# Taller 3: Doing Economics - Midiendo la temperatura de la Tierra y el CO₂[[1]](#footnote-1)

Con su respectivo grupo (ver e-aulas), realizar este taller en clase. Debe seguirse las reglas de uso de repositorio Git con la estructura de carpetas vista en clase. El taller DEBE realizarse en Python (vía Anaconda, no con notebooks jupyter/ Google colab, etc).

## Parte 1.1. Analizando anomalías de temperatura

En lugar de medir la temperatura absoluta, los científicos suelen usar anomalías de temperatura, que indican cuánto se desvía la temperatura promedio de un periodo de referencia. Esta medida permite comparar fácilmente lugares y épocas distintas, incluso cuando los instrumentos de medición han cambiado. Vamos a empezar construyendo gráficas similares a la siguiente, para encontrar patrones en los datos.

Northern hemisphere temperatures (1880–2016).


Figure 1.1 Northern hemisphere temperatures (1880–2016).

### Pregunta 1.1.1

Ve al sitio web del Instituto [Goddard de Estudios Espaciales de la NASA](https://data.giss.nasa.gov/gistemp/).

Bajo el subtítulo “Combined Land-Surface Air and Sea-Surface Water Temperature Anomalies”, selecciona la versión CSV de “Northern Hemisphere-mean monthly, seasonal, and annual means” (clic derecho → Guardar enlace como…).

El nombre por defecto de este archivo es **NH.Ts+dSST.csv**.

* Asígnale un nombre adecuado y guárdalo en la carpeta de RawData.

En este conjunto de datos, la temperatura se mide como “anomalías” en lugar de temperatura absoluta.  
- Explica con tus propias palabras qué significa “anomalía de temperatura”.

Una anomalía de temperatura es la diferencia entre una temperatura medida en un periodo en específico y una temperatura referencia o histórica que ya se tiene. De esta diferencia podemos obtener una anomalía positiva o negativa. Esto es importante ya que gracias a este cálculo se pueden detectar tendencias de calentamiento o enfriamiento dependiendo el resultado.

- ¿Por qué los investigadores han preferido esta medida frente a otras (como la temperatura absoluta)?

Los investigadores prefieren las anomalías de temperatura en vez de las temperaturas absolutas, dado que estas posibilitan la comparación de los cambios relativos entre distintas épocas y zonas. Esto contribuye a suprimir las alteraciones que se producen debido a las fluctuaciones de temperatura en diferentes lugares y disminuye el impacto de los errores sistemáticos de medición. Por ende, las anomalías son un método confiable y exacto para identificar las tendencias de enfriamiento o calentamiento a nivel global, pues señalan una alteración de la temperatura en relación con el promedio histórico local. Los valores absolutos determinan que esta variación puede diferir considerablemente entre distintas zonas geográficas.

### Pregunta 1.1.2, 1.1.3

Vamos a construir tres gráficos:

1. Elige un mes y construye un gráfico de línea con la anomalía de temperatura promedio en el eje vertical y el tiempo (desde 1880 hasta el último año disponible) en el eje horizontal.
2. Ahora, otro gráfico, pero con los promedios de cada estación (una línea por estación). Las columnas DJF, MAM, JJA, SON contienen dicha información. Por ejemplo, MAM es el promedio de los meses Marzo, Abril y Mayo.
3. Ahora hagamos una gráfica con los promedios de las anomalías anuales. Esta información está en las columnas J-D

- Etiqueta los ejes adecuadamente y ponle un título apropiado a cada una (usa la Figura 1.1 como ejemplo). Agrega además una línea horizontal en el valor “0” y con una etiqueta que diga “promedio de 1951 a 1980”

Discute: ¿Qué sugieren tus gráficos acerca de la relación entre la temperatura y el tiempo?

### Pregunta 1.1.5

Ya tienes gráficos para tres intervalos de tiempo: mes, estación, y año.  
- Para cada intervalo, ¿qué patrones en la temperatura podemos aprender que no se aprecian en los otros intervalos?

### Pregunta 1.1.6

Compara tu gráfico de la Pregunta 1.1.4 con la Figura 1.4 (a continuación), que muestra la evolución de la temperatura usando datos de la Academia Nacional de Ciencias.  
- ¿Qué similitudes y diferencias encuentras entre los gráficos?  
- Al observar el periodo 1000–1900 en la Figura 1.4, ¿los patrones de tu gráfico son inusuales?  
- Con base en tus respuestas, ¿crees que el gobierno debería preocuparse por el cambio climático?

Gráfico, Gráfico de líneas

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

## Parte 1.2. Variación de la temperatura en el tiempo

El cambio climático no solo se refleja en un aumento de la temperatura promedio, sino también en la forma en que se distribuyen las temperaturas a lo largo del tiempo. Un artículo del [New York Times](https://www.nytimes.com/2022/04/28/learning/whats-going-on-in-this-graph-may-4-2022.html) analizó cómo la frecuencia de temperaturas “frías”, “templadas” y “calientes” cambió entre los periodos 1951–1980 y 1981–2010. Este enfoque muestra que incluso pequeños cambios en la media pueden alterar de forma significativa la probabilidad de experimentar temperaturas extremas.

En esta sección replicaremos parte de ese análisis, construyendo tablas de frecuencias e histogramas para comparar la distribución de anomalías de temperatura en ambos periodos, y evaluando si las temperaturas se han vuelto más extremas o más variables con el tiempo.

### Pregunta 1.2.1

Crea dos tablas de frecuencias similares a la Figura 1.6 para los años 1951–1980 y 1981–2010.

Tabla

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

### Pregunta 1.2.2

Con las tablas de frecuencias:  
- Construye dos histogramas (1951–1980 y 1981–2010) mostrando la distribución de anomalías de temperatura.  
- Describe las similitudes y diferencias entre las distribuciones de estos dos periodos.

### Pregunta 1.2.3

El artículo del New York Times clasifica el tercio inferior (1er al 3er decil) como “frío” y el tercio superior (7º al 10º decil) como “caliente”.  
- Usa la función np.quantile (numpy) en Python para encontrar los valores correspondientes a los deciles 3 y 7 en 1951–1980.

### Pregunta 1.2.4

Usando los valores de la Pregunta 3, cuenta cuántas anomalías se consideran “calientes” en 1981–2010 y exprésalo como porcentaje.  
- ¿Esto sugiere que experimentamos temperaturas altas más frecuentemente en 1981–2010?

### Pregunta 1.2.5

El artículo discute si las temperaturas se han vuelto más variables con el tiempo.  
- Calcula la media y varianza de las temperaturas en cada estación (DJF, MAM, JJA, SON) para 1921–1950, 1951–1980 y 1981–2010.  
- Compara las varianzas. ¿Las temperaturas parecen más variables en los periodos recientes?

### Pregunta 1.2.6

Con base en el artículo y tus respuestas, ¿aconsejarías al gobierno gastar más recursos en mitigar los efectos de eventos climáticos extremos?

## Parte 1.3. CO₂ y su relación con la temperatura

El dióxido de carbono (CO₂) es uno de los principales gases de efecto invernadero. Su concentración en la atmósfera ha aumentado de manera constante desde mediados del siglo XX, y este cambio está fuertemente vinculado con la actividad humana.

El observatorio de Mauna Loa (Hawái) es una de las series de datos más conocidas para medir estos cambios. Vamos a utilizar la siguiente base de datos:

<https://tinyco.re/3763425>

### Pregunta 1.3.1

Los datos de CO₂ se registraron en un observatorio en Mauna Loa.  
- ¿Consideras que son una representación confiable de la atmósfera global? Explica usando el artículo del [Earth System Research Laboratory](https://gml.noaa.gov/ccgg/about/co2_measurements.html).

### Pregunta 1.3.2

Las variables trend e interpolated son parecidas, pero no idénticas.  
- Explica la diferencia en tus propias palabras.  
- ¿Por qué podría haber variación estacional en los niveles de CO₂?

### Pregunta 1.3.3

Grafica una línea con los niveles de CO₂ (interpolated y trend) en el eje vertical y el tiempo (desde enero de 1960) en el eje horizontal.  
- Etiqueta los ejes, incluye la leyenda y titula el gráfico.  
- ¿Qué sugiere este gráfico sobre la relación entre CO₂ y tiempo?

### Pregunta 1.3.4

Elige un mes y añade los datos de la tendencia del CO₂ al conjunto de anomalías de temperatura de la Parte 1.1.  
- Haz un diagrama de dispersión (CO₂ en el eje vertical, anomalía de temperatura en el horizontal).  
- Calcula el coeficiente de correlación de Pearson.  
- Interpreta el resultado y discute sus limitaciones.

### Pregunta 1.3.6

Aunque dos variables estén fuertemente correlacionadas entre sí, esto no significa necesariamente que el comportamiento de una sea el resultado de la otra (característica conocida como **causalidad**). Las dos variables podrían estar correlacionadas de manera **espuria**. Ver video [TEDx](https://tinyco.re/5951011) para más detalles.

- Da un ejemplo de correlación espuria relacionado con CO₂ o anomalías de temperatura.

1. Adaptado de: https://books.core-econ.org/doing-economics/book/text/01-06.html [↑](#footnote-ref-1)