

## DIFICULTADES EN LA INTERPRETACIÓN SUBMICROSCÓPICA DE UNA PROPIEDAD FÍSICA: SU CARACTERIZACIÓN EN ESTUDIANTES DE NIVEL MEDIO Y UNIVERSITARIO

**TORRES, N. (1); DI, M. (2); LANDAU, L. (3) y BAUMGARTNER, E. (4)**

(1) Departamento de Ciencias Exactas, Cátedra de Química. Universidad de Buenos Aires  
[ntorres@telered.com.ar](mailto:ntorres@telered.com.ar)

(2) Universidad de Buenos Aires. [mariandig@gmail.com](mailto:mariandig@gmail.com)

(3) Universidad de Buenos Aires. [landaul@gmail.com](mailto:landaul@gmail.com)

(4) Universidad de Buenos Aires. [erwin.baumgartner@fibertel.com.ar](mailto:erwin.baumgartner@fibertel.com.ar)

---

### Resumen

Entre las dificultades que conlleva la adquisición del conocimiento en química se encuentra el nivel de abstracción requerido para relacionar las propiedades macroscópicas con el comportamiento de las entidades submicroscópicas que no pueden percibirse. Transitar del nivel atómico al nivel de las moléculas y desde éste al de las sustancias requiere el conocimiento de cuáles propiedades corresponden a cada nivel. Se presenta en este trabajo el análisis de los resultados de una investigación llevada a cabo con estudiantes de escuela media a través de un instrumento que relaciona aspectos macroscópicos y submicroscópicos de una propiedad física, el punto de ebullición y se comparan sus resultados con los obtenidos en un primer curso universitario, ya que los obstáculos que se manifiestan al abordar un tema pueden haberse originado en otras instancias de aprendizaje.

---

Palabras clave: Propiedades Físicas, Interpretación Submicroscópica, Dificultades

### Objetivos

Con el propósito de corroborar y ampliar los resultados de una investigación llevada a cabo en estudiantes del primer curso universitario de Química se analizó a una población de estudiantes de escuela media a través de un instrumento que relaciona aspectos macroscópicos y submicroscópicos de una propiedad física, el punto de ebullición (PE).

## **Marco teórico**

Entre las dificultades que conlleva la adquisición del conocimiento en Química se encuentra el nivel de abstracción requerido para relacionar las propiedades macroscópicas con el comportamiento de las entidades submicroscópicas que no pueden percibirse. A esta dificultad en el trabajo con diferentes niveles de pensamiento (Johnstone, 1997) se agrega la de comprender que de cada nivel de organización surgen propiedades que difícilmente puedan predecirse de las características del nivel anterior. Estas propiedades emergentes (Talanquer (2), 2006 y Luisi, 2002) de cada nivel de complejidad creciente surgen como consecuencia de una particular organización de las entidades del nivel anterior. Transitar desde el nivel atómico al de las moléculas y desde el nivel molecular al de las sustancias moleculares o desde el nivel de los iones a las redes iónicas, requiere el conocimiento de cuáles son las propiedades que corresponden a cada nivel.

El análisis de las respuestas erróneas de los estudiantes permite por un lado la categorización de dificultades relacionándolas con las concepciones alternativas que se construyen a partir de la experiencia física y social (Campanario y Otero, 2000) y las que se producen como consecuencia de la instrucción recibida (Talanquer (1), 2006). Por otro lado, considerando al error como indicador de un obstáculo y al obstáculo como una forma de pensamiento que se apoya en conocimientos previos y que es la evidencia del esfuerzo puesto en un nuevo aprendizaje (Astolfi, 1999), su análisis permite profundizar en el modo de aprendizaje y con esta base, trabajar en la construcción de estrategias de enseñanza dirigidas a facilitar la adquisición de nuevos conocimientos relacionándolos con los anteriores.

## **Desarrollo del tema**

En el presente trabajo se analizan los resultados obtenidos al aplicar en estudiantes de escuela media el mismo instrumento diseñado y utilizado con un grupo de alumnos en su primer año universitario de Química (Di Giacomo, Baumgartner, Landau, Torres, 2007), ya que los obstáculos que se manifiestan al abordar un determinado tema pueden haberse originado al estudiar otros o aún en otros niveles de enseñanza. Algunas de las hipótesis propuestas en el trabajo anterior fueron corroboradas, como la influencia de la importancia asignada a ciertos temas durante el curso y la utilización por parte de los estudiantes de los conceptos recientemente tratados en la clase. Surgieron además perspectivas diferentes, como la capacidad de transferir los conocimientos sobre el PE del agua a otras sustancias y la dificultad en la interpretación de los esquemas de partículas.

En las Tablas I y II se exponen los enunciados de los dos ítems del instrumento y los resultados obtenidos en cada uno de ellos expresados como porcentajes sobre el total de estudiantes que responden. Las opciones correctas se indican en negrita. En ambos ítems se solicitaba la explicación de la elección, cuyo análisis se resume en la Tabla III.

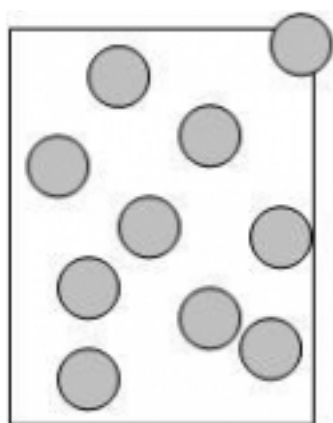
## **Tabla I**

Ítem 1) El punto de ebullición (PE) es una propiedad:

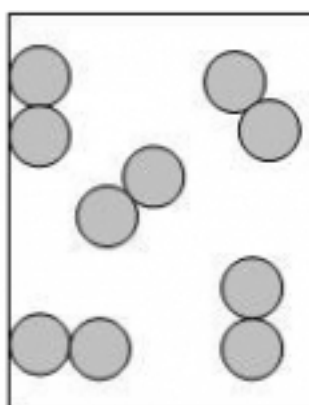
	Primer nivel universitario			Escuela media			
	Si	No	No responde	Si	No	Inseguro	No responde
a) De un átomo	14	<b>68</b>	18	10	<b>74</b>	10	2
b) De una molécula	62	<b>27</b>	11	31	<b>47</b>	18	2
c) De un gran conjunto de moléculas	<b>72</b>	10	18	<b>77</b>	8	13	1
d) Física	<b>51</b>	25	24	<b>66</b>	20	12	1
e) Química	56	<b>26</b>	18	42	<b>42</b>	13	2

Tabla II

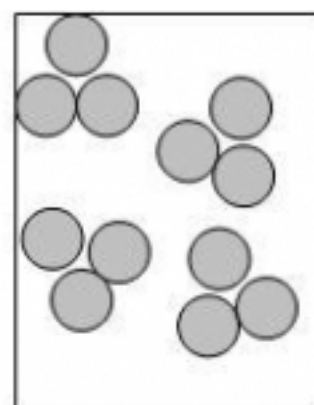
Ítem 2) El punto de ebullición del cloro es  $-34,7^{\circ}\text{C}$ . Marca con una x cuál de los siguientes diagramas representa al cloro a temperatura ambiente:



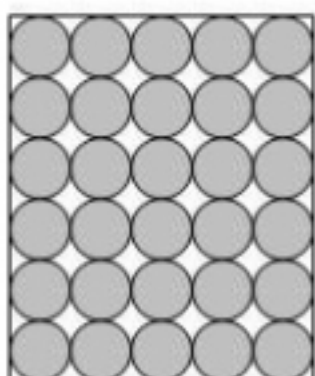
a ☐



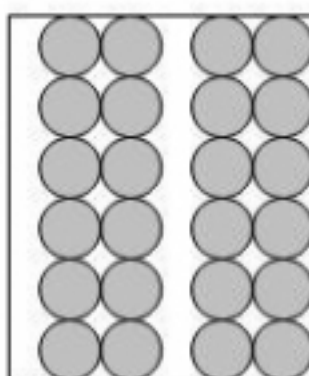
b ☐



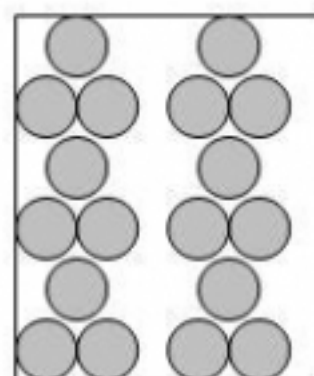
c ☐



d ☐



e ☐



f ☐

Opciones	a	b	c	d	e	f
Primer nivel universitario	28	<b>55</b>	3	9	3	3
Escuela media	41	<b>31</b>	8	13	2	5

Tabla III: Categorización de dificultades en el nivel medio y universitario

<b>Dificultades en la adquisición del conocimiento científico</b>	<b>Causas específicas de respuestas erróneas</b>	<b>Ejemplos de justificaciones*</b>
A) El nivel de abstracción requerido para las representaciones mentales de entidades que no pueden percibirse.	i) La concepción alternativa más habitual que se relaciona con la ruptura del enlace entre átomos. ii) Idea preconcebida de la continuidad de las propiedades de la materia. iii) Dificultad en asignar las propiedades (emergentes) al correspondiente nivel de organización* iv) Confusión en los conceptos de átomo y molécula.*	iii) <i>Por el átomo poseer PE las moléculas que están formadas por átomos por consiguiente tienen PE.</i>
B) En el proceso de asimilación de la nueva información pueden obtenerse resultados no esperados de la instrucción	Utilización de definiciones incompletas o sincrónicas sus restricciones o su campo de aplicación.*	<i>Al aumentar la temperatura habrá más presión y las moléculas estarán más juntas.</i>
C) La falta de dominio de los códigos necesarios para interpretar la simbología utilizada en las explicaciones científicas.*	Dificultad en la interpretación de los esquemas de partículas.*	<i>Elegí el c) porque las moléculas no están tan separadas como en el a) ni tan juntas como en el d).</i>
D) La polisemia de los términos científicos con diferente significado en la vida cotidiana o con diferentes acepciones en la disciplina.	La polisemia del término cloro. El mismo término para referir a átomo, molécula, elemento, sustancia simple y cloro comercial (en nuestro país se le llama cloro a la solución que se utiliza para purificar el agua de las piscinas).	<i>El cloro limpia el agua</i>
E) La falta de competencias en el campo de las matemáticas.	Errores en la habilidad para trabajar con números negativos.	<i>Como el cloro tiene un PE de -34,6°C estarán sus moléculas juntas y en estado sólido.</i>
F) Aplicación de heurísticos en la resolución de problemas.	i) Falta de delimitación de los campos disciplinares. ii) Disponibilidad de los conceptos (Recencia y frecuencia).	i) <i>El PE es una propiedad de la química porque lo vi en esta materia.</i>

\*Escuela media solamente

## Conclusiones

Igual que en el nivel universitario se evidencia en los estudiantes de nivel medio la dificultad en relacionar eventos macroscópicos con modelos que utilizan entidades submicroscópicas que no pueden percibirse. La utilización de esquemas de partículas no facilita el camino salvo que se expliciten previamente los códigos

necesarios para su interpretación. Se observa además que el tema propiedades provoca algunos malentendidos como dificultad en distinguir cambio físico de cambio químico y confusión entre propiedades que corresponden a distintos niveles de organización. Aquellos temas que se han trabajado recientemente en el aula son usados a veces de manera errónea por algunos estudiantes, pero quienes los han comprendido pueden utilizarlos como base para resolver situaciones nuevas. Conocer las dificultades que conlleva la adquisición del conocimiento científico e indagar en los obstáculos que podrían estar operando en la mente del que aprende permite construir **estrategias de enseñanza** dirigidas a la construcción de conocimiento significativo.

## Referencias bibliográficas

Astolfi, J. P. (1999). *El "error", un medio para enseñar*, Sevilla: Díada Editora S.L

Campanario, J. M., Otero, J.C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), 155-169.

Di Giacomo, M. A., Landau L. M., Torres N. M., Baumgartner, E. C. (2007). Interpretación submicroscópica de una propiedad física: ¿un problema resuelto? *Presentación de trabajo en modalidad póster en las V Jornadas Internacionales para la Enseñanza Preuniversitaria y Universitaria de la Química*. Noviembre 2007. Santiago, Chile

Johnstone, A. H. (1997). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem, *J. Computer Assisted Learning*, 7, 75-83.

Luisi, P. L. (2002). Emergence in chemistry: chemistry as the embodiment of emergence, *Foundations of Chemistry*, 4, 183–200.

Talanquer, V. (1) (2006). Commonsense Chemistry: A Model for Understanding Students' Alternative Conceptions, *J. Chem. Educ.*, 83 (5), 811-816.

Talanquer, V. (2) (2006). Propiedades emergentes, un reto para el químico intuitivo, *Educación Química*, 17, Número extraordinario, 315-320.

## CITACIÓN

TORRES, N.; DI, M.; LANDAU, L. y BAUMGARTNER, E. (2009). Dificultades en la interpretación submicroscópica de una propiedad física: su caracterización en estudiantes de nivel medio y universitario. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 684-689 <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-684-689.pdf>