionamiento de la prensa hidráulica y de la balanza de Arquímedes.
	<b>Habilidades necesarias</b>	Aplicar el principio de Pascal que se refiere a presiones para explicar el principio de Arquímedes que relaciona fuerzas. Realizar experimentos en el laboratorio. Realizar ejercicios con simuladores computacionales.
ZC (Comprensión de procesos)	<b>Utilización del lenguaje formal de las matemáticas</b>	Establecer el modelo de la situación física (Figura 1b). Justificar el planteamiento de las siguientes ecuaciones: Volumen total del iceberg: $V = V_f + V_s$ Peso del iceberg: $P = (\rho_h V)g$ Fuerza de flotación: $F = (\rho_a V_s)g$ [Empuje] Condición de flotación $P = F$ .
	<b>Conocimientos requeridos</b>	Establecer la igualdad entre el peso total del iceberg (P) y el empuje (F) que recibe el volumen sumergido. Analizar el tipo de aproximaciones introducidas.
	<b>Habilidades necesarias</b>	Obtener $\rho_h(V_f + V_s) = \rho_a V_s$ a partir de $P = F$ . Despejar el cociente de volúmenes $V_f/V_s = (\rho_a - \rho_h)/\rho_h$ Obtener el resultado: $V_f/V_s = 9.05\%$

ZI (Interpretación de resultados)	<b>Utilización de los lenguajes natural enriquecido e icónico avanzado.</b>	Explicar e ilustrar gráficamente situaciones que extienden o complican las condiciones del problema: Calcular los cambios en el porcentaje del cociente entre $V_f$ y $V_s$ cuando la densidad del agua es diferente, por ejemplo, cuando el agua es salada o se encuentra a temperaturas que cambian bruscamente. Analizar cómo el cambio en el peso de un submarino modifica la profundidad a la cual se encuentra sumergido, lo cual se logra metiendo o sacando agua de sus almacenes internos. Analizar las circunstancias en que las condiciones de flotación cambian, como cuando el cuerpo se hunde totalmente ( $V_f = 0$ ) o cuando flota totalmente ( $V_f = V$ ).
	<b>Conocimientos requeridos</b>	Relacionar los cambios en las condiciones del problema con variaciones en las ecuaciones correspondientes o con el procedimiento de solución
	<b>Habilidades necesarias</b>	Aplicar el sentido crítico para comprobar si la solución obtenida responde correctamente a la pregunta planteada por el problema.

Cuadro 3. Plantilla donde el docente indica acciones a sus estudiantes.

### Conclusión

Una estrategia para resolver problemas de Física es enfrentarse a ellos como a un muro por derribar o tratar de darle la vuelta. Una mejor estrategia de solución consiste en manejar apropiadamente los lenguajes natural, técnico e icónico, verdaderos posibilitadores de la fluidez en la respuesta al problema. Es un proceso gradual. Las dificultades se disuelven en las zonas donde se representan los hechos, se exploran los conceptos, se comprenden los procesos y se interpretan los resultados.

### Referencias

Sánchez, F. (s.f.) *La Teoría Sociocultural de Vygotsky*. <https://www.lifeder.com/teoria-sociocultural-vygotsky/>

### Ficha del autor

**Jorge Barojas Weber:** [jorge.barojas@ilce.edu.mx](mailto:jorge.barojas@ilce.edu.mx)

Profesor del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias y tutor en el Doctorado en Ciencias de la Administración (línea de investigación en administración del conocimiento), ambas de la UNAM.