

**Laboratorio N°5: La tradición de la pava vestida**

Arias Atahualpa

Facultad de ciencias físicas matemáticas y naturales de la UNSL

Física Experimental I

Moira Dolz y Juan Pablo de Rosas

Noviembre - 2021

## Introducción

El mate es protagonista de la cultura argentina y el dilema de siempre es a qué temperatura tomar cebar los mates y cómo mantener el agua caliente el mayor tiempo posible.

Antes de la invención del termo, para mantener la temperatura del agua en la pava se la solía vestir o abrigar con una tela para aislarla:



El objetivo en este laboratorio fue comprobar la utilidad de abrigar la pava para mantener el agua caliente más tiempo.

Para ello se midió la temperatura del agua dentro de la pava durante un periodo de tiempo para una pava abrigada y otro sin abrigar, para luego compararlos entre sí y con el modelo de enfriamiento.

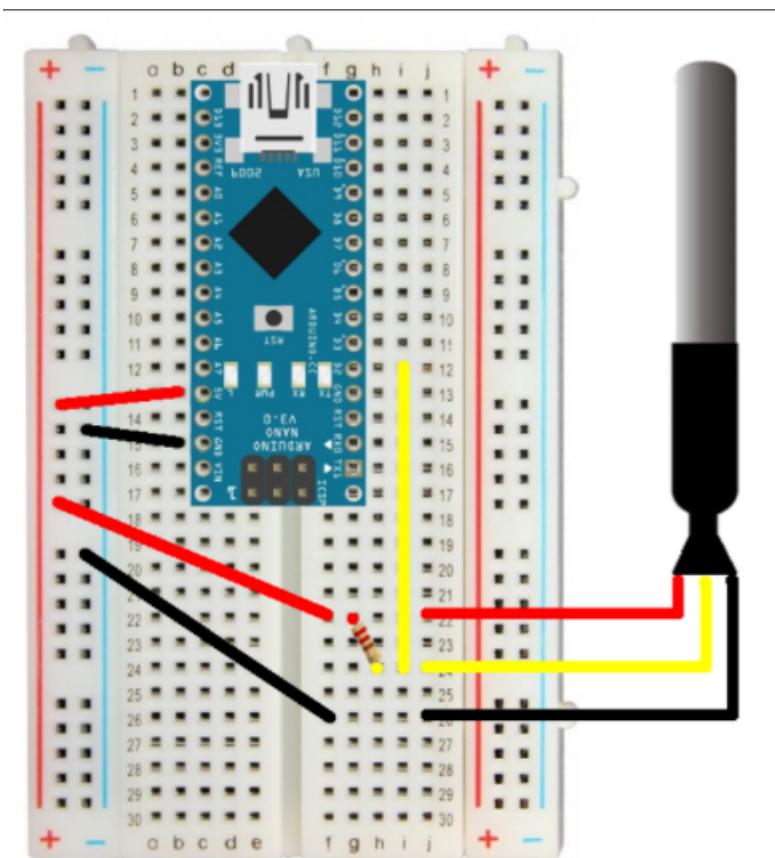
## Materiales y métodos

### Adquisición de datos

Para medir la temperatura se utilizaron las siguientes herramientas:

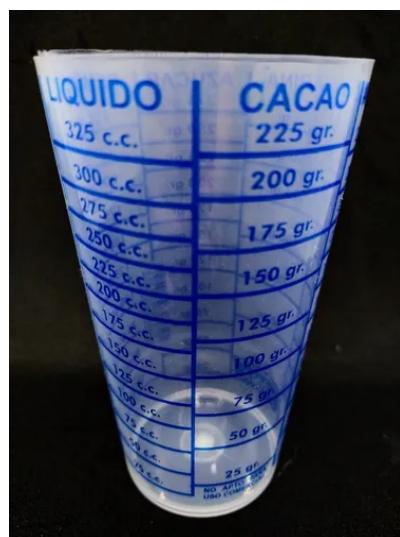
- Una computadora personal
- Un arduino nano y termómetro DS18B20.
- Diferentes piezas de electrónica para montar el arduino

Para armar el arduino se siguió el siguiente esquema:



Este fue conectado a la computadora a través de un cable usb, y programado para leer los datos del termómetro con la ayuda del “arduino ide” software.

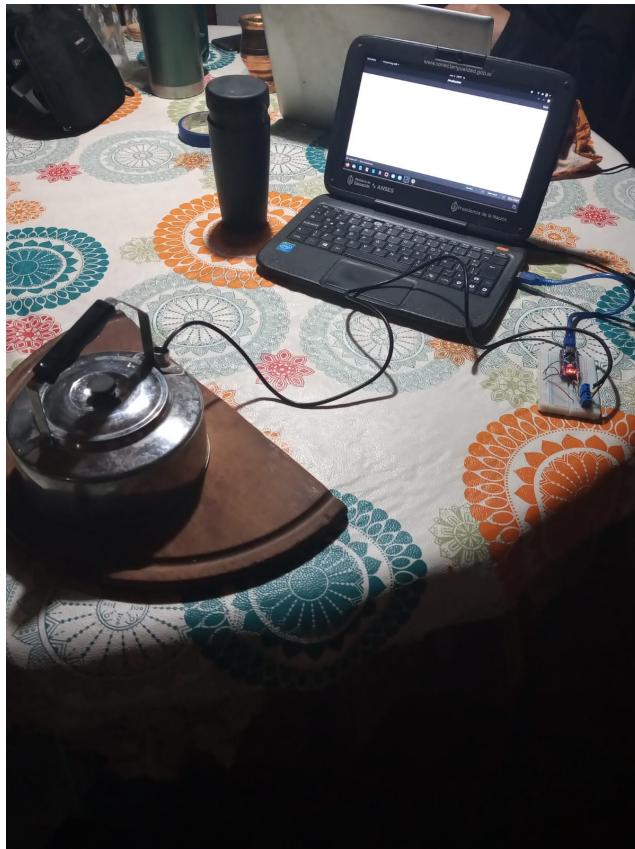
Para medir la cantidad de agua se usó un vaso de medición de cocina:



## Laboratorio N°5 - Arias Atahualpa

El setup para medir la temperatura del agua en la pava fue el siguiente:

- Una pava de camping
- Una tabla para cortar de madera
- Un hornalla a gas para calentar el agua.



## Procedimiento

1. Se calentaron 600 ml de agua en la pava hasta ebullición sobre una hornalla.
2. Mientras se calentaba el agua se midió la temperatura ambiente.

## Laboratorio N°5 - Arias Atahualpa

3. Una vez el agua hiervió se trasladó la pava sobre una madera y se colocó el termómetro dentro de la pava por el pico.
4. Se registró la temperatura del agua durante una hora
5. Se copian las lecturas de temperatura y se pasan a csv.
6. Se repitió lo anterior pero luego de que el agua hierva se traslada la pava y se la cubre con un repasador:



### Modelos

Para modelar la disipación de la temperatura del agua dentro de la pava se usó el siguiente la siguiente ecuación, la cual relaciona la temperatura con el tiempo, la temperatura inicial, la temperatura del ambiente y un coeficiente de intercambio de calor:

$$T(t) = T_a + (T_0 - T_a)e^{-rt}$$

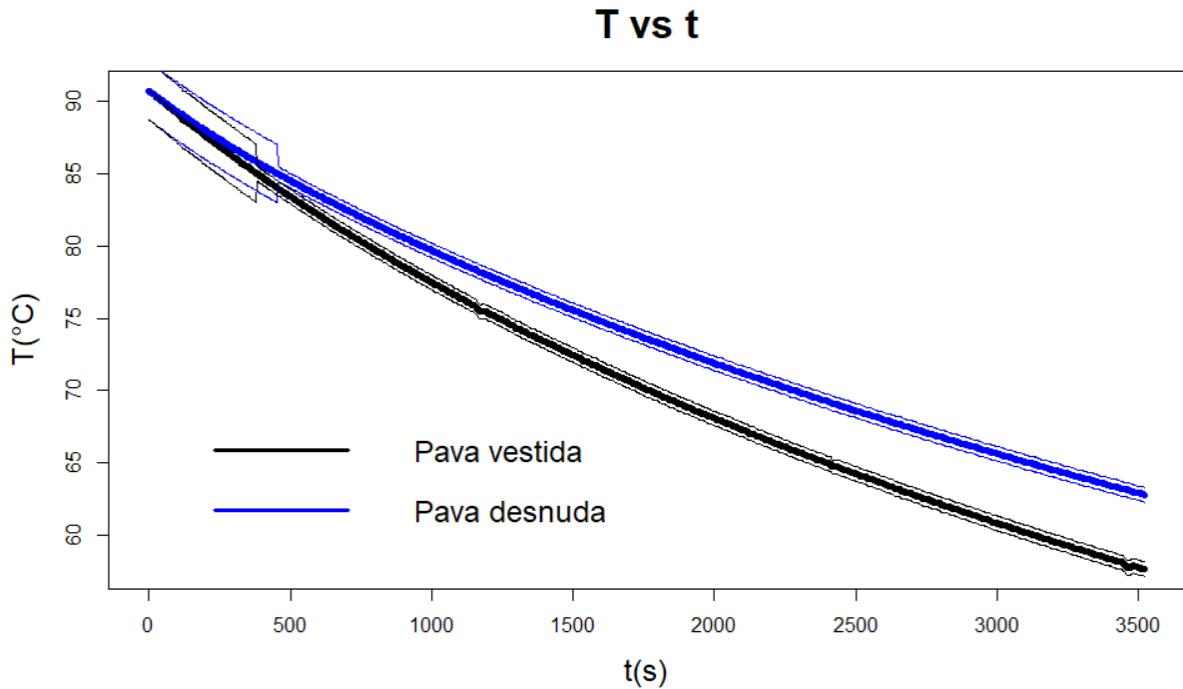
El error es el siguiente:

$$\delta T = |1 - e^{-rt}| \delta T_a + e^{-rt} \delta T_0 + |(T_0 - T_a)e^{-rt} r| \delta t + |(T_0 - T_a)e^{-rt} t| \delta r$$

Según el fabricante el error del termómetro es de 0.5°C para temperaturas entre -10°C y 85°C, y de 2°C para cualquier temperatura fuera de ese rango:

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS		(-55°C to +125°C; V <sub>DD</sub> =3.0V to 5.5V)						
PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES	
Thermometer Error	t <sub>ERR</sub>	-10°C to +85°C			±½	°C		
		-55°C to +125°C			±2			
Input Logic High	V <sub>IH</sub>	Local Power Parasite Power	2.2 3.0		5.5	V V	1,2 1,2	
Input Logic Low	V <sub>IL</sub>		-0.3		+0.8	V	1,3,7	
Sink Current	I <sub>L</sub>	V <sub>I/O</sub> =0.4V	-4.0			mA	1	
Standby Current	I <sub>DDS</sub>			750	1000	nA	6,8	
Active Current	I <sub>DD</sub>			1	1.5	mA	4	
DQ-Input Load Current	I <sub>DQ</sub>			5 μA			5	

## Resultados

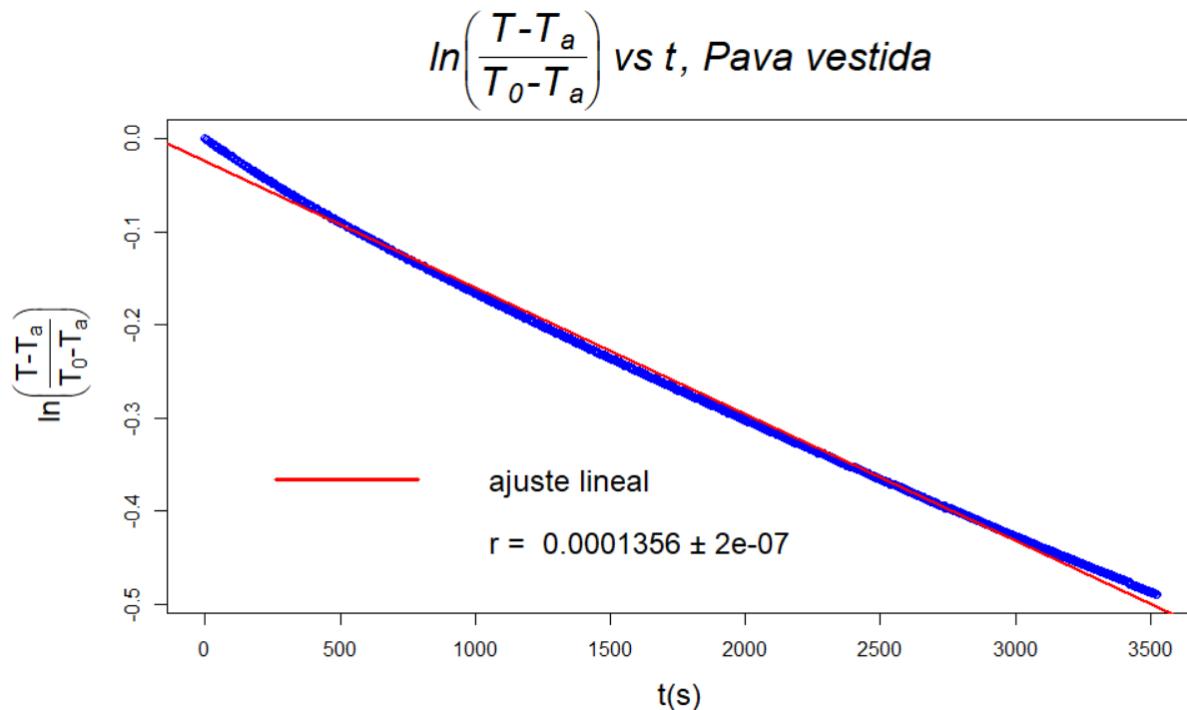


Cuando graficamos la temperatura del agua dentro de la pava vs el tiempo transcurrido se puede observar que cuando la pava está cubierta o vestida la temperatura del agua decrece en comparación a la pava sin ningun aislante, para cuantificar esta diferencia se despejó el coeficiente de intercambio de calor de la ecuación modelo:

$$\ln\left(\frac{T - T_a}{T_0 - T_a}\right) = -rt$$

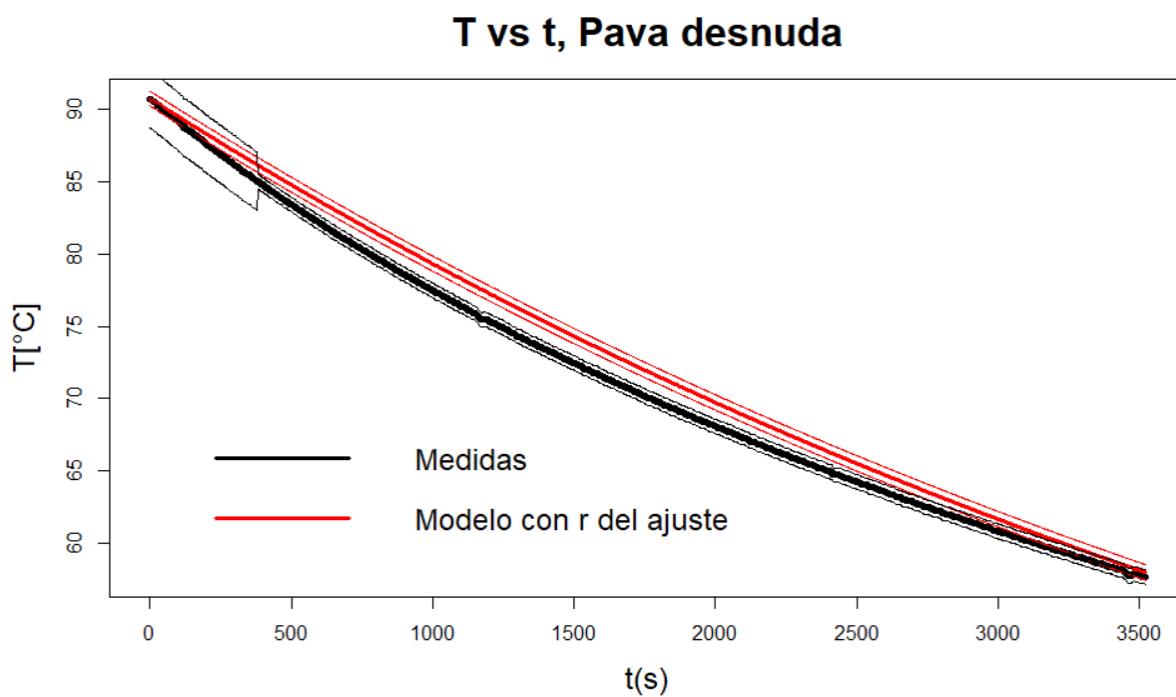
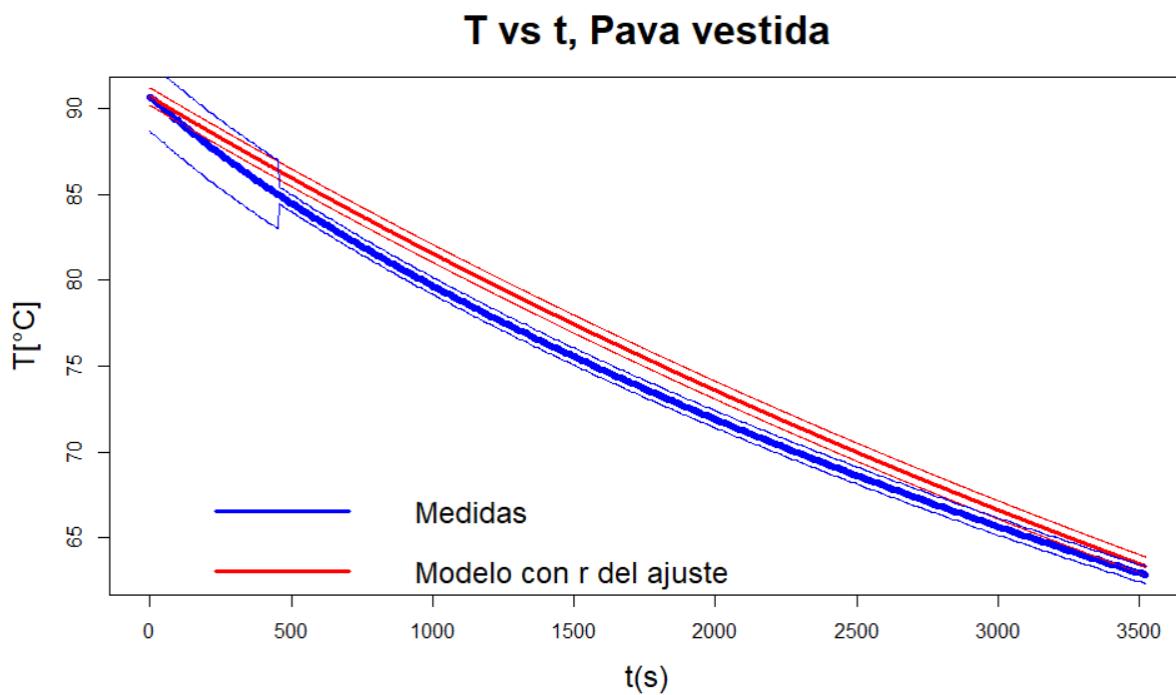
Entonces si graficamos el  $\ln\left(\frac{T - T_a}{T_0 - T_a}\right)$  vs t deberíamos obtener una gráfia

lineal cuya pendiente es -r, y utilizando R se ajusta una línea y se despeja el valor de r de esta:



En estas gráficas se puede observar que no son perfectamente lineales, es decir, el r del ajuste lineal no se ajusta perfectamente a los datos experimentales. Además se ve que el coeficiente de intercambio de calor de la pava desnuda es mayor al de la pava vestida.

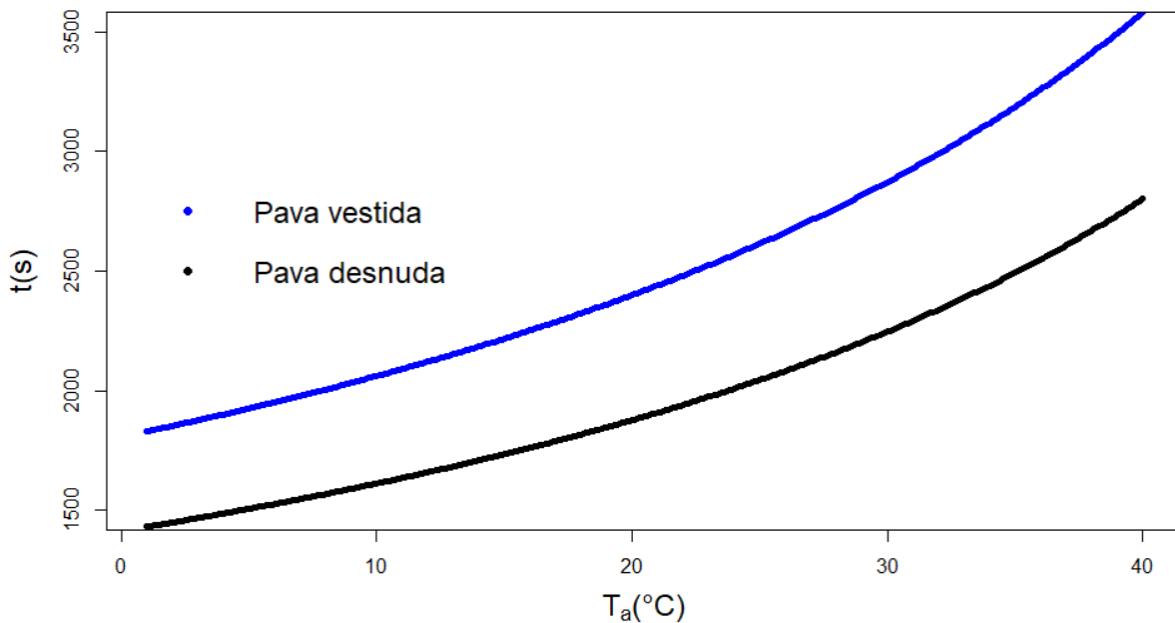
Ahora que tenemos un valor de r podemos ver cómo se compara el modelo con el r ajustado a los datos experimentales.



En ambas graficas con el modelo, el modelo coincide con las medidas experimentales en los extremos, pero esto se debe probablemente a la forma en que se calculó r con el ajuste lineal.

Con estos datos se puede modelar un función que diga el intervalo de tiempo en que se puede tomar mate con agua a temperatura decente en relación a la temperatura ambiente considerando que la temperatura inicial del agua es 92°C y la mínima aceptable es 72°C

### Tiempo cuando el mate es aceptable vs $T_a$



### Conclusiones

El abrigar o recubrir la pava con una tela ayuda a conservar la temperatura del agua dentro de la pava según nuestros datos.

## Laboratorio N°5 - Arias Atahualpa

En cuanto a los modelos, en la gráfica semi-log parece que el coeficiente de intercambio de calor va disminuyendo a lo largo del tiempo, esto podría deberse a que la pava pierde calor por la madera debajo u algún otro medio que no estamos teniendo en cuenta.