

Fabricación y uso de aleación de Bi/Pb/Sn para enseñar el concepto de punto eutéctico

Juan Ariel Pullao^{1,2}, Georgina De Micco^{1,3}, Gastón G. Fouga^{1,2,3}
¹Comisión Nacional de Energía Atómica - Complejo Tecnológico Pilcaniyeu.
²Universidad Nacional de Río Negro - Sede Andina.
³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.
 E-mail: arielpullao@gmail.com

Introducción

La experiencia docente que se presenta en este trabajo consta de una práctica de laboratorio donde los alumnos fabrican una aleación compuesta por 52% Bi, 32% Pb y 16% Sn en peso y que funde a 96 °C (Jensen, 2010), para posteriormente compararla con una mezcla que contiene las mismas proporciones de estos metales, pero producida en el Dpto. de Físicoquímica y Control de Calidad del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu con un control más riguroso de las concentraciones de los aleantes y empleando elementos de alta pureza. El objetivo de esta práctica es que los alumnos visualicen que ambas aleaciones funden a temperaturas inferiores a 100 °C y analicen las diferencias entre sus puntos de fusión a través del concepto de punto eutéctico empleando los diagramas de fases binarios y ternarios.

La actividad se realizó con estudiantes de Química Inorgánica del Profesorado de Nivel Medio y Superior en Química en la Universidad Nacional de Río Negro bajo la supervisión del Dr. Gastón Galo Fouga y el Prof. Esp. Juan Ariel Pullao.

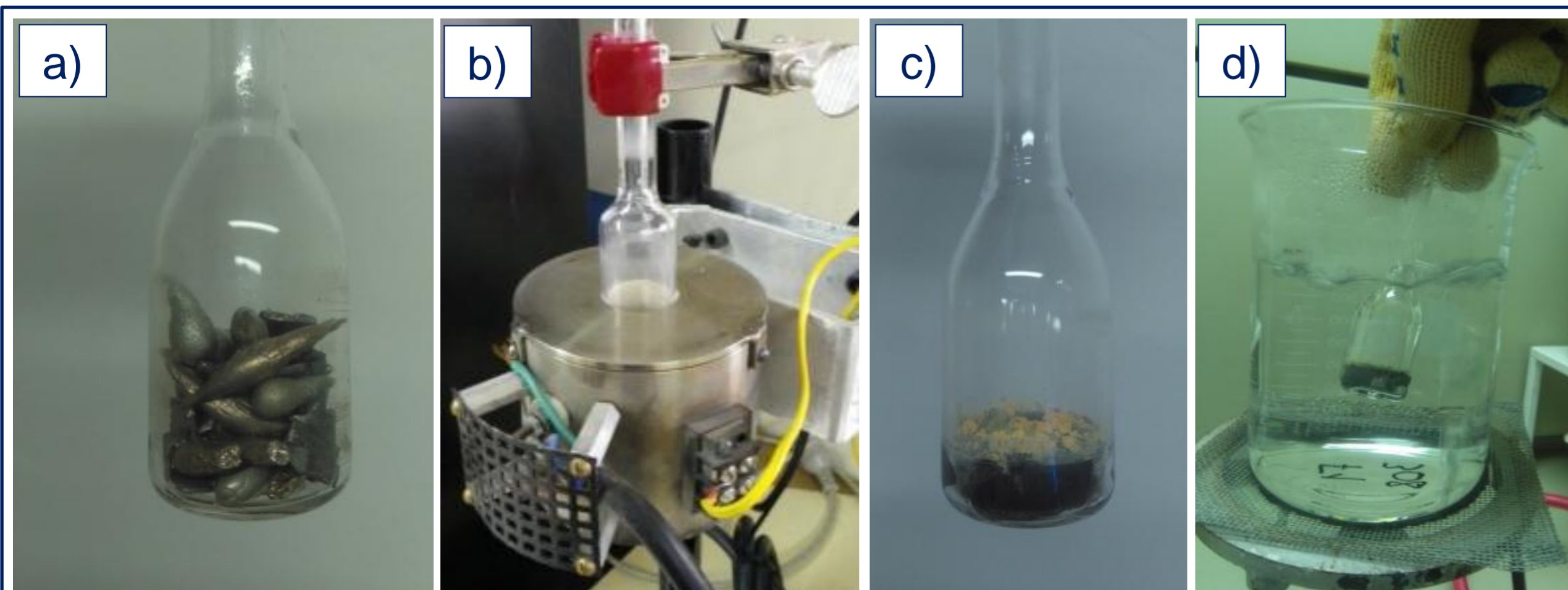
Antecedentes

El bismuto es un elemento de la tabla periódica que al mezclarse con otros metales puede formar aleaciones que tienen puntos de fusión inferiores a los 100 °C (Kirk y Othmer, 1990). Estas mezclas se conocen como aleaciones de bajo punto de fusión y pueden fabricarse empleando metales como bismuto, plomo, estaño y cadmio. En la siguiente tabla se presenta una recopilación de estas aleaciones.

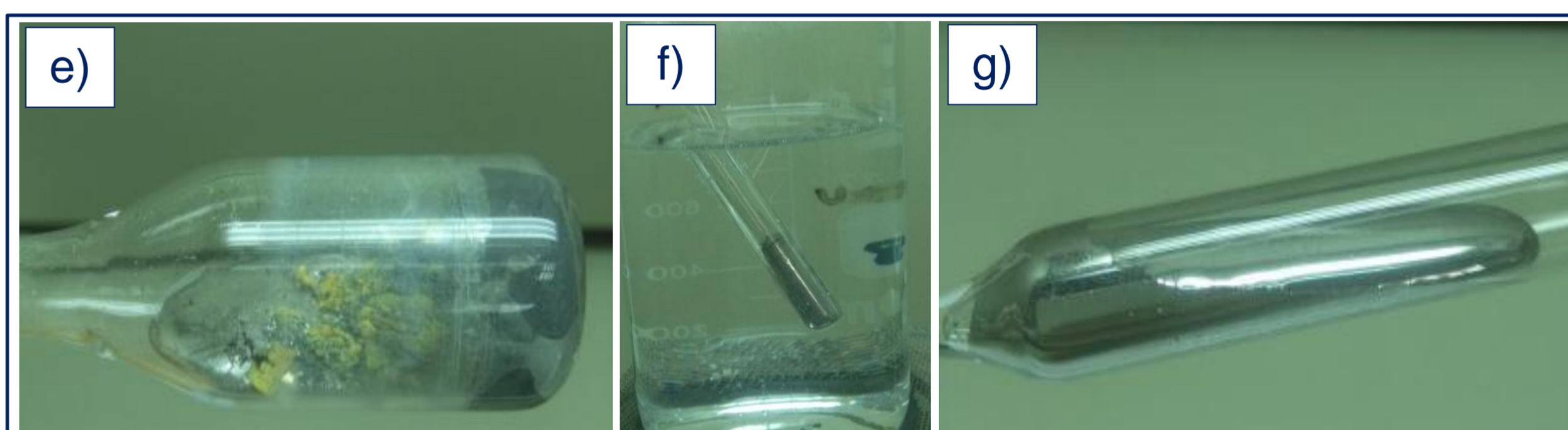
NOMBRE	PUNTO DE FUSIÓN [°C]	PUNTO EUTÉCTICO	COMPOSICIÓN %			
			Bi	Pb	Sn	Cd
METAL DE BEND	70	Si	50	26.7	13.3	10
METAL DE WOOD	70	No	50	25	12.5	12.5
METAL DE LIPOWITZ	74	No	50	27	13	10
ALEACIÓN DE ONION	94	No	50	30	20	-
METAL DE ROSE	95	No	50	25	25	-
Bi-Pb-Sn EUTÉCTICO	96	Si	52	32	16	-
METAL DE NEWTON	98	No	50	20	30	-
Pb-Bi EUTÉCTICO	123.5	Si	55.5	44.5	-	-
Sn-Bi EUTÉCTICO	139	Si	43	-	57	-
Pb-Sn EUTÉCTICO	183	Si	-	28.1	71.9	-

Desarrollo de la experiencia

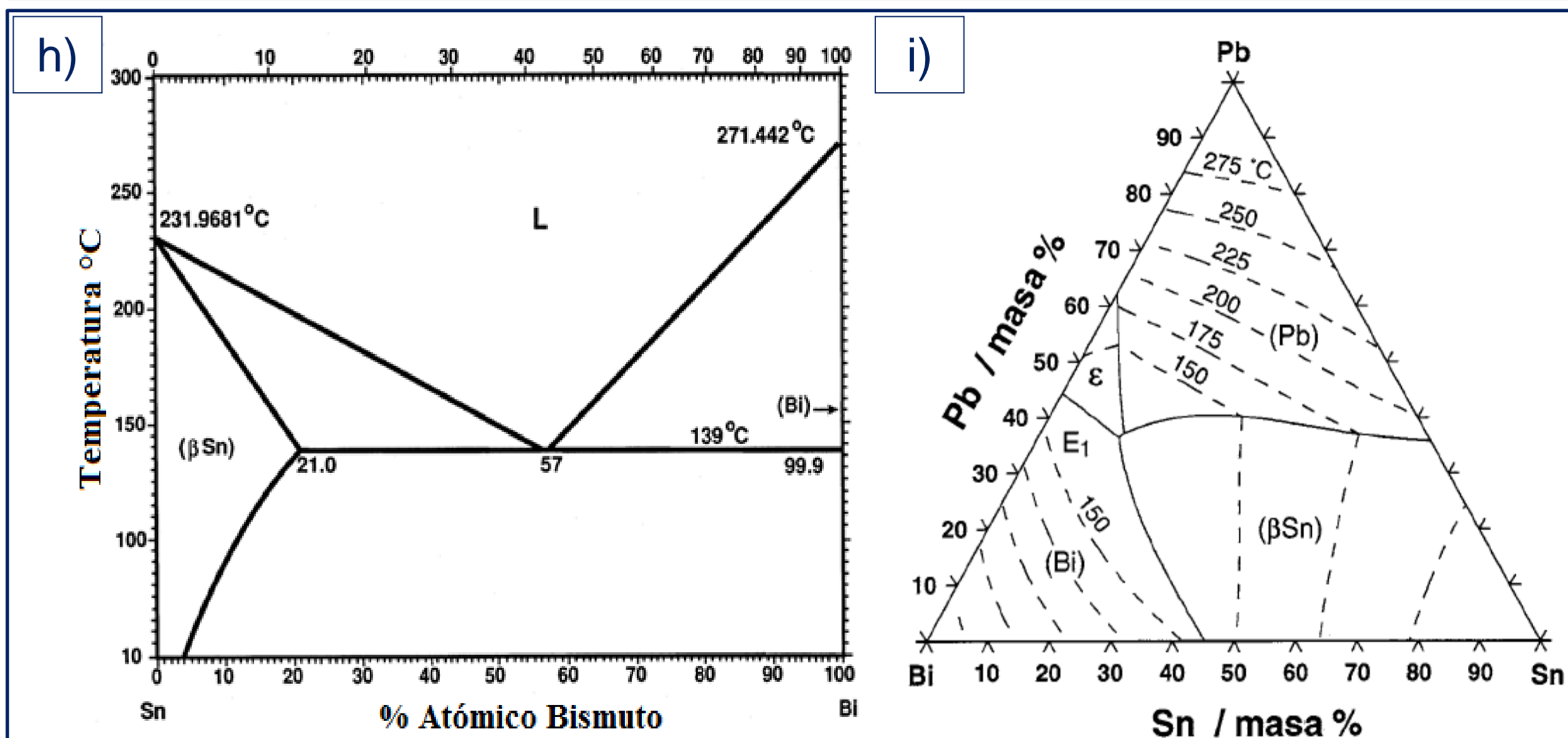
Para comenzar la práctica se les pidió a los alumnos que calcularan las masas de Bi, Pb y Sn para preparar una aleación con un peso total de 30 g, sabiendo que la mezcla debía contener 52% Bi, 32% Pb y 16% Sn en peso. A continuación se colocaron los metales en una capsula de vidrio de sílice (a) fabricada en el Taller de Vidrios del Centro Atómico Bariloche. Con la ayuda del equipo docente los alumnos introdujeron la capsula en el interior de un horno eléctrico (b), que se seteó para que alcance una temperatura de 400 °C con el objetivo de fundir los componentes de la mezcla y formar la aleación.



La mezcla se fundió en un tiempo aproximado de 20 minutos y se dejó enfriar en el interior de la capsula (c). A continuación, los alumnos calentaron 800 cm³ de agua en un vaso de precipitados con la capsula en el interior del mismo (d), y controlaron la temperatura del experimento hasta que la aleación se fundió completamente (e). Los estudiantes vieron que la fusión ocurrió a los 98 °C, temperatura cercana al punto eutéctico reportado. Seguidamente, colocaron la aleación fabricada en el Dpto. de Físicoquímica, en otro vaso de precipitados con 800 cm³ de agua a una temperatura próxima al punto de ebullición (f), donde vieron que la mezcla fundió a 96 °C (g), temperatura correspondiente al valor eutéctico. El grupo reconoció que había una diferencia entre el punto de fusión de la aleación que ellos fabricaron con el punto de fusión de la aleación que diseñó el equipo docente.



El equipo docente explicó la diferencia entre las temperaturas de fusión introduciendo el concepto de punto eutéctico y el diagrama de fases sólido-líquido de la aleación binaria Sn/Bi (h) (Massalski, 1990). Se empleó éste diagrama porque visualmente es más fácil de comprender que los diagramas de fase ternarios (i), en especial para alumnos iniciales.



Riqueza de la experiencia

La experiencia docente se realizó exitosamente. Los alumnos pudieron visualizar que las aleaciones fundieron a temperaturas inferiores a 100 °C, como así también entender a qué se debe dicho comportamiento. La implementación de una práctica de laboratorio acompañada por el uso de diagramas de fase para sistemas binarios y ternarios facilita en los alumnos la comprensión de por qué ciertas aleaciones que contienen bismuto tienen puntos de fusión inferiores a los 100 °C. Por otra parte, estudiar las aleaciones de bajo punto de fusión en química, demanda una práctica interdisciplinaria que enriquece la visión de los estudiantes, dándoles un panorama más amplio de los fenómenos físicos y químicos.

Referencias

- Jensen, W. (2010). Ask the Historian Onion's Fusible Alloy. *Journal of Chemical Education*, Vol. 87 pp 1050-1051.
- Kirk, R. E. y Othmer, D. A. (1990). *Encyclopedia of Chemical Technology*. Bismuth and bismuth alloys. Editorial: Wiley John and Sons.
- Massalski, T. B. (1990). *Binary Alloy Phase Diagrams*. Vol 2. Editorial: American Society for Metals.
- Ohnuma, I. Liu, X. J. Ohtani, H. y Ishida, K. (1999). Thermodynamic Database for Phase Diagrams in Micro-Soldering Alloys. *Journal of Electronic Materials*, Vol 28 Nº 11 Special Issue Paper.