

# GUÍA EXPERIMENTAL N°2: ANÁLIS DE GRÁFICOS ESTUDIO DEL MOVIMIENTO EN DOS DIMENSIONES

N. Lastra <sup>a, b</sup>

<sup>a</sup> Ingeniería Civil Industrial. Departamento de Ciencias Física, Facultad de Ciencias Exactas,  
Universidad Andrés Bello. Chile

<sup>b</sup> Magíster en Data Science. Departamento de Ciencias Exactas, Facultad de Ingeniería,  
Arquitectura y Diseño. Universidad San Sebastián. Chile

(n.lastra.q@uandresbello.edu)

## RESUMEN

Se analiza registro audiovisual experimental de un motociclista, que incluye velocidad y tiempo instantáneo, mediante la captura automatizada de cuadros cada dos segundos, en un rango de 9 [s] a 133 [s] (ambos inclusive), utilizando Python en Visual Studio Code. Los datos obtenidos se procesan y grafican en la misma interfaz que el video, en la búsqueda de patrones. Con el fin de generar un mejor abordaje, se estudia el movimiento en base a diez intervalos de tiempo, para los cuales se realiza ajuste lineal usando el método de los mínimos cuadrados, se calcula velocidad media, y luego se aproxima el área abarcada con el método de los trapecios contenidos en la función “trapz”. Los resultados indican que el motociclista viajó un total de 2355.9 metros, con un patrón cíclico de un intervalo de tiempo por medio, en el que su aceleración pasaba de ser aproximadamente constante, a cero.

**Palabras clave:** Gráfico de dispersión, variable dependiente, variable independiente, ajuste lineal, MRUA, velocidad, tiempo, área.

## 1. INTRODUCCIÓN

El análisis de gráficos es parte esencial de los estudios experimentales, especialmente si se trabaja con magnitudes relacionadas a la física. En un afán de profundizar en este tema, se asume el desafío presentado por Gonzales, J. [1], cuyos objetivos consideran: 1) identificar variables dependiente e independiente, 2) graficar una magnitud física en función de una variable independiente, y 3) obtener información contenida en un gráfico desde la pendiente y el área bajo la curva; en el marco de la captación de información y posterior representación gráfica más análisis, de un video que registra la velocidad conforme avanza el tiempo, del viaje que hace un motociclista.

## 2. MODELO TEÓRICO

El primer paso en el análisis de gráficos es la confección de estos mismos. Ya sean generados de forma manual, o por medio de una plataforma digital, se deben respetar algunos consensos generales [2] tales como: incluir título del fenómeno representado, seleccionar un sistema de coordenadas ortogonal, considerando que cada eje debe integrar la magnitud correspondiente y sus unidades de medida, un intervalo de medidas adecuado y equiespaciado, y finalmente graficar la variable independiente en el eje de las abscisas, y la variable dependiente en el eje de las ordenadas. Luego, para generar el análisis [2], se sugiere determinar la relación funcional (1) entre variables experimentales de la siguiente forma: a) obtener los datos de la variable dependiente y de la independiente, listados en una tabla, b) realizar una gráfica de los datos, c) determinar el tipo de relación entre variables (lineal o no lineal), d) modificar variables en caso de que la relación no sea lineal por medio de una rectificación, e) determinar pendiente “m” y ordenada en el origen “n”, para escribir la ecuación de la recta (2) correspondiente, y f) realizar una interpretación física de la relación funcional de las variables, considerando las constantes y su análisis dimensional.

$$y = f(x, m, n) \quad (1)$$

$$y = mx + n \quad (2)$$

Como se obtiene varias mediciones experimentales de (1), se buscan los valores de la pendiente y el intercepto más representativos para el conjunto de datos mediante alguna técnica estadística. En este trabajo se utilizará el método de los mínimos cuadrados, en donde la pendiente (3) y el intercepto (4) se obtienen utilizando tanto las sumatorias de los datos, como las medias de éstos.

$$m = \frac{\sum((x-\bar{x}) \cdot (y-\bar{y}))}{\sum(x-\bar{x})^2} \quad (3)$$

$$n = \bar{y} - m \cdot \bar{x} \quad (4)$$

Como se obtiene varias mediciones experimentales de (1), se buscan los valores de la pendiente y el intercepto más representativos para el conjunto de datos mediante alguna técnica estadística. En este trabajo se utilizará el método de los mínimos cuadrados, en donde la pendiente (3) y el intercepto (4) se obtienen utilizando tanto las sumatorias de los datos, como las medias de éstos.

Respecto a los gráficos del estudio, es necesario saber que el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA) presenta una aceleración (a) constante, y que su gráfica de la velocidad instantánea (5) en función del tiempo, describe una recta con una pendiente igual a la aceleración del cuerpo en movimiento [1].

$$v(t) = v_0 + a \cdot t \quad (4)$$

### 3. MÉTODO EXPERIMENTAL Y RESULTADOS

La experiencia [1] consistió estudiar el video (Figura 1) de una moto en movimiento, donde se detalla la velocidad y el tiempo transcurrido desde que el motociclista inicia su viaje. A través de este estudio, se buscaba aplicar métodos de análisis de gráficos, interpretando sus componentes y área abarcada desde un aproximamiento de la física. Respecto a la captura de los datos, se utilizó Python en Visual Studio Code para generar un repositorio [3] con el respectivo código que procesara el video y captara los cuadros cada dos segundos, a medida que este avanzaba. Los datos de las imágenes obtenidas fueron registrados de forma manual en un archivo CSV (aunque de igual forma se definió la región de interés de donde captar los datos de la velocidad y de los minutos y segundos transcurridos, de modo que se pudiera reconocer los caracteres con ayuda de una red neuronal convolucional, transformers u otros). Para efectos del estudio, se utilizó únicamente el intervalo total de tiempo entre los 9 y los 133 segundos.



Figura 1. Resumen de resultados relativos a la distancia de reacción [cm] y al tiempo de reacción [s].

Los datos obtenidos fueron almacenados y procesados en un nuevo código del repositorio [3], en donde se modificaron las unidades de medida al sistema internacional (SI), se crearon intervalos de tiempo, gráfico de dispersión (Figura 2) y con ajuste lineal (Figura 3), registrando los datos referidos a pendiente, ecuación de ajuste lineal, velocidad representativa del intervalo, área abarcada, entre otras variables auxiliares necesarias.

El área de los intervalos fue calculada de forma manual, por segmentación en triángulos y rectángulos, obteniendo el mismo orden del área calculada por el código con la función “trapz” (método del trapecio), por lo que se decide utilizar esta última para efectos de los análisis de este estudio.

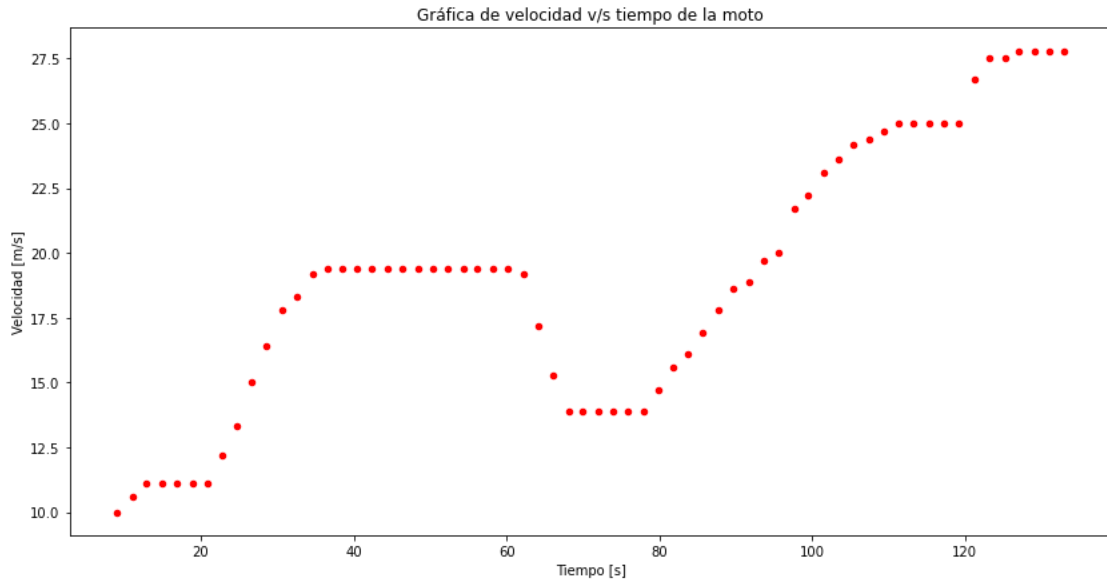


Figura 2. Gráfico de dispersión de los datos de velocidad y tiempo en unidades del SI.

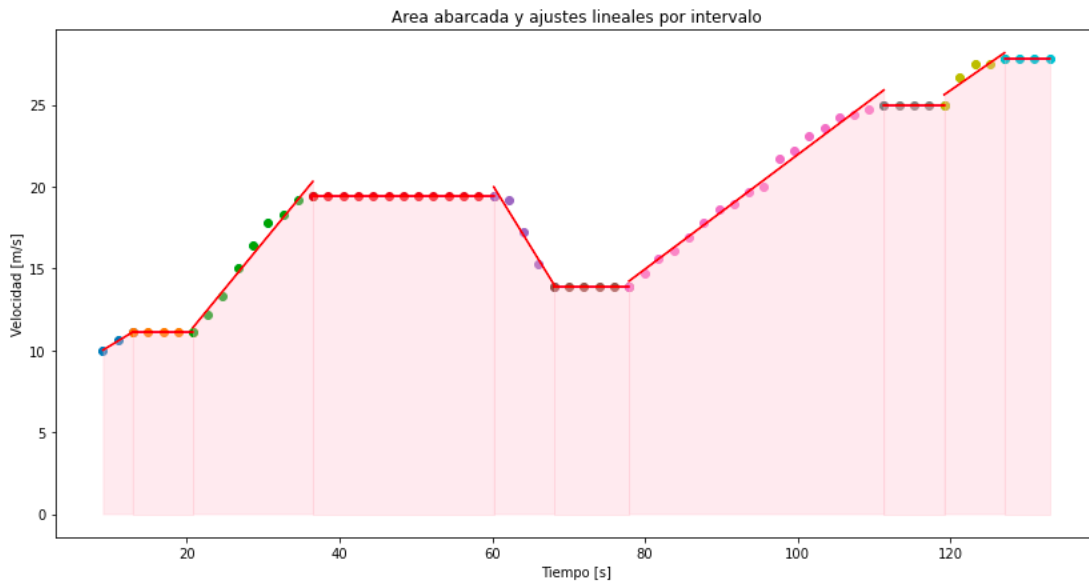


Figura 3. Gráfico que incluye ajustes lineales por intervalo, obtenido por método de mínimos cuadrados, y el área abarcada, obtenida por método del trapecio con la función “trapz”.

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa en los gráficos anteriores (Figura 2 y 3), así como en los datos de la Tabla 1, el comportamiento de la velocidad no fue constante, ya que existen cambios en cada intervalo; Sin embargo, se identifica un patrón, en el cual el motociclista mantiene la velocidad intervalo por medio.

Tabla 1. Resumen de los resultados por intervalo de tiempo

	Tiempo_inicial	Tiempo_final	Pendiente	Intercepto	Ajuste_lineal	aceleración	Velocidad_intervalo	Area_intervalo
0	9.0	12.9	0.3	7.5	$0.3x+7.5$	0.3	11.1	164.0
1	12.9	20.8	0.0	11.1	$0.0x+11.1$	0.0	11.1	41.2
2	20.8	36.5	0.6	-0.4	$0.6x+-0.4$	0.6	20.0	87.7
3	36.5	60.2	0.0	19.4	$0.0x+19.4$	0.0	19.4	250.1
4	60.2	68.1	-0.8	65.5	$-0.8x+65.5$	-0.8	7.9	459.8
5	68.1	77.9	0.0	13.9	$0.0x+13.9$	0.0	13.9	134.9
6	77.9	111.3	0.3	-13.0	$0.3x+-13.0$	0.3	25.6	136.2
7	111.3	119.2	0.0	25.0	$0.0x+25.0$	0.0	25.0	671.1
8	119.2	127.1	0.3	-13.0	$0.3x+-13.0$	0.3	27.6	197.5
9	127.1	133.0	0.0	27.8	$0.0x+27.8$	0.0	27.8	213.4

Dado el patrón identificado anteriormente, la aceleración tampoco es constante, ya que varía en un ciclo, en el que en un tramo hay aceleración casi constante (positiva o negativa), para luego tener una aceleración igual a cero. En la Figura 4 se pueden apreciar las inclinaciones de los ajustes lineales que representan la aceleración por tramo, y en la Tabla 1 se pueden confirmar de forma teórica los valores de las pendientes (aceleración) de dichos tramos.

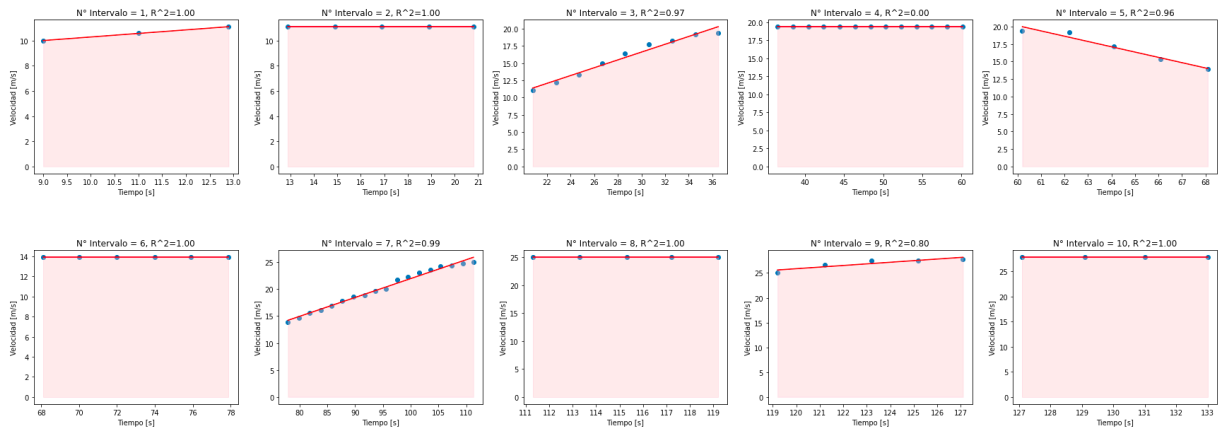


Figura 4. Gráficos de velocidad versus tiempo para cada tramo, con ajustes lineales y áreas bajo curva.

Considerando que el área encerrada por la curva (Figura 3) representa la posición “ $x(t)$ ” de la moto en movimiento [1], la variación total de dicho  $x(t)$  fue de 2355.9 metros (este resultado está expresado en metros, ya que, al realizar el producto entre magnitudes, la magnitud [s] se cancela, quedando únicamente [m] ).

## 5. CONCLUSIONES

Los gráficos representan una gran herramienta para el análisis de datos, sobre todo en física, pero se debe tener en cuenta que requieren de una correcta confección e interpretación. Además, no se puede obviar el contexto del que nacen los datos plasmados en ellos, ya que esto influye en el tipo de procesamiento o interpretación que se les asignará a sus resultados. En este caso, se pudo apreciar que aun cuando la gráfica general de los datos no obedecía a un MRUA, al realizar los debidos ajustes lineales por secciones con sus respectivos gráficos, se pudo obtener una aproximación de la velocidad y la aceleración, e incluso un total de lo recorrido, es decir, una trayectoria de 2355.9 metros, con un patrón cíclico, de un intervalo de tiempo por medio, en el que su aceleración pasaba de ser aproximadamente constante, a cero.

## REFERENCIAS

- [1] GONZÁLES, J. Guía experimental [Guía]. Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile.
- [2] GONZÁLES, J. Análisis gráfico [Apunte]. Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile.
- [3] LASTRA, N. ICVI\_NLQ (Version 1.0.0) [Repositorio]. [https://github.com/Nicole-lq/ICVI\\_NLQ](https://github.com/Nicole-lq/ICVI_NLQ)

Script del video:

Como la guía experimental numero 2 implicaba recolectar datos cada cierto tiempo, que estaban contenidos en un video, se generó un Código con Python para extraer los cuadros del video cada dos segundos de forma automatizada, Y si bien se podí haber reconocido los caracteres en estas capturas, usando la libreria Pytesseract, una red neuronal convolucional, o un transformer, solo se dejaron definidas las dos regions de interés y se registraron los datos en un archivo CSV de forma manual, para mantener la pertinencia de lo solicitado en la guía.

Los datos tabulados, fueron importados y procesados con Python, iniciando con transformaciones básicas de unidades al sistema internacional, para generar un primer gráfico de dispersión de la velocidad versus el tiempo. Este gráfico se analizó de forma visual, y sirvió para definir los intervalos de tiempo en los cuales se observaba un cambio de comportamiento en la velocidad.

Luego, se generó un gráfico que incluía los ajustes lineales para cada intervalo previamente definido. Este ajuste fue realizado por el método de los minimos cuadrados. En este gráfico también se incluyó el área bajo la curva, obtenida por el método del trapecio, contenido en la librería Numpy.

En el siguiente paso se definió un dataframe donde se guardaron las variables necesarias, y se generó una tabla resumen.

Como extra, se generaron gráficos por separado para cada intervalo, incluyendo el R cuadrado de cada uno.

Luego de añadir los valores del R cuadrado a la tabla resumen, se calculó la suma de las áreas, correspondiente al total de los metros manejados por el motociclista en el rango de tiempo de los 9 a los 133 segundos, cuyo resultado alcanzaba un total de 2.356 metros aproximadamente.