

# Uso de simulaciones, un recurso didáctico para la práctica de “Solubilidad” en el laboratorio.

Use of simulations, a didactic resource for the practice of "Solubility" in the laboratory.

Presentación: 31/07/2022

## **E. Graciela De Seta**

Unidad Docente Básica Química – Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires  
egdeseta@frba.utn.edu.ar

## **Bettina L. Marchisio**

Unidad Docente Básica Química – Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires  
bmarchisio@frba.utn.edu.ar

## **Pablo C. V. Sánchez**

Unidad Docente Básica Química – Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires  
pcvsanchez@frba.utn.edu.ar

## **Marina V. Sánchez**

Unidad Docente Básica Química – Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires  
msanchez@frba.utn.edu.ar

## **Resumen**

Las actividades interactivas como las simulaciones son prácticas que tienen efectos positivos en la construcción de conceptos químicos básicos. En esta oportunidad, se estudió el uso de una simulación para la práctica de solubilidad, con el objeto de generar otra instancia de aprendizaje en apoyo al laboratorio experimental, a través de las tecnologías de información y comunicación. Se examinó la participación de los estudiantes y se analizaron los resultados obtenidos con la herramienta de evaluación de Moodle “Cuestionario” en la práctica de soluciones-solubilidad del laboratorio de química. Los resultados obtenidos muestran que esta actividad sumada a la práctica experimental permitió dar seguimiento a más de 1500 estudiantes en el laboratorio. Las simulaciones resultaron una introducción efectiva y complementaron las prácticas experimentales.

**Palabras clave:** Simuladores – Solubilidad – Laboratorio – Química

## **Abstract**

Interactive activities such as simulations are practices that have positive effects on the construction of basic chemical concepts. On this occasion, the use of a simulation for the solubility practice was studied, with the aim of generating another learning instance in support of the experimental laboratory, through information and communication technologies. Student participation was examined and the results obtained with the Moodle evaluation tool “Quiz” in the practice of solutions-solubility in the chemistry laboratory were analyzed. The results obtained show that this activity added to the experimental practice allowed to follow up more than 1500 students in the laboratory. The simulations were an effective introduction and complemented the experimental practices.

**Keywords:** Simulators – Solubility – Laboratory – Chemistry

## Introducción

Desde hace algunos años existe un interés en atraer estudiantes hacia las distintas ingenierías. La necesidad de resolver problemas socioeconómicos complejos requiere de ingenieros con habilidades para impulsar el desarrollo tecnológico sustentable. La química es una ciencia central, ya en el 2008 la Asamblea General de Naciones Unidas, en su resolución 63/209 proponía que “La enseñanza y la apreciación de la química son fundamentales para abordar problemas como el cambio climático mundial, ofrecer fuentes sostenibles de agua potable, alimentos y energía, y mantener un medio ambiente sano para el bienestar de todas las personas. Que gracias a la ciencia de la química y sus aplicaciones se obtienen medicamentos, combustibles, metales y prácticamente todos los demás productos manufacturados.” Es decir, la enseñanza de la química merece una especial atención, es criticada por su fragmentación y su desconexión de contextos más amplios, requiriendo la resolución de problemas complejos y relevantes, características que limitan las habilidades de los estudiantes para determinar cómo los procesos químicos impactan y son impactados por los aspectos económicos, sociales, ambientales y políticos (Flynn et al., 2019, Ramos Mejía, 2020). Asimismo, resulta imposible soslayar que los estudiantes en líneas generales consideran que la química es difícil y requiere de una gran paciencia y perseverancia; se trata de una disciplina que un conjunto de lenguajes, el verbal, el visual a través de gráficos, esquemas, modelos y simulaciones, de fórmulas, del lenguaje matemático, etc. (Galagovsky et al., 2007; Nakamatsu, 2012) y además no se debe perder de vista la brecha de conocimiento entre la escuela secundaria y el primer año en la universidad.

El uso de la tecnología es muy importante en la educación química, ver simulaciones brinda formas adicionales de aprender química. Aunque todavía no reemplaza eficazmente a los laboratorios húmedos, es sabido que las prácticas experimentales generan expectativas positivas en los estudiantes (Kelley, 2021); el laboratorio de química vincula la observación con los niveles submicroscópico y simbólico del estudio de la química (Johnstone, 2010; Cutrera y Stipcich, 2016), permite el desarrollo de habilidades de experimentación, recolección de datos, uso de aparatos y aplicación de técnicas entre otras (Marchisio et al. 2022).

Las simulaciones interactivas por computadora están emergiendo como herramientas únicas y poderosas para apoyar el aprendizaje de la química, brindan acceso dinámico a múltiples representaciones, hacen que lo invisible sea visible y están diseñadas para ser herramientas flexibles (Moore et al., 2014). El uso de estrategias en la enseñanza de la Química requiere un análisis detallado que es fundamental para evaluar la eficacia en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Pereira dos Santos et al., 2021).

La UDB-Química perteneciente al Dpto. Ciencias Básicas recibe más de 1500 alumnos por año, la modalidad de dictado de Química y Química General es presencial anual o cuatrimestral incluyendo para los alumnos recursantes la modalidad híbrida y la obligatoriedad de las prácticas de laboratorio. El aula virtual del laboratorio de química se nos plantea como otra instancia de aprendizaje en apoyo al laboratorio experimental a través de las tecnologías de información y comunicación (TICs), con la administración y la habilitación de los recursos y actividades a cargo del equipo docente.

La práctica de solubilidad es la primera parte de la unidad didáctica de soluciones, en esta experiencia se ponen en evidencia las tres dimensiones del triángulo de Johnstone (2010) que se detallan en la Tabla 1 a continuación.

Macroscópica	Simbólica	Submicroscópica
Los estudiantes disuelven una masa desconocida de una sal en un volumen determinado de solvente, observan y registran la temperatura de cristalización, para luego comparar con la curva de solubilidad de la sal y determinar la masa de sal disuelta.	Los estudiantes reconocen el compuesto químico y los iones que se forman.	Los estudiantes deben comprender la presencia de las partículas iónicas detallar e interpretar sus propiedades.

Tabla 1: Descripción de las tres dimensiones del triángulo de Johnstone para la práctica de solubilidad.

La organización de las actividades de aprendizaje en la práctica de solubilidad a realizar con los estudiantes debe constituir una secuencia didáctica inclusive en la virtualidad (Díaz Barriga, 2013); los contenidos y los recursos tales como la guía de laboratorio, el video, la animación, el simulador “Molaridad”, el cuestionario de evaluación y el informe se deben enlazar para un aprendizaje significativo (Farré, 2020).

En este trabajo se examinó la participación de los estudiantes durante la utilización de la simulación y se analizaron los intentos de resolución realizados con la herramienta de evaluación de Moodle “Cuestionario”.

## Desarrollo

El trabajo del laboratorio de química fue organizado en 11 aulas virtuales, las que permitieron realizar las acciones correspondientes a más de 1500 estudiantes, con la administración y la habilitación de los recursos y actividades a cargo del equipo docente; las y los jefes de trabajos prácticos (JTP) y ayudantes (ATP) guiaron las tareas de los estudiantes. Las Figuras 1 y 2 permiten observar la disposición de los recursos en las aulas virtuales. La Figura 2 muestra el acceso a la simulación, un instructivo para su uso, el cuestionario de evaluación, así como también la elaboración del informe de la experiencia.



Figura 1: Disposición de recursos en el aula virtual.

**Molaridad**

**Instructivo de Uso**

**EVALUACIÓN**

**Cuestionario de SOLUBILIDAD**

Esta actividad debes realizarla luego de haber leído atentamente el material disponible en esta sección, comprendido los conceptos y realizado las actividades propuestas. Algunas preguntas del cuestionario deberás responderlas utilizando el simulador "Molaridad".

**Intentos: 3**

**Tiempo: 30 minutos**

**Aprobación: 6,00 puntos**

**INFORME: Soluciones - solubilidad**

**Completar el INFORME según las indicaciones dadas en el laboratorio.**

**Calificación: Aprobado - Reprobado - Reentrega**

Figura 2: Acceso a la simulación "Molaridad". Disposición de recursos en el aula virtual.

Se proporcionó a los estudiantes, un instructivo detallado con textos e imágenes, indicando los pasos para realizar la actividad. Se recibieron muy pocas consultas en relación con el uso de los simuladores, los instructivos resultaron de gran ayuda, los comentarios de las encuestas de finalización mencionan a los simuladores como herramientas muy interesantes (Lopolito et al. 2022).

El cuestionario fue basado en el uso del simulador y con una dificultad baja, diseñada como técnica de recuperación de los conocimientos adquiridos durante las clases teóricas, para procesar y crear recuerdos en la memoria de largo plazo, y así generar un aprendizaje efectivo (Schell & Martin, 2020). Fueron correctamente estructurados, la desviación estándar y la asimetría de las puntuaciones se encuentran entre los valores esperables para una buena evaluación (Caro, Ahumada, 2017; Marchisio et al. 2021; Marchisio et al., 2022).

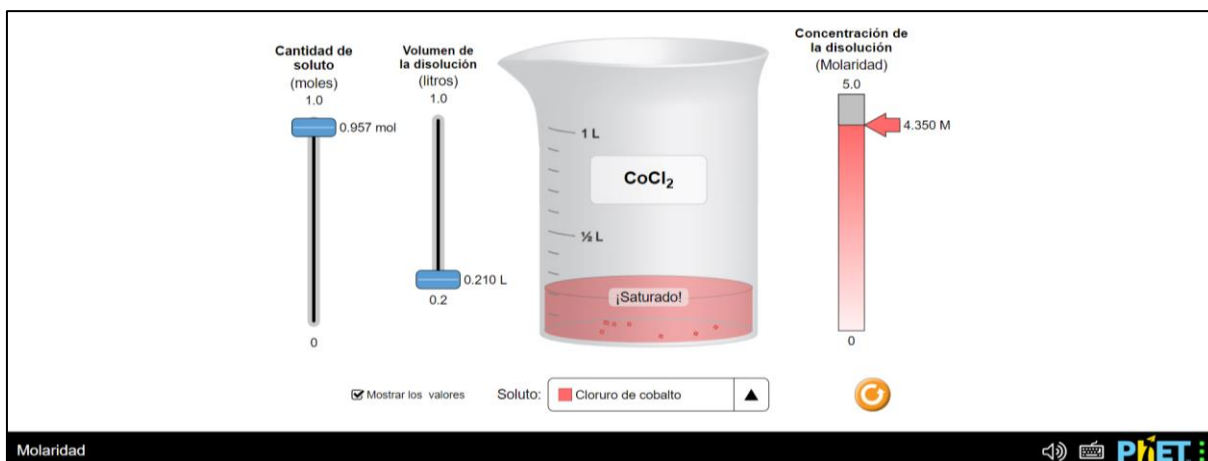


Figura 3: Imagen de la simulación "Molaridad".

La simulación utilizada (Figura 3) fue obtenida de la página web del proyecto de simulaciones interactivas de PhET de la Universidad de Colorado en Boulder (<https://phet.colorado.edu/es/simulations/molarity>), esta simulación permite explorar cuali y cuantitativamente las relaciones entre la cantidad de soluto, el volumen y la concentración de la solución.

Se analizaron los registros de los alumnos que trabajaron con la simulación “Molaridad”, participantes de tres aulas virtuales seleccionadas al azar una de cada turno, se tuvieron en cuenta solo los alumnos que respondieron el cuestionario de evaluación.

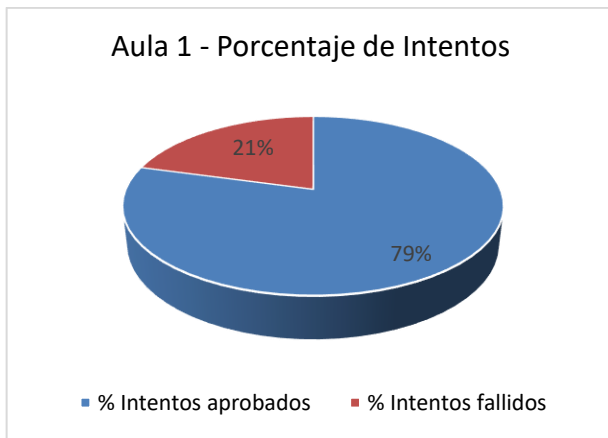


Figura 4: Aula 1- Porcentaje de intentos aprobados y fallidos en la resolución del cuestionario de evaluación

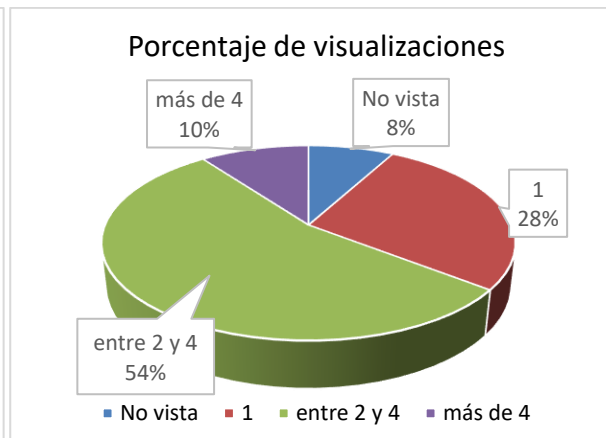


Figura 5: Aula 1- Porcentaje de visualizaciones de la simulación “Molaridad”

Las Figuras 4 y 5 muestran los datos obtenidos en el Aula 1 con 138 estudiantes, se puede observar que el 21% de los intentos de resolución del cuestionario de evaluación fueron fallidos y que el 64% de los estudiantes accedió a la simulación en más de una oportunidad.

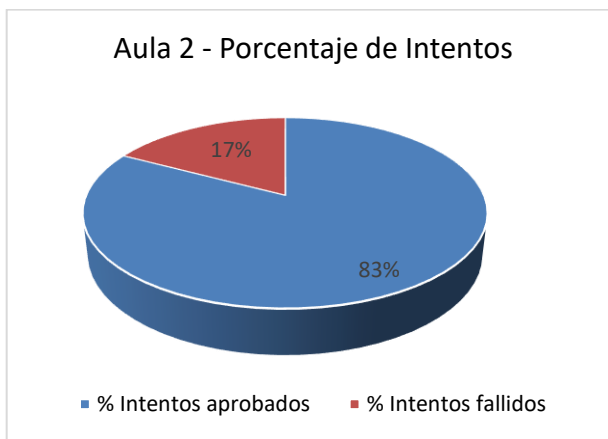


Figura 6: Aula 2- Porcentaje de intentos aprobados y fallidos en la resolución del cuestionario de evaluación

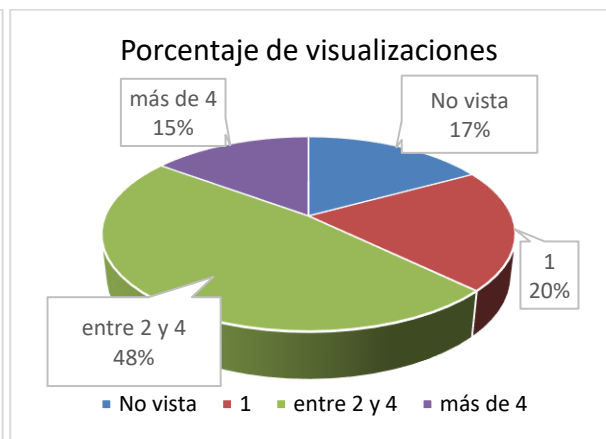


Figura 7: Aula 2- Porcentaje de visualizaciones de la simulación “Molaridad”

Las Figuras 6 y 7 muestran los datos obtenidos en el Aula 2 con 94 estudiantes, se puede observar que el 17% de los intentos de resolución del cuestionario de evaluación fueron fallidos y que el 63% de los estudiantes accedió a la simulación en más de una oportunidad.

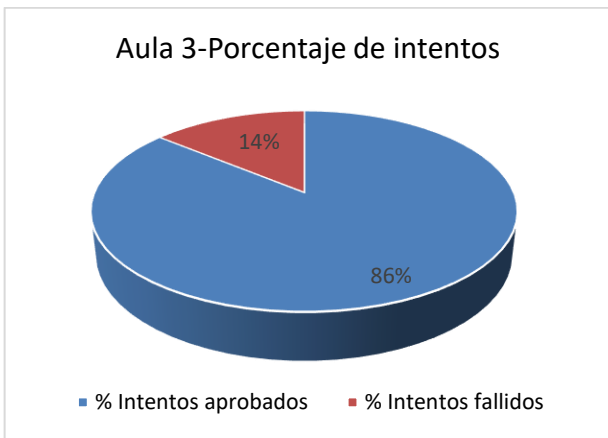


Figura 8: Aula 3- Porcentaje de intentos aprobados y fallidos en la resolución del cuestionario de evaluación

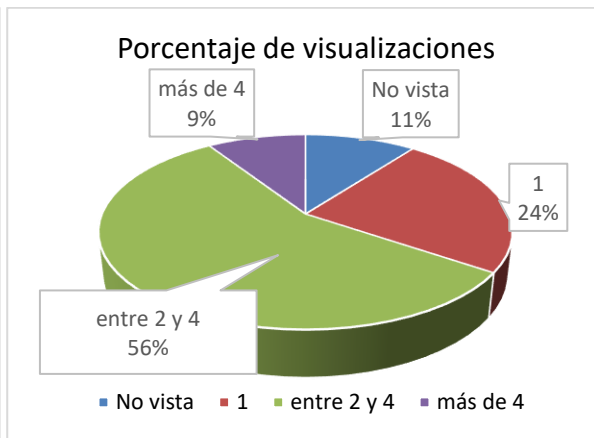


Figura 9: Aula 3- Porcentaje de visualizaciones de la simulación “Molaridad”

Las Figuras 8 y 9 muestran los datos obtenidos en el Aula 3 con 174 estudiantes, se puede observar que el 14% de los intentos de resolución del cuestionario de evaluación fueron fallidos y que el 65% de los estudiantes accedió a la simulación en más de una oportunidad.

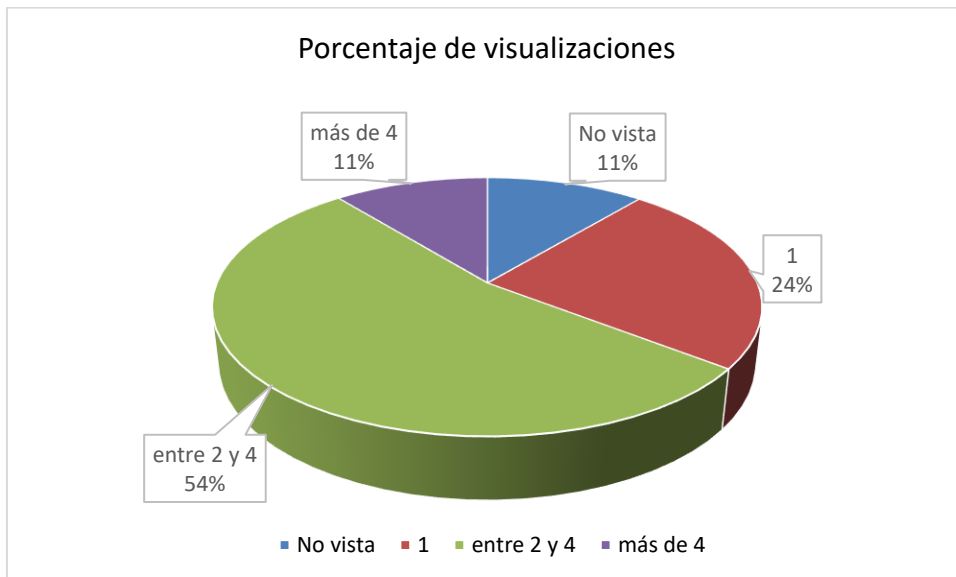


Figura 10: Porcentaje de visualizaciones de la simulación “Molaridad” considerando las tres aulas para una totalidad de 406 estudiantes.

La Figura 10 muestra los datos obtenidos en las tres aulas analizadas con un total de 406 estudiantes, se puede observar que el 11% de los estudiantes no accedió en ninguna oportunidad a la simulación sin embargo lograron la

aprobación del cuestionario de evaluación. El 24% de los estudiantes accedió una única vez y el 65% lo hizo en más de una oportunidad.

## Conclusiones

La utilización de la simulación en las aulas virtuales del laboratorio de química resultó exitosa, el 89 % de los estudiantes visualizó en alguna oportunidad la simulación y el 65 % de los estudiantes lo hizo más de una vez, aun cuando no era mandatorio para la aprobación del cuestionario de evaluación. Entre el 79 y el 86 % de los intentos de resolución del cuestionario de evaluación resultó aprobado, según el aula analizada.

El uso de la simulación resultó exitoso, no solo por los resultados obtenidos sino también porque las prácticas experimentales fueron complementadas por esta actividad interactiva y resultaron destacadas en las apreciaciones de los estudiantes en las encuestas anónimas.

## Agradecimientos

Nuestro mayor reconocimiento a todo el plantel de docentes del Laboratorio de Química, que trabajó en la implementación de las aulas generadas por el grupo. A la UDB-Química y a la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SeCTIP) de la UTN.BA que hicieron posible esta presentación.

## Referencias

Caro, N.P; Ahumada, M.I. (2017) "Evaluando a los estudiantes de Estadística con Cuestionarios del entorno Moodle". XXXII Jornadas Nacionales de Docentes de Matemática de Facultades de Ciencias Económicas y Afines. Universidad Nacional de Entre Ríos. Paraná, Entre Ríos, Argentina. Repositorio Digital Universitario (RDU-UNC). <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/18866>

Cutrera, G., Stipcich, S. (2016) El triplete químico. Estado de situación de una idea central en la enseñanza de la Química. *Revista electrónica sobre cuerpos académicos y grupos de investigación, Vol. 3, Núm. 6.*

Díaz Barriga, A. (2013); Guía para la elaboración de una secuencia didáctica; México. *Ed. Comunidad de conocimiento.* IISUE-UNAM.

Farré, A. S. (2020). Enseñar Química en tiempos anormales. *Educación en la Química; 26 (1); 49-64.*

Flynn A. B., Kay Orgill M., Ho F. M., York S., Matlin S. A., Constable D. J. C., and Mahaffy P. G. (2019). Future Directions for Systems Thinking in Chemistry Education: Putting the Pieces Together. *J. Chem. Educ 96 (12), 3000-3005.* DOI: 10.1021/acs.jchemed.9b00637

Galagovsky, L. (2007). Enseñar química vs. Aprender química: Una ecuación que no está balanceada. *Química Viva, Vol. 6.*

Johnstone, A. H. (2010) You Can't Get There from Here. *J. Chem. Educ., 87, 1, 22-29*

Kelley E. W. (2021) LAB Theory, HLAB Pedagogy, and Review of Laboratory Learning in Chemistry during the COVID-19 Pandemic. *J. Chem. Educ. 98, 8, 2496-2517* DOI: 10.1021/acs.jchemed.1c00457

Lopolito M.F, Sánchez P.C.V., Marchisio B. L., Russo A. V., De Seta E.G. (2022). Comparación del uso de las actividades de Moodle “Tarea” y “Lección” en la práctica de soluciones-neutralización del laboratorio de química, usando simuladores. *Revista Proyecciones, UTNBA. Vol. 20, n° 1* 23-33. URI <http://hdl.handle.net/20.500.12272/6134>

Marchisio B., De Seta E, Sánchez P., Russo A., Lopolito M. (2021). “Análisis de las experiencias de autoevaluación asincrónica, realizadas en el Aula Virtual del Laboratorio de Química”. VIII Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería (JEIN 2021) - Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe. Modalidad Virtual.

Marchisio B., García A., Sánchez P., De Seta E. (2022). “Prácticas de Evaluación Asincrónica asistidas por Videos, en el Aula Virtual del Laboratorio de Química, para la Educación Superior”. VI Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias (SIEC 2022). Universidad de Vigo. Modalidad Virtual.

Moore E., Chamberlain J., Parson R. and Perkins K. (2014). PhET Interactive Simulations: Transformative Tools for Teaching Chemistry. *J. Chem. Educ.*, 91, 8, 1191–1197. DOI: 10.1021/ed4005084

Nakamatsu, J. (2012). Reflexiones sobre la enseñanza de la química. *En Blanco y Negro*, 3(2), 38-46.

Pereira dos Santos G., Ribeiro de Morais D., Rebouças de Souza C., Aissa Rodrigues Fonseca N., and Dantas Miranda M. (2021). Mixtures and Their Separation Methods: The Use of Didactic Games, the Jigsaw Method and Everyday Life as Facilitators to Construct Chemical Knowledge in High School. *Electron. J. Chem.* , 13(5), 428-433. DOI: 10.17807/orbital.v13i5.1650

Ramos Mejía, A. (2020) Enseñar Química en un mundo complejo. *Educación Química*, año 32 núm. 4. México (UNAM), Ciudad Universitaria.

Schell, J.; Martin, R. (2020) The Powerful Role of Testing in Student-Centered Learning and Teaching in Higher Education. S. Hoidn, M. Klemenčič (Ed.) *The Routledge International Handbook of Student-Centered Learning and Teaching in Higher Education*. (II. pp.79- 96) United Kingdom:T & F