

# Regímenes Magnéticos, Temperatura de Curie y Ciclos De Histéresis del Monel 400

Emiliano Agoff, Facundo Otero Zappa & Sergio Stedile  
(Grupo 2)



universidad de buenos aires - exactas  
**departamento de Física**

Laboratorio 4, 1°C. 2023 | Jue. de 8:00 a 14:00 hs.

# Índice

## 1 Introducción

- Tipos de Magnetismo
- El Ciclo de Histéresis

## 2 Desarrollo Experimental

- Objetivos
- Magnetización del Monel con Respecto a la Temperatura
- Baño Térmico

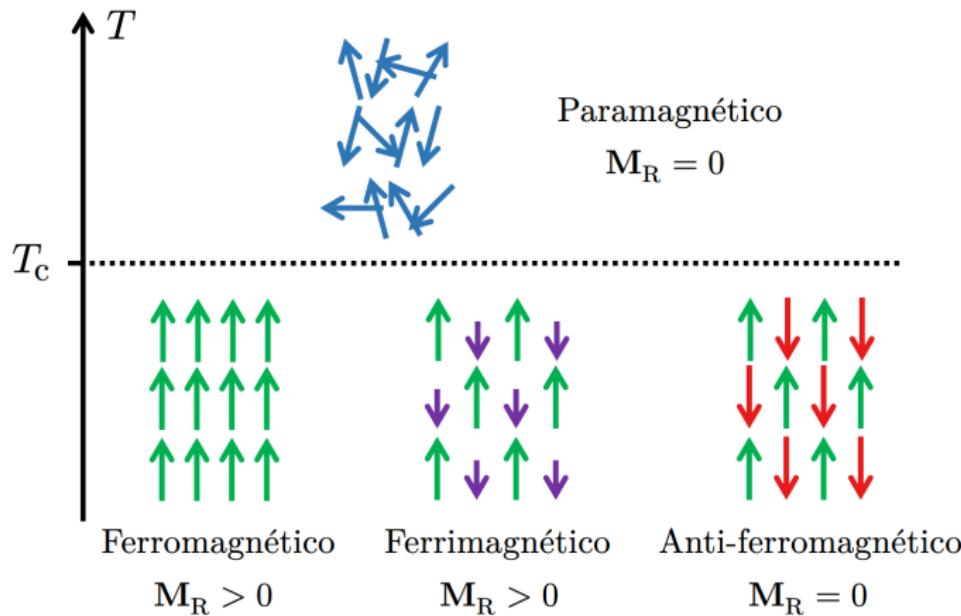
## 3 Resultados Obtenidos

- Curvas de Histéresis
- Análisis de la Magnetización Remanente
- Análisis del Régimen Ferromagnético
- Análisis del Régimen Paramagnético

## 4 Conclusiones

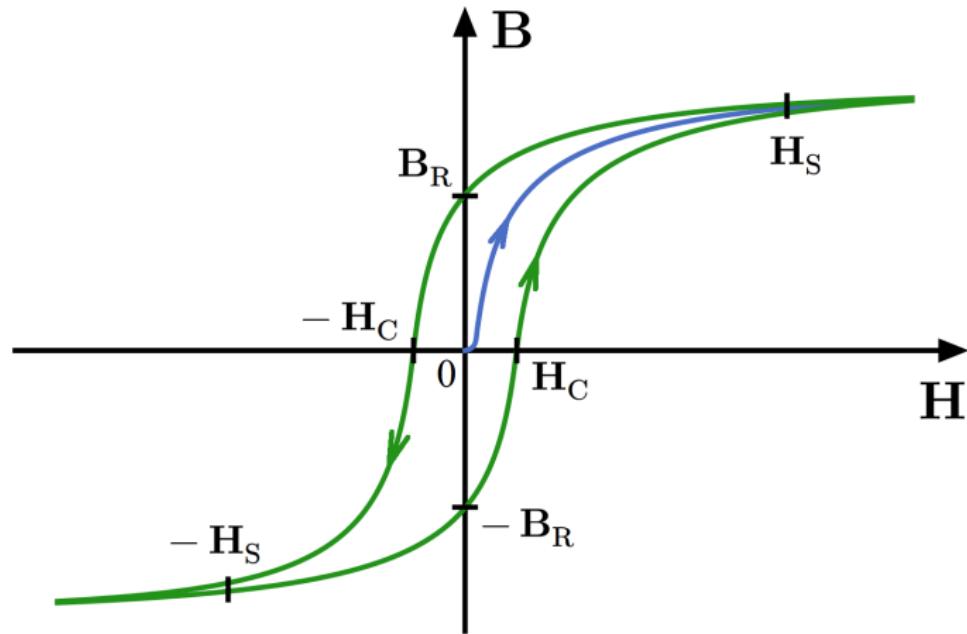
# Introducción

## Los Tipos de Magnetismo:



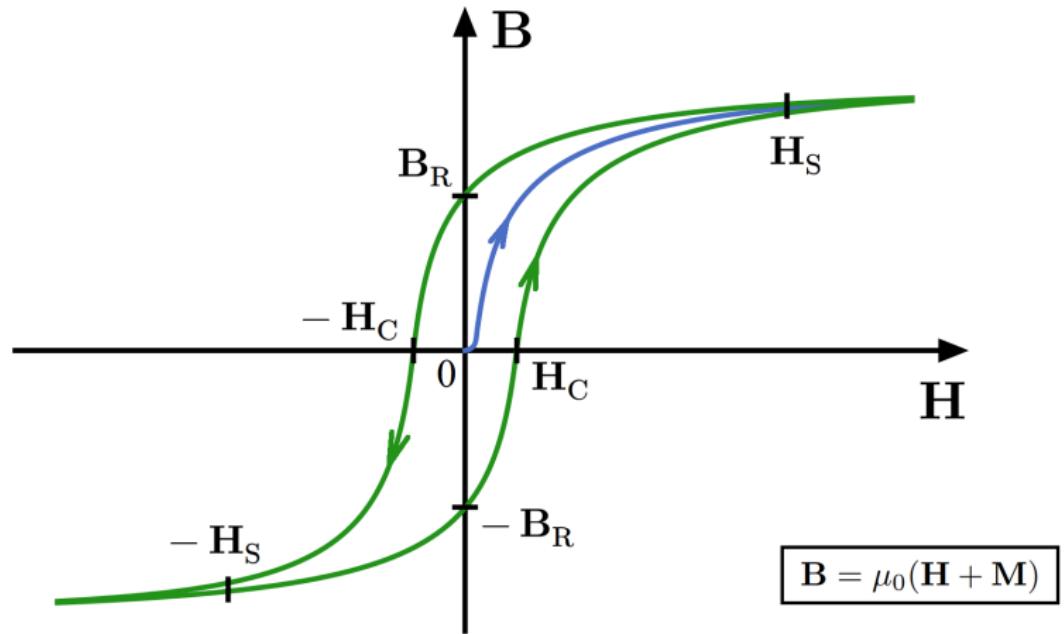
# Introducción

## El Ciclo de Histéresis:



# Introducción

## El Ciclo de Histéresis:



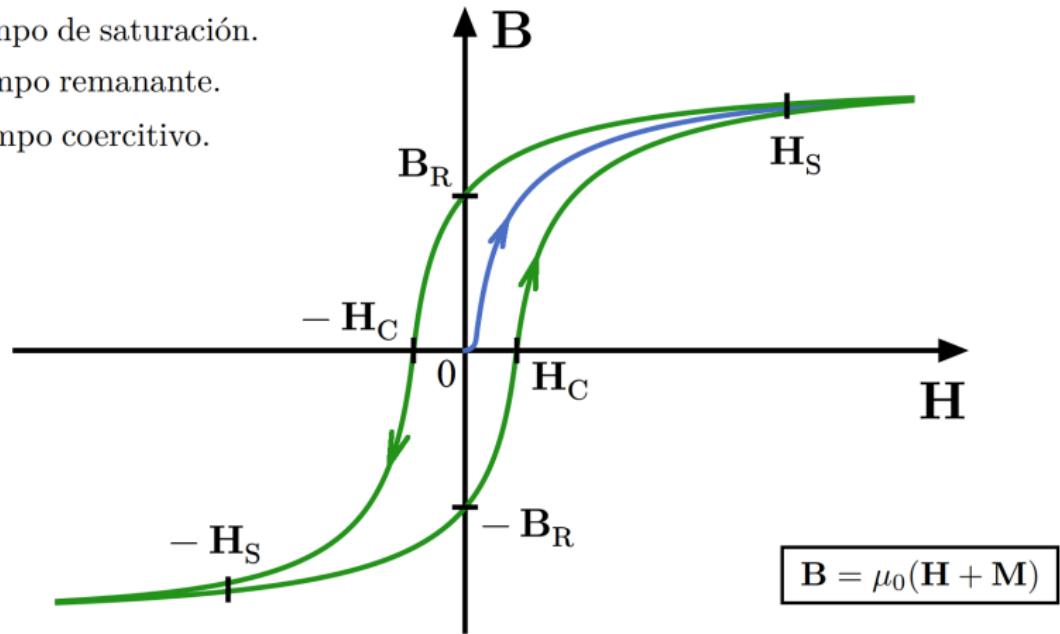
# Introducción

## El Ciclo de Histéresis:

$H_S$ : Campo de saturación.

$B_R$ : Campo remanente.

$H_C$ : Campo coercitivo.



# Introducción

## Aplicaciones:



# Objetivos

- Obtener curvas de histéresis.
- Determinar regímenes paramagnético y ferromagnético.
- Estimar la temperatura de Curie.



# Objetivos

- Obtener curvas de histéresis.
- Determinar regímenes paramagnético y ferromagnético.
- Estimar la temperatura de Curie.



# Objetivos

- Obtener curvas de histéresis.
- Determinar regímenes paramagnético y ferromagnético.
- Estimar la temperatura de Curie.



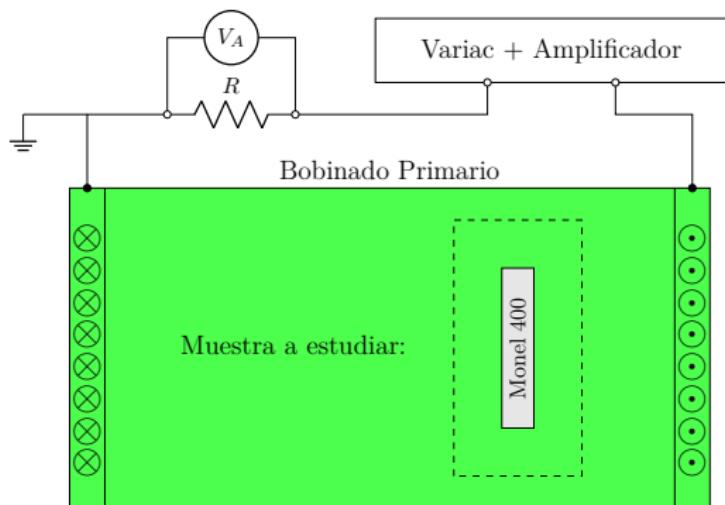
# Objetivos

- Obtener curvas de histéresis.
- Determinar regímenes paramagnético y ferromagnético.
- Estimar la temperatura de Curie.



# Desarrollo Experimental

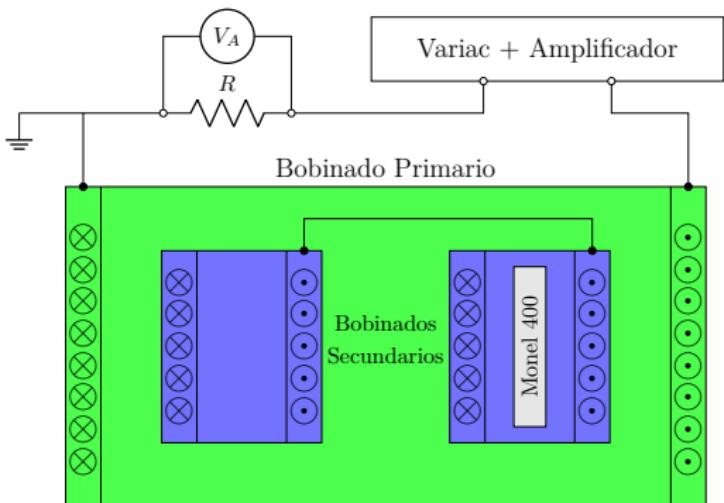
## Magnetización del Monel con respecto a la temperatura:



# Desarrollo Experimental

## Magnetización del Monel con respecto a la temperatura:

Transformador Diferencial

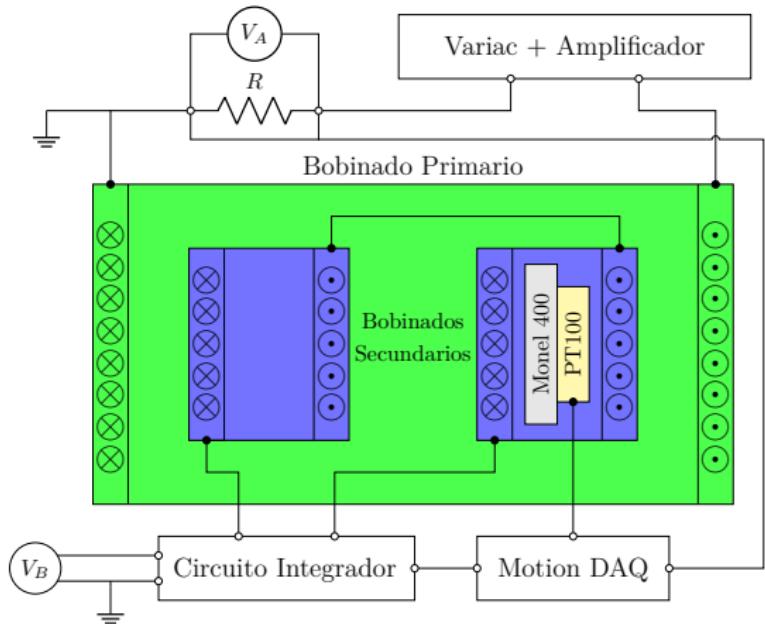


# Desarrollo Experimental

## Magnetización del Monel con respecto a la temperatura:

$$\mathcal{E}(t) \propto \frac{d\Phi_M(t)}{dt}$$

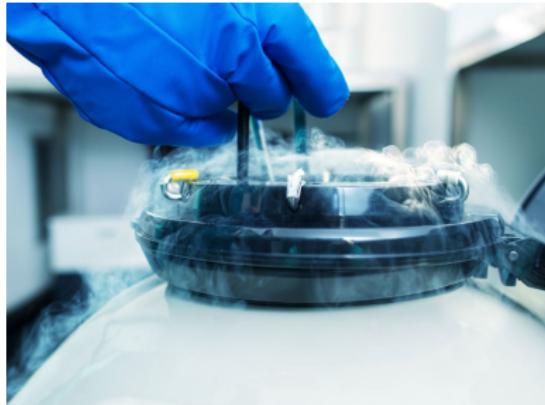
$$B(t) \propto \int \mathcal{E}(t) dt$$



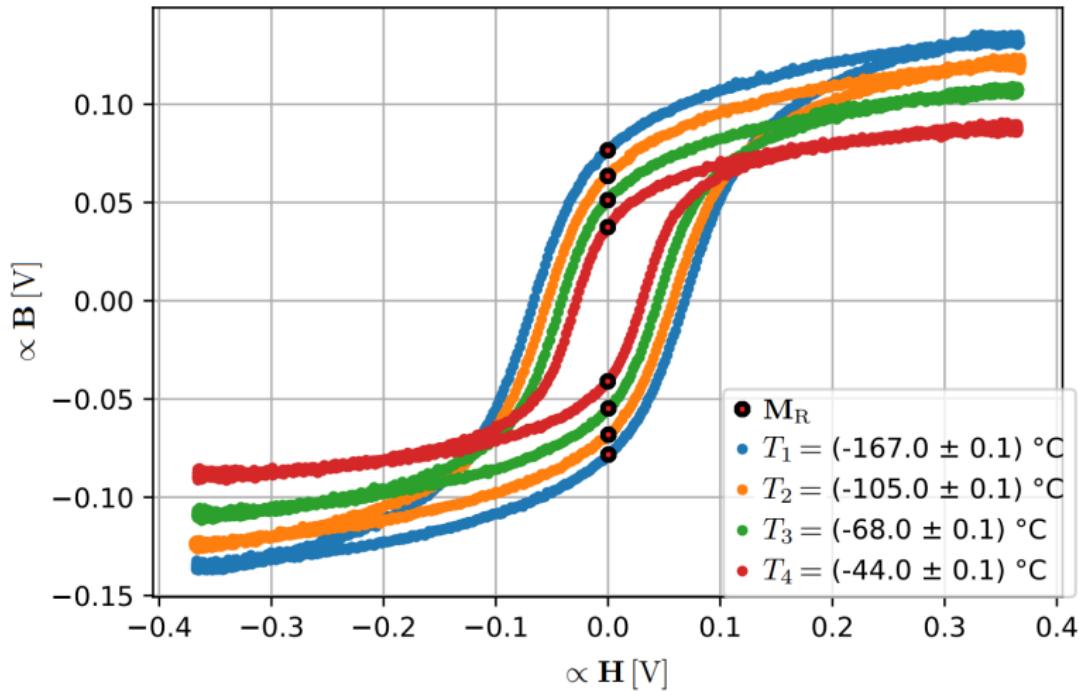
# Desarrollo Experimental

## Baño Térmico:

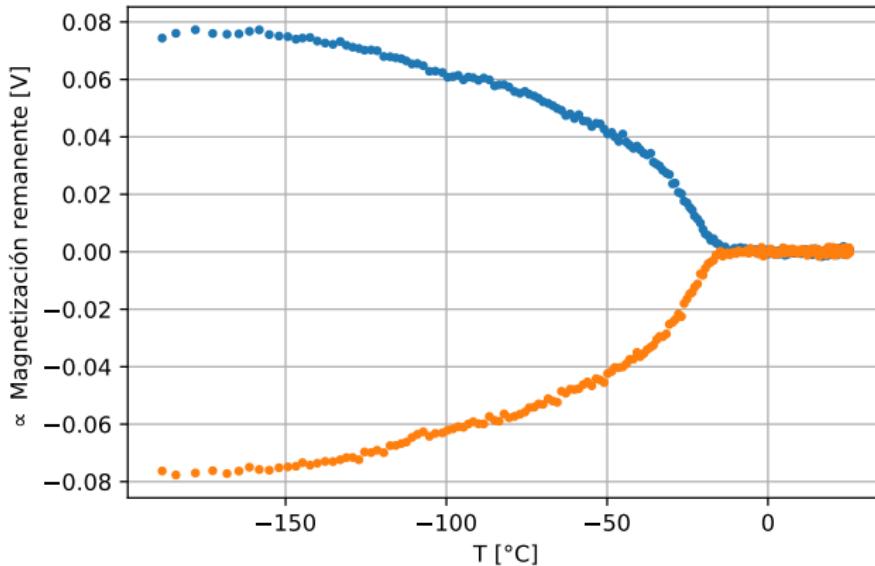
Enfriar el Monel 400 y medir histéresis a diferentes temperaturas mientras se calienta.



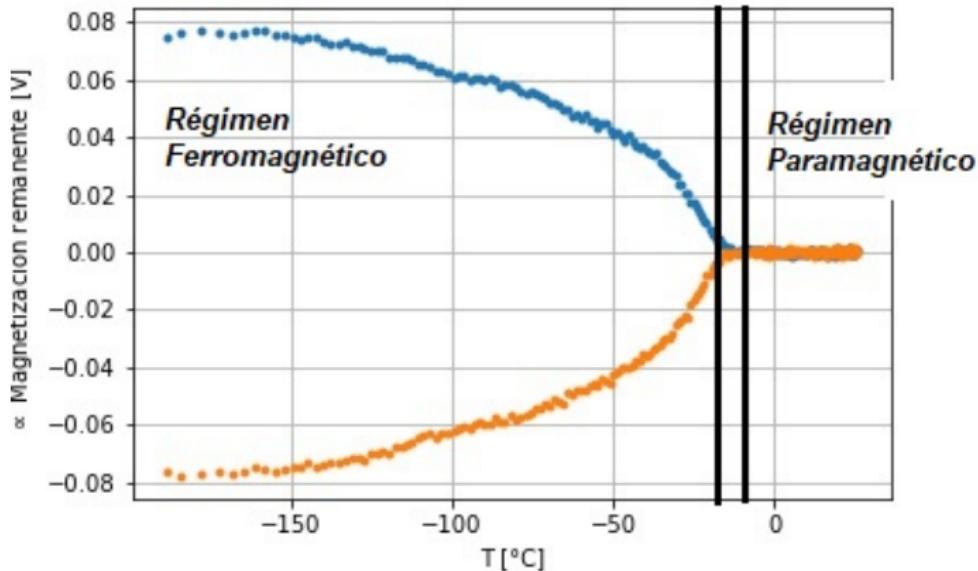
# Curvas de Histéresis



# Análisis de la Magnetización Remanente



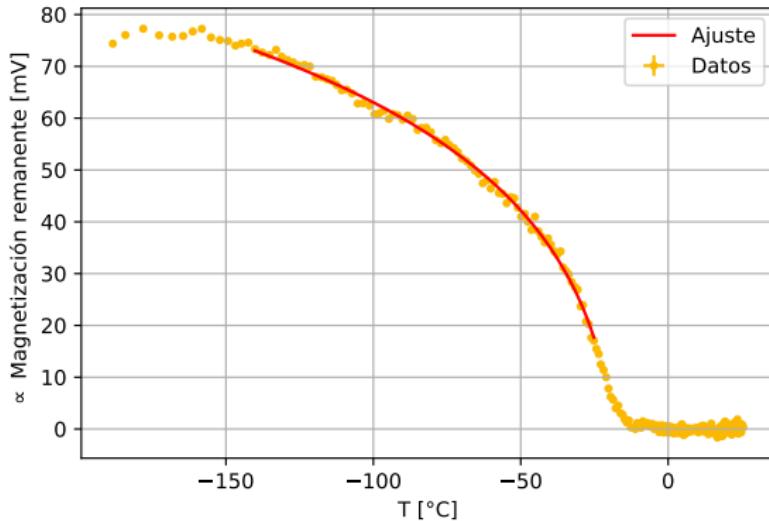
# Análisis de la Magnetización Remanente



# Estimación de la Temperatura de Curie

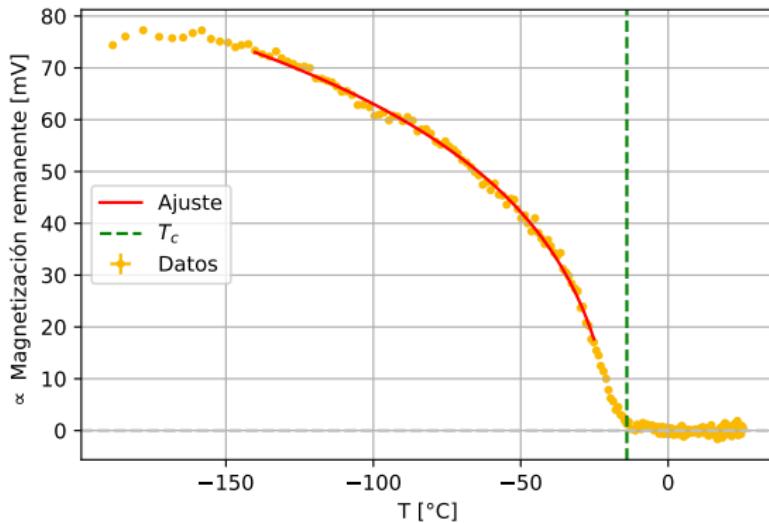
Sabemos que en el régimen ferromagnético, la magnetización remanente del Monel 400 se comporta como:

$$M_R = A(T - T_C)^\beta \quad (1)$$



# Estimación de la Temperatura de Curie

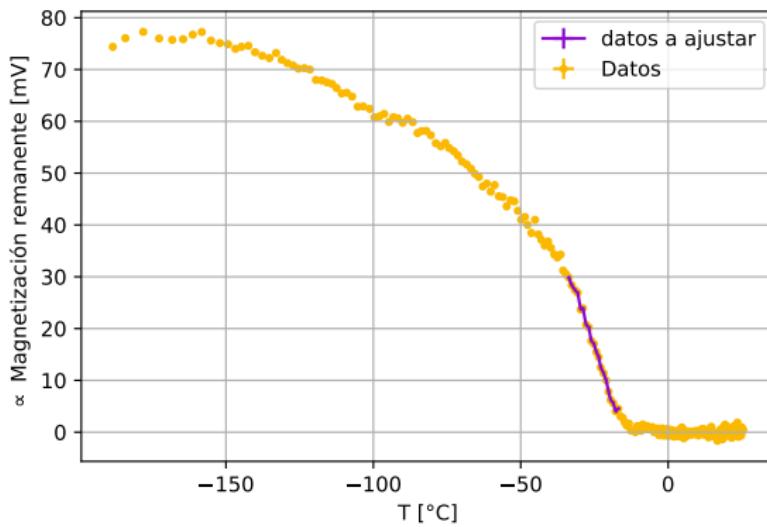
De estos ajustes se obtienen los valores para la temperatura de Curie,  $T_C = (-14.3 \pm 0.9) \text{ } ^\circ\text{C}$ , y  $\beta = (0.14 \pm 0.02)$ .



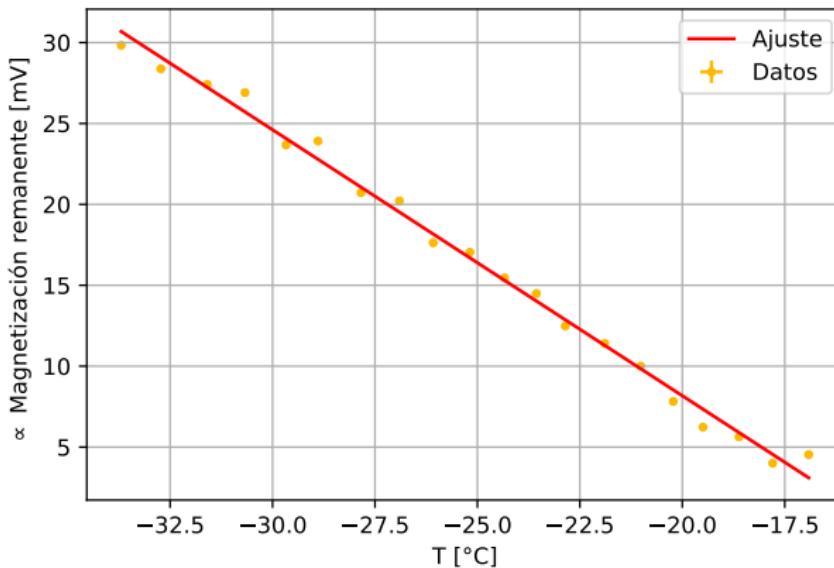
# Estimación de la Temperatura de Curie

Se ajustaron los datos por un modelo lineal de la forma

$$M_R = A(T - T_C).$$

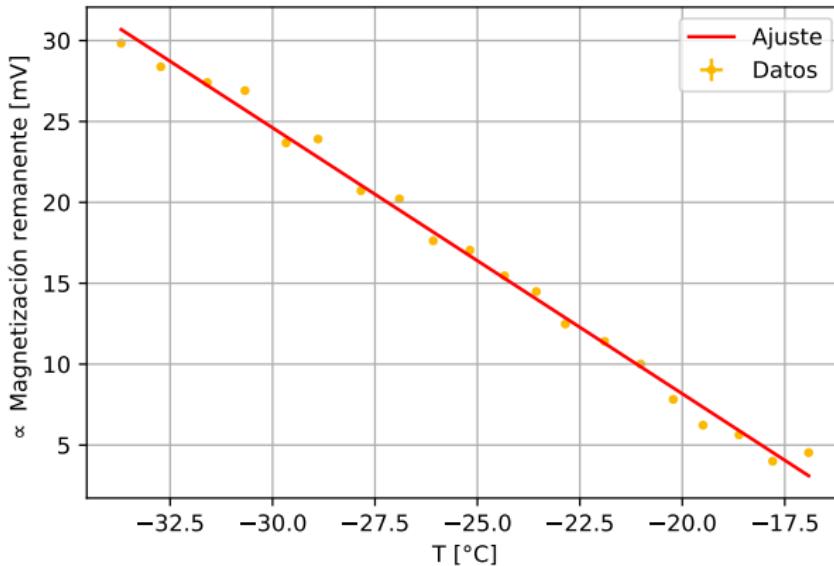


# Estimación de la Temperatura de Curie



Con este ajuste obtenemos un valor de  $T_C = (-15.03 \pm 0.06)$  °C.

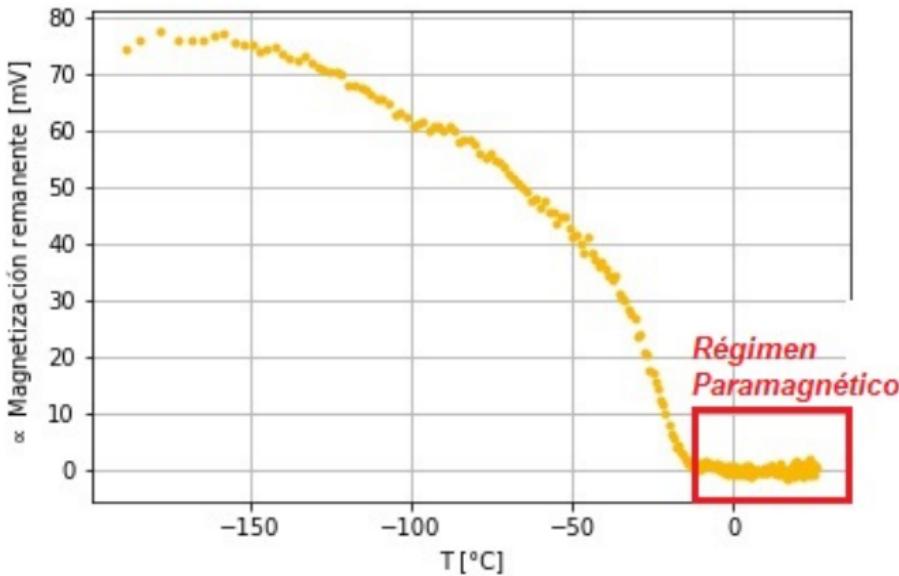
# Estimación de la Temperatura de Curie



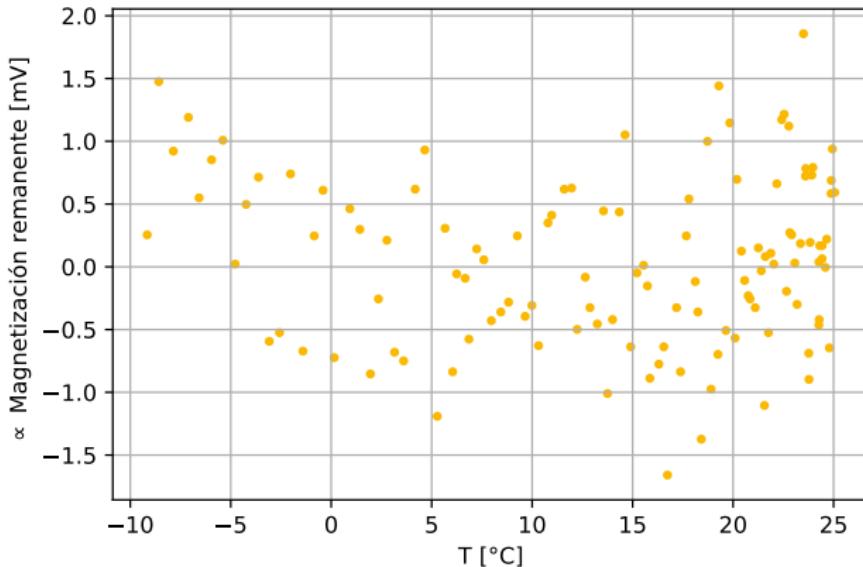
Con este ajuste obtenemos un valor de  $T_C = (-15.03 \pm 0.06) ^{\circ}\text{C}$ .

# Estimación de la Temperatura de Curie

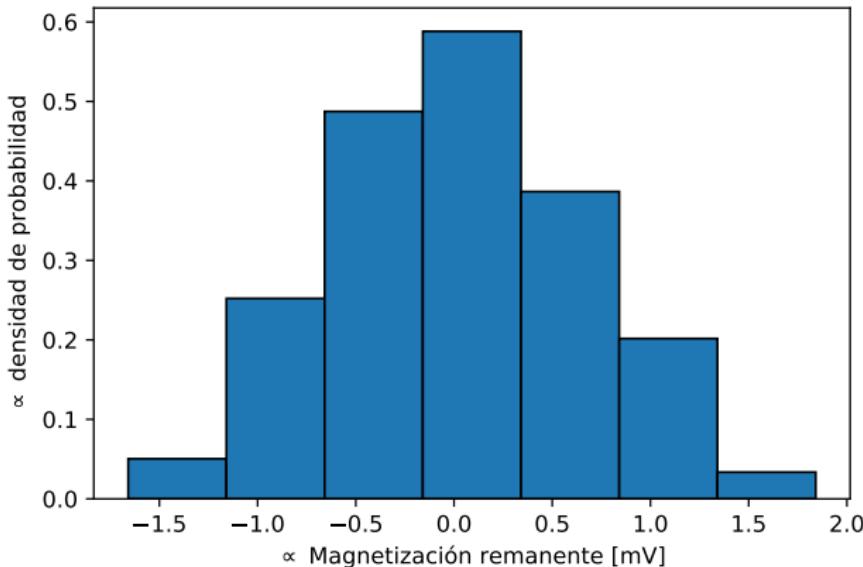
En este caso hicimos un análisis del régimen paramagnético. Para eso estudiamos la distribución de los datos en este régimen.



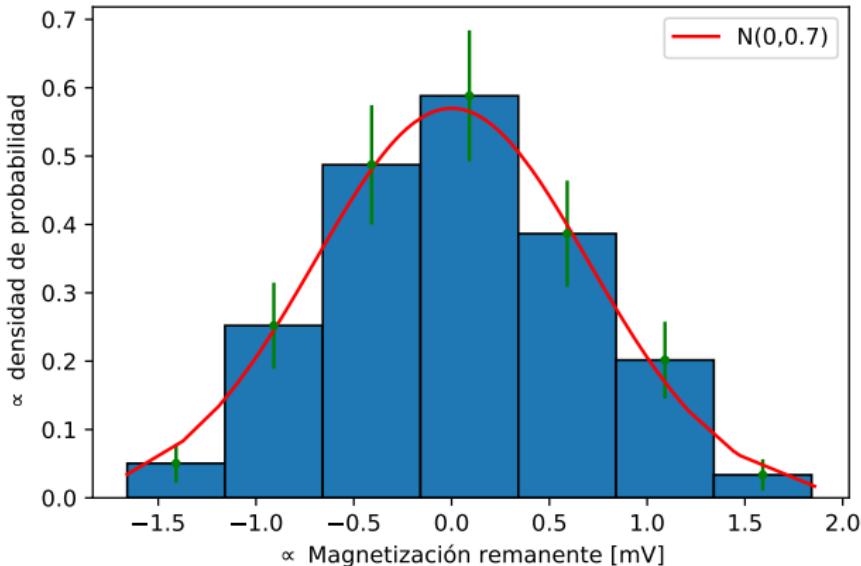
# Estimación de la Temperatura de Curie



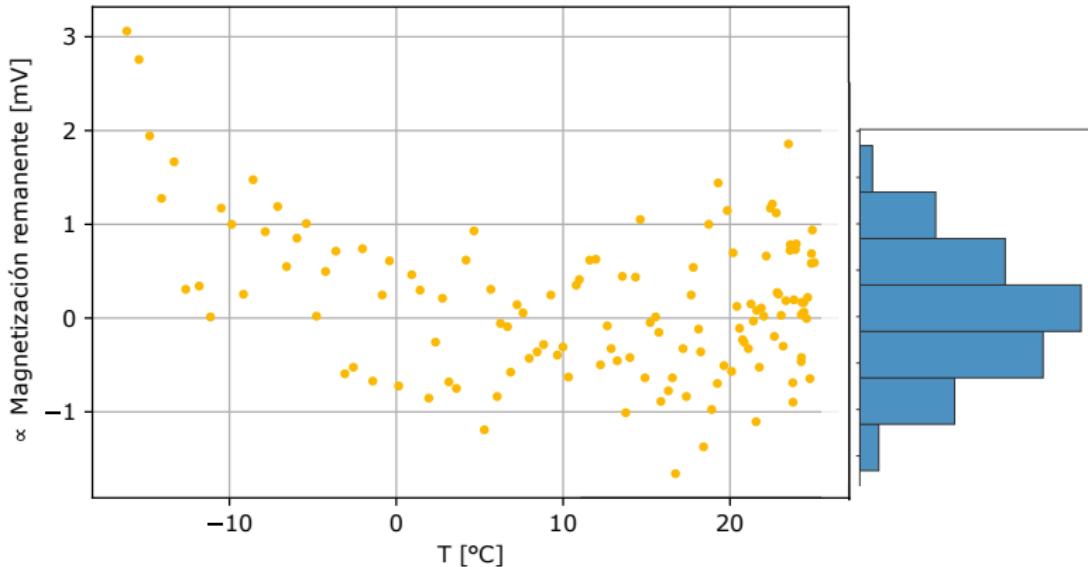
# Estimación de la Temperatura de Curie



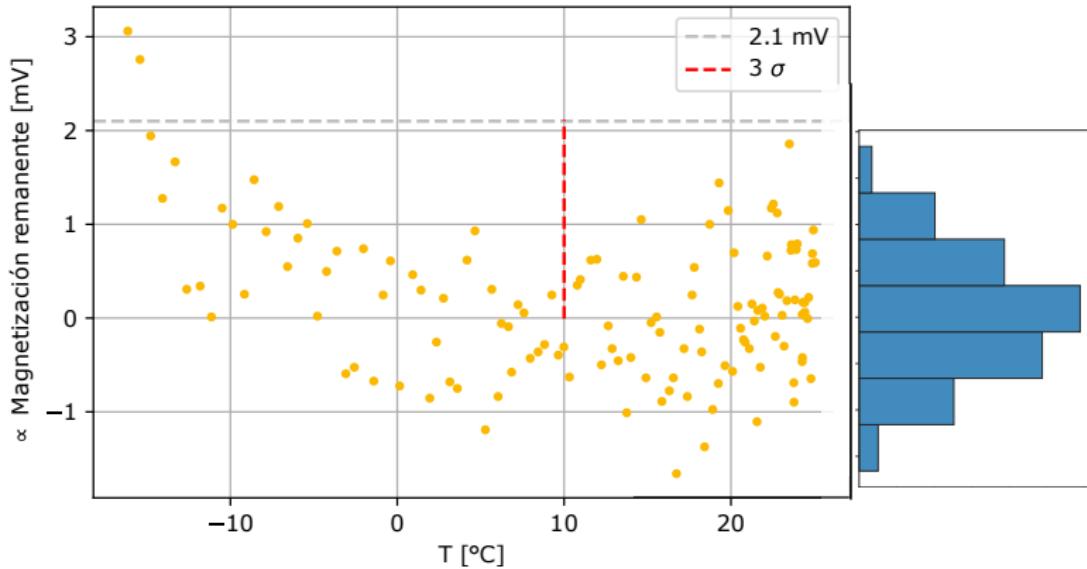
# Estimación de la Temperatura de Curie



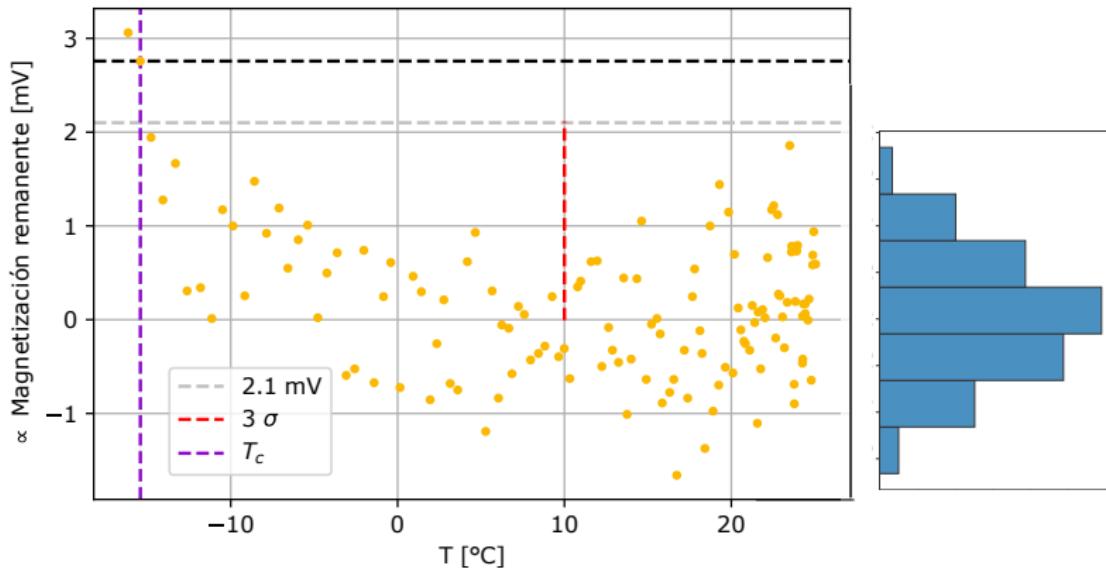
# Estimación de la Temperatura de Curie



# Estimación de la Temperatura de Curie

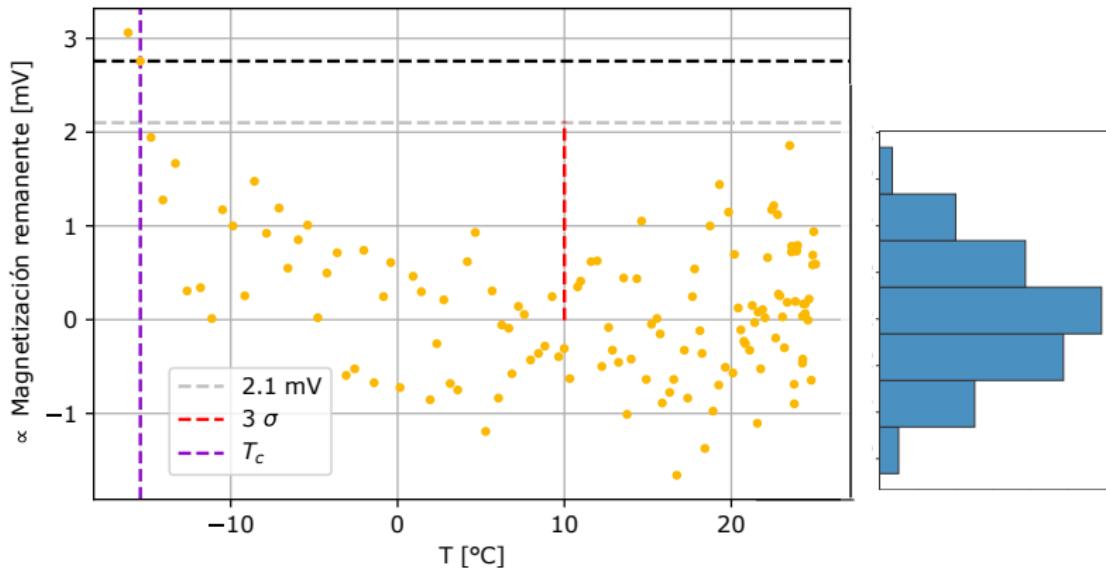


# Estimación de la Temperatura de Curie



Realizando este procedimiento para 10 conjuntos de mediciones distintas se obtiene un valor de  $T_C = (-14 \pm 3) ^{\circ}\text{C}$ .

# Estimación de la Temperatura de Curie



Realizando este procedimiento para 10 conjuntos de mediciones distintas se obtiene un valor de  $T_C = (-14 \pm 3) \text{ } ^\circ\text{C}$ .

# Conclusiones

- Obtuvimos la curva de histéresis para distintas temperaturas.
- Determinamos los regímenes de comportamiento ferromagnético y paramagnético del Monel 400.
- Estimamos de tres formas la temperatura de Curie para dicho material.
  - $T_C = (-14.3 \pm 0.9) ^\circ\text{C}$
  - $T_C = (-15.03 \pm 0.06) ^\circ\text{C}$
  - $T_C = (-14 \pm 3) ^\circ\text{C}$ .

# Conclusiones

- Obtuvimos la curva de histéresis para distintas temperaturas.
- Determinamos los regímenes de comportamiento ferromagnético y paramagnético del Monel 400.
- Estimamos de tres formas la temperatura de Curie para dicho material.
  - $T_C = (-14.3 \pm 0.9) ^\circ\text{C}$
  - $T_C = (-15.03 \pm 0.06) ^\circ\text{C}$
  - $T_C = (-14 \pm 3) ^\circ\text{C}$ .

# Conclusiones

- Obtuvimos la curva de histéresis para distintas temperaturas.
- Determinamos los regímenes de comportamiento ferromagnético y paramagnético del Monel 400.
- Estimamos de tres formas la temperatura de Curie para dicho material.
  - $T_C = (-14.3 \pm 0.9) \text{ } ^\circ\text{C}$
  - $T_C = (-15.03 \pm 0.06) \text{ } ^\circ\text{C}$
  - $T_C = (-14 \pm 3) \text{ } ^\circ\text{C}.$

# Conclusiones

- Obtuvimos la curva de histéresis para distintas temperaturas.
- Determinamos los regímenes de comportamiento ferromagnético y paramagnético del Monel 400.
- Estimamos de tres formas la temperatura de Curie para dicho material.
  - $T_C = (-14.3 \pm 0.9) \text{ } ^\circ\text{C}$
  - $T_C = (-15.03 \pm 0.06) \text{ } ^\circ\text{C}$
  - $T_C = (-14 \pm 3) \text{ } ^\circ\text{C}.$

# Conclusiones

- Obtuvimos la curva de histéresis para distintas temperaturas.
- Determinamos los regímenes de comportamiento ferromagnético y paramagnético del Monel 400.
- Estimamos de tres formas la temperatura de Curie para dicho material.
  - $T_C = (-14.3 \pm 0.9) \text{ } ^\circ\text{C}$
  - $T_C = (-15.03 \pm 0.06) \text{ } ^\circ\text{C}$
  - $T_C = (-14 \pm 3) \text{ } ^\circ\text{C}.$

# Conclusiones

- Obtuvimos la curva de histéresis para distintas temperaturas.
- Determinamos los regímenes de comportamiento ferromagnético y paramagnético del Monel 400.
- Estimamos de tres formas la temperatura de Curie para dicho material.
  - $T_C = (-14.3 \pm 0.9) \text{ } ^\circ\text{C}$
  - $T_C = (-15.03 \pm 0.06) \text{ } ^\circ\text{C}$
  - $T_C = (-14 \pm 3) \text{ } ^\circ\text{C}$ .

Fin

¿Preguntas?

# Apéndice

## Composición química del Monel 400:

Elementos	Porcentaje
Níquel	65.110 ± 0.001 %
Cobre	32.860 ± 0.001 %
Manganeso	1.010 ± 0.001 %
Hierro	0.890 ± 0.001 %
Silicio	0.100 ± 0.001 %
Carbono	0.020 ± 0.001 %
Azufre	0.005 ± 0.001 %