

# **Práctica II de Física Experimental II**

## **Conducción del calor en distintos materiales**

Palermo, Pedro

[pedro\\_leon44@hotmail.com](mailto:pedro_leon44@hotmail.com)

**Docentes:**

**Dra. Daniela Bertuccelli  
Prof. Olga Garbellini**

**Cursada 2008**

**1**

---

<sup>1</sup>Física experimental II – Mayo de 2008 – Facultad de Cs. Exactas – Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires – Tandil – Buenos Aires - Argentina

## Objetivo

Estudio de la conducción del calor a través de barras de distintos materiales

## Introducción

La conducción del calor es el mecanismo de transferencia de calor de escala atómica a través de la materia por actividad molecular, por el choque de unas moléculas con otras, donde las partículas más energéticas le entregan energía a las menos energéticas, produciéndose un flujo de calor desde las temperaturas más altas a las más bajas. Los mejores conductores de calor son los metales. El aire es un mal conductor del calor. Los objetos malos conductores como el aire o plásticos se llaman aislantes.

La conducción de calor solo ocurre si hay diferencias de temperaturas entre dos partes del medio conductor. Para un volumen de espesor  $\Delta x$ , con área de sección transversal  $A$  y cuyas caras opuestas se encuentran a diferentes  $T_1$  y  $T_2$ , con  $T_2 > T_1$ , se encuentra que el calor  $\Delta Q$  transferido en un tiempo  $\Delta t$  fluye del extremo caliente al frío. Si se llama  $H$  (en Watts) al calor obtenido por unidad de tiempo, la rapidez de transferencia de calor  $H = \Delta Q / \Delta t$ , está dada por la ley de la conducción del calor de Fourier:

$$H = \frac{dQ}{dt} = -kA \frac{dT}{dx} \quad (1)$$

donde  $dT/dx$  se llama gradiente de temperatura, y  $k$  es una constante de proporcionalidad llamada conductividad térmica. Se escoge la dirección del flujo de calor en la dirección de las  $x$  crecientes; como el calor fluye en la dirección de la  $T$  decreciente, se introduce un signo menos en la ecuación (esto es, se desea que  $dQ/dt$  sea positiva cuando  $dT/dx$  sea negativa).

Una sustancia que tiene gran conductividad térmica  $k$  es un buen conductor de calor. El valor  $k$  depende de la temperatura, aumentando ligeramente al elevarse la temperatura, pero  $k$  puede considerarse prácticamente constante en toda la extensión de una sustancia si la diferencia de temperaturas entre sus partes no es demasiado grande.

Aplíquese la Ec. (1) a una varilla de longitud de  $L$  y sección transversal constante  $A$ , en la cual se ha llegado a un estado de régimen estable. En un estado de régimen estable, la temperatura en cada punto es constante en el transcurso del tiempo. Por consiguiente  $dQ/dt$  es el mismo para todas las secciones. Pero  $dQ/dt = -kA(dT/dx)$ , de manera que, para valores constantes de  $k$  y de  $A$ , el gradiente de  $dT/dx$  es el mismo en todas las secciones. Por consiguiente,  $T$  disminuye linealmente a lo largo de la varilla, de modo que  $-dT/dx = (T_2 - T_1)/L$ . Así pues, el calor  $\Delta Q$  transmitido en el tiempo  $\Delta t$  es:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = kA \frac{(T_2 - T_1)}{L} \quad (2)$$

---

El fenómeno de la conducción del calor muestra también que los conceptos de calor y temperatura son netamente diferentes. Diferentes varillas, que tengan la misma diferencia de temperatura entre sus extremos, pueden transmitir cantidades totalmente diferentes de calor en el mismo tiempo.

## Elementos utilizados

- 3 termocuplas tipo k con tester en °C
- 1 termómetro de mercurio
- Caja de forma paralelepípeda de base cuadrada de 40cm x 40cm x 24cm, de madera con el interior recubierto de aluminio y con chimenea de ventilación.
- Ventilador
- Controlador de temperatura
- Sensor de temperatura analógico-digital.
- Una barra de acrílico de 30cm de largo
- Una barra de acero de 30cm de largo
- Una PC
- Interfase Pasco CI-7500
- Software de adquisición de datos: Science Workshop

## Arreglo experimental

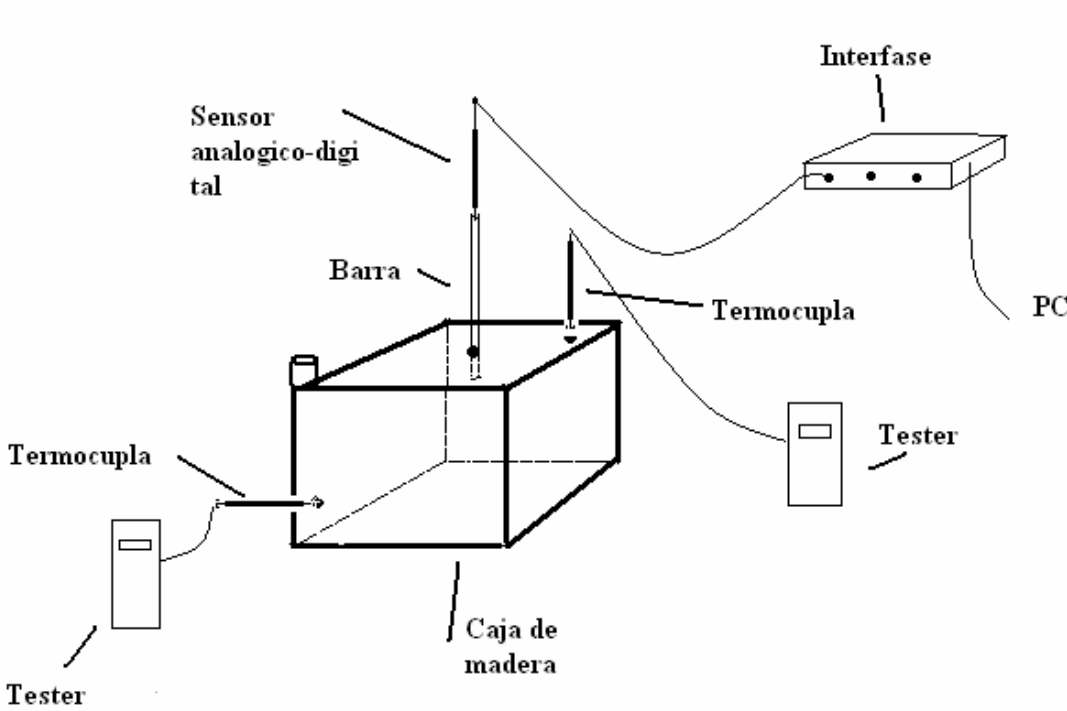
Se ubica dentro de una caja de madera cuyas paredes interiores y parte superior interior están cubiertas de aluminio, barras de distintos materiales de  $(30,0 \pm 0,1)cm$  de largo y  $(1,0 \pm 0,1)cm$  de diámetro.

Dentro de la caja se hace circular aire caliente mediante un ventilador, el cual se mantiene a una temperatura constante por medio de un controlador de temperatura. La caja tiene orificios practicados tanto en las paredes laterales como en la pared superior. Una de las termocuplas se introduce en un orificio ubicado en la parte inferior de una de las caras laterales. Otra, en uno de los orificios de la pared superior. De esta manera se controla la temperatura del aire que convecciona. Además se monitorea simultáneamente la temperatura ambiente, y la temperatura interior de la caja en su parte superior e inferior que se mantienen prácticamente constantes por medio del controlador.

La barra a estudiar es introducida en el orificio central de la pared superior, de manera que uno de sus extremos quede en contacto con el aire caliente y el resto al aire libre. Los orificios se sellan para evitar la pérdida de calor. Una vez hecho esto, se mide la temperatura en función del tiempo en el extremo de la barra que se encuentra al aire libre. Para esto se utiliza el sensor, que es incrustado en una perforación realizada en dicho extremo, de manera que se sostenga por si solo.

El sensor transmite los datos a una computadora mediante la interfase y el software de adquisición de datos, por medio del cual se obtuvieron las tablas y los gráficos con cada par tiempo – temperatura correspondientes a cada una de las barras.

# Esquema



# Resultados y análisis de los resultados

Experiencia con la barra de acero sin aislar

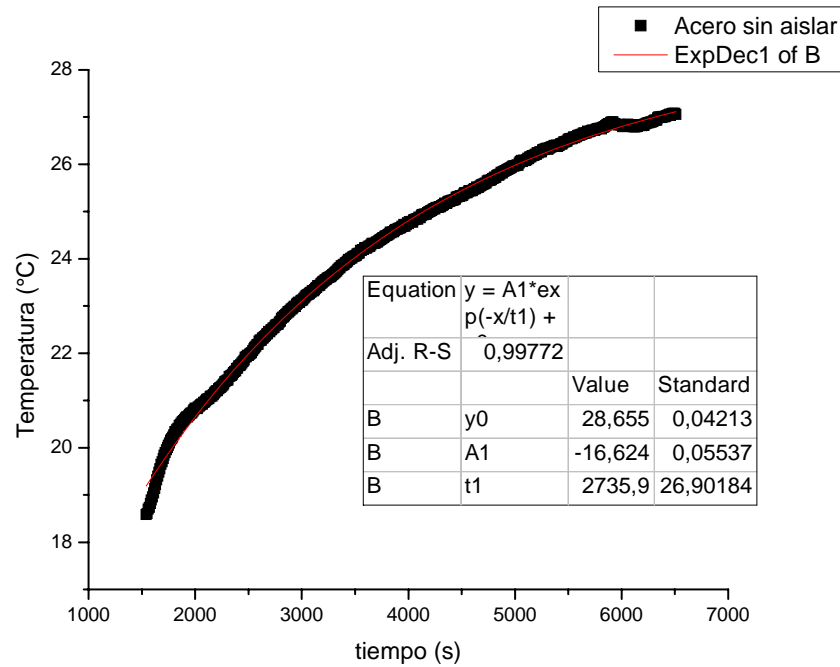


Figura 1

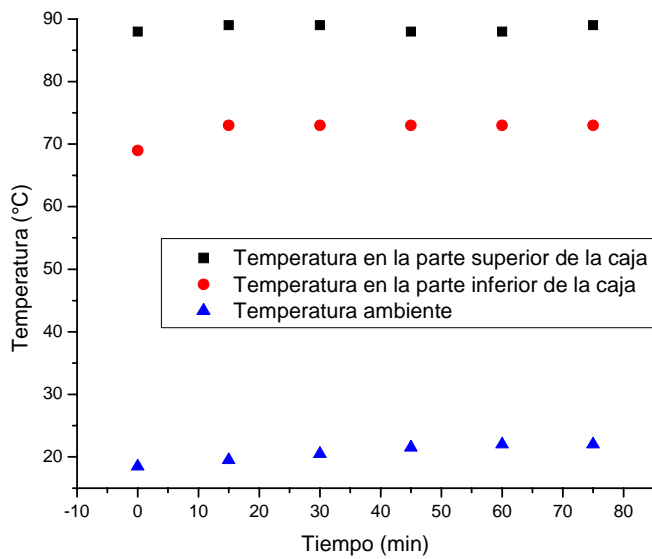


Figura 2

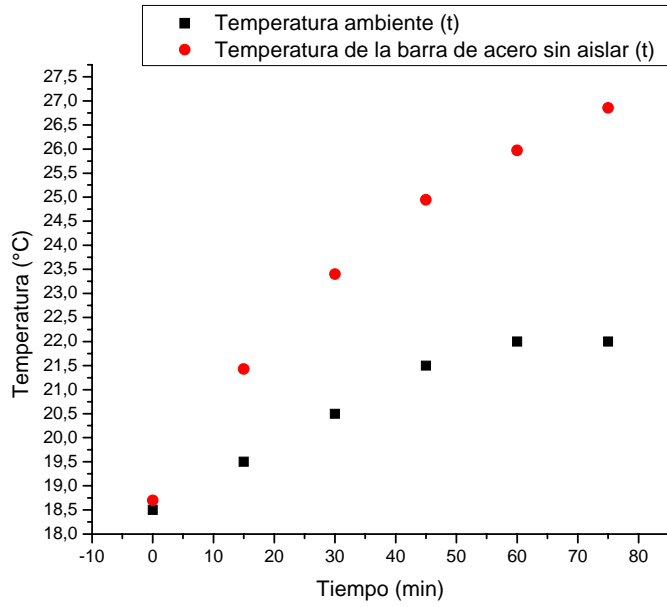


Figura 3

Experiencia con la barra de acero aislada

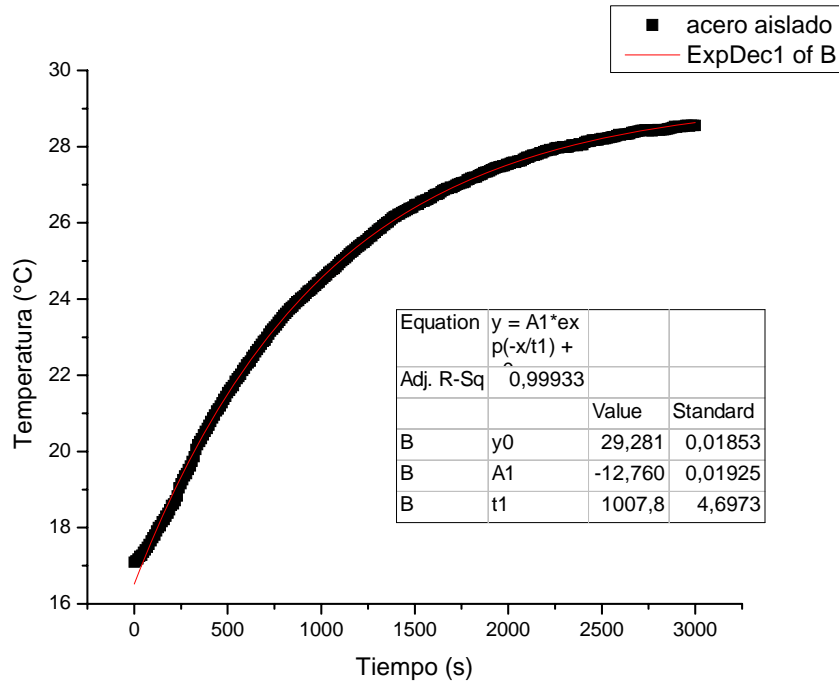


Figura 4

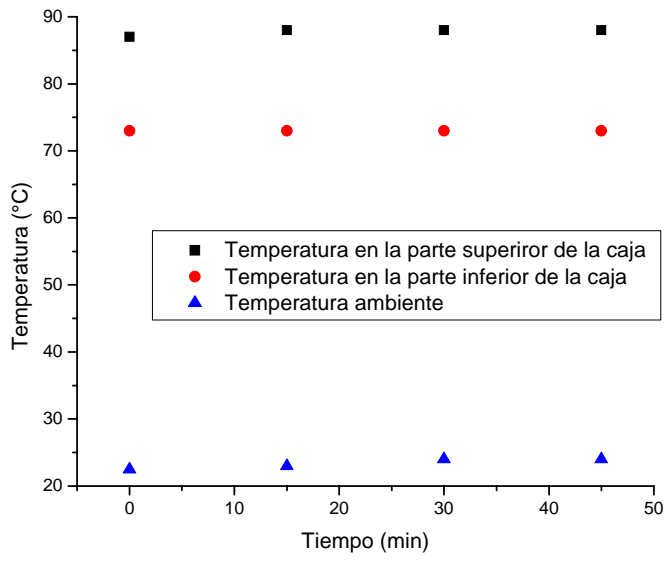


Figura 5

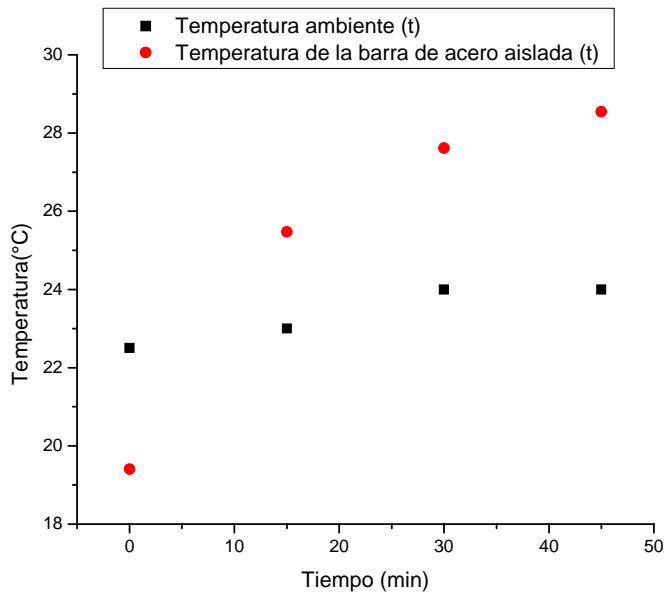


Figura 6

## Experiencia con la barra de acrílico

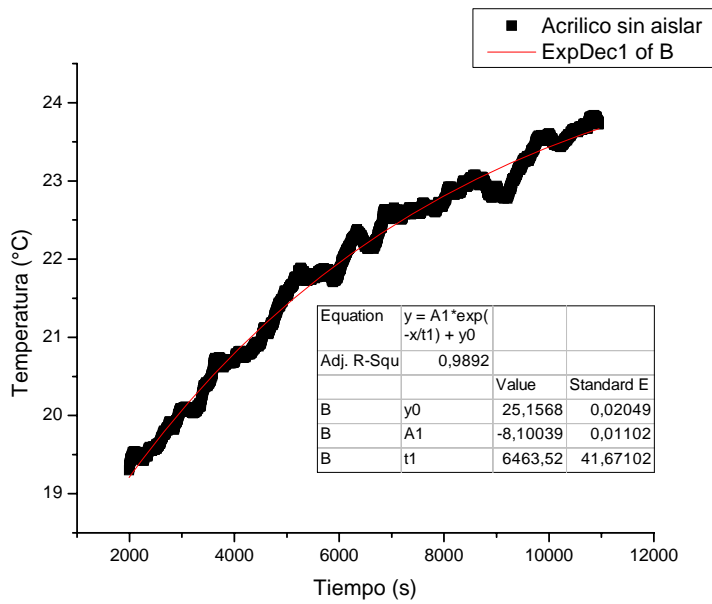


Figura 7

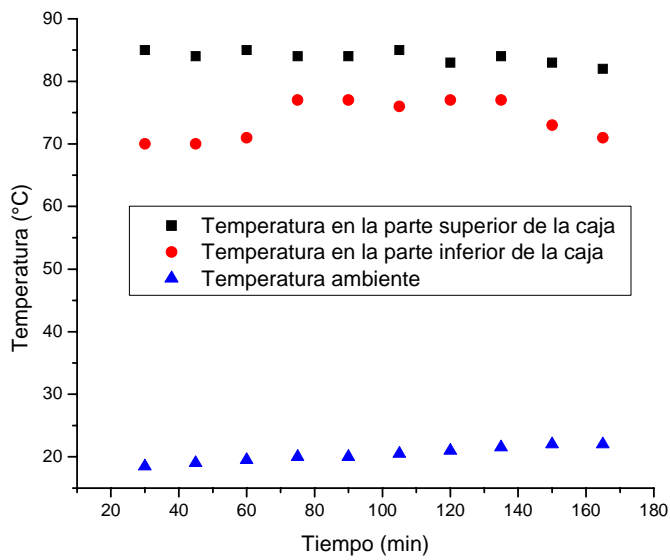


Figura 8



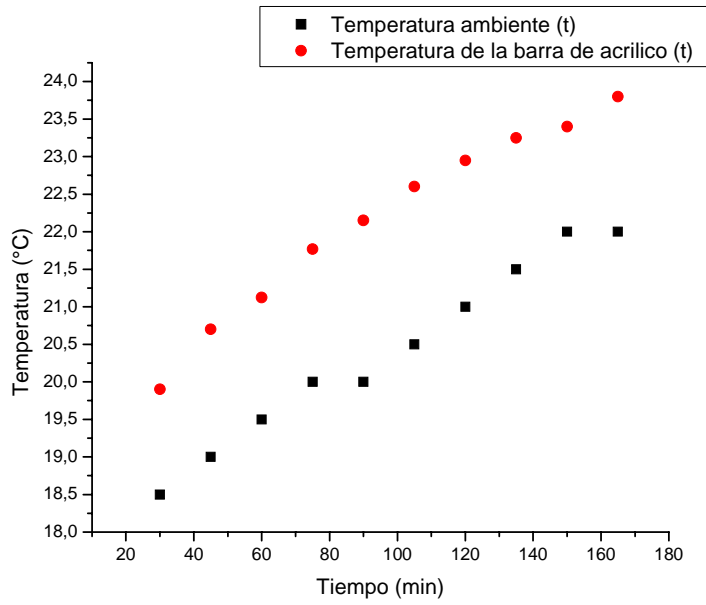


Figura 9

Comparación entre los calentamientos de las distintas experiencias

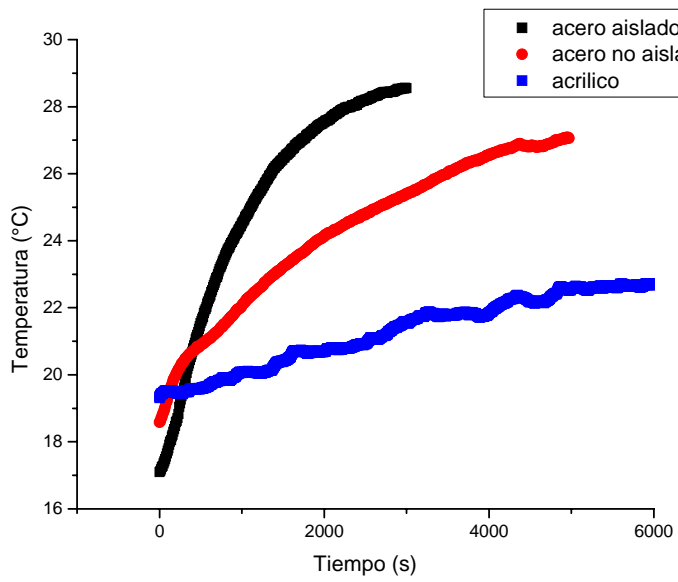


Figura 10

Como se puede ver en la figura 1, el calentamiento del extremo al aire libre de la barra de acero sin aislar forma una curva exponencial de primer orden. Esto mismo pasa para el calentamiento de la misma barra cuando se la aísla (Figura 4). Esto indicaría que responden a la ley de enfriamiento de Newton, teniendo en cuenta que los parámetros  $y_0$  y  $A_1$  se corresponden con  $T_f$  y  $(T_0 - T_f)$  respectivamente.

En el caso de la barra de acrílico, si bien el calentamiento de su extremo al aire libre se puede ajustar con una ecuación exponencial de primer orden (Figura 7) son claras las fluctuaciones que presenta, por lo que no se adecua muy bien a la ley de enfriamiento de Newton.

En la figura 2 se grafica el monitoreo de las temperaturas inferior y superior de la caja y la temperatura ambiente a lo largo de toda la experiencia con la barra de acero sin aislar. Esta figura muestra que dichas temperaturas se mantienen prácticamente constantes, a excepción de la temperatura ambiente que se eleva paulatinamente a medida que transcurre el tiempo. Para determinar el efecto de este incremento de la temperatura ambiental sobre el extremo de la barra al aire libre, en la figura 3 se comparan las curvas correspondientes. Se puede ver claramente que la temperatura del extremo de la barra sube independientemente del incremento de la temperatura ambiental. Esto último se nota aun más claramente para el caso en que la barra de acero se encuentra aislada. (figuras 5 y 6).

No sucede lo mismo para el caso de la barra de acrílico. En la figura 8 se ve que no solamente la temperatura ambiente subió paulatinamente, sino que además las temperaturas interiores de la caja tuvieron fluctuaciones. En la figura 9 se puede ver que la curva correspondiente al calentamiento del extremo libre de la barra de acrílico, tiene prácticamente la misma pendiente que la curva correspondiente a la temperatura ambiental

## Conclusiones

Los calentamientos correspondientes al extremo libre de la barra de acero, tanto cuando ésta se encuentra aislada o no, responden a la ley de enfriamiento de Newton. En el caso de la barra de acrílico se puede afirmar que la temperatura ambiente tuvo mucha influencia en su calentamiento, ya que si bien se mantiene una diferencia entre la temperatura de la barra en su extremo libre y la del ambiente, la primera se incrementa de la misma manera que la segunda.

Como era de esperarse, el extremo libre de la barra de acero se calentó más rápido y llegó a una temperatura mayor cuando la misma se encontraba aislada. Además, la barra de acrílico con respecto a la de acero (aislada y sin aislar) tuvo un calentamiento mucho mas lento y alcanzó una temperatura menor, lo cual es coherente ya que el acrílico es muy mal conductor en comparación con el acero. Estas últimas conclusiones se desprenden de la figura 10, donde se comparan los calentamientos de las diferentes barras

## Bibliografía

- Sears Zemansky