

# DISEÑO DE UN RECURSO EDUCATIVO ABIERTO EN UN CURSO DE QUÍMICA FÍSICA

*Verónica Mariel Lanaro*

*María Virginia Davin*

*Juan Manuel Talia*

*Mauricio Andrés Filippa*

*María Cristina Almandoz*

[verolanaro@gmail.com](mailto:verolanaro@gmail.com) - [mcalman@unsl.edu.ar](mailto:mcalman@unsl.edu.ar)- [mvdavin@hotmail.com](mailto:mvdavin@hotmail.com) -

[jmtalia@unsl.edu.ar](mailto:jmtalia@unsl.edu.ar) - [mfili@unsl.edu.ar](mailto:mfili@unsl.edu.ar)

Área de Química Física – FQByF- UNSL

## Resumen

Este trabajo presenta el desarrollo de un Recurso Educativo Abierto (REA) que pretende ser una alternativa aprovechable para el abordaje de temas incluidos en el curso de Química Física de la Carrera de Farmacia. Elaboramos un video que ilustra un trabajo de laboratorio de esta asignatura, complementado además por un resumen de la teoría requerida, enlaces de recursos que amplían los contenidos teóricos y una actividad práctica. El tema del video es "Efecto del pH en la Absorción Gastrointestinal de activos farmacéuticos". Este laboratorio explora aspectos incluidos en los contenidos mínimos del curso y es parte de las experiencias que los alumnos de segundo año de la carrera desarrollan hasta el momento. Sin embargo, considerando los elevados costos del solvente involucrado en la experiencia, como así también los rigurosos requisitos de seguridad que se deben tener en cuenta, atendiendo a las características

propias de éste, es que consideramos que es sumamente beneficiosa la implementación del laboratorio de manera virtual.

**Palabras clave:** Laboratorio virtual, REA, absorción de medicamentos

### **Abstract**

This paper presents the development of an Open Educational Resource (OER) that aims to be an alternative to address issues included in the Physical Chemistry course of the Pharmacy Career. We elaborated a video that illustrates a laboratory experience, in addition, it is complemented by a summary of the required theory, some links of resources that complement the theoretical contents and a practical activity. The topic of the video is the "Effect of pH on the Gastrointestinal Absorption of Active Pharmaceutical Ingredients". This laboratory explores aspects included in the minimum contents of that course, and it is part of the experiences that the second-year students of the career are developing so far. However, considering the high costs of the solvent involved in this experience, as well as the rigorous safety requirements that must be taken into account, due to its own characteristics, we consider that the implementation of the laboratory in a virtual way is extremely beneficial.

**Key Words:** Virtual laboratory, OER, drug absorption

## Introducción

Los recursos educativos abiertos (REA) comprenden según White & Manton, 2011, a los materiales digitales (incluyendo multimedia) que tienen un valor educativo potencial y que son compartidos y publicados libre y abiertamente a través de Internet usando licencias abiertas o residiendo en el dominio público para ser usados por educadores y estudiantes. En consonancia con esta definición también puede especificarse que los REA son “materiales digitalizados ofrecidos libremente y de manera gratuita para los educadores, estudiantes y autodidactas para ser usados y reusados para la enseñanza, aprendizaje e investigación” (Ramírez Montoya y colaboradores, 2012).

Estos REA según López García (2007) pueden estar compuestos por:

- Contenidos educativos: cursos completos (programas educativos), materiales para cursos, módulos de contenido, objetos de aprendizaje, libros de texto, materiales multimedia (texto, sonido, vídeo, imágenes, animaciones), exámenes, compilaciones, publicaciones periódicas (diarios y revistas), etc.
- Herramientas: Software para apoyar la creación, entrega (acceso), uso y mejoramiento de contenidos educativos abiertos.
- Recursos de implementación: Licencias de propiedad intelectual que promuevan la publicación abierta de materiales; principios de diseño; adaptación y localización de contenido; y materiales o técnicas para apoyar el acceso al conocimiento.

Entre los REA, los videos son contenidos educativos que facilitan la recepción de la información por los canales auditivo y visual y que ayudan a ilustrar y/o estructurar los contenidos que se abordan, siendo de gran utilidad en entornos virtuales de aprendizaje. Atendiendo a sus características intrínsecas, éstos son materiales potencialmente muy

provechosos para ser utilizados en la docencia universitaria. Lo cual puede maximizarse si se lo complementa con una adecuada guía de práctica para los estudiantes.

Las experiencias de laboratorios en los cursos de química son herramientas fundamentales puesto que los estudiantes tienen contacto directo con las sustancias/reactivos químicos, instrumental, materiales propios de laboratorios que les permite aprender a examinar, identificar, manipular y trabajar cuidadosamente. De esta manera adquieren los conocimientos y habilidades prácticas que usarán a futuro en su práctica profesional. Sin embargo, entre sus desventajas se citan sus altos costos (tanto de materiales como instrumental), generación de residuos y riesgos de manipulación.

Como contrapartida, los videos que simulan o muestran laboratorios químicos tienen muchas ventajas como por ejemplo suprimen la exposición a sustancias nocivas, eliminan el riesgo biológico, no generan residuos, disminuyen los costos de reactivos y materiales y pueden ser repetidos tantas veces como se requiera (C. Infante Jiménez, 2014; M. Maurel y col, 2014). Adicionalmente, el uso del vídeo como recurso educativo utilizado previo a la realización de la experiencia práctica por parte de los estudiantes ha mostrado eficacia para incrementar la calificación en la evaluación ejecutada antes de la experiencia, así como la destreza manual. Varias investigaciones (Lerchundi y col. Riccio-Anastacio y col.) constatan que el estudiante que ha visualizado previamente las tareas a efectuar sabe qué ha de hacer y cómo hacerlo, facilitando el desarrollo de la acción en el laboratorio.

Este trabajo describe el desarrollo de un REA compuesto por un video demostrativo de una de las experiencias de laboratorio. En este video además de facilitar el aprendizaje experimental mediante una demostración detallada de cada paso que se realiza en la práctica presencial, se muestran

resultados obtenidos para promover el análisis de los datos y lograr conclusiones por parte del estudiante. Esto permite evaluar la adquisición de habilidades referidas a la comprensión y procesamiento de datos para la resolución de problemas. Además, se complementa con recursos en los que se brinda la teoría requerida para su comprensión como así también se proponen actividades prácticas relacionadas con el mismo.

### Contexto

El curso de Química Física (Farmacia) desarrolla temas como termodinámica, soluciones y solubilidad, interacciones ácido-base, propiedades coligativas, fenómenos de interfase y cinética, profundizando, en todos ellos sobre su aplicación a la Farmacia. El abordaje comprende el aspecto teórico y sobre todo actividades prácticas (de aula) y también laboratorios. Uno de los laboratorios denominado: Efecto del pH en la Absorción Gastrointestinal de activos farmacéuticos tiene como objetivo constatar el efecto del pH en la absorción gastrointestinal de fármacos. Para evidenciar este objetivo se utilizan soluciones acuosas de pH 1,5 y pH 8,0 que representan el contenido de las principales secciones del tracto gastrointestinal (estómago e intestino respectivamente) y también un disolvente orgánico, el octanol, para simular el componente lipídico de la barrera gastrointestinal. La cantidad de fármaco presente en octanol se determina por espectroscopia UV-Visible.

El solvente orgánico requerido tiene características fisicoquímicas irritantes por lo que su manipulación y eliminación debe hacerse con medidas rigurosas de seguridad, además, es un reactivo de muy alto costo. Razones que nos replantearon ventajas y desventajas sobre la continuidad en la realización de la experiencia.

## Desarrollo

La absorción de fármacos comprende el pasaje desde el sitio de administración hacia la circulación sanguínea, el estudio de la absorción implica la relación, comprensión y aplicación de varios conceptos fisicoquímicos, entre ellos soluciones y solubilidad, interacciones ácido-base y, coeficiente de partición. Debido a ello, la implementación de este laboratorio es de especial interés en la formación de un farmacéutico. Asimismo, es sabido que, la absorción de activos farmacéuticos es una etapa esencial en la biodisponibilidad de éstos y en su eficacia terapéutica.

La mayoría de los fármacos son administrados por vía oral, por lo tanto, deben atravesar la membrana semipermeable para llegar a la circulación sanguínea, este pasaje de los medicamentos a través de las membranas se realiza mediante dos tipos de transportes: pasivo y mediado por transportadores. En el primero, la transferencia implica una difusión simple debida la diferencia en la concentración de las drogas en ambos lados de la membrana. Este es el mecanismo fundamental que se lleva a cabo en el tracto gastrointestinal, los principios activos pasan de una zona de alta concentración en el tubo digestivo a una zona de baja concentración en el torrente sanguíneo.

Por otro lado, es conocido, que los medicamentos provienen, en general, de ácidos o bases débiles por lo cual su especiación depende del pH del medio y ésta puede ser determinada con la ecuación de Henderson-Hasselbalch y, que la especie que se transporta por el proceso de difusión es la especie no disociada (P. Sinko, 2011).

El desarrollo de la experiencia que motivó nuestro REA requiere la preparación de soluciones buffer de pH 1,5 (ácido clorhídrico) y 8 (fosfatos), preparación de soluciones saturadas de activos farmacéuticos con características ácidas, básicas y neutras en las soluciones amortiguadoras

mencionadas. Posteriormente, un volumen definido de éstas se pone en contacto con el mismo volumen de octanol (solvente que simula por sus características la barrera lipídica de las células). Se utilizaron como activos farmacéuticos especies que son administradas como antibacterianos: sulfametoxazol y trimetoprima, y teofilina: una xantina ampliamente utilizada por vía oral e intravenosa en el tratamiento del asma y de los broncoespasmos.

Puntualmente, los docentes a cargo del trabajo de laboratorio preparamos previamente todas las soluciones necesarias (los buffers como los activos farmacéuticos) y realizamos paso a paso todas las etapas requeridas en la experiencia de laboratorio, mientras efectuamos la filmación de todo ello. Posteriormente una vez editado el video fue inserto en YouTube (<https://youtu.be/NdwTntCX5iQ>) (Fig.1).



Fig. 1. Captura de pantalla de YouTube presentando nuestro video

El enlace al video fue embebido en el aula virtual que gestionamos para este curso (<https://www.evirtual.unsl.edu.ar/moodle/course/view.php?id=525>). En el aula generamos una carpeta de archivos en la página de inicio con el nombre de Laboratorio Virtual. En esta carpeta de archivos se presenta la secuencia didáctica, es decir el orden dado a los componentes del aprendizaje de la absorción de activos farmacéuticos (Fig. 2).



Fig. 2. Secuencia didáctica

La primera fase o momento de esta secuencia didáctica es la selección de los contenidos teóricos que se encuentran en un archivo de texto con la teoría necesaria para la comprensión del tema. Le sigue, la observación del video que expone todas las operatorias de la experiencia, que actualmente se ejecuta en forma presencial, como así también los resultados obtenidos. Convencidos de que el video en sí mismo no es una herramienta suficiente para el aprendizaje de los conceptos en Química, se articula una guía de actividades mediante la cual los estudiantes analizan, vinculan y comparan los resultados experimentales (Fig. 3). Estas guías de actividades al decir de J. Hierrazuelo y colaboradores diseñan una metodología activa para el alumno que le permite elaborar conocimientos, explorar alternativas y superar la asimilación de conocimientos elaborados posibilitando, además, la interacción entre compañeros. Los requisitos

fundamentales de tales actividades es que deben cubrir el contenido del tema, tener una lógica interna que eviten un aprendizaje inconexo y acercar a los estudiantes a la metodología científica.

**TRABAJO PRÁCTICO**  
**EFECTO DEL pH EN LA ABSORCIÓN GASTROINTESTINAL DE ACTIVOS FARMACÉUTICOS**

Luego de leer la teoría de este trabajo práctico de laboratorio y que hayas visto el video (Youtube), queda la resolución del presente trabajo práctico. Adelante!

**ACTIVIDAD 1.**  
Uno de los principios activos que usamos en el laboratorio es el SULFAMETOXAZOL (SMX,  $C_{10}H_{11}N_5O_2S$ , Número CAS: 723-46-6, Masa molar: 253,279 g/mol). Este reactivo fue preparado en la concentración que corresponde a su solubilidad a 25°C en agua; esto es  $2,5 \cdot 10^{-4}$  M. ¿Cuántos gramos de esta droga debemos pesar para preparar 50 mL de SMX de la concentración requerida?

**ACTIVIDAD 2.**  
El solvente orgánico que se utiliza y que simula la barrera lipídica es el octanol. Es un solvente que por sus características requiere un cuidado particular en su manipulación. Deberá buscar usando cualquier buscador en internet y completar sus características fisicoquímicas principales, los cuidados con su manipulación y formas seguras de eliminación. Sugerencia: buscar en alguna de las hojas de seguridad de octanol (MSDS).

**ACTIVIDAD 3.**  
Una de las soluciones buffer utilizadas en el buffer clorhídrico (pH=1,5) es una fuerza iónica 0,05 M

Si se dispone de HCl (PM: 36,5 g/mol, densidad: 1,190 g/cm<sup>3</sup>, solución 37 % p/p) y KCl (PM: 74,55 g/mol), ¿Qué volumen de ácido clorhídrico y cuántos gramos de la sal se deben agregar para obtener un litro de la solución buffer citada?

**ACTIVIDAD 4.**  
La cantidad de activo farmacéutico que ha pasado a la fase orgánica se determina registrando el dato de absorbancia. ¿por qué este dato nos brinda esta información? ¿Cuál es la dificultad experimental que impide la determinación exacta de la concentración?

**ACTIVIDAD 5.**  
A partir de los datos del laboratorio expresar la fracción no ionizada/ionizada para cada principio activo usando la expresión de Henderson-Hasselbach (pH y pKa). Además, calculen esta fracción a partir de los datos de absorbancia. Luego hagan una breve conclusión del práctico.

**Bibliografía**

- A. R. Gemmaro, "Remington Farmacia", Editorial Médica Panamericana, 20ª ed., 2003.
- G.T. Castro, M.A. Filippa, G. Abarracín y S.E. Blanco, "Efecto del pH en la absorción gastrointestinal de drogas", ALDEQ, pag. 148, 1998.
- Goodman & Gilman, "Las bases farmacológicas de la terapéutica", 9ª edición, McGraw-Hill Interamericana, 1996.
- Page, Curtis, Sutter, Walter, Hoffman, "Farmacología Integrada", Harcourt, 1999.

**CIVITAS**

Fig. 3. Imagen de la guía de actividades propuestas

## Conclusiones

A partir de la implementación del presente REA se logrará satisfactoriamente abordar el tema de absorción de activos farmacéuticos en forma amena, segura y con mínimos recursos económicos. Los estudiantes podrán realizar análisis de datos y resolución de problemas

cuya evaluación permitiría reconocer el aprendizaje y entendimiento de conceptos necesarios en la formación del profesional Farmacéutico.

Además la incorporación de herramientas que nos brinda la tecnología permite en este caso enseñar y aprender en un entorno más seguro.

## Bibliografía

- White, D. y Manton M. (2011). *Open Educational Resources: The value of reuse in higher education*. University of Oxford. 1-33. Abstract: OERTheValueOfReuseInHigherEducation.pdf.
- Ramirez Montoza, M. S., Burgos Agular, J. V. (2012). *Movimiento Educativo Abierto: Acceso, colaboración y movilización de recurso educativos abiertos*. Lulu.com. ISBN: 1471708381, 9781471708381
- Infante Jiménez, C. (2014). *Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas*. Revista mexicana de investigación educativa, 19(62), 917-937. Recuperado el 29 de mayo de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-66662014000300013&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662014000300013&lng=es&tlng=es).
- Maurel, M. C., Dalfaro, N. A., Soria, H. F. (2014). *El laboratorio virtual: una herramienta para afrontar el desgranamiento*. Cong. Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación ISBN: 978-84-7666-210-6 – Artículo 677.
- Pablo-Lerchundi, I., Núñez del Río, M. C., Saavedra, P., Albéniz, J., Barajas, R., & Carrillo, I. (2013). *Análisis del impacto del uso del vídeo en el laboratorio de química de la titulación de Ingeniería Mecánica en la EUITI*. X Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria. Madrid: Universidad Europea de Madrid.

Riccio-Anastacio, F. R., Molestina-Malta, C. J., Veliz-Ozaeta, M. A. *Impacto del uso de videos educativos complementando las clases presenciales en educación superior. Polo del Conocimiento*, [S.l.], v. 2, n. 7, p. 3-14, jul. 2017. ISSN 2550-682X. Disponible en: <<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/219>>. Fecha de acceso: 09 jul. 2020 doi:<http://dx.doi.org/10.23857/pc.v2i7.219>

Patrick J. Sinko; Yashveer Singh. *Martin's Physical Pharmacy and Pharmaceutical Sciences: Physical Chemical and Biopharmaceutical Principles in the Pharmaceutical Sciences*. 6ta ed. (2011). ISBN 978-0-7817-9766-5 1.

Hierrezuelo J., Molina E. y Yus R. (1991). *Una nueva generación de materiales curriculares para la enseñanza de la ciencia: los programas-guía de actividades*. *Revista de Educación*, No. 295: 463-486, <http://www.mecd.gob.es/dctm/revista-de-educacion/articulosre295/re29514.pdf?documentId=0901e72b813578ea>.

## Webgrafía

<https://campusvirtual.ull.es/ocw/course/view.php?id=114>

López Garcia, J. (8 de junio de 2020). Recursos educativos abiertos (REA). EDUTEKA. Disponible en <http://www.eduteka.org/OER.php> .