

Ideas previas sobre estados físicos de la materia. Caso de estudio en la Preparatoria Agrícola

Salazar-Cervantes Gabriela*

Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Preparatoria Agrícola, Área de Química Carretera Federal México-Texcoco Km 38.5, Texcoco, Estado de México, C.P. 56230, México.

*Autor para correspondencia: gsalazarc@chapingo.mx

Recibido:
31/julio/2021

Aceptado:
09/noviembre/2021

Palabras clave:
Dificultades,
simuladores,
indagación

Keywords:
Difficulties,
simulators,
enquiry

RESUMEN

Este trabajo resalta la importancia de las ideas previas en el aula. Al respecto se analizan estas ideas acerca de las características de los estados físicos y sus cambios de estado. Se presenta una propuesta didáctica para la enseñanza de las características de los diferentes estados de agregación. Se analizaron las ideas previas de dos grupos de alumnos. Un grupo inscrito en su primer curso de química del nivel medio superior y otro grupo de estudiantes con el nivel medio superior terminado que cursaban un curso previo de química a sus estudios de nivel superior, en ambos grupos se encontró similitud en sus respuestas. La propuesta de enseñanza se basa en el aprendizaje por indagación y el uso de simuladores.

ABSTRACT

This paper highlights the importance of previous ideas in the classroom. In this respect, previous ideas about the characteristics of physical states and their changes of state are analyzed. A didactic proposal for teaching the characteristics of the different states of aggregation is presented. The preconceptions of two groups of students were analyzed. One group was taking their first chemistry course at the upper secondary level and the other group was made up of students who had finished upper secondary school and were taking a chemistry course prior to their higher-level studies; in both groups, similarities were found in their answers. The teaching proposal is based on inquiry-based learning and the use of simulators.

Introducción

El objetivo de este trabajo es resaltar la importancia de las ideas previas y del aprendizaje por indagación.

El tema de estudio es *estados físicos de la materia*. En la escuela preparatoria donde se lleva a cabo este trabajo el tema se revisa al inicio del primer curso de Química (Química I), previo a la revisión de cambios físicos y químicos. En los cursos posteriores y en el curso propedéutico que se imparte a alumnos que han ingresado a la Institución con estudios preparatorios terminados ya no se revisa el tema de estados físicos, se parte de cambios físicos y químicos. En el curso de química I se proyecta que el alumno sea capaz de explicar las diferencias en los estados de agregación y sus cambios con base en la teoría cinética molecular (Programa de Estudio Química I, Área de Química., 2020).

La Química es una de las materias obligatorias en el nivel medio superior que es considerada difícil de acreditar. En 2018 la materia Química I ocupó el cuarto lugar de las materias con más índice de reprobación de la Preparatoria Agrícola Chapingo (Preparatoria Agrícola, 2018). Como ciencia básica indispensable para comprender los procesos naturales la preocupación docente por el análisis de los orígenes de las dificultades es persistente. Se reconoce que una de las mayores dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química es el manejo de conceptos abstractos (Contreras y González, 2014). Se ha encontrado que, en la mayoría de las veces, en el sistema de educación básica, la enseñanza se centra en el profesor (no solo en Química, sino de manera general), se dictan clases expositivas, en las que el estudiante tiene un rol pasivo y esto puede observarse incluso en el nivel superior (Sánchez et al., 2021). El profesor a nivel medio superior supone que el estudiante entiende muchos de los conceptos que, de acuerdo con el currículo a seguir, deben de manejarse. Se ha mencionado por diferentes autores (Furió-Mas et al., 1999; Lopez Valentin y Furió Más, 2021; Sosa y Méndez, 2011) acerca de las dificultades en la enseñanza de conceptos fundamentales, como elemento, sustancia, compuesto y la importancia de su aprendizaje. Si no se profundiza en esta situación se favorece un aprendizaje memorístico, en el que el alumno puede, incluso, aparentar un buen manejo de conceptos y procesos que en realidad poco o nada le dicen porque para el no tienen significancia y muchas veces el modelo que crean y utilizan es resultado de un mal manejo de conceptos transmitido por los profesores (Sosa y Méndez, 2011).

Actualmente, en el ámbito de investigación educativa se ha resaltado la importancia del conocimiento con que cuenta el estudiante, aun mas allá, de las ideas previas,

que son la base del proceso de aprendizaje y donde se fundamentará la continuación del aprendizaje (Arellano et al., 2014). Si estas ideas son correctas se avanzará positivamente hacia los objetivos, pero frecuentemente estas son erróneas y resultan muy arraigadas porque tienen relación directa con lo que el alumno percibe en su cotidianidad y con lo que se le ha transmitido en cursos previos y que de cierta manera le ha sido útil para conseguir resultados aprobatorios.

Desde finales del siglo pasado en diversas partes del mundo se comenzó a impulsar el aprendizaje por indagación (Garritz y Talanquer, 2012; van Rens, 2012). En 1910 el pedagogo estadounidense John Dewey presenta el concepto de indagación y recomienda su uso en los primeros años de la educación escolar, convencido de que el proceso de aprendizaje ocurre mediante enfrentamientos con situaciones problemáticas que surgen en el curso de las actividades que han merecido interés, el pensamiento constituye un instrumento destinado a resolver problemas de la experiencia, así, el conocimiento es el producto de la resolución de esos problemas (Westbrook, 1993).

En 1996 el National Research Council de los Estados Unidos coloca la indagación como principal estrategia para la enseñanza de la ciencia y aproximadamente 10 años después en Europa comienza a ser relevante la enseñanza por indagación (Garritz, 2010). En México en las reformas a los planes y programas de estudio de la educación básica (2009 y 2011) se anexaron las "guías del maestro" en las que se propone el uso de la indagación en las aulas, sin embargo, la puesta en práctica no ha mostrado avances a este respecto.

El aprendizaje por indagación considera las características del aprendizaje constructivista y propone diversas estructuras adecuadas para la construcción del conocimiento. El estudiante tiene un rol activo, experimenta y se enfrenta a evidencias que bien pueden reafirmar o confrontar sus ideas previas. La experimentación, observación y análisis permiten construir el conocimiento.

En 2002 el físico ganador del premio Nobel por la condensación Bose-Einstein, interesado por mejorar la manera en que se enseña ciencia, se convierte en fundador del proyecto PheT, que inicia con simulaciones en el área de física y posteriormente se extenderían al resto de las ciencias básicas y demás áreas.

Las simulaciones PheT son recursos disponibles diseñados bajo el enfoque de aprendizaje por indagación. En este trabajo se utilizó esta herramienta en el estudio de las características de los estados de agregación.

Las conclusiones emitidas después del ejercicio planificado para este tema permitieron encontrar resultados positivos en la comprensión del tema.

Metodología

Este es un trabajo de campo, la recolección de datos se obtiene en sesión sincrónica con los alumnos, que se incluye en la experiencia académica cotidiana. La investigación es observacional, descriptiva y exploratoria ya que recoge la idea previa del alumno expresada sin influencia de la opinión del investigador, se describe el grado de similitud entre las respuestas de ambos grupos antes y después del uso de simuladores y se incluyó a un grupo de estudiantes (grupo 2) cuyo tema no se revisa en su programa de estudio.

Se realizó en dos fases (A y B). En la fase A se definieron los grupos de estudio, se diseñó el instrumento con el cual se identificaron y recolectaron las ideas previas, se presentó el tema a los estudiantes y se recolectaron los datos. En la fase B el alumno experimentó con el simulador para confrontar las ideas previas, se realizó el análisis de los resultados de los cuestionarios y de la evidencia de trabajo de los alumnos con el simulador, se concluyó la experiencia con los grupos. Enseguida se describen ambas fases.

Fase A

Grupos 1 y 2

Se estudiaron dos grupos del semestre 2 año 2020. Los cursos se impartieron a distancia, fue un semestre perteneciente al confinamiento sanitario.

El grupo 1 consistió en 25 alumnos del curso *Química 1* de la Preparatoria Agrícola Chapingo (promedio de edad 15 años).

El grupo 2 estaba conformado por 27 alumnos del curso *Introducción a la Química Agrícola y Ambiental*, curso que se imparte a alumnos que han ingresado a la Universidad Autónoma Chapingo con estudios de nivel medio superior concluido (promedio de edad 18 años), estos jóvenes cursan un año de propedéutico antes de ingresar al nivel superior, ahí esta inserta esta materia. Este grupo 2 fue un grupo catalogado con problemas de conectividad, con mayoría de jóvenes residentes en zonas rurales remotas. Se esperaba que hubiera una diferencia notable y favorable a los alumnos mayores en virtud de que estos tienen mayor experiencia dentro y fuera del aula.

Diseño de instrumento de recolección de datos

El diseño de preguntas partió de la idea de seguir un proceso de aprendizaje de indagación guiada, de forma que las preguntas usadas para identificar ideas previas quedaran disponibles para el estudiante y fueran utilizadas como guía durante su experimentación.

Se elaboró un cuestionario primario que se aplicó a 8 estudiantes de cursos previos, de diversos grados, quienes una vez que contestaron compartieron su punto de vista a fin de identificar algún error de planteamiento o redacción confusa, así como el grado de familiaridad y accesibilidad del formato, esto con la finalidad de minimizar algún factor que atentara contra la validez del instrumento. Las preguntas fueron de opción múltiple y entre las opciones de respuesta se incluyó la opción **no sé** a fin de evitar respuestas motivadas por azar. Se eligió Cuestionarios *Google forms*, ya que resultó más accesible y cuyo diseño *responsive* resultó mayor, a decir de los encuestados primarios, que la plataforma institucional.

Ejercicio Previo Estados de agregación

Lee con atención las preguntas y selecciona la respuesta adecuada

Se tienen dos contenedores sellados, cada uno contiene a un gas puro, el gas A y el gas B

- ☐ Las partículas de ambos gases permanecen quietas, inmóviles
- ☐ El comportamiento de las partículas dentro es igual, en ambos casos se mueven exactamente igual
- ☐ Si los gases son diferentes entre sí, su movimiento es diferente, aunque muy parecido.
- ☐ no sé

Figura 1. Vista del cuestionario de recolección de ideas previas (impresión de pantalla).

Presentación del tema

En una sesión sincrónica se presentó el objetivo general del tema: Describir las características de los diferentes estados de la materia a partir del comportamiento microscópico de las partículas constituyentes y posteriormente se introdujo el tema. Se presentó material digital con imágenes de agua en los diferentes estados físicos y se realizó una interacción con el grupo dirigiendo la discusión para encontrar las características de cada estado de agregación, una vez que los estudiantes enlistaron sus respuestas y las compartieron. Se les pidió que contestaran un breve cuestionario con la finalidad de conocer sus ideas acerca del tema, se les informó que no se registraría nombre o correo, para evitar consultas rápidas en la red. Se dieron 10 minutos para contestar. Se retomo la sesión y la discusión se dirigió en la búsqueda de las causas de que existieran diferentes estados físicos de la materia. Ya con el grupo con un rol activo se lanzaron preguntas que orientaran la discusión, por

ejemplo: ¿qué pasaría si un recipiente con agua se sella y se aumenta la presión?, cuando disminuyó la participación se presentó la simulación: “Estados de la materia de PheT”

(https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter/latest/states-of-matter_es.html) Figura 2. Se demostró de forma muy superficial, enfatizando que el recurso estaba disponible a toda hora en la red y que no había un límite de tiempo para manipularla. Esta aclaración se resaltó porque muchos alumnos en zonas rurales remotas han identificado que existen determinadas horas del día (a veces en la madrugada) en las que la conexión a la red es favorable, por lo que requieren que materiales y recursos estén siempre disponibles.

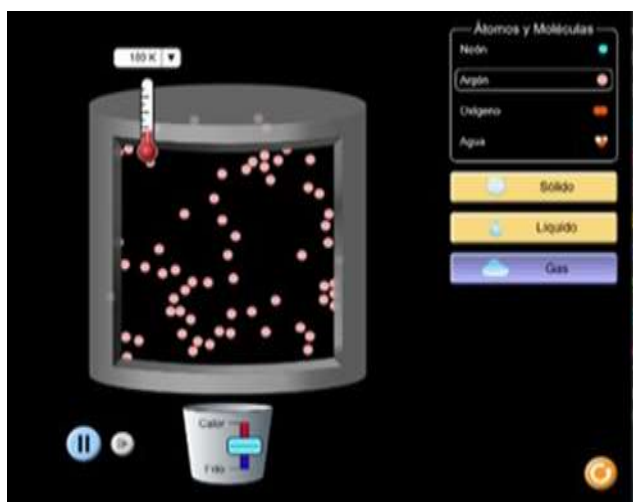


Figura 2. Impresión de pantalla del simulador

Se asignó la tarea de experimentar para corroborar o identificar lo acertado de sus respuestas, además se agregaron 4 preguntas más (preguntas reto), que permitieran facilitar los objetivos específicos, los cuales no se compartieron con el alumno en ese momento. Dichos objetivos fueron: 1. Diferenciar el efecto de cambios de temperatura en cada sustancia. 2. Asociar el movimiento de las partículas con la temperatura. 3. Determinar la relación entre variables que determinan el estado físico de las sustancias.

Fase B

Se organizaron y analizaron los datos recolectados. Los estudiantes experimentaron en casa con la simulación e intentaron visualizar las respuestas a las preguntas y escribieron sus observaciones y conclusiones que enviaron como tarea, este material se analizó para identificar puntos a destacar. En una segunda sesión, con la intervención de los alumnos se plantearon las conclusiones del ejercicio.

Resultados y discusión

Enseguida se presentan las preguntas iniciales, registros de respuestas y el resumen gráfico comparativo de las 7 respuestas (figuras 3 y 4).

Preguntas sobre ideas previas

- Se tienen dos contenedores sellados, cada uno contiene a un gas puro, el gas A y el gas B
 - Las partículas de ambos gases permanecen quietas, inmóviles
 - El comportamiento de las partículas dentro es igual, en ambos casos se mueven exactamente igual
 - Si los gases son diferentes entre sí, su movimiento es diferente, aunque muy parecido.
 - No sé
- El movimiento de las partículas de un gas dentro de un contenedor es solo de vibración, no se desplazan y se mantienen en la misma posición.
 - Cierto: Su movimiento es solo de vibración, no cambian su posición
 - Falso: Se mueven en todas direcciones.
 - No sé
- ¿Es posible que a temperatura ambiente el comportamiento de las partículas sea el mismo para cualquier gas?
 - No, cada sustancia es diferente
 - Si, no hay diferencia
 - No sé
- En este estado físico las partículas constituyentes se encuentran más alejadas.
 - Sólido
 - Gas
 - Líquido
 - No sé
- Factor importante en el estado físico que presenta una sustancia
 - Cantidad de sustancia
 - Temperatura
 - Volumen del contenedor
 - No sé
- Al cambiar de estado físico las partículas que constituyen una sustancia (átomos o moléculas) modifican su tamaño y/o forma
 - Falso
 - Cierto
 - No sé
- Estado físico en que la sustancia ocupa todo el volumen del recipiente contenedor
 - sólido
 - líquido
 - gas
 - No sé

Resultados gráficos, etapa 1

Marca temporal	Factor importante para el estado físico de una sustancia
12/2/2020 16:23:13	Temperatura
12/2/2020 16:23:51	Temperatura
12/2/2020 16:23:53	Temperatura
12/2/2020 16:24:04	Temperatura
12/2/2020 16:24:09	Temperatura
12/2/2020 16:24:10	Temperatura
12/2/2020 16:24:45	Temperatura
12/2/2020 16:25:23	Temperatura
12/2/2020 16:25:24	Temperatura
12/2/2020 16:25:53	Temperatura
12/2/2020 16:25:57	Temperatura
12/2/2020 16:26:10	Temperatura
12/2/2020 16:26:16	Temperatura
12/2/2020 16:26:29	Temperatura
12/2/2020 16:26:49	Temperatura

Figura 3. Registro de datos

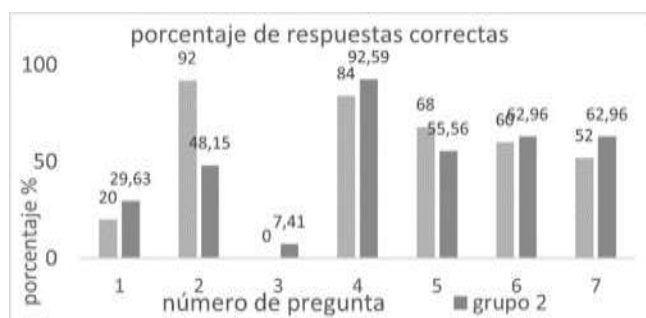


Figura 4. Representación gráfica de los resultados al cuestionario de ideas previas, en color claro se representa al grupo 1.

La recolección de ideas previas de estudiantes que inician sus estudios en el nivel medio superior y estudiantes que han concluido este nivel permitió detectar, básicamente las mismas ideas previas, los resultados (véase Figura 4) no muestran diferencia evidente respecto a la comprensión de características del estado gaseoso y el comportamiento de sus partículas, de la diferencia entre átomos y moléculas, de las variables que influyen en el cambio de estado. Resulta pertinente recordar que la mayoría de los jóvenes del grupo 2 provienen del medio rural, donde las oportunidades educativas son limitadas.

Resultados preguntas reto, etapa 2

Las preguntas reto fueron las siguientes:

1. ¿El cambio de estado gas-líquido de todas las sustancias ocurre a temperaturas similares?, 2. ¿Es posible que la respuesta de neón y oxígeno gaseosos ante un incremento de temperatura sea el mismo? 3. ¿Para todas las sustancias el estado sólido presenta el estado más compacto de sus partículas? 4. ¿Cuál es el efecto de disminución de la temperatura sobre las partículas y el cambio de estado?

Algunos de los comentarios de los alumnos, luego del ejercicio fueron: “no había pensado que los gases pueden ser constituidos por un átomo o por moléculas”, “pensaba que todos los gases se comportaban y reaccionaban igual, sin importar qué gas era”, “Imaginaba que el cambio de estado implicaba una deformación en los componentes” “¿Por qué el agua es tan diferente?”, “A mayor calor administrado mayor energía para separarse”, “No había pensado que las partículas en cualquier estado siempre se están moviendo”.

Algunos estudiantes se mostraron sorprendidos de observar el diferente comportamiento de gases y la diferente respuesta ante presión y temperatura, la mayoría fue capaz de expresar con sus propias palabras la relación entre variables y explicar que los diferentes estados físicos que se perciben cotidianamente son resultado de un determinado comportamiento e interacción de las partículas constituyentes.

Conclusiones

Ambos grupos mostraron similitud de ideas erróneas acerca de los diferentes estados físicos, un tema aparentemente poco complejo, al que generalmente se le dedica muy poco tiempo y cuya comprensión es fundamental para el entendimiento de la materia, involucra conceptos generales abstractos. Las ideas previas revelan un conocimiento superficial y simple en ambos niveles, se detectó la confusión de los conceptos sustancia, elemento y materia, por lo que puede inferirse que es necesario replantear e impulsar la preparación de los profesores en todos los niveles. El uso de simuladores permitió confrontar las propias ideas del estudiante, generar cuestionamientos y reconocer la necesidad de ampliar la perspectiva ante temas “tan triviales”. Se destaca la disponibilidad del recurso simulación.

Si bien el estudio se realizó con una muestra pequeña de estudiantes, ya que solo se estudiaron 2 de los 50 grupos que cursan estas materias los resultados fueron homogéneos, no se encontraron comportamientos atípicos. A partir de que el grupo de química I fue tomado al azar y el grupo de nivel superior fue un grupo de estudiantes donde la mayoría procede de comunidades remotas se establece la necesidad de extender el estudio a una población mayor para confirmar los resultados del grupo 1 y abundar sobre los resultados del nivel superior (grupo 2), que hasta ahora no demuestra mayor ventaja. Aunque esta metodología representa más tiempo del proyectado en horas clase. Se sugiere abrir el espacio para avanzar en la implementación adecuada de este tipo de aprendizaje en el aula.

Referencias

- Arellano M., Jara R., Merino C., Ordenes R. (2014). Representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia. *Educacion Quimica*, 25(1), 46-55.
- Contreras S., González A. (2014). Conceptual content selection in Chilean chemistry and natural sciences curricula: Analysis of the macroscopic, microscopic and symbolic levels. *Educacion Quimica*, 25(2), 97-103.
- Furio-Mas C., Azcona R., Guisasola Aranzabal J. (1999). Dificultades conceptuales y epistemológicas del profesorado en la enseñanza de los conceptos de "cantidad de sustancia" y de "mol." Enseñanza de Las Ciencias. *Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 17(3), 359.
- Gaceta de Preparatoria. (2018). Nuestra Preparatoria Agrícola. Funciones, problemática y perspectiva. Gaceta Universitaria. Gaceta Preparatoria, 19.
- Garritz, A. (2010). Indagación: las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje. *Educación Química*, 21(2), 106-110.
- Garritz A., Talanquer V. (2012). Emergent topics in chemistry education: Nature of chemistry and learning progressions. *Educacion Quimica*, 23(3), 328-330.
- Programa de estudio Química I (2020), Área de química, Departamento de Preparatoria Agrícola Chapingo 18 p.
- Lopez Valentin D. M., Furio Más, C. (2021). El concepto actual de elemento químico: ¿uno o dos significados? Implicaciones en su enseñanza (Segunda parte). *Educación Química*, 32(1), 31.
- Sánchez G. H., Quintero T., Lorenzo M. G. (2021). Características de las explicaciones docentes en clases universitarias de química. *Educación Química*, 32(2), 109.
- Sosa P., Méndez N. (2011). El Problema del lenguaje en la enseñanza de los conceptos compuesto, elemento y mezcla. *Educación Química*, 8(0), 44-51.
- van Rens L. (2012). Pre-university chemistry inquiry learning. *Educacion Quimica*, 23(4), 422-431.
- Westbrook R. (1993). *John Dewey. Perspectivas*, XXIII(1-2), 1-11.