

# *Innovación para la enseñanza de la Química*

## **EXPERIENCIA TEÓRICA-PRÁCTICA VIRTUAL SOBRE TENSION SUPERFICIAL Y CAPILARIDAD**

Juan Ariel Pullao<sup>1,3</sup>, Mauricio Arce<sup>2,4</sup>, Adriana Serquis<sup>2,3,4</sup>

*1-Comisión Nacional de Energía Atómica. Centro Atómico Bariloche. Departamento Materiales Nucleares. San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.*

*2-Comisión Nacional de Energía Atómica. Centro Atómico Bariloche. Departamento Caracterización de Materiales. San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.*

*3-Cátedra de Fisicoquímica. Universidad Nacional de Río Negro. Sede andina. San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.*

*4-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - CONICET.*

E-mail: [arielpullao@gmail.com](mailto:arielpullao@gmail.com)

Recibido: 30/07/2020. Aceptado: 09/09/2020.

**Resumen.** Los conceptos de tensión superficial y capilaridad se enseñan anualmente en la cátedra de fisicoquímica del Profesorado en Nivel Medio y Superior en química (Universidad Nacional de Río Negro - Sede andina) a través una propuesta teórica-práctica de carácter presencial. Este año, debido a la situación de emergencia sanitaria que atraviesa el país a causa del COVID-19, esta propuesta se readaptó y se realizó de forma virtual mediante dos encuentros por videoconferencia. Esto permitió un intercambio bidireccional entre los alumnos y el equipo docente, favoreciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje y un desarrollo óptimo de la práctica. En este trabajo se comparte la experiencia desarrollada y una valoración de la misma, con el objetivo de que sea funcional a profesores de ciencias naturales en futuras prácticas docentes.

**Palabras clave.** práctica de laboratorio virtual, práctica de fisicoquímica, tensión superficial, capilaridad.

### **Virtual theoretical-practical experience about surface tension and capillarity**

**Abstract.** The concepts of surface tension and capillarity are taught annually in the professorship of physicochemistry at the Profesorado de Nivel Medio y Superior en Química (Universidad Nacional de Río Negro - Sede Andina) through theoretical-practical proposal in the classroom. This year, due to the health emergency situation that the country is going through due to the COVID-19, this proposal was readapted and carried out virtually through two videoconference meetings. These allowed for a bilateral exchange between students and teachers, favoring the teaching-learning process and an optimal development of the practice. This work shares the experience developed and an evaluation of it, with the aim of making it functional for natural science teachers in future teaching practices.

**Key words.** *virtual laboratory practice, physicochemical practice, surface tension, capillarity.*



## INTRODUCCIÓN

Entre los contenidos disciplinarios que se abordan en las cátedras de fisicoquímica se encuentran los conceptos de tensión superficial y capilaridad. En el Profesorado de Nivel Medio y Superior en Química perteneciente a la Universidad Nacional de Río Negro-Sede Andina, estos contenidos se trabajan durante el primer cuatrimestre de cada ciclo lectivo, con estudiantes de cuarto año, y mediante una propuesta teórica-práctica que comprende dos encuentros presenciales. Usualmente, en el primero de estos espacios se enseñan los conceptos de tensión superficial y capilaridad, mientras que en el segundo se realiza una práctica de laboratorio. La clase teórica se lleva a cabo con un enfoque dialogado-expositivo, lo que permite que los estudiantes construyan el conocimiento de forma organizada y gradual (López, 2002; Pozo, 1997). Seguido de este espacio, y en un segundo encuentro, los estudiantes determinan la tensión superficial del agua, del mercurio y del alcohol. Para ello se coloca en un vaso de precipitados una alícuota del líquido a ensayar, se introduce en su interior una probeta y se observa el ascenso o descenso del fluido por la misma. Mediante un microscopio óptico y una notebook se toman imágenes de los meniscos y a través de un software de computadora se determina el ángulo de contacto entre el líquido y la pared de la probeta (figura 1a). También se mide la altura  $h$  que alcanza el líquido en el interior del tubo (figura 1b) y el diámetro de éste. Para estas mediciones los estudiantes suelen definir una escala a conveniencia (figura 1c).

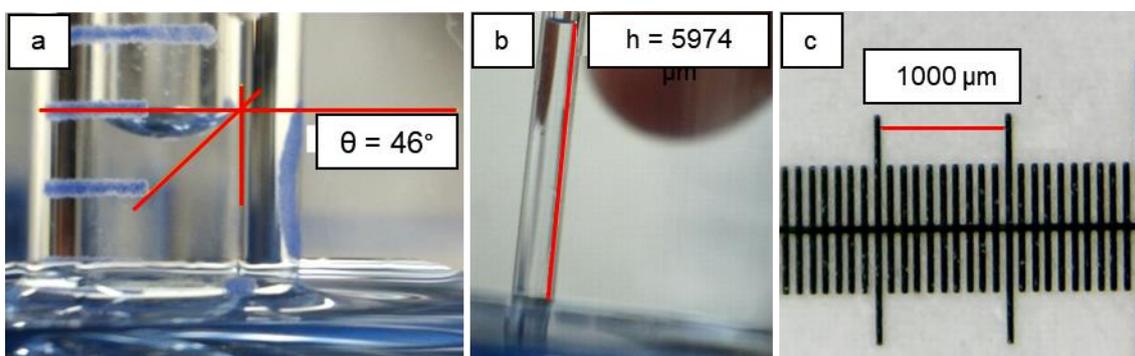


Figura 1. Fotografías de la práctica de laboratorio presencial. a) Determinación del ángulo de contacto  $\theta$  del agua. b) Determinación de la altura  $h$  alcanzada por una muestra de alcohol. c) Escala empleada.

Finalmente, usando la ecuación 1 (Levine, 2002; Chang, 2008), donde  $r$  representa el radio de los capilares,  $h$  la altura que alcanza el fluido,  $\rho$  la densidad del líquido,  $\theta$  el ángulo de contacto y  $g$  la aceleración de la gravedad, los estudiantes determinan el valor de la tensión superficial " $\gamma$ " para los tres líquidos ensayados.

$$\gamma = \frac{r h \rho g}{2 \cos \theta} \quad (1)$$

En esta ocasión, debido a la situación de emergencia sanitaria que atraviesa el país, esta práctica se readaptó y se llevó a cabo de forma virtual. Las

experiencias de este tipo ofrecen la posibilidad de romper con la rigidez de las barreras horarias, pudiendo realizarse en espacios de tiempo acordes a las múltiples ocupaciones que pueden llegar a tener los alumnos en sus domicilios (Moreira-Segura, 2014). El equipo docente ha considerado este aspecto al diseñar la propuesta; ya que la falta de tiempo por parte de los estudiantes, debida a responsabilidades de índole familiar o laboral, puede intervenir considerablemente en sus aprendizajes, conduciéndolos a un posible estado de frustración (Borges, 2005). Por otro lado, las propuestas de este estilo ofrecen la posibilidad de que los estudiantes construyan su conocimiento con el equipo docente como guía; otorgándoles libertad de trabajo y un espacio constante para responder las dudas (Requena, 2008). A su vez, la readaptación de esta propuesta en un formato virtual, permite contextualizarla de acuerdo las necesidades de los estudiantes (Marín, 2017; Climent, 2017), facilitándoles así la correcta realización de la misma.

## **OBJETIVO DEL TRABAJO**

En este trabajo se comparte una experiencia teórica-práctica virtual sobre tensión superficial y capilaridad con el objetivo de que la misma pueda ser empleada en futuras prácticas docentes por profesores de ciencias naturales.

## **DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA VIRTUAL**

La experiencia comenzó con un espacio teórico donde se trabajaron los conceptos de tensión superficial y capilaridad. Para ello se realizó una videoconferencia con los estudiantes donde haciendo uso de una pizarra electrónica, el equipo docente explicó los conceptos de interés, la matemática implicada y la química asociada a los mismos (Atkins, 1991). Simultáneamente se abordaron las preguntas y los comentarios que iban surgiendo, posibilitando un espacio de diálogo que enriqueció el encuentro.

A continuación, en una segunda videoconferencia, se desarrolló la práctica experimental, la cual se dividió en tres partes. En la primera se les pidió a los estudiantes que colocaron pequeñas gotas de leche, salsa de soja, vaselina, agua, aceite y otros líquidos que tuvieran en sus domicilios sobre superficies plásticas, metálicas o de madera, y que mediante la aplicación *Angulus* estimaran el ángulo de contacto de cada muestra (figura 2).

El objetivo de esta parte era realizar un análisis cualitativo del fenómeno de tensión superficial, estableciendo una relación entre las formas de las gotas y los ángulos estimados en cada caso. Para ello se discutió la relación de ángulos  $\theta$  como resultado de las fuerzas de adhesión y cohesión de los líquidos. La fotografía de la gota de mercurio (figura 2f) fue aportada por el equipo docente, dado que es una sustancia tóxica que debe ser manipulada en un laboratorio. En este caso, para la determinación del ángulo de contacto, los estudiantes emplearon un transportador digital.

A continuación, en la segunda parte de la experiencia, la profesora de la cátedra realizó una demostración del ascenso capilar de muestras de agua coloreada, glicerina y mercurio, empleando una probeta y un vaso de precipitados. El grupo docente tomó fotografías de la demostración y las

compartió con los estudiantes para que estos calcularan la tensión superficial de cada líquido (figuras 3a-3c) utilizando la fórmula 1. Los resultados obtenidos por los alumnos se muestran en la tabla 1. Como se observa en la misma, las tensiones calculadas con el transportador digital dieron valores más cercanos, a los valores reportados, que los determinados utilizando la aplicación. Adicionalmente, se les pidió que repitieran el experimento en sus domicilios, usando cartuchos de birome como capilares, agua coloreada como fluido de ascenso y que tomaran fotografías de las pruebas (figura 3d).

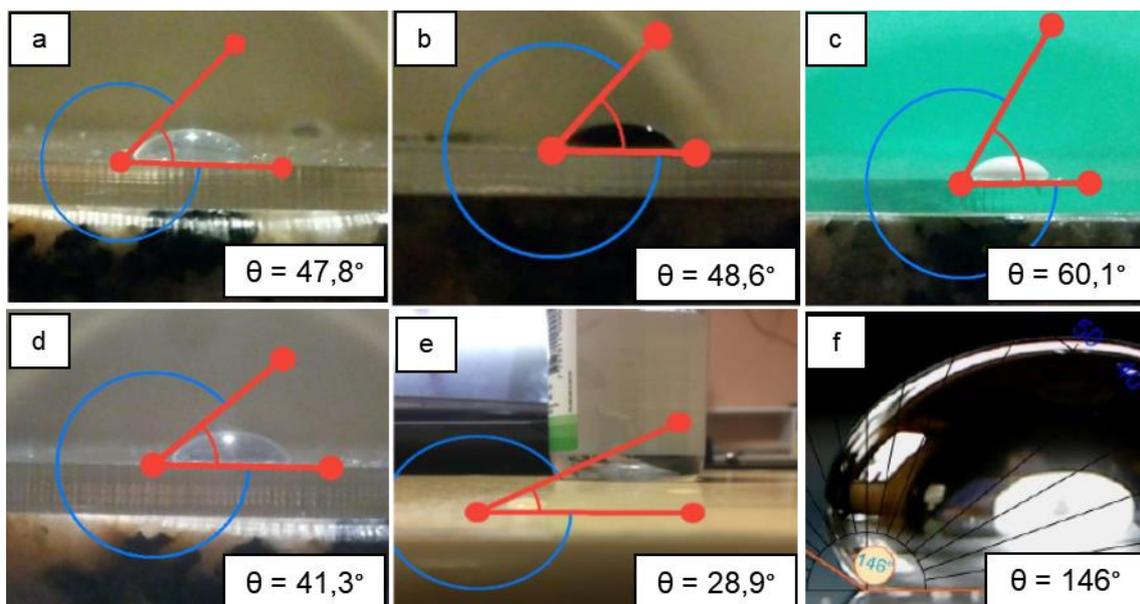


Figura 2. Gotas de algunos líquidos con sus ángulos de contacto  $\theta$ . a) Vinagre. b) Salsa de soja. c) Leche. d) Agua. e) Vaselina. f) Mercurio.

Tabla 1. Valores de tensión superficial calculados por los estudiantes.

Líquido	Tensión superficial ( $\gamma$ ) calculada con ángulos medidos con aplicación [N/m]	Tensión superficial ( $\gamma$ ) calculada con ángulos medidos con transportador digital [N/m]	Tensión superficial y tabulada a 20 °C [N/m]
Glicerina	0,074	0,051	0,0594
Agua con colorante (usando capilar grueso)	0,084	0,069	0,0728
Agua con colorante (usando capilar fino)	0,103	0,073	0,0728
Mercurio	-	0,4506	0,465

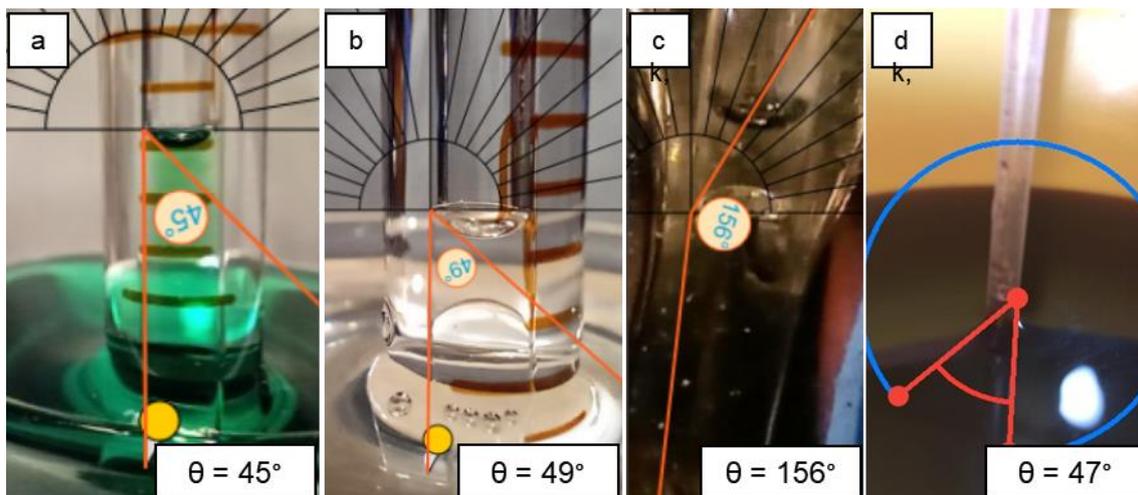


Figura 3. Determinaciones de los ángulos de contacto  $\theta$  de a) Agua coloreada. b) Glicerina. c) Mercurio. d) Muestra de agua de uno de los estudiantes.

Finalmente, en la última parte de la práctica los docentes sumergieron distintos tipos de papeles en agua coloreada (figura 4), y tomando fotografías que fueron enviadas a los estudiantes, estos analizaron cualitativamente el fenómeno de capilaridad. Además, se les pidió a los alumnos que repitieran la experiencia en sus casas, empleando trozos de servilletas, papel A4, carilina, papel de filtro y otros papeles que tuviesen.

Esto les permitió concluir que el agua coloreada alcanzaba una mayor distancia en la servilleta que en el resto de los papeles, atribuyendo dicho comportamiento a la fuerzas de cohesión entre moléculas de agua y de adhesión entre estas y las superficies porosas del papel.

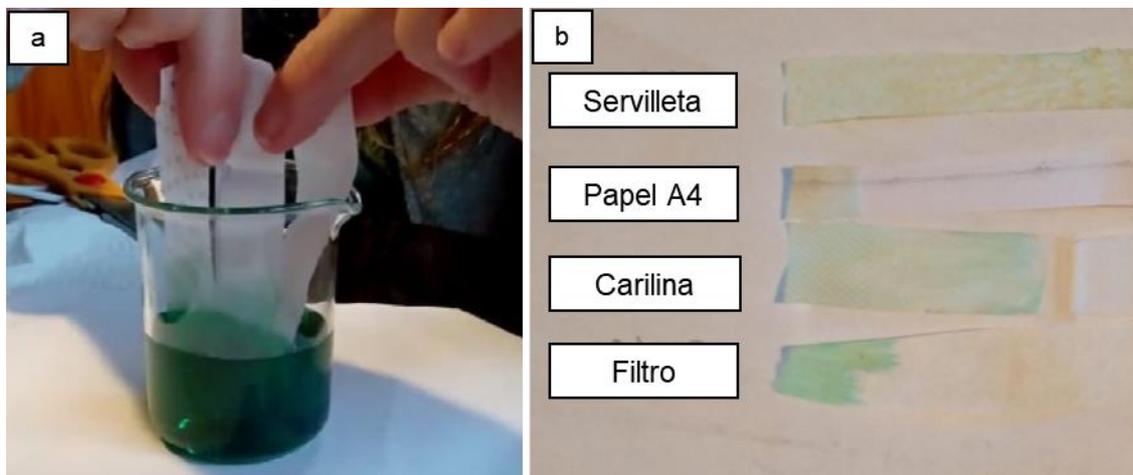


Figura 4. a) Demostración del fenómeno de capilaridad. b) Papeles ensayados.

Todas estas conclusiones se encuentran reportadas en un informe de laboratorio redactado por los estudiantes. Ése archivo cuenta con aportes de todo el alumnado.

## **CONCLUSIONES: VALORACIÓN DE LA EXPERIENCIA VIRTUAL**

La experiencia se realizó exitosamente. Los estudiantes pudieron construir los conceptos de tensión superficial y capilaridad mediante la readaptación de una propuesta teórica-práctica en un formato virtual. Los encuentros por videoconferencia permitieron un intercambio bidireccional entre los alumnos y el equipo docente, favoreciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje y un desarrollo óptimo de la experiencia.

La pizarra electrónica empleada durante la clase teórica permitió enseñar los conceptos de forma progresiva y pausada, facilitando el seguimiento de los mismos por parte de los estudiantes. Por otro lado, la clase se vio enriquecida con las preguntas del alumnado, que se desarrollaron de forma clara durante todo el encuentro. Es importante mencionar que debido a problemas de conectividad, algunas veces el audio de las conversaciones se veía interrumpido, por lo que fue necesario usar el chat para tratar algunas preguntas.

En la parte práctica, los estudiantes realizaron todas las actividades con materiales y líquidos que se encontraban en sus domicilios. Además, emplearon softwares, aplicaciones y teléfonos celulares que reemplazaron los elementos que se suelen utilizar en las prácticas presenciales. Si bien en la segunda parte se realizó una demostración empleando materiales de laboratorio, la misma puede llevarse a cabo prescindiendo de los mismos; las probetas pueden reemplazarse por cartuchos vacíos de birrome o sorbetes descartables mientras que la glicerina y el mercurio por líquidos de uso domiciliario.

Por otra parte, el fenómeno de capilaridad también puede trabajarse usando telas de distintas tramas en lugar de papeles. Esto permitiría estudiar el ascenso capilar mediante la observación de la mojabilidad de las telas, para posteriormente, establecer una relación entre ésta y los conceptos teóricos desarrollados.

Finalmente, esta práctica (en su formato virtual) puede ser realizada por estudiantes y profesores en espacios de enseñanza media y de nivel superior, realizando las transposiciones didácticas correspondientes y sin la necesidad de un laboratorio ni material de vidrio.

## **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece a Tania Curin, Natalia Subiabre, Guillermina Martiniau y a Matías Barquiza por las fotos de las figuras 2, 3 y 4.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Atkins, P. W. (1991). *Fisicoquímica*. (3ª Ed.) USA: Addison-Wesley Iberoamericana.
- Borges, F. (2005). La frustración del estudiante en línea. Causas y acciones preventivas. *Digithum, Les humanitats en l'era digital*, 7(7).
- Chang, R. (2008). *Fisicoquímica*. (1ª Ed.) USA: Mc.Graww Hill Interamericana.

- Climent, T. L. A., García, B. D. y Simó, L. V. (2017). Empleo de smartphones y apps en la enseñanza de la física y la química. X congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, N° Extraordinario: 671-677.
- Levine, I. N. (2002). *Fisicoquímica 1*. (5ª ed.) Madrid: McGraw Hill/Interamericana de España, S. A U.
- López, R. (2002). Análisis de los métodos didácticos en la enseñanza. *Publicaciones. Revistas de la Universidad de Granada*, 32, 261-333.
- Marín, L., Marín, C. y Ospina, J. (2017). Laboratorio virtual de química: una experiencia de diseño interdisciplinar. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 51, 98-110.
- Moreira-Segura, C. y Delgadillo-Espinoza, B. (2014). La virtualidad en los procesos educativos: reflexiones teóricas sobre su implementación. *Tecnología en Marcha*. 28, 121-129.
- Pozo, J. I. (1997). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. (5ª ed.) Madrid: Ed. Morata, S. L.
- Requena, S. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías, aplicado en el proceso de aprendizaje. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 5(2), 6.