



I Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias  
Experimentales

## DESAFÍOS DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA HOY

Formar sujetos competentes para un mundo en permanente transformación

*Comunicaciones Orales - Grupo 6*

*Prácticas de aula; Innovación, Experimentación e Indagación*

### UNA PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE CALORES DE DISOLUCIÓN EN EL SECTOR QUÍMICA DE TERCER AÑO DE EDUCACIÓN MEDIA

**Karin A. Núñez**

**Alejandro Frutos**

Universidad de Santiago de Chile. Santiago, Chile

**Manuel E. Cortés**

Pontificia Universidad Católica de Chile & Universidad de Santiago de Chile.  
Santiago, Chile.

#### RESUMEN

Nuestro objetivo es introducir a alumnos de tercer año medio en conceptos de termoquímica mediante determinación de la variación de temperatura producida al disolver distintos compuestos en agua, obteniéndose valores experimentales de calores de disolución. La propuesta contempla 3 sesiones de laboratorio y, al comienzo de la primera, se motivará a los estudiantes explicándoles el funcionamiento de los paquetes frío-calor y de las comidas autocalentables. Luego decidirán sobre el recipiente a utilizar y sobre las cantidades de soluto y disolvente y si es necesario determinar la temperatura inicial de agua. Con las variaciones de temperatura obtenidas para distintas cantidades de soluto se espera que concluyan que el calor absorbido o generado es una propiedad extensiva y que para establecer un criterio comparativo correcto debe fijarse una masa particular para cada soluto. La evaluación de aprendizajes se realizará principalmente: consignado el cumplimiento de aspectos tales como el trabajo colaborativo grupal y el respeto hacia las normas de seguridad y de protección ambiental; revisando una guía-informe grupal; y comprobando las destrezas

experimentales adquiridas cuando determinen el calor de disolución de dos compuestos extras (desafío científico). La metodología experimental es simple y mantiene constantemente trabajando a los alumnos, razones por la cual esta propuesta sería efectiva en la enseñanza del concepto de calor de disolución.

**Palabras claves:** calor de disolución/enseñanza de la química/termoquímica.

## ABSTRACT

Thermochemistry constitutes an important topic in high school curriculum. Our aim is to help third year high school students understand the concept of heat of solution. Initially, students will be motivated by explaining the functioning of cold-heat packs and self-heating meals. At the laboratory, students will hold discussions and make decisions regarding the amounts of solute (salts) and solvent, the type of container to be used and the determination of the initial temperature of water, and therefore identify when a solving process releases and absorbs heat. Students are expected to conclude that the heat absorbed or generated constitutes an extensive property and, in order to establish a correct criterion of comparison, a specific mass needs to be identified for each salt. Assessment of learning will mainly include recording the level of commitment and responsibility, promotion of collaborative work, respect for safety norms and for the environment when handling the reactants; marking the worksheet answered by the group; and assessing the experimental skills acquired when determining the heats of solution of two compounds (*i.e.*, a scientific challenge). The simple methodology and accessible materials make of this proposal an effective tool to teach the concept of heat of solution.

**Key words:** chemistry teaching/heat of solution/thermochemistry.

## ANTECEDENTES GENERALES

La disolución de un soluto en un disolvente es un proceso complejo pues depende de diversos factores que afectan la solubilidad, tales como la presión, las propiedades coligativas, el tamaño y estado de agregación de las partículas (*i.e.*, del soluto a disolver) y la temperatura a la cual se está desarrollando el proceso de disolución (Riaño, 2007). Además, este fenómeno conlleva en sí mismo un intercambio de calor del sistema con el ambiente que lo rodea, lo cual pone de manifiesto que, en última instancia, son procesos de intercambio energéticos los que están involucrados al disolver un soluto.

En relación a la variación de calor, las reacciones pueden clasificarse en dos categorías: endotérmicas y exotérmicas. En las reacciones endotérmicas el sistema absorbe calor desde los alrededores, *e.g.*, al disolver nitrato de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) en agua (Brown *et al.*, 2004). Por otra parte, las reacciones exotérmicas son aquellas que liberan calor desde el sistema reaccionante hacia sus alrededores, como en el caso de la disolución de sulfato de magnesio en agua (Brown *et al.*, 2004).

En los fenómenos anteriormente descritos existe una relación, que no es aparente a simple vista, entre el cambio en el contenido energético (manifestado en las variaciones de calor) y el proceso de disolución del soluto. El concepto que relaciona adecuadamente estos tres aspectos es el calor (entalpía) de disolución, que corresponde a la diferencia neta entre la energía absorbida y la energía liberada por un mol de soluto al disolverse (Thompson, 2012) y cuyo valor puede ser calculado como la suma de variación de entalpía necesaria para separar las moléculas o iones de soluto (Atkins y Jones, 2006). El cambio en la entalpía puede determinarse en forma calorimétrica a partir del calor liberado o absorbido cuando el compuesto se disuelve a presión constante (Atkins y Jones, 2006).

#### ***Enseñanza del tópico «calores de disolución»***

La termoquímica es un tema muy importante en el currículum de química de educación media (Marzacco, 1999). Su relevancia radica en que integra conceptos físicos (termodinámicos) con los procesos de transformación de la materia de un tipo en otro (fenómenos químicos). Además, su manejo es esencial para la comprensión de los procesos biológicos relacionados con la bioenergética (*e.g.*, nutrición y metabolismo). Finalmente, la termoquímica es un tema obligatorio a estudiar por aquellos estudiantes que optan posteriormente por proseguir estudios en el área de las ciencias naturales, biomédicas o de ingeniería.

Uno de los primeros aprendizajes que se espera que los alumnos adquieran al introducirse en la termoquímica se relaciona con la identificación y la comprensión de que los procesos de disolución conllevan un cambio de calor en el sistema, evidenciado esto por una variación de la temperatura. Esta propuesta de estrategia activa de enseñanza (EAE) de laboratorio se enfoca en dicho tópico, para lo cual tiene como objetivo general el introducir a los alumnos en los conceptos de termoquímica mediante la determinación de la variación de temperatura que se produce en el proceso de disolución de distintas sales en agua, obteniendo valores experimentales de calores de disolución.

## **DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA**

Antes de desarrollar la actividad práctica el profesor realizará una actividad de motivación (*véase más adelante*) para los alumnos, la cual tiene como objetivo mostrar, desde el punto de vista de la cotidianidad, procesos de disolución asociados a intercambio de calor. La justificación para esto es que, en general, las personas no aprendemos solas, sino que lo hacemos integradas en un contexto, *i.e.*, con la actividad de motivación el aprendizaje quiere ser contextualizado en la vida diaria del alumno (Solsona, 2006). Luego de esto los estudiantes desarrollarán el trabajo práctico. Desde hace mucho tiempo las clases de laboratorio, con un lugar propio y con material para que los estudiantes trabajen en pequeños grupos, forman parte de la planificación de la enseñanza de las ciencias (de Carvalho, 2006). Nuestra propuesta es del tipo *hands-on*, es decir, los estudiantes están totalmente involucrados en su aprendizaje al efectuar un laboratorio de tipo investigativo (de Carvalho, 2006). Esta actividad de laboratorio no constituye una simple «receta de cocina» en que los estudiantes siguen un plan de trabajo totalmente rígido, estructurado, previamente elaborado por los profesores y en el cual entran al laboratorio sólo para leer lo que está escrito en la guía (de Carvalho, 2006). Se espera, por tanto, que los estudiantes no estén limitados al aprendizaje de una ciencia meramente descriptiva, sino que vayan paulatinamente descubriendo por su cuenta los conceptos científicos, deduzcan las relaciones entre éstos y se maravillen con los fenómenos que están observando en el laboratorio, todo esto bajo la premisa de que según Piaget (citado por Ruiz-Velasco, 2007) el «conocimiento es experiencial», adquirido a través de la interacción del alumno con su entorno. Este entorno está integrado por el contexto, los medios, los usos de los medios y los estilos de aprendizaje (Ruiz-Velasco, 2007).

## **ROL DEL ESTUDIANTE, DEL PROFESOR Y ESTRATEGIA EN EL LABORATORIO**

En esta propuesta el actor principal del aprendizaje es el estudiante, quien está constantemente inmerso en el desarrollo de las actividades experimentales. El rol del profesor es fundamental ya que es él quien guía la EAE, estando atento para estimular y supervisar a los alumnos en su trabajo. Sin embargo, si bien es él quien dirige, inicialmente no debe dar las respuestas a las preguntas surgidas en la discusión intra e intergrupala de los fenómenos que los estudiantes van observando y los conceptos químicos que van descubriendo (de Carvalho, 2006). Esto ya que los alumnos tienen que vivir la experiencia, reconociendo lo que sale bien y lo que sale mal. Es necesario

dejar inicialmente que se equivoquen pues se ha demostrado que cuando los alumnos entienden por qué su propio razonamiento está equivocado, a partir de ahí pueden comprender mejor el razonamiento que es correcto (de Carvalho, 2006). El profesor es también quien elabora el material necesario (guía-informe de laboratorio, *véase más adelante*) para que los alumnos logren los aprendizajes esperados.

Esta EAE está enfocada en alumnos de tercer año de enseñanza media y consta de tres clases de 90 min cada una. Cada clase de laboratorio cuenta con una dinámica distinta. Para comenzar con la ejecución de la EAE se realizará la actividad de motivación (*véase más adelante*), cuya justificación se ha discutido en la sección anterior. Posteriormente los alumnos desarrollarán una evaluación diagnóstica individual, que tiene como propósito el reconocer los conceptos previos y también los conceptos erróneos que ellos poseen. Esta evaluación permitirá que los alumnos recuerden algunos conceptos que pueden haber olvidado o bien, que no manejan. La información obtenida mediante la actividad diagnóstica también permitirá al profesor incorporar conceptos en el desarrollo del laboratorio y de las clases posteriores. Los alumnos iniciarán su trabajo en el laboratorio mediante las actividades propuestas que se encuentran descritas en la guía-informe (*véase más adelante*). En ésta, aparte de la importancia que tienen los conceptos químicos a ser descubiertos por los estudiantes, también se hace hincapié en las normas de seguridad en el laboratorio y el adecuado manejo de residuos, con el propósito de concientizar a los alumnos sobre el cuidado de su salud y del ambiente. Pensamos que el trabajo grupal de laboratorio promoverá la adquisición de habilidades sociales tales como la creatividad, colaboración, organización y liderazgo. Finalmente, la evaluación constituye una actividad importante a ser efectuada al finalizar la implementación de esta EAE de laboratorio. Ésta se efectuará por el profesor mediante un desafío científico (*véase Guía-informe de laboratorio*) y una Pauta de observación grupal del trabajo práctico de laboratorio que considera aspectos relacionados con el interés, la responsabilidad, el trabajo en equipo, el orden y el respeto por las medidas de seguridad, entre otros.

### **ACTIVIDAD DE MOTIVACIÓN «CALORES DE DISOLUCIÓN EN LA VIDA DIARIA»**

En esta actividad de motivación el profesor explicará: i) el funcionamiento de los paquetes frío-calor, ii) la termoquímica de las comidas y bebidas autocalentables y iii) el efecto de la sal de mesa (cloruro de sodio, NaCl) en el descenso de temperatura de un contenedor con hielo. El profesor llevará estos materiales al laboratorio, para que los alumnos los observen y se familiaricen con ellos, pudiendo también apoyarse por

una presentación de diapositivas. A continuación se entrega para el docente una breve explicación de dichos fenómenos:

En los paquetes frío-calor se hace uso de la variación de calor asociada a una reacción química de disolución (Daub y Seese, 1996; McMurry y Fay, 2009). Estos paquetes contienen un compuesto (*e.g.*,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) a disolverse y agua en una bolsa de plástico (Andrade, 2001). El  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  y el agua están en compartimientos diferentes, separados por una lámina que puede romperse fácilmente. Al presionar, ésta se rompe, iniciándose el proceso de disolución y produciéndose una disminución de la temperatura del agua (Andrade, 2001). Dependiendo del contenido de sal, la temperatura del agua puede disminuir hasta unos  $0^\circ\text{C}$ , con un tiempo de acción que dura aproximadamente 30 min (Andrade, 2001). Estos paquetes son muy útiles en el tratamiento de contusiones ya que, al aplicarlo sobre la superficie afectada, permiten disminuir la temperatura y el edema asociado al golpe.

Durante los últimos años ha comenzado exitosamente a comercializarse comidas y bebidas autocalentables. Específicamente estos alimentos se autocalientan por el calor desprendido por una reacción que se produce cuando el consumidor presiona un botón que permite que un compuesto, *e.g.*, cloruro de calcio se disuelva en agua (Prolongo y Pinto, 2010). La reacción se produce en una sección especial del envase de alimento y el calor desprendido permite calentar la comida o bebida rápidamente, sin la necesidad de llamas u otro sistema de calefacción externa. Entre la amplia gama de alimentos autocalentables que se comercializan actualmente se encuentra el café, chocolate, té y sopas, entre otros.

El  $\text{NaCl}$  también es útil en la vida diaria al evitar que el hielo de un contenedor con bebidas se derrita en un día muy caluroso. Al añadir  $\text{NaCl}$  al hielo, la sal tiende a disolverse lentamente en la pequeña cantidad de agua que se va produciendo al derretirse éste (Andrade, 2001). Pero para que este fenómeno suceda se necesita calor, el cual se obtiene del agua y el hielo, con lo cual desciende aún más su temperatura (Andrade, 2001). Así, con la adición de sal, el hielo se mantendrá fácilmente por debajo de los  $0^\circ\text{C}$  y ¡nuestras bebidas se mantendrán heladas por mucho más tiempo!

En esta actividad de motivación es muy importante que el profesor inste a que sean los propios estudiantes quienes elaboren las argumentaciones en torno al funcionamiento de los paquetes frío-calor, de los alimentos autocalentables y del efecto del  $\text{NaCl}$  sobre la temperatura del hielo. Se recomienda el evitar una mera exposición por parte del docente sobre estos fenómenos y que la explicación en detalle de ellos sólo se entregue a los alumnos una vez éstos hayan efectuado sus propias argumentaciones, discutido al respecto y planteado sus propias explicaciones.

## GUÍA-INFORME DE LABORATORIO CALORES DE DISOLUCIÓN

Nombre \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ los  
integrantes.....

Curso: Tercer Año Medio Fecha: ..... Nota:  
.....

Estimados alumnos y alumnas:

La presente guía-informe fue preparada para que verifiquen que en los procesos de disolución de distintos compuestos químicos se puede liberar o absorber calor. Además esta guía-informe les apoyará para que logren comprender sobre la necesidad de definir un parámetro de comparación de la energía intercambiada para los distintos procesos disolutivos.

**¡Ánimo y disfruten de esta experiencia de laboratorio que ha sido especialmente preparada para ustedes!**



Antes de comenzar con el trabajo es conveniente que revisemos **las normas de seguridad** que **siempre** debemos tener en cuenta para nuestra protección, la de nuestros compañeros y del ambiente.

### *Introducción a las normas de seguridad*

Entre las principales normas de seguridad que deben seguir en el laboratorio destacan: i) usar siempre su delantal de laboratorio, ii) utilizar lentes de seguridad y guantes cuando sea apropiado, iii) nunca probar el sabor ni pipetear los reactivos con la boca, iv) no comer ni jugar dentro del laboratorio, v) leer cuidadosamente la simbología de peligro de cada reactivo, vi) mantener y dejar su lugar de trabajo siempre limpio y ordenado, vii) manejar cuidadosamente los reactivos y desechos de laboratorio para evitar que estos les ocasionen un problema de salud o contaminen el ambiente y viii) consulten siempre a su profesor ante cualquier duda que tengan o eventual peligro que perciban.



**¡Presten atención a los potenciales riesgos que involucra el manejo de reactivos!**

*Materiales y reactivos disponibles*

| Reactivo             | Símbolo de peligro                                                                  | Toxicidad                                                                                                                                 |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ácido oxálico        |    | Nocivo en contacto con la piel y por ingestión.                                                                                           |
| Nitrato de amonio    |    | Irritante en contacto con la piel y ojos, tos, cefaleas por inhalación y dolor abdominal, convulsiones, diarreas y vómitos por ingestión. |
| Yoduro de potasio    |    | Irritante de la piel, de los ojos y del tracto respiratorio (tos y dificultad para respirar).                                             |
| Nitrato de manganeso |  | Es nocivo al ser inhalado.                                                                                                                |
| Hidróxido de Sodio   |  | ¡Corrosivo! Veneno fuerte, es irritante y produce quemaduras por inhalación y en contacto con la piel.                                    |
| Cloruro de calcio    |  | Irritación a la nariz, garganta y pulmones.                                                                                               |
| Nitrato de magnesio  |  | Es peligroso si se ingiere y puede liberar humos tóxicos por calentamiento.                                                               |
| Sulfato de magnesio  |  | Irritación del tracto respiratorio superior.                                                                                              |

Otros materiales a utilizar son: agua destilada, balanza, vasos de precipitado, vasos térmicos de poliestireno con tapa, pipetas, termómetros y varillas de vidrio.

***Primera actividad experimental: ¡Exploremos disoluciones que absorben o liberan calor!***

- Ustedes disponen de 10 g de cada sólido indicado. Si queremos comparar cuánto cambiará la temperatura del agua al disolver estos compuestos, decidan entre ustedes qué cantidades les conviene utilizar. ¿Deberían ser estas masas iguales o distintas?, ¿por qué?
  
- En el mismo sentido, ¿usarían distintos volúmenes de agua o los mismos para cada sal?, ¿por qué?
  
- ¿Disolverían las sales en vasos térmicos o vasos de precipitado?, ¿por qué?
  
- ¿Qué instrumento utilizarían para determinar la variación de temperatura?, ¿bastaría o sería más conveniente probar con la palma de mano?, ¿por qué?
  
- ¿Será necesario determinar la temperatura inicial del agua?, ¿por qué?

- Determinen la masa (m) necesaria, procedan a disolverla y registren sus datos en la siguiente tabla:

| Compuesto            | m<br>(g) | t <sub>inicial</sub><br>(°C) | t <sub>final</sub><br>(°C) | $\Delta t = t_{\text{final}} - t_{\text{inicial}}$ |
|----------------------|----------|------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------|
| Ácido oxálico        |          |                              |                            |                                                    |
| Nitrato de amonio    |          |                              |                            |                                                    |
| Yoduro de potasio    |          |                              |                            |                                                    |
| Nitrato de manganeso |          |                              |                            |                                                    |
| Hidróxido de sodio   |          |                              |                            |                                                    |
| Cloruro de calcio    |          |                              |                            |                                                    |
| Nitrato de magnesio  |          |                              |                            |                                                    |
| Sulfato de magnesio  |          |                              |                            |                                                    |

- Clasifiquen todos los sólidos ensayados en dos grandes grupos: los que **liberan** y los que **absorben calor al disolverlos en agua**, de acuerdo a la variación de temperatura encontrada.

- ¿Qué conclusiones se pueden extraer de los ensayos realizados?

*Segunda actividad experimental: ¿Qué relación existe entre la variación de temperatura y la cantidad de sólido disuelto?*

- Elijan dos compuestos de los ensayados en la clase anterior. Uno debe experimentar liberación de calor durante la disolución y el otro, absorción. Registren su elección:

Compuesto que absorbe calor:

Compuesto que libera calor:

- Repitan el procedimiento seguido en la primera sesión de laboratorio, pero incrementando al menos dos veces la cantidad de soluto para cada sólido elegido. Discutan y describan los pasos que van a seguir:

- Completen la siguiente tabla para ordenar los resultados obtenidos:

| <b>Compuesto</b> | <b>m<br/>(g)</b> | <b>t<sub>inicial</sub><br/>(°C)</b> | <b>t<sub>final</sub><br/>(°C)</b> | <b><math>\Delta t = t_{\text{final}} - t_{\text{inicial}}</math></b> |
|------------------|------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                  |                  |                                     |                                   |                                                                      |
|                  |                  |                                     |                                   |                                                                      |
|                  |                  |                                     |                                   |                                                                      |
|                  |                  |                                     |                                   |                                                                      |

- De acuerdo a estos resultados, ¿será necesario fijar una masa de soluto para comparar las distintas sustancias?, ¿por qué?
- ¿Qué conclusiones se pueden extraer de los ensayos realizados? Traten de relacionar la variación de temperatura con la cantidad disuelta de sólido.

**Tercera actividad experimental: Informar resultados obtenidos por mol de sustancia**

- En las dos sesiones anteriores ustedes han determinado variaciones de temperatura al disolver los sólidos, lo cual interpretamos como variaciones de calor. Pero sabemos que la energía, como calor que fluye hacia o desde un cuerpo, no es igual a la variación de temperatura del cuerpo. El calor y la temperatura corresponden a magnitudes distintas, ¿en qué se diferencian?
  
- Discutan cómo podrían obtener el valor de la cantidad de calor intercambiado a partir del dato experimental de la variación de temperatura.

**¡Un buen dato!...**

Por si no lo recuerdan, la cantidad de calor (Q) que fluye se puede determinar convirtiendo las variaciones de temperatura obtenidas según la siguiente expresión:

$$Q = m \cdot C_e \cdot (t_f - t_i)$$

Donde:

m corresponde a la masa del sólido disuelto.

C<sub>e</sub> corresponde al calor específico del agua (1cal/g· °C).

t<sub>f</sub> corresponde a la temperatura final (la de la disolución).

t<sub>i</sub> corresponde a la temperatura inicial (la del agua).

A los datos de la tabla de la Primera Actividad Experimental agréguele los cálculos de la cantidad de calor correspondiente:

| <b>Compuesto</b>  | <b>m<br/>(g)</b> | <b>t<sub>inicial</sub><br/>(°C)</b> | <b>t<sub>final</sub><br/>(°C)</b> | <b>Δt<br/>(°C)</b> | <b>Q<br/>(cal)</b> |
|-------------------|------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|
| Ácido oxálico     |                  |                                     |                                   |                    |                    |
| Nitrato de amonio |                  |                                     |                                   |                    |                    |
| Yoduro de potasio |                  |                                     |                                   |                    |                    |

|                      |  |  |  |  |  |
|----------------------|--|--|--|--|--|
| Nitrato de manganeso |  |  |  |  |  |
| Hidróxido de sodio   |  |  |  |  |  |
| Cloruro de calcio    |  |  |  |  |  |
| Nitrato de magnesio  |  |  |  |  |  |
| Sulfato de magnesio  |  |  |  |  |  |

- ¿Qué sustancia libera más calor? ¿Será posible comparar estos valores?
- Si se usa otra masa, ¿cambiará la cantidad de calor producida?
- ¿Cómo podríamos resolver el problema de comparar que sustancia produce o absorbe más calor?

**¡Otro buen dato!...**

Una manera de comparar la cantidad de calor intercambiada por cualquier sustancia es:

**¡Relacionar esta cantidad de calor con la masa molar de cada compuesto!**

La cantidad de calor absorbido o cedido por un mol de sustancia se denomina:

**¡Calor de disolución!**

Informen el calor de disolución de cada sustancia calculando mediante proporciones la cantidad equivalente intercambiada por una masa correspondiente a 1 mol de cada compuesto. Completen la siguiente tabla:

| <b>Compuesto</b>     | <b>Fórmula</b> | <b>m<br/>(g)</b> | <b>Q<br/>(cal)</b> | <b>Masa<br/>molar<br/>(g/mol)</b> | <b>Calor de<br/>disolución<br/>(cal)</b> |
|----------------------|----------------|------------------|--------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|
| Ácido oxálico        |                |                  |                    |                                   |                                          |
| Nitrato de amonio    |                |                  |                    |                                   |                                          |
| Yoduro de potasio    |                |                  |                    |                                   |                                          |
| Nitrato de manganeso |                |                  |                    |                                   |                                          |
| Hidróxido de sodio   |                |                  |                    |                                   |                                          |
| Cloruro de calcio    |                |                  |                    |                                   |                                          |
| Nitrato de magnesio  |                |                  |                    |                                   |                                          |
| Sulfato de magnesio  |                |                  |                    |                                   |                                          |

- Comparen los valores obtenidos experimentalmente para cada una de las sustancias propuestas y los valores tabulados en la bibliografía e indiquen si difieren, o no, significativamente.

- ¿Qué conclusiones se pueden extraer de la experiencia que han realizado?

**¡Les proponemos un desafío científico!..**

Van a recibir dos sustancias para las cuales deberán determinar si experimentan procesos de disolución con absorción o liberación de calor. Procedan experimentalmente, calculen los calores de disolución correspondientes e informen completando la siguiente tabla:

| <b>Nombre del Compuesto</b> | <b>Fórmula química</b> | <b>Masa disuelta (g)</b> | <b>t<sub>inicial</sub> (°C)</b> | <b>t<sub>final</sub> (°C)</b> | <b>Δt (°C)</b> | <b>Q (cal)</b> | <b>Masa molar (g/mol)</b> | <b>Calor de disolución</b> |
|-----------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------|----------------|---------------------------|----------------------------|
|                             |                        |                          |                                 |                               |                |                |                           |                            |
|                             |                        |                          |                                 |                               |                |                |                           |                            |

**CONSIDERACIONES FINALES**

Consideramos que nuestra propuesta puede ser efectiva en la enseñanza del tópico «calor de disolución» ya que la metodología de la actividad es sencilla y los materiales utilizados son fácilmente adquiribles por el profesor de química. La propuesta puede generar gran impacto y mucho interés en los alumnos pues se presenta desde una perspectiva contextualizada, específicamente con la actividad de motivación sugerida. Durante el desarrollo de las sesiones de laboratorio los estudiantes están trabajando continuamente y son ellos quienes discuten y toman gran parte de las decisiones sobre los procedimientos experimentales a efectuar. De acuerdo a lo planteado por Solsona (2006), este tipo de actividad es efectiva ya que los alumnos son capaces de explicar la relación que establecen entre los fenómenos que están observando y los conceptos

químicos que utilizan para interpretarlos. Según de Carvalho (2006) se espera que laboratorios de este tipo sean bastante divertidos y los alumnos todavía los recuerden meses e incluso años más tarde.

### **Agradecimientos**

Los autores agradecen al profesor Emilio J. Balocchi de la Facultad de Química y Biología de la Universidad de Santiago de Chile por su estímulo en la preparación y presentación de esta propuesta didáctica.

### **Referencias**

- Andrade, C. (2001). El calor y el frío de las reacciones químicas. Creces Educación. Buscar y encontrar en internet <<http://www.creces.cl/new/printart.asp?tc=1&nc=5&tit=&art=1176>> [Consulta: 02/06/2012].
- Atkins, P. y Jones, L. (2006). Principios de Química. Los caminos del descubrimiento. (3ª ed.). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Brown, T.L., LeMay, H.E., Bursten, B.E. y Burdge, J.R. (2004). Química: La Ciencia Central. México D.F.: Pearson Educación.
- Daub, G.W. y Seese, W.S. (1996). Química. México D.F.: Pearson Educación.
- de Carvalho, A.M.P. (2006). Las prácticas experimentales en el proceso de enculturación científica. En: Quintanilla, M. y Adúriz-Bravo, A. Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas, 73-90. Santiago: Ediciones Universidad Católica.
- Marzzaco, C.J. (1999). The Enthalpy of Decomposition of Hydrogen Peroxide: A General Chemistry Calorimetry Experiment. Journal of Chemical Education, 76, 11, 1517-1518.
- McMurry, J.E. y Fay, R.C. (2009). Química General. (5ª ed.). México D.F.: Pearson Educación.
- Prolongo, M.L. y Pinto, G. (2010). Las bebidas autocalentables y autoenfriables como recurso para un aprendizaje activo. Educació Química EduQ, 7, 4-14.
- Riaño, N. (2007). Fundamentos de química analítica básica. Análisis cuantitativo. Manizalez: Ediciones Universidad de Caldas.

Ruiz-Velasco, E. (2007). *Educatrónica: Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*. México D.F.: Ediciones Díaz de Santos.

Solsona, N. (2006). Algunas preparaciones culinarias, un apoyo para el apoyo en el trabajo en el aula de química. En: Quintanilla, M. y Adúriz-Bravo, A. *Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas*, 91-117. Santiago: Ediciones Universidad Católica.

Thompson, R.B. (2012). *Illustrated Guide to Home Chemistry Experiments: All Lab, No Lecture*. Canadá: O'Reilly Media, Inc.

**Karin A. Núñez**

Centro Educacional San Fernando, Puente Alto & Facultad de Química y Biología, Universidad de Santiago de Chile. Santiago, Chile. Tfno. +56-2-8508000, correo-e: karinnunez@gmail.com

**Alejandro Frutos**

Academia de Ciencias, Colegio Almendral, La Florida & Facultad de Química y Biología, Universidad de Santiago de Chile. Santiago, Chile. Tfno. +56-2-7344334, correo-e: rosarinoel@gmail.com

**Manuel E. Cortés**

Departamento de Ciencias Animales, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile & Facultad de Química y Biología, Universidad de Santiago de Chile. Santiago, Chile. Tfno. +56-2-2227683, Correo-e: manuel.cortes@usach.cl