

GASES IDEALES

David S. Castro , William A. Gómez, Ana M. Niño, Laura V. Pachón , Juliana Ramos y Luis A. Cañón,
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia
Informe de laboratorio de Gases Ideales
Grupo I

This laboratory report aims to analyze the behavior of an ideal gas, taking into account its state equation and the different processes that make it up. For this purpose, we made use of the PHET simulator which allowed us to work with an ideal gas and its different properties, in order to study the variables of pressure, volume and temperature in four different cases: the first with a constant volume, the second with a constant temperature, the third with a constant pressure as a function of temperature and the other as a function of volume, and as a fourth case were all the variable factors making changes in the size of the container. Finally, a collection of the data obtained for each of the cases was carried out, in order to plot them and determine their behavior.

Index Terms—Law of gases, equation of state, processes with ideal gases, pressure, volume, temperature.

I. RESUMEN

En el presente informe de laboratorio se pretende analizar el comportamiento de un gas ideal, teniendo en cuenta su ecuación de estado y los diferentes procesos que lo conforman. Para esto se hizo uso del simulador PHET el cual nos permitió trabajar con un gas ideal y sus diferentes propiedades, para así estudiar las variables de presión, volumen y temperatura en cuatro casos diferentes: el primero con un volumen constante, el segundo con temperatura constante, el tercero con presión constante mostrado en función de la temperatura y otra en función del volumen, y como cuarto caso se encontraban todos los factores variables realizando cambios en el tamaño del recipiente. Finalmente, se realizó una recolección de los datos obtenidos para cada uno de los casos, con el fin de graficarlos y determinar el comportamiento de estos.

II. INTRODUCCIÓN

Se define como gas ideal, aquel donde todas las colisiones entre átomos o moléculas son perfectamente elásticas, y en el que no hay fuerzas atractivas intermoleculares. En tales gases toda la energía interna está en forma de energía cinética y cualquier cambio en la energía interna va acompañada de un cambio en la temperatura. Además, estos se caracterizan por tres variables de estado: la presión absoluta (P), el volumen (V), y la temperatura absoluta (T). [1]

A. Ecuación de Estado

Es una ecuación que relaciona, para un sistema en equilibrio termodinámico, las variables de estado que lo describen, donde su ecuación general es:

$$f(p, V, T) = 0$$

Fig. 1. Ecuación de estado de un gas ideal. Se evidencian las variables de estado.

Ahora bien, la ecuación de estado de un gas ideal es aquella que describe el comportamiento de un gas cuando éste se

encuentra a una presión baja y a una temperatura alta. En estas condiciones la densidad del gas es muy baja, por lo que pueden decirse que no hay interacciones entre las moléculas del gas y el volumen de las moléculas es nulo.

Además, es el resultado de combinar dos leyes empíricas válidas para gases muy diluidos: la **ley de Boyle** y la **ley de Charles**.

B. Ley de Boyle

Describe el comportamiento del gas ideal cuando se mantiene su temperatura constante (transformación isotérmica). Dicha ley establece que el producto de la presión por el volumen de un gas a temperatura constante es constante (k).

$$P \cdot V = K$$

Fig. 2. Ley de Boyle

C. Ley de Charles

Establece que, a presión constante, el cociente entre el volumen que ocupa un gas y su temperatura, expresada en kelvin (K), es una constante.

$$\frac{V}{T} = cte$$

Fig. 3. Ley de Charles

Combinando las dos ecuaciones tenemos que:

$$PV = nRT$$

Fig. 4. Ecuación de estado de un gas ideal

En donde

- P = presión absoluta
- V = volumen
- n = número de moles
- constante universal de gas = 8.3145 J/mol K
- T = temperatura

D. Proceso Isotérmico

Se le denomina al cambio reversible en un sistema termodinámico, siendo dicho cambio a temperatura constante en todo el sistema. La compresión o expansión de un gas ideal puede llevarse a cabo colocando el gas en contacto térmico con otro sistema de Capacidad calorífica muy grande y a la misma temperatura que el gas; este otro sistema se conoce como foco calórico. De esta manera, el calor se transfiere muy lentamente, permitiendo que el gas se expanda realizando trabajo. Como la energía interna de un gas ideal sólo depende de la temperatura y ésta permanece constante en la expansión isoterma, el calor tomado del foco es igual al trabajo realizado por el gas:

$$Q = W$$

Fig. 5. Calor y trabajo en un proceso Isotérmico

E. Proceso Isocórico

Se le denomina al cambio reversible en un sistema termodinámico, siendo dicho cambio a temperatura constante en todo el sistema. La compresión o expansión de un gas ideal puede llevarse a cabo colocando el gas en contacto térmico con otro sistema de Capacidad calorífica muy grande y a la misma temperatura que el gas; este otro sistema se conoce como foco calórico. De esta manera, el calor se transfiere muy lentamente, permitiendo que el gas se expanda realizando trabajo. Como la energía interna de un gas ideal sólo depende de la temperatura y ésta permanece constante en la expansión isoterma, el calor tomado del foco es igual al trabajo realizado por el gas:

$$\Delta W = P\Delta V$$

Fig. 6. Trabajo en un proceso Isocórico

Aplicando la primera ley de la termodinámica, podemos deducir todo el calor que transfiramos al sistema aumentará a su energía interna U .

$$\Delta U = Q$$

Fig. 7. Energía interna en un proceso Isocórico

F. Proceso Isobárico

Es un proceso termodinámico que ocurre a presión constante. La Primera Ley de la Termodinámica, para este caso, queda expresada como sigue:

$$\Delta U = Q - P\Delta V$$

Fig. 8. Energía interna en un proceso Isobárico

III. OBJETIVOS

- 1) Comprobar las leyes de los gases.
- 2) Entender los diferentes procesos con el gas ideal.
- 3) Manejar la ecuación de estado del gas ideal en sus diferentes formas.
- 4) Reconocer que el aire en el rango de la temperatura y de presiones trabajadas se comporta como un gas ideal.

IV. METODOLOGÍA

En el simulador Phet que es el simulador web que nos ayudó en el desarrollo de esta práctica de laboratorio, teníamos una gran variedad de opciones que con el conocimiento previo de los temas que se van a trabajar se puede saber de manera muy intuitiva como es que se configura para evaluar los diferentes procesos, pero enseguida están los pasos:

A. Proceso Isocórico

En este, tenemos que seleccionar al volumen como una constante, determinar el tamaño del recipiente que contiene el gas y una cantidad de 100 partículas de las azules. Posteriormente, comenzamos a variar los valores de la temperatura en un total de 10 variaciones para poder crear su respectiva grafica.

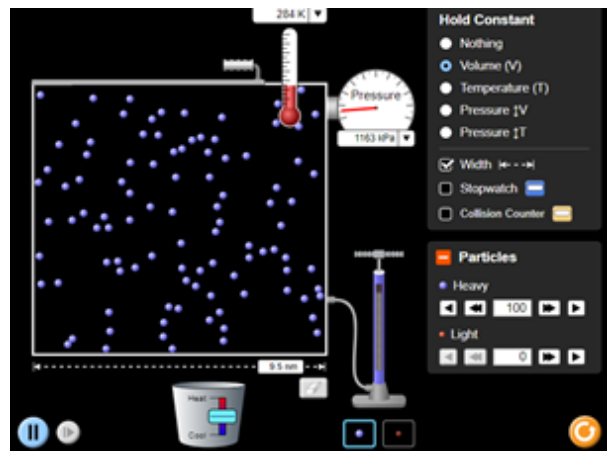


Fig. 9. Configuración utilizada en el simulador Phet a volumen constante

B. Proceso Isotérmico

En este tenemos que seleccionar a la temperatura como una constante, determinar el tamaño del recipiente que contiene el gas y una cantidad de 100 partículas de las azules. Posteriormente, comenzamos a variar los valores del tamaño del recipiente en un total de 10 variaciones para poder crear su respectiva grafica.

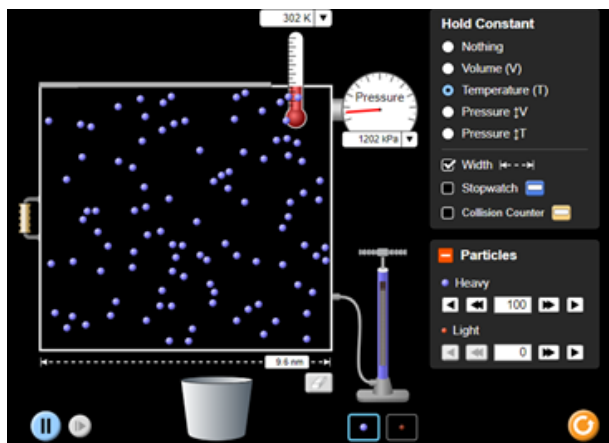


Fig. 10. Configuración utilizada en el simulador Phet a volumen constante

C. Proceso Isobárico

En este tenemos que seleccionar a la presión como una constante, determinar el tamaño del recipiente que contiene el gas y una cantidad de 100 partículas de las azules. Posteriormente, comenzamos a variar los valores del tamaño del contenedor del gas en un total de 10 variaciones para poder crear su respectiva gráfica, en este caso podíamos ver que al cambiar el tamaño del recipiente con presión constante la temperatura varía.

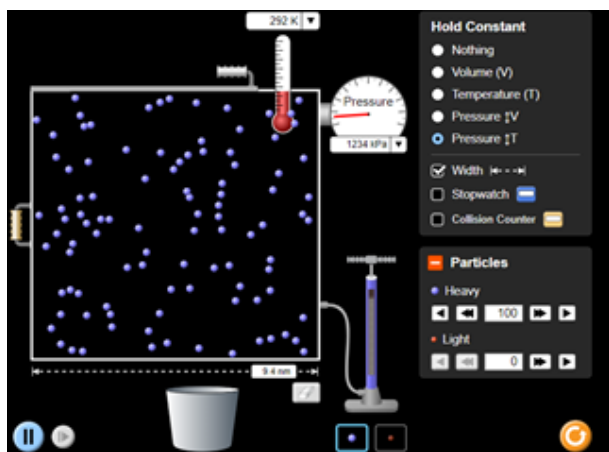


Fig. 11. A presión constante, se varía el volumen y se registra la temperatura

A continuación, repetíamos el proceso, pero esta vez con la opción de la presión constante y el volumen, donde en este caso teníamos que elevar o disminuir la temperatura y registrar el tamaño del recipiente puesto que la presión es una constante también.

V. RESULTADOS Y ANÁLISIS

A. Experimento 1: VOLUMEN CONSTANTE

La ley de Gay Lussac establece que, para un volumen constante de un gas ideal, su presión es directamente proporcional a su temperatura. Si hacemos la gráfica de presión en función de la temperatura, deberíamos ver una línea recta con pendiente positiva, la cual corta o intercepta al eje de la presión (eje Y) en un valor positivo y al ser extrapolada en

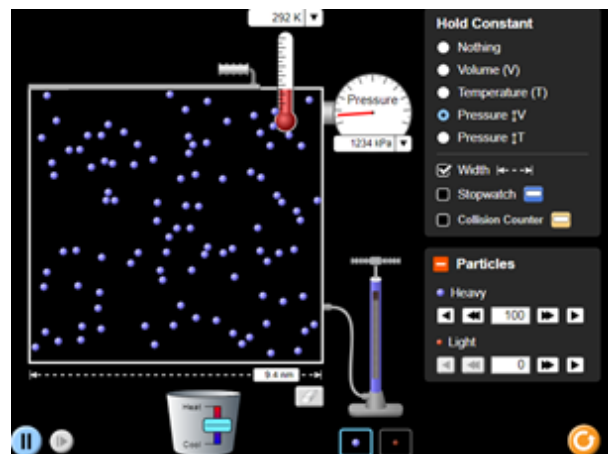


Fig. 12. A presión constante, se varía la temperatura y se registra el volumen

la temperatura negativa (eje X), deberíamos encontrar que a una presión de cero (0), la temperatura en kelvin debería ser cercana al cero absoluto o -273.15°C .

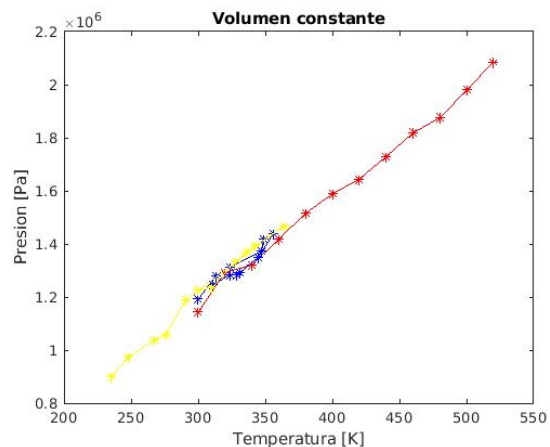


Fig. 13. Datos recolectados por distintos integrantes del grupo en diferentes colores

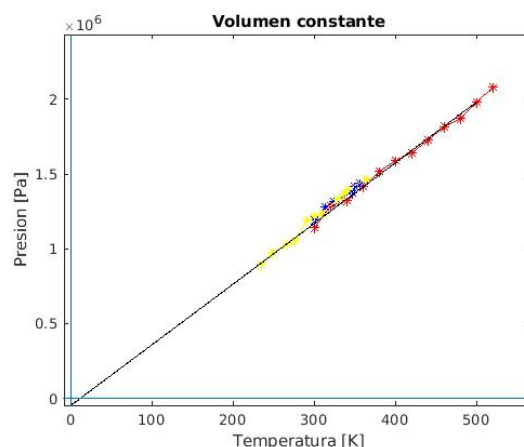


Fig. 14. Datos extrapolados para observar el comportamiento de la presión en la temperatura de 0 absoluto

Los datos de un integrante fueron repetidos 3 veces para

calcular el error absoluto y relativo que se obtenía al medir la presión, ya que el manómetro no presentaba consistencia o equilibrio en la medición, sino que otorgaba una medida que variaba bruscamente en cierto rango. Los datos medidos se muestran a continuación, los cuales representan los puntos rojos graficados en la imagen anterior (13 y 14) Para estos

Temperature	Presion1	Presion2	Presion3
300	1.1447e+06	1.1447e+06	1.1447e+06
320	1.2764e+06	1.2966e+06	1.2966e+06
340	1.3068e+06	1.327e+06	1.327e+06
360	1.3777e+06	1.4688e+06	1.4081e+06
380	1.5296e+06	1.5296e+06	1.4891e+06
400	1.5803e+06	1.5803e+06	1.6107e+06
420	1.6411e+06	1.6411e+06	1.6512e+06
440	1.7525e+06	1.7424e+06	1.6917e+06
460	1.8234e+06	1.8031e+06	1.8234e+06
480	1.9146e+06	1.8538e+06	1.8538e+06
500	2.0057e+06	1.9754e+06	1.9652e+06
520	2.0868e+06	2.0766e+06	2.0868e+06

Fig. 15. Datos de las repeticiones realizadas para el experimento a volumen constante. La temperatura esta en Kelvin y la presión en Pascales.

datos a volumen constante se tomo el promedio, la desviación estándar y se calcularon los respectivos errores, los cuales se muestran a continuación.

MEAN	DESVIACION	errAbsoluto	errRelativo
1.1447e+06	2.1756e-15	6.2804e-16	5.5578e-15
1.2899e+06	0.11547	0.033333	0.26178
1.3203e+06	0.11547	0.033333	0.25575
1.4182e+06	0.45826	0.13229	0.94491
1.5161e+06	0.23094	0.066667	0.44543
1.5904e+06	0.17321	0.05	0.31847
1.6444e+06	0.057735	0.016667	0.10267
1.7289e+06	0.32146	0.092796	0.54373
1.8166e+06	0.11547	0.033333	0.18587
1.874e+06	0.34641	0.1	0.54054
1.9821e+06	0.20817	0.060093	0.30712
2.0834e+06	0.057735	0.016667	0.081037

Fig. 16. Los valores calculados del promedio de la presión (Pa), la desviación estándar, el error absoluto y relativo %

Se puede observar entonces, que si bien el error porcentual obtenido es muy pequeño si existió. Esto, como se menciona debido a que para una temperatura establecida, la presión oscilaba entre diferentes valores al rededor de un punto, por lo que en cada repetición, el valor medido de la presión era relativamente diferente.

Ademas la figura 14, muestra que para una presión de 0, la temperatura también es cercana al 0 absoluto. Lo cual fue lo que estábamos esperando del simulador.

B. Experimento 2: TEMPERATURA CONSTANTE

La ley de Boyle-Mariotte es una ley de los gases que relaciona el volumen y la presión de una cierta cantidad de gas a temperatura constante. Al realizar la gráfica del Volumen en función de la presión esperamos ver una curva, que represente una isoterma, es decir la relación entre presión y volumen a una temperatura constante.

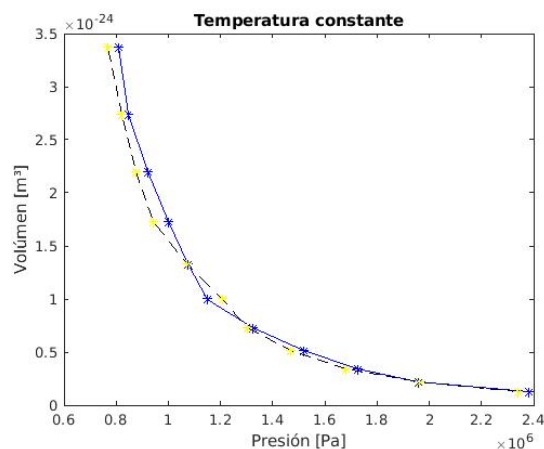


Fig. 17. Curvas isotermas obtenidas tras graficar los datos del simulador.

Como se esperaba, esta curva obtenida en la gráfica 17 representa una isoterma que se asemeja a la curva encontrada en la literatura. De la misma manera, se midió el error absoluto y relativo en este caso, ya que para los valores de presión medidos, ocurrió lo mismo que en el anterior experimento, el manómetro registraba valores alternantes y no un único valor.

Los datos se muestran a continuación, en unidades del sistema internacional.

Volume	Presion1	Presion2	Presion3
3.375e-24	8.104e+05	8.104e+05	8.104e+05
2.744e-24	8.4079e+05	8.3066e+05	8.7118e+05
2.197e-24	9.2183e+05	9.0157e+05	9.4209e+05
1.728e-24	9.7248e+05	1.013e+06	1.013e+06
1.331e-24	1.0636e+06	1.094e+06	1.0636e+06
1e-24	1.1548e+06	1.1447e+06	1.1447e+06
7.29e-25	1.3574e+06	1.3473e+06	1.2662e+06
5.12e-25	1.5195e+06	1.5094e+06	1.5296e+06
3.43e-25	1.7221e+06	1.7221e+06	1.7322e+06
2.16e-25	1.9348e+06	2.0057e+06	1.9348e+06
1.25e-25	2.3502e+06	2.3907e+06	2.4008e+06

Fig. 18. Datos de la presión (Pa) en diferentes repeticiones para temperatura constante. El volumen esta en m³.

Y los valores del promedio, desviación estándar y respectivos errores se muestran a continuación.

MEAN	DESVIACION	errAbsoluto	errRelativo
8.104e+05	0	0	0
8.4754e+05	0.20817	0.062765	7.4055e-06
9.2183e+05	0.2	0.060302	6.5416e-06
9.9949e+05	0.23094	0.069631	6.9666e-06
1.0738e+06	0.17321	0.052223	4.8635e-06
1.1481e+06	0.057735	0.017408	1.5163e-06
1.3237e+06	0.49329	0.14873	1.1236e-05
1.5195e+06	0.1	0.030151	1.9843e-06
1.7255e+06	0.057735	0.017408	1.0089e-06
1.9585e+06	0.40415	0.12185	6.2219e-06
2.3806e+06	0.26458	0.079772	3.351e-06

Fig. 19. Datos calculados de la desviación estándar y los errores respectivos para las presiones registradas en 3 repeticiones a temperatura constante.

C. Experimento 3: PRESIÓN CONSTANTE

La ley de Charles relaciona el volumen y la temperatura de una cierta cantidad de gas ideal, manteniendo la presión constante, la relación es directamente proporcional. Es decir que, al hacer una gráfica del volumen en función de la temperatura, esperamos ver una recta con pendiente positiva.

Hay dos formas de mantener la presión constante en este sistema. La primera es cambiando el volumen del gas, lo que provocara un efecto en la temperatura para mantener la presión constante.

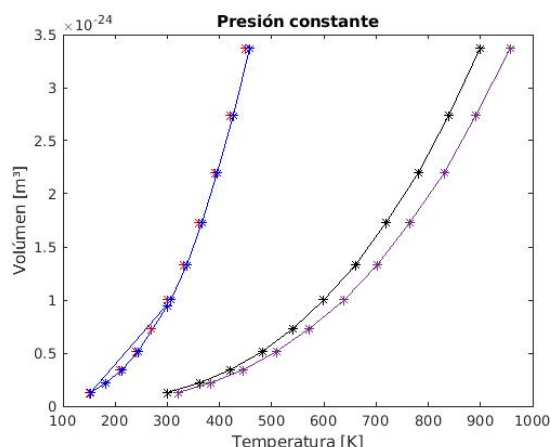


Fig. 20. Manteniendo la presión constante, se varía el volumen y se registra la temperatura

La segunda forma es variar la temperatura del gas para que el volumen responda de forma proporcional, con el fin de mantener la presión constante.

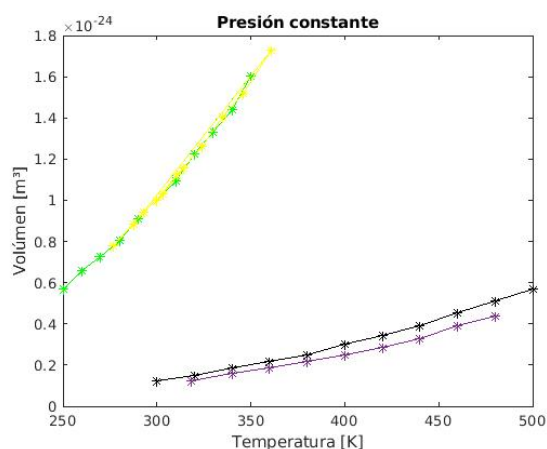


Fig. 21. Manteniendo la presión constante, se varía la temperatura y se registra el volumen

Primero, debemos decir que la gráfica NO fue la esperada, ya que el comportamiento de el volumen en función de la temperatura según el simulador, muestra un comportamiento cuadrático, si bien es directamente proporcional, el comportamiento esperado era lineal. Es por esto que se decidió repetir el experimento y se muestra en las gráficas 20 y 21 varias curvas, las cuales tuvieron valores diferentes bajo las mismas condiciones y muestran su comportamiento no lineal.

Se repitió el experimento el día de hoy y los datos fueron diferentes a los registrados hace 8 días con el simulador. Esto se debe a que el simulador cambio y ahora la temperatura y presión mínima que soportaba el sistema eran diferentes. Sin embargo, se volvió a evidenciar el comportamiento no lineal.

Por esto podemos decir que el simulador vario en su configuración y por eso no fue posible replicar el experimento, sin embargo el comportamiento no lineal también debe ser un error del simulador, el cual no está teniendo en cuenta la relación lineal entre estas dos variables de estado.

Por otro lado, los errores no fueron tenidos en cuenta en este experimento, debido a que no pudimos replicar los datos obtenidos anteriormente y no eran concisos entre si.

Ademas en el caso en que se variaba la temperatura y se media el volumen, en todas las repeticiones se obtuvieron los mismos datos, por lo que el error absoluto y relativo porcentual en este caso era de 0.

VI. DISCUSIÓN

El laboratorio fue llevado a cabo en un simulador virtual, que consistía de un sistema con un gas ideal en su interior. Realizamos 3 experimentos diferentes donde buscábamos replicar los resultados y experimentos realizados por Boyle, Gay Lussac y Charles a cerca de los gases ideales, donde mostraban la relación de las variables de estado P, V y T analizando dos variables cuando la otra es constante.

Los experimentos fueron repetidos 3 veces cada uno con el fin de medir el error que se obtenía por parte del simulador. Cuando se midió la presión o la temperatura, los datos eran alternantes entre sí, pero cuando se medía el volumen los datos eran siempre los mismos, esto influyo al momento de reportar las tablas de errores en los resultados.

Se observo que el simulador tenia parámetros diferentes 8 días después de tomados los datos, lo cual no permitió que realizáramos una replica del 3 experimento, el cual fue el que presentó complicaciones en este laboratorio. A pesar de medir las variables indicadas, seguir las instrucciones y repetir el experimento, siempre se obtuvo un comportamiento no lineal entre el volumen y la temperatura a presión constante, lo cual no concuerda con lo aprendido en clase u observado en la literatura. Como se mencionó, esperábamos un comportamiento lineal.

En general, los datos recolectados fueron interesantes ya que como se observa en la figura ??, una vez graficados los datos de todos los individuos del grupo se debía ver que estos fueran coherentes entre sí. Si nos fijamos en esta imagen podemos observar que algunos datos generaban cierto ruido, o estaban muy concentrados en un punto. Debido a esto fue necesario un pre procesamiento de estos datos, lo cual si bien fue una tarea sencilla que se realizo manualmente y sin ningún criterio matemáticamente estricto donde eliminamos ciertos datos y dejamos otros, nos permitió tener una idea de los retos a los que se enfrentan los profesionales de datos cuando manejan problemas reales.

VII. CONCLUSIÓN

- (i) Se pudo determinar la relación que existe entre las variaciones y constantes realizada entre la presión, temperatura

o volumen, con respecto a las tres leyes de los gases correspondientes a la ley de Gay Lussac, ley de Boyle-Marriotte y ley de Charles.

- (ii) Al implementar la ley de Charles con la relación de volumen-temperatura, mantenido constante la presión de las dos formas posibles, podemos determinar que existe un comportamiento de una recta mostrando una correlación positiva entre las variables.
- (iii) Del mismo modo sucede en la relación presión-temperatura a un volumen constante, mostrada en la ley de Gay Lussac donde podemos determinar que su correlación es positiva y con un comportamiento proporcional.
- (iv) Con el comportamiento de las variables presión (Pa) - temperatura (K) podemos determinar que al tener alguna de las dos variables en cero, la otra muestra un mismo valor.
- (v) Los procesos termodinámicos de los gases ideales también se relacionan con las leyes de los gases ideales, como se muestra en la ley de Boyle-Marriotte en conexión con un proceso isoterma debido a su relación volumen-presión a una temperatura constante.
- (vi) A una temperatura constante hay un comportamiento de curva con correlación negativa entre las variables presión-volumen.
- (vii) La combinación de las leyes de Charles y la de Boyle describe el comportamiento de un gas ideal.

REFERENCES

- [1] Olmo R. (s.f) Ley de gas ideal [Online]. Recuperado de: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/Kinetic/idegas.html>
- [2] Martín T. y Serrano A. (s.f) Ecuación de estado [Online]. Recuperado de: <https://www2.montes.upm.es/dptos/digfa/cfisica/termolp/estado.html>
- [3] Vidal P. (s.f) Leyes generales de los gases [Online]. Recuperado de: <https://www.liceopabloneurudatemuco.cl/wp-content/uploads/2020/05/QUC38DMICA-8AVO-BC381SICOGuia-leyes-de-Leyesdeiosgases.pdf>
- [4] Katherine [s.f] Ley de los gases generales [Online]. Recuperado de: <https://athanieto.wordpress.com/tematicas/ley-de-los-gases-ideales/>