

# *Innovación para la enseñanza de la Química*

## **LAS LEYES DE LOS GASES EN ESTADO REMOTO**

Cintia V. Ils<sup>1</sup>, Sandra A. Hernández<sup>1,2</sup>

1- *Universidad Nacional del Sur (UNS), Departamento de Química, Gabinete de Didáctica de la Química, Argentina.*

2- *Instituto de Química del Sur (INQUISUR), Universidad Nacional del Sur (UNS)-CONICET, Avenida Alem 1253, CP800CPB, Bahía Blanca, Argentina.*

E-mail: [ils.cintia@yahoo.com.ar](mailto:ils.cintia@yahoo.com.ar)

Recibido: 24/11/2021. Aceptado: 21/04/2023.

**Resumen.** Esta propuesta forma parte de una secuencia didáctica diagramada para introducir las leyes experimentales sobre el estado gaseoso: Boyle-Mariotte, Charles y Gay-Lussac, en un curso de 2do año de educación secundaria durante el Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio. Se le asignó al grupo clase la realización de cuatro experiencias sencillas, a desarrollar de manera individual en sus hogares, en las que cada estudiante debía interpretar lo observado utilizando sus conocimientos cotidianos no formales, y formales también si los tuviera, para luego ser reinterpretados junto con la docente y el resto de la clase en una puesta en común sincrónica. Las experiencias planteadas pusieron en juego la solución de problemas, la toma de decisiones, el pensamiento crítico y la creatividad. Los resultados de la evaluación final de los contenidos abordados mostraron un mejor promedio de aprobación con respecto a otros años donde el tema fue dado de manera tradicional y presencial.

**Palabras clave.** leyes de los gases, educación remota, aula invertida, habilidades CTIAM, práctica experimental a distancia.

### **THE LAWS OF GASES IN A REMOTE STATE**

**Abstract.** This proposal is part of a didactic sequence diagrammed to introduce the experimental laws on the gaseous state: Boyle-Mariotte, Charles and Gay-Lussac, in a 2nd year course of secondary education during preventive and compulsory social isolation. The class group was assigned to carry out four simple experiences, to be developed individually in their homes, in which each student had to interpret what was observed using their non-formal everyday knowledge, and formal knowledge if they had any, to later be reinterpreted together with the teacher and the rest of the class in a synchronous sharing. The experiences raised brought into play problem solving, decision making, critical thinking and creativity. The results of the final evaluation of the contents addressed showed a better average approval compared to other years where the subject was given in a traditional and face-to-face way.

**Keywords.** laws of gases, remote education, flipped classroom, STEAM skills, remote experimental practice.

### **INTRODUCCIÓN**

La pandemia de Covid-19 sorprendió a todas las personas y puntalmente a los y las docentes, quienes tuvimos que buscar la forma de llevar adelante nuestra labor de la mejor manera posible. Días y noches pensando clases y



diferentes opciones de acercar la escuela a nuestros/as estudiantes, tratando de comunicar de la mejor manera posible la nueva forma de aprender, además de buscar y tratar de acceder a plataformas y herramientas digitales desconocidas para la mayoría.

A todo esto, se suma que en muchos casos docentes y estudiantes no alcanzamos a encontrarnos nunca de manera presencial debido al repentino Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO); es así que tuvimos que afilar todos nuestros sentidos para poder hacer un diagnóstico de nuestra aula virtual que nos permitiera planificar mes a mes, ya que la fragilidad y lo cambiante de la situación no admitía una planificación anual como estábamos acostumbrados/as.

Diferentes estrategias didácticas de contextualización y de Enseñanza Remota de Emergencia atravesaron todos los niveles académicos (Lompardía, 2021). El aula invertida como método de enseñanza (Jato-Canales, Fausto-Frías y Domínguez-Liriano, 2021) y los laboratorios invertidos (Fernández-Labrada y col., 2021) fueron conquistando las clases asincrónicas.

En la cotidianidad de una clase de Físicoquímica, sabemos que hay determinados temas que resultan difíciles de comprender, ya sea por lo abstracto del concepto, por la dificultad misma del contenido, por el nivel de abstracción que cada estudiante posee o simplemente por el preconceito que el alumnado suele tener sobre la materia (Furió Más y Furió, 2018; Perren, Bottani y Odetti, 2004; Talanquer, 2005; Trinidad-Velasco y Garritz, 2003).

*"Físicoquímica es difícil", "nunca entiendo nada", "son puras fórmulas"*, son los típicos comentarios de los y las estudiantes, cada año. Así que sabíamos de antemano que la situación iba a requerir mucho esfuerzo de ambas partes.

La propuesta aquí presentada forma parte de una secuencia didáctica diagramada para introducir las leyes experimentales sobre el estado gaseoso: Boyle-Mariotte, Charles y Gay-Lussac, sugeridas en el Diseño Curricular para la Educación Secundaria de la Provincia de Buenos Aires de 2º Año (SB) (2007).

Este contenido, considerado prioritario en el currículum del año 2020, en opinión del estudiantado, siempre les resulta complejo debido a que sólo conciben su aprendizaje a través de la memorización de las fórmulas que representa cada ley (Figura 1).

Si bien la memoria y su ejercitación es necesaria para la consolidación de conocimientos aprendidos, es sabido que, cuando sólo se utilizan estrategias de memorización para retener una información, la mente guardará ese conocimiento de manera aislada. El aprendizaje aislado se da cuando el estudiantado no logra vincular con éxito sus conocimientos previos con una información externa que recibe (Galagovsky, 2004, p. 233).

¿Qué se entiende por una comprensión "significativa y consciente" de la química? Comprender algo nuevo, de una manera significativa, es conectarlo explícitamente con el conocimiento y las experiencias previas de

una persona de una manera no trivial. Esto contrasta con el polo opuesto de un continuo: algo que se aprende palabra por palabra, pasivamente, por mera repetición, que se “repite como un loro” en el momento indicado y que, de lo contrario, permanece aislado en la memoria de cualquier otro conocimiento con el que pueda relacionarse (Gabel, 2002, p. 30).

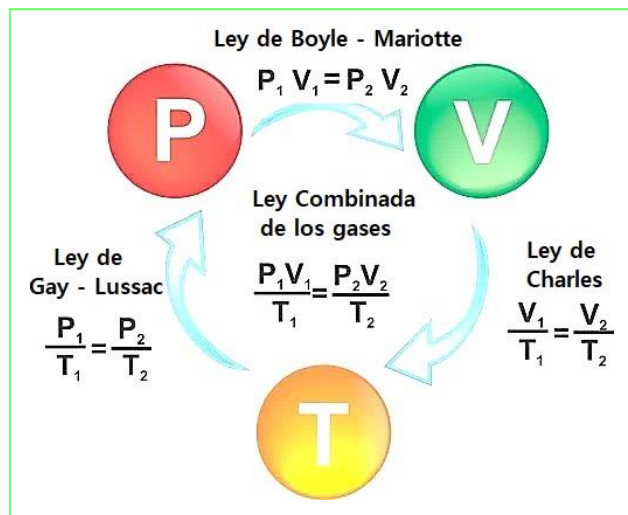


Figura 1. Expresiones matemáticas de las leyes de los gases: Ley de Boyle-Mariotte, Ley de Charles, Ley de Gay-Lussac y Ley combinada de los gases.

En función de la problemática planteada, se propone una manera de trabajo no tradicional a través de la cual se incita al alumnado a realizar prácticas experimentales en sus hogares y en las que se ponga en juego distintas habilidades STEAM (en castellano CTIAM: Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática) (Vanegas, 2021). Se intenta que las y los estudiantes aprendan haciendo a través de la experimentación, utilizando su ingenio, resolviendo los problemas que se les presenten, realizando observaciones, planteando hipótesis, conjeturando respuestas, tomando apuntes, midiendo parámetros, atendiendo a las variables físicas, realizando interpretaciones matemáticas y fisicoquímicas.

## LA PROPUESTA

Las actividades que se desarrollaron en este contexto de virtualidad, debido al Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio durante el 2020, tuvieron como objetivo principal aportar a la construcción del conocimiento a partir de situaciones reales de experimentación, convirtiendo cada hogar en un laboratorio en el que cada estudiante fuera protagonista de las propuestas empíricas.

Entendiendo que el contenido a desarrollar era históricamente aprendido de memoria, y por ende, olvidado inmediatamente, y sumado al hecho de que la virtualidad desmotivaba porque les ganaba el sueño, ya que no era necesario levantarse de la cama y no lograban generar el hábito y el compromiso, o porque justo en ese momento había aparecido una circular que indicaba que no desaprobaban el año escolar, es que se pensó en una nueva manera de llegar al alumnado atravesando la pantalla y la pizarra con marcadores, que aunque es necesaria, no es suficiente. La propuesta

intenta propiciar un acercamiento a las ciencias a través de experiencias sencillas que promueva en los y las educandos desafío, reflexión y acción valorando los conocimientos que posean como punto de partida de nuevas construcciones conceptuales.

Es importante considerar que se trabajó con un curso de treinta estudiantes de segundo año del Ciclo Básico de Educación Secundaria en el cual había una gran heterogeneidad de ideas previas y conocimiento del tema a abordar dado que algunos/as educandos se incorporaban al colegio recién ese año, por venir de otras ciudades o de otras escuelas de la ciudad.

Para llevar a cabo la propuesta se recurre a la siguiente secuencia didáctica: a) Presentación de las experiencias a desarrollar; b) Realización y registro de las experiencias y c) Puesta en común y presentación del contenido formal.

### **a) Presentación de las experiencias a desarrollar**

Como habíamos planteado anteriormente, la idea de la propuesta era presentarles a los educandos una serie de experiencias sencillas que ellos pudieran realizar en sus hogares sin previa presentación formal del contenido a desarrollar, sino solo apoyados en sus conocimientos cotidianos no formales, y formales también si los tuviera, para luego ser reinterpretados junto con la docente y el resto de la clase en una puesta en común sincrónica.

A continuación, se detallan los enunciados:

**Consigna 1:** a) *Te propongo que consigas un globo y que lo inflés todo sin atarlo, luego lo sueltes y veas qué sucede. Sacale foto a la experiencia o realizá un dibujo y describí lo que observaste.* b) *Luego, volvé a inflar al mismo globo, pero no mucho, hacele un nudito y ponelo en la heladera. Luego de algunas horas sacalo y anotá lo que observás. Registrá la experiencia con fotos o realizá dibujos del antes y el después y comentá con tus palabras lo sucedido.*

**Consigna 2:** *Ahora te propongo que consigas una jeringa de plástico como la que muestra la foto. Tirá del émbolo móvil hacia afuera y luego apoyá tu dedo sobre el orificio donde iría la aguja. Luego, manteniendo firme el dedo, empujá el émbolo móvil tratando de comprimir el aire que hay dentro de la jeringa. Escribí con tus palabras lo que sucedió.*

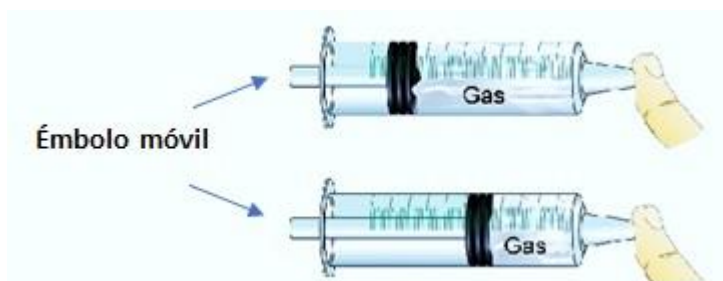


Figura 2. Dibujo esquemático de la acción del émbolo móvil sobre el gas contenido en una jeringa, al tapar con el dedo el orificio donde iría la aguja.

**ATENCIÓN:** Como en las próximas experiencias vamos a trabajar con fuego, para realizar las consignas 3 y 4 vas tener que estar acompañado/a de un adulto que te ayude a tomar las precauciones necesarias.

**Consigna 3:** Para esta experiencia vas a necesitar los siguientes materiales: un plato hondo o bandeja; una vela; un vaso; agua con colorante o jugo; un encendedor o fósforo.

Vas a proceder de la siguiente manera:

1. Situá la vela en el centro del plato y rodeala de agua con colorante o jugo.
2. Encendé la vela con la supervisión de un adulto.
3. Colocá el vaso boca abajo cubriendo la vela.
4. Observá y sacá tus conclusiones.
5. Registrá lo sucedido acompañando tu relato de fotos o dibujos del antes y el después.

**Consigna 4:** ¿Hacemos pochoclos? Vas a necesitar los siguientes materiales:

Una sartén mediana; papel de aluminio; aceite comestible; maíz para pochoclos.

Procedimiento:

1. Colocá un poquito de aceite en el fondo de la sartén y luego el maíz.
2. Cubrí con el papel de aluminio y, con la supervisión de un adulto, llevála al fuego (Figura 3 (a)). Mové la sartén de vez en cuando para evitar que el maíz se pegue al fondo.
3. Observá qué ocurre cuando empiezan a hacerse los pochoclos (Figura 3 (b)).



Figura 3. (a) Corte de una sartén donde se ven el papel de aluminio y el maíz para pochoclos al inicio de la cocción; (b) Corte de la misma sartén en el momento en que se están haciendo los pochoclos.

Analizá y respondé:

1. ¿Si los pochoclos fueran moléculas de un gas, ¿qué podría decirse con respecto a su movimiento?




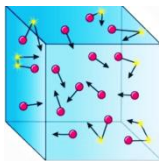

2. ¿Qué te parece que ocurre en la figura 3 (b) con la presión dentro del recipiente?

### b) Realización y registro de las experiencias

Trascurridos 12 días de entregada la tarea y una vez realizadas todas las consignas, cada estudiante subió sus observaciones al Classroom del curso, registrando en cada experiencia lo ocurrido.

A modo de ejemplo de los trabajos presentados, la tabla 1 muestra la ley o teoría experimentada y el registro fotográfico y la descripción correspondiente a cada consigna.

Tabla 1. Ley o teoría experimentada, acompañada del registro fotográfico y la descripción, de acuerdo a la consigna del trabajo experimental.

Consigna	Ley/teoría experimentada	Fotografía	Descripción
Consigna 1	<p>Ley de Charles</p> $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$		<i>¡La experiencia del globo estuvo muy buena! ya que cuando abrí la heladera para ver el globo se había desinflado y creo que tiene que ver con la temperatura.</i>
Consigna 2	<p>Ley de Boyle - Mariotte</p> $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$		<i>Cuando empujé el émbolo, la presión del aire que tiene adentro la jeringa aumentó y disminuyó el volumen. La temperatura fue la que permaneció igual.</i>
Consigna 3	<p>Ley de Gay-Lussac</p> $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$		<i>Al colocar el vaso sobre la vela, esta se apaga y luego el nivel del agua sube dentro del vaso. La vela se apaga porque se consume el oxígeno necesario para la combustión y esta no puede continuar.</i>
Consigna 4	<p>Teoría cinético-molecular</p> 		<p><i>Si los pochoclos fueran moléculas de un gas, con respecto a su movimiento podría decirse que las moléculas se mueven rápidamente y en todas direcciones</i></p> <p><i>Debido al aumento de la temperatura, se mueven con mayor velocidad, generando una cinética</i></p>

Como instrumento de registro de las distintas experiencias, la mayoría prefirió las fotografías o los videos, desestimando los dibujos.

Recibidos todos los aportes de las y los estudiantes, la docente hizo una devolución individual felicitándolos por sus registros, ya que se pudo observar la dedicación y el acompañamiento familiar para la realización de las experiencias.

### **c) Puesta en común y presentación del contenido formal.**

En el encuentro sincrónico, realizado por la plataforma Zoom, docente y estudiantes fueron conversando acerca de lo observado y registrado en las distintas experiencias, razonando juntos la influencia que tienen sobre los gases las variables volumen, presión y temperatura.

Con ayuda de su pizarra, la docente fue registrando las interpretaciones vertidas por el estudiantado acerca de cada experiencia, poniendo en consideración qué variable era la que podía permanecer constante y cómo se relacionaban las otras dos.

Posteriormente, se presenta la ecuación de la Ley combinada de los gases

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Para evitar la memorización automatizada de la fórmula matemática, la docente aporta como regla mnemotécnica una oración corta y fácil de recordar: "pan pebete", para que ayude al estudiantado a relacionar las variables presión, volumen y temperatura.

Asumiendo que la variable que permanezca constante durante la experiencia es la que se simplifica en dicha ecuación general, se fueron planteando las nuevas ecuaciones, llegando así a definir las leyes de los gases: Ley de Boyle-Mariotte (T=constante), Ley de Charles (P=constante), y Ley de Gay-Lussac (V=constante).

La puesta en común fue muy enriquecedora, con alto grado de participación. Se pudo ver el empeño en develar el concepto detrás de las experiencias. Cada estudiante quería dar su opinión e incluso competían para ver quién era el alumno o la alumna que más se acercaba al conocimiento formal.

Si bien no se les pidió que investigaran, por propia motivación, hubo estudiantes que consultaron en diferentes fuentes (libros o páginas Web) para poder corroborar su conclusión en la experiencia realizada. Dado que en la mayoría de los casos encontraron coincidencias entre lo hipotetizado por el alumnado y lo enunciado en los textos, fue muy fácil y fluido llegar al conocimiento formal.

Otro punto a destacar es que, en la mayoría de los casos, algún papá, mamá o hermano/a fue quien ayudó a registrar las experiencias, lo cual fue valorado muy positivamente por las y los estudiantes. Además de ser protagonistas de su propio aprendizaje, pudieron compartir aspectos científicos con otras personas, que no son sus pares, ejercitando la habilidad de comunicación, puesta en consideración y discusión de un hecho



experimental. Durante el encuentro sincrónico se mostraron muy interesados en apropiarse del lenguaje específico para poder transmitir el resultado de las experiencias entre quienes les habían ayudado en casa.

## **RESPECTO A LA TEORÍA CINÉTICO-MOLECULAR DE LOS GASES**

La teoría cinético-molecular de los gases se basa en un modelo en el que las moléculas: 1) están en constante movimiento al azar; 2) ocupan un volumen despreciable en comparación con el recipiente; 3) no se atraen ni se repelen entre sí y 4) las colisiones entre ellas y con las paredes del recipiente son elásticas (Petrucci y col., 2011)

Esta teoría está basada en el modelo que se muestra en la Figura que acompaña a la consigna 4 de la Tabla 1 la cual permite visualizar las moléculas del gas, en constante movimiento, colisionando entre sí y con las paredes del recipiente.

Acerca de los modelos para la enseñanza de las ciencias, Chamizo (2010) explica que:

*Los modelos (**m**) son representaciones, basadas generalmente en analogías, que se construyen contextualizando cierta porción del mundo (**M**), con un objetivo específico. (...) Una analogía está constituida por aquellos rasgos o propiedades que sabemos similares en **m** y **M**. Que se construyen contextualizando, (Chamizo e Izquierdo, 2005) remite a un tiempo y lugar históricamente definido lo que además enmarca la representación; cierta porción del mundo indica su carácter limitado, los modelos **m** son respecto al mundo **M** parciales. (p. 27).*

Con relación a las analogías, hay que indicar que su uso es muy frecuente en la enseñanza de conceptos científicos en educación secundaria, incluso considerándose necesarias a la hora de abordar temas con contenidos que resultan abstractos.

*"En cuanto a las analogías estudiadas y los tópicos que se pretenden explicar con ellas, se observa que lo más frecuente es intentar modelar el átomo, las moléculas y los conceptos asociados a la teoría cinético-molecular, como son la atracción o la colisión entre moléculas o los diferentes estados de agregación." (Marrero Galván y González Pérez, 2023, p. 110110).*

En tal sentido, dada la situación de aislamiento y la imposibilidad de hacer un experimento que evidenciara la teoría cinético molecular, se pide a las y los estudiantes que realicen pochoclos, con el propósito de analogar el movimiento rápido y en todas las direcciones de las partículas de un gas (maíz) dentro del recipiente cerrado (olla) y cuya velocidad y frecuencia de impacto aumenta al aumentar la temperatura.

## **CONCLUSIÓN E IMPLICACIONES**

Esta forma de trabajo, diferente a la habitual o tradicional, permitió poder desarrollar en las y los estudiantes habilidades cognitivas de nivel superior.



Las experiencias planteadas pusieron en juego la motivación, el razonamiento, la solución de problemas, la toma de decisiones, el pensamiento crítico y el pensamiento creativo.

La práctica experimental les permitió poner en juego distintas habilidades STEAM: aprender haciendo, utilizando su ingenio, planteando hipótesis, conjeturando respuestas, tomando apuntes, midiendo parámetros, variables físicas, realizando interpretaciones matemáticas, etcétera.

Además de acompañar con una interpretación razonable los resultados obtenidos, las y los estudiantes tuvieron que manejar herramientas de tecnología como tomar fotos o realizar videos para ir registrando su trabajo y transformar sus capturas en un formato que pudiera ser posible de subir al Classroom.

Durante el encuentro sincrónico, la puesta en común de las actividades realizadas permitió reinterpretar los resultados obtenidos generándose un rico intercambio de saberes en los que cada estudiante pudo exponer sus puntos de vista y posibles deducciones de lo que había sucedido en cada experiencia, permitiendo recuperar conceptos conocidos y relacionarlos con los nuevos.

La evaluación realizada al finalizar el tema contó con un porcentaje de aprobación del 90%, de 30 estudiantes solo tres desaprobaron, siendo este un porcentaje mayor al registrado en otros años donde el tema fue dado de manera tradicional y presencial.

Los resultados obtenidos, tanto a nivel cuantitativo como cualitativo, alientan a seguir abordando este contenido de esta forma ya que se pudo observar, en las y los estudiantes, una mayor interpretación de las leyes, además de favorecer la comunicación oral y la adquisición del lenguaje específico.

## **AGRADECIMIENTOS**

Las autoras agradecen el financiamiento del Proyecto de grupo de investigación: 24/Q113 en el marco del cual se realizó este trabajo.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Chamizo, J. A. C. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 7(1), 26-41.

Chamizo J. A. C. e Izquierdo M. (2005). Ciencia en contexto. Una reflexión desde la filosofía. *Alambique*, 46, 9-17.

Diseño Curricular para la Educación Secundaria - 2º Año (SB). (2007). *Resolución N° 2495/07*. DGCyE, Provincia de Buenos Aires. <https://abc.gob.ar/secundaria/sites/default/files/documentos/secundaria2.pdf>

Fernández-Labrada, M. A., Rodríguez-Heredia, D., Pérez Matos, R., García Ulacia, I., y Salas Tort, D. (2021). Laboratorios invertidos: alternativa

- para el aprendizaje de Química Orgánica y Biológica. *Tecnología Química*, 41(2), 388-404.  
<https://tecnologia.quimica.uo.edu.cu/index.php/tq/article/view/5199>
- Furió Más, C. J. y Furió, C. (2018). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación química*, 11(3), 300-308.
- Gabel, D. (2002). Foreword. En: Gilbert, J.K., De Jong, O., Justi, R., Treagust, D. F., Van Driel, J. H. (eds.). *Chemical Education: Towards Research-based Practice*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Galagovsky, L. (2004) Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 1: Marco teórico. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 229-240.
- Jato-Canales, S., Fausto-Frías, S. y Domínguez-Liriano, J. D. (2021). Aula invertida como método de enseñanza en la unidad didáctica Reacciones Químicas de quinto grado del Nivel Secundario. *RECIE. Revista Caribeña de Investigación Educativa*, 5(1), 19-39. <https://doi.org/10.32541/recie.2021.v5i1.pp19-39>
- Lompardía, S. (2021). Pandemia y continuidad pedagógica: Reflexionando sobre la Química en el contexto de la inmunología y sobre educación remota de emergencia. *Educación en la Química*, 27(1), 60-68.  
<https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/4>
- Marrero Galván, J. J. y González Pérez, P. (2023). Investigaciones sobre el uso de analogías en el aula de ciencias: una revisión sistemática *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(1) 110101-110121. Universidad de Cádiz, España.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92072334006>
- Perren, M. A., Bottani, E. J. y Odetti, H. S. (2004) Problemas cuantitativos y comprensión de conceptos. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(1), 105-114.
- Petrucci, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D. y Bissonnette, C. (2011). Gases. En: *Química General. Principios y aplicaciones modernas*. 10ma edición. (192-240). Pearson Educación, S. A.: Madrid.
- Talanquer, V. (2005). El químico intuitivo. *Educación química*, 16(4), 540-547.
- Trinidad-Velasco, R. y Garritz, A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación química*, 14(2), 72-85.
- Vanegas, Y. (2021). STEM, STEAM, STREAM: Posibilidades, reflexiones y experiencias. *Didacticae*, (10), 4-7.  
<https://doi.org/10.1344/did.2021.10.4-7>