

Clasificación de plásticos: Una oportunidad para integrar Física, Química y CTS

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Susana Juanto¹, Matías Zapata¹, Fabiana Prodanoff¹

¹Grupo IEC, FRLP, Universidad Tecnológica Nacional.60 y 124, La Plata (1900)

E-mail: fabianaprodanoff@gmail.com

Resumen

En los cursos de Ciencias Básicas de las carreras de Ingeniería, se detecta que los alumnos que cursan Física encuentran dificultades en la comprensión del concepto de densidad, mientras que los que cursan Química no están tan habituados a medir al empuje como una fuerza. Ambas miradas pueden complementarse al usar una balanza de Mohr-Westphal que determina densidades de líquidos a través de la medida del empuje. Es por ello, que se implementó una experiencia de laboratorio compartida, midiendo densidades de plásticos por flotación en diversas soluciones. La densidad de las soluciones se mide con la mencionada balanza, y se emplean para identificar plásticos de acuerdo a su flotabilidad. También se realiza una Webquest sobre los usos de los diversos tipos de plásticos, y su impacto ambiental, con enfoque CTS.

Palabras clave: Densidad, Balanza de Mohr-Westphal, Flotación de plásticos, Laboratorio, CTS.

Abstract

In first years courses, at Engineering, it is noticed that Physics students find it difficult to understand the meaning of density, meanwhile Chemistry students avoid looking at the force buoyant like a force. By using a Mohr-Westphal balance, both sides are considered. An experiment is designed, in which several plastics density are measured, as well as solutions densities, and plastics are identified according to their density. A Webquest regarding use and environmental impact of plastics is written (STS approach)

Keywords: Density, Mohr-Westphal balance, Plastic identification experiment, STS approach.

I. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se pretende abordar el concepto densidad desde una estrategia didáctica basada en una experiencia de laboratorio conjunta entre las asignaturas de Física y Química, con materiales que propician un enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS).

El concepto densidad se trata tanto en tópicos relacionados con la asignatura Física como en Química, desde los primeros años de la instrucción científica en la escuela secundaria continuando al inicio de las carreras universitarias.

Sin embargo, se ha podido detectar entre los estudiantes diferentes concepciones alternativas y dificultades sobre este concepto, (Raviolo, 2005):

- ✓ no diferencian los conceptos masa, peso, volumen y densidad ni la densidad del peso específico.
- ✓ relacionan a la densidad con una de las variables (masa o volumen) y no con la relación entre ellas.
- ✓ no la asocian como una propiedad característica de una sustancia, que permite diferenciarla de otras sustancias

Estas concepciones se reiteran independientemente del nivel educativo.

Es por ello, que se plantea esta experiencia de laboratorio con material de uso cotidiano como ser el plástico y con alto contenido social por los perjuicios que causa, ya sea por su reutilización o su descarte. De esta forma se están integrando contenidos de la asignatura Responsabilidad Social Institucional. En este campo se trata de entender los aspectos sociales del fenómeno científico tecnológico, tanto en lo que respecta a sus condicionantes sociales como en lo que atañe a sus consecuencias sociales y ambientales. Según Hodson (1992) los objetivos del enfoque pedagógico CTS son:

- tratar de promover la alfabetización científica, mostrando la ciencia como una actividad humana de gran importancia social. Forma parte de la cultura general en las sociedades democráticas modernas.
- tratar de estimular o consolidar en los jóvenes la vocación por el estudio de las ciencias y la tecnología, a la vez que la independencia de juicio y un sentido de la responsabilidad crítica.
- trata de favorecer el desarrollo y consolidación de actitudes y prácticas democráticas en cuestiones de importancia social relacionadas con la innovación tecnológica o la intervención ambiental.
- propiciar el compromiso respecto a la integración social de las mujeres y minorías, así como el estímulo para un desarrollo socioeconómico respetuoso con el medio ambiente y equitativo con relación a las futuras generaciones.

II. ¿QUÉ ES Y QUÉ HACER CON LOS PLÁSTICOS?

Algunos estudiantes se sorprenden al enterarse que los plásticos son derivados del petróleo, específicamente son polímeros obtenidos a partir de productos del petróleo o gas natural. Sin embargo lo utilizan en forma cotidiana, ya sea en forma de películas, fibras o moldeados como recipientes, sillas, juguetes, etc. No son biodegradables justamente por su origen sintético, que evita que se constituyan en alimento para algún ser vivo. Por esto, su acumulación constituye un serio problema de contaminación del medio ambiente.

Para estudiar el impacto ambiental asociado a un producto químico dado, es necesario considerar una gran variedad de factores (Ceretti, 2000). En el caso de los plásticos se analizan tres situaciones:

- Análisis del ciclo de vida o “ecobalance”: es la suma de los pasos necesarios para construir un producto a partir de su materia prima más básica.
- Reducción de la fuente: evitar su producción indiscriminada.
- Valorización de residuos.

En lo que respecta a la valorización de los residuos consiste en reconocer su valor económico y recuperarlos de los residuos industriales (scrap) o sólidos urbanos (rsu), con el fin de reaprovecharlos mediante distintas posibilidades:

- Recuperación energética.
- Reciclado mecánico.
- Reciclado químico.
- Relleno sanitario.

Para su reaprovechamiento debe tenerse en cuenta que no todos los plásticos pueden reusarse de la misma forma. Por ejemplo, los plásticos que liberan sustancias tóxicas al quemarse no son aptos para usar en hornos cementeros como combustibles.

El reciclado mecánico, luego de separar, clasificar y limpiar diversos plásticos, consiste en convertirlos en gránulos, que se utilizarán para la fabricación de otros productos como bolsa, pisos, fibras, pero no envases alimenticios.

El reciclado químico consiste en degradarlos hasta monómeros, que se convierten en materia prima para petroquímicas (Botto, 2006).

En lo que respecta al relleno sanitario, se pretende que este sea el último recurso para ubicar un residuo plástico. En estos lugares, los residuos se encuentran depositados prácticamente en ausencia de oxígeno y de agua. Dado que, la degradación aeróbica resulta ineficiente y la degradación anaeróbica es en general un proceso lento, entonces la biodegradabilidad de los residuos demandará tiempos muy largos acumulándose sin sufrir modificación durante tiempos aún mayores.

En vista de las distintas posibilidades descritas es claro que la clasificación de los plásticos en una etapa previa es importante para decidir el destino de los residuos producidos. Por tal motivo, los productos plásticos reciclables poseen un código de identificación que facilita dicha selección (Zapata, Prodanoff y Juanto, 2015).

III. TRABAJO CON LOS ALUMNOS

La propuesta de trabajo consiste en realizar una clasificación de los diferentes plásticos a través de su densidad, que varía según su composición química. Esta experiencia se basa en un trabajo previo realizado por Ceretti (2000).

Según las autoras, se pone la muestra en contacto con soluciones de densidad conocida y se observa si las muestras de plástico flotan o se hunden en el líquido.

La propuesta integradora que se plantea aquí consiste en abordar el problema desde enfoques a priori diferentes.

Desde la Química, reconocer la densidad como criterio de identificación de sustancias (sean los plásticos, o las mismas soluciones que usaremos), y medir densidad de soluciones usando el picnómetro.

Desde la Física, comprobar que la densidad puede ser medida como una relación entre masas contenidas en el mismo volumen (esto es: medir la densidad de las soluciones utilizando el picnómetro) o bien comparando el empuje que sufre un cuerpo dado al estar completamente sumergido en agua y luego en una solución particular (esto es: utilizando la balanza de Mohr-Westphal) (Universidad de Cantabria, 2005).

El enfoque CTS es transversal a toda la experiencia, cuyo objetivo es clasificar materiales para reciclarlos.

IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA



FIGURA 1. Trabajo en el laboratorio.

Antes de comenzar la experiencia se discute con los estudiantes el concepto de densidad. Que si bien, su representación matemática es simple sus implicancias no, como ya hemos planteado en algunos trabajos previos. (Lavagna, 1998).

La *densidad o masa específica* ρ de un cuerpo se define como la relación de su masa m con respecto a su volumen V , $\rho = m/V$. Muchas veces es más útil trabajar con la densidad relativa, que se define como el cociente entre la densidad del cuerpo y la densidad del agua para una misma temperatura. La ventaja de esta nueva magnitud es que es adimensional.

Además de esta definición, se plantea que otros tipos de densidades podrían definirse (como por ejemplo, la densidad de carga eléctrica), se discute si se trata de una propiedad intensiva o extensiva, se plantean casos de densidad uniformes y no uniformes, entre otros temas.

Como contenidos transversales asociados a los laboratorios, se analiza el uso de los equipos (en este caso balanzas, picnómetro, termómetros, etc.), la correcta adquisición de los datos y se discute las incertezas en las mediciones.

Es luego de estos debates que se comienza el trabajo con material concreto (Fig.1).

En primera instancia se utiliza el picnómetro para el cálculo de la densidad. Los alumnos pesan un recipiente de volumen conocido para usarlo como tara de la balanza. Luego, se pesa el recipiente lleno de agua y una segunda pesada con el recipiente conteniendo el líquido cuya densidad se quiere determinar.

De esta forma se obtiene la densidad relativa como el cociente entre las dos masas: $\rho = m_{\text{liq}} / m_{\text{H}_2\text{O}}$, previo a la cuenta se conversa sobre que miden las balanzas, con que precisión estamos midiendo y a partir de ahí con cuantos decimales provenientes de la cuenta vamos a dar el resultado.

Estos líquidos de densidad ahora conocida son utilizados para verificar la densidad de algunos plásticos conocidos y medir la de otros desconocidos, y así identificar de qué clase es.

Para realizar este procedimiento, se les plantea a los estudiantes de qué manera piensan ellos que conocida la densidad de varias soluciones podrían encontrar la densidad de una muestra de plástico. Es así, que se recurre al principio de Arquímedes.

Este principio establece que todo cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido experimenta una fuerza vertical ascendente, llamada empuje, cuyo valor es igual al peso del fluido desalojado y cuya línea de acción pasa por el centro de gravedad del fluido desalojado. Si un cuerpo de volumen V se sumerge totalmente en un líquido de densidad ρ , el empuje que experimenta el cuerpo se puede demostrar que es, en módulo, igual a $E = \rho g V$.

Si se sumerge un cuerpo en un líquido, sobre él actuarán dos fuerzas, una debida al peso y otra debida al empuje. Pueden suceder tres cosas:

- Que se hunda, lo que implica que el peso es mayor que el empuje y por ende la densidad del líquido será menor que la densidad del cuerpo.
- Que flote, entonces el peso es menor que el empuje y la densidad del líquido será mayor que la densidad del cuerpo.
- Que flote a dos aguas, ambas fuerzas serán iguales y también serán iguales las densidades.

Una vez comprendido lo anterior, se comienza la experiencia. Primeramente se preparan distintos tipos de soluciones con densidades relativas comprendidas entre, aproximadamente, 0,8 y 1,25, que vayan variando en pequeños intervalos

Una segunda etapa consiste en utilizar la balanza hidrostática de Mohr-Westphal (Fig.2) cuyo funcionamiento se debe al principio de Arquímedes, para calcular las densidades de las soluciones.

Si un mismo cuerpo se sumerge en dos fluidos de densidades distintos, ρ_1 y ρ_2 , experimentará empujes que se encontrarán en la relación $E_2/E_1 = \rho_2 / \rho_1$. De esta forma midiendo el cociente E_2/E_1 , se puede determinar la densidad relativa del segundo fluido con respecto al primero (Tippens, 1996).

Esta forma de medir densidad relativa hace énfasis en la variación del empuje con la densidad del líquido, y por la escala de esta balanza permite medir hasta 4 cifras significativas después de la coma, mejorando la precisión de los resultados con respecto al picnómetro.



FIGURA 2. Balanza hidrostática de Mohr-Westphal

Luego se disponen de tantas muestras de un mismo plástico como soluciones se hayan elaborado. Cada muestra se coloca en una solución, con la ayuda de una varilla de vidrio se mueve la muestra a fin de vencer la posible tensión superficial que tenga y de controlar que no se le formen burbujas que modificarían el resultado de la experiencia.

Se empieza colocando la muestra de plástico en la solución menos densa hasta llegar aquella donde quede flotando, los datos se van registrando en una tabla (Tabla 1). De esta forma se concluye que el plástico tendría una densidad comprendida entre la densidad de la solución en la que quedó flotando y la anterior.

TABLA I. Registro de resultado de la experiencia.

	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4
Indicar con (X) lo que sucede	Flota se hunde	Flota se hunde	Flota se hunde	Flota se hunde
Solución 1				
Solución 2				
Solución 3				
Solución 4				
Solución 5				
Solución 6				

Los alumnos elaboran un informe, donde además de los resultados obtenidos deben responder el siguiente cuestionario en base a lo discutido mientras se desarrollaba la experiencia.

Cuestionario:

- 1) Defina y explique: masa, peso, volumen, densidad, densidad relativa, peso específico y peso específico relativo.
- 2) Enuncie el Principio de Arquímedes, y a partir del mismo explique cómo se puede determinar la densidad del cuerpo.
- 3) Compare los métodos de medir densidad a) con un picnómetro, b) con la balanza de Mohr. Describa que variables se miden en cada caso, y de que dependen las cifras significativas obtenidas.
- 4) ¿Cómo influiría en el resultado la existencia de burbujas de aire adheridas al cuerpo?
- 5) ¿Cuál es el mayor valor de densidad que se puede medir con esta balanza y el juego de pesitas suministrado?
- 6) ¿Qué tipos de plásticos se identificaron, y cuáles son sus usos? ¿Por qué tienen diferentes densidades?
- 7) ¿Qué papel juega la temperatura en este experimento?
- 8) ¿Es necesario trabajar con líquidos homogéneos (soluciones)?
- 9) Explique ¿Qué son propiedades intensivas y extensivas de la materia? Cite algunos ejemplos.
- 10) ¿Por qué no pesamos las muestras de plástico?
- 11) ¿de qué manera influye la forma de la muestra de plástico, es decir, es lo mismo una muestra plana que una tapa de gaseosa?

V. COMENTARIOS FINALES

Esta experiencia ha permitido:

- Que a través de la búsqueda orientada en internet, los alumnos comprendan la inmensa presencia de materiales plásticos en la vida cotidiana.
- Reconozcan la densidad como una propiedad intensiva, que permite (conociendo además otras propiedades) identificar sustancias puras tal como las muestras de plásticos. En el caso de las soluciones, que son mezclas, la densidad no alcanza para identificarlas, porque su composición es variable.
- Refuerzan sus conceptos sobre el principio de Arquímedes, permitiéndoles utilizarlo en un problema concreto.
- Comprendan que las densidades se pueden medir de dos maneras distintas, una midiendo masa y volumen y otra midiendo empuje como la balanza de Mohr.

En general, les resulta una experiencia atractiva desde la apropiación de conceptos de Física y Química, y los alfabetiza en relación a temas de ecología (reciclado de plásticos)

REFERENCIAS

Botto, J., Bulwik, M. y otros (2006). *Química*. Buenos Aires: Tinta Fresca.

Ceretti, H. y Zalts, A (2000) *Experimentos en contexto: química: manual de laboratorio*. Buenos Aires: Prentice Hall.

Hodson, D. (1992) In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*, 14(5), pp. 541-566.

Lavagna, M., Baade, N.N., Prodanoff, F. (1998) Densidad de carga eléctrica, ¿Por qué el origen de cálculos incorrectos? *Cuarto Simposio de Investigadores en Educación en Física*. pp. 221- 230.

Raviolo, A., Moscato, M. y Schnersch, A. (2005) Enseñanza del concepto de densidad a través de un modelo analógico. *Revista de Enseñanza de la Física*, 18 (2),pp 92-103.

Tippens, P (1996) *Física conceptos y aplicaciones. Quinta edición*. España: McGraw-hill.

Universidad de Cantabria (2005, Febrero) Introducción a la Física Experimental. Guía de la experiencia Balanza de Mohr-Westpal. Un método para determinar la densidad de un líquido. Recuperado de [http://personales.unican.es/lopezqm/IFE/laspracticasyexperimentosPDF/mec%C3%A1nicapdf/06BalanzaMohr\(06\).pdf](http://personales.unican.es/lopezqm/IFE/laspracticasyexperimentosPDF/mec%C3%A1nicapdf/06BalanzaMohr(06).pdf)

Zapata,M.; .Prodanoff,F.; Juanto, S. (2015) *Laboratorio: Clasificación de diversos plásticos por densidad*. Recuperado de <http://www.fr1p.utn.edu.ar/materias/iec/clasifplast.pdf>