



El recurso audiovisual como complemento al trabajo experimental en Química. Elaboración de una colección de videos y su socialización en una plataforma de libre acceso

The audiovisual resource as a complement to experimental work in Chemistry. Creation of a collection of videos and their socialization on a free access platform

Sofía Sampaolesi¹, Facundo Barraqué^{2,3}, Laura Estefanía Briand¹ y Virginia Vetere¹

Resumen

El presente trabajo relata la experiencia de elaboración e implementación de un recurso didáctico complementario al trabajo experimental compuesto por video capítulos en los cuales se presentan los elementos de protección personal y normas básicas de seguridad, manipulación y lavado del material de laboratorio y las operaciones experimentales fundamentales realizadas en un laboratorio de Química, tales como la preparación de una solución, la dilución de soluciones y la titulación. Este recurso audiovisual, diseñado y realizado por docentes universitarias/os de cursos introductorios de Química y especialistas en comunicación visual, brinda información en un entorno amigable para las usuarias/os y accesible a través de dispositivos móviles. El objetivo del material didáctico es brindar a las y los estudiantes una herramienta adicional de aprendizaje, complementaria al trabajo práctico de laboratorio. En este contexto, se espera que fomente la autonomía y se constituya en una herramienta de consulta para sus usuarios.

Palabras clave

Recurso didáctico; TIC; operaciones básicas en el laboratorio; autonomía del estudiantado; enseñanza universitaria.

Abstract

The present manuscript reports the creation and implementation of a didactic resource composed of video-chapters in which the elements of personal protection and basic safety rules, handling and washing of laboratory material and the fundamental experimental operations carried out in a laboratory of Chemistry, such as the preparation of a solution, the dilution of solutions and the titration, are presented. This audiovisual resource, designed and produced by university professors of introductory Chemistry courses and by specialists in visual communication, provides information in a user-friendly environment that is accessible through mobile devices. The objective of this resource is to provide students with a complementary learning tool to practical laboratory work. In this context, it is expected that this material promotes autonomy and becomes a reference tool for its users.

Keywords

Didactic resource; ICT; basic lab techniques; student autonomy; higher education.

¹ Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas "Dr Jorge J. Ronco" CINDECA, CCT La Plata-CONICET, UNLP, CICpBA, La Plata, Buenos Aires, Argentina. ORCID Sampaolesi: [0000-0001-8080-9181](https://orcid.org/0000-0001-8080-9181), ORCID Briand: [0000-0002-6828-8624](https://orcid.org/0000-0002-6828-8624) y ORCID Vetere: [0000-0002-3400-2341](https://orcid.org/0000-0002-3400-2341)

² Departamento de Ciencias Biológicas y Químicas, Facultad de Ciencias de la Vida, Universidad Thomas Jefferson, Filadelfia, EE. UU. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4683-5527>

³ Centro de Medicina Traslacional, Departamento de Medicina, Facultad de Medicina Sidney Kimmel, Universidad Thomas Jefferson, Filadelfia, EE. UU.

Introducción

En las materias introductorias de Química universitaria el trabajo experimental de laboratorio se constituye en una herramienta fundamental en el proceso de enseñanza y de aprendizaje de la disciplina. Estas actividades tienen entre sus objetivos el desarrollo de habilidades manuales básicas en un laboratorio, a la vez que habilitan el abordaje de muchos conceptos teóricos centrales desde otra perspectiva.

Durante los trabajos prácticos es recomendable el uso de un cuaderno de notas donde se plasman las observaciones, dificultades y los principales resultados obtenidos en las actividades de laboratorio. En la actualidad las y los estudiantes suelen registrar parte del trabajo experimental a través de fotos y videos, medios que utilizan habitualmente en sus actividades diarias, y que les son de utilidad como insumo adicional a la hora de estudiar. De este modo, las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) juegan un rol importante que ofrece nuevos contextos y la posibilidad de generar entornos personales de aprendizaje que favorezcan la formación de las y los futuros profesionales (Esteve, 2016).

Entre los recursos disponibles que podrían viabilizar y/o complementar la enseñanza de la Química encontramos programas para realizar gráficos, bancos online de preguntas y respuestas, simuladores de procesos químicos y físicos; así como también múltiples aplicaciones para dispositivos móviles, fácilmente accesibles para las y los usuarios. La incorporación de estas herramientas digitales en la educación superior, que fue en ciertos casos resistida en las prácticas docentes, se ha visto catalizada por la pandemia COVID-19 (López De la Madrid, 2007; Contreras Sierra, 2020). Experiencias de varias universidades muestran las ventajas de estos dispositivos como apoyo para el aprendizaje, ofreciendo una fluida interacción con la información en el tiempo y el espacio que los estudiantes consideren más apropiado (Ferro Soto, Martínez Senra y Otero Neira, 2009; Turkle, 2009). Sin embargo, es importante advertir que para que las TIC se conviertan en una herramienta para mejorar las experiencias educativas en la universidad, deben emplearse en forma organizada y planificada, involucrando a la institución, a las y los estudiantes y las y los docentes colectivamente (Sangrà y González, 2004).

Un desafío relevante que se nos presenta a la hora de usar tales dispositivos para la enseñanza y el aprendizaje es tener en cuenta la diferencia entre la utilización de TIC y su integración curricular (Sánchez, 2002). La integración curricular de las TIC implica utilizarlas como apoyo para un propósito bien definido; es decir, para aprender un concepto, un procedimiento, un proceso. Este enfoque no pone el énfasis en la herramienta en sí misma, sino en su finalidad educativa. Integrar curricularmente las TIC implica articularlas al resto de los componentes de un *currículum* para formar parte de un todo. Sánchez (2002) propone tres niveles para alcanzar la integración de las TIC que denomina: apresto, uso e integración. El primero de ellos describe un acercamiento, venciendo el miedo a la utilización de tecnología y descubriendo sus potencialidades. El segundo nivel implica conocer las TIC y usarlas en diversas actividades, pero sin tener aún un propósito educativo claro. A diferencia de los dos niveles anteriores, la integración curricular de las TIC supone incorporarlas a un *currículum* con un fin específico de aprendizaje. Esto contempla la apropiación de estas herramientas y su uso situado, centrándose en el aprendizaje y no en las TIC. En palabras del autor, “el aprender es visible, las TIC se tornan invisibles” (Sánchez, 2001).

En este sentido, el recurso digital fue pensado y elaborado en el marco de una propuesta más amplia, el Curso con Estrategias Alternativas para la Enseñanza de la Química (CEAEQ), que ha sido implementado por las autoras y el autor de este trabajo desde 2018, con resultados prometedores (Barraqué, 2021). La propuesta involucra también otras TIC, como simulaciones de acceso libre acerca de varios de los temas que se abordan en los cursos introductorios, siempre incorporadas con una finalidad educativa específica.

El objetivo del presente trabajo es relatar nuestra experiencia en el diseño y utilización de un recurso didáctico digital pensado como complemento a los trabajos experimentales, que sirva de material de consulta en los tiempos y espacios de aprendizaje que las y los estudiantes decidan y que fomente su autonomía en el desarrollo de actividades experimentales en el laboratorio.

Descripción de la experiencia

Como se mencionó previamente, el desarrollo y utilización de los video capítulos fue pensado como un recurso didáctico en el marco de una innovación pedagógica más amplia (CEAEQ). La propuesta del curso se estructura en el abordaje de la enseñanza y el aprendizaje desde una perspectiva constructivista que pone a la y el estudiante como protagonista y última/o responsable de su aprendizaje, adoptando las y los docentes un rol de guías y colaboradores en ese proceso (Mandl y Kopp, 2005). A través de esta innovación se pretende, por un lado, acompañar a las y los estudiantes en la adopción de una actitud proactiva frente al estudio, necesaria para abordar las carreras de grado. Por otro lado, se busca sentar las bases teóricas de la Química, estimulando a las y los alumnos a generar un vínculo con el saber que les ayude a comprender problemáticas de la vida cotidiana y a relacionar la Química con temas de importancia para nuestra sociedad (Barraqué, 2021).

El diseño y desarrollo del material didáctico fue pensado como un recurso que contiene información útil para las y los estudiantes que transitan cursos universitarios de Química básica. Los video capítulos están a disposición para ser utilizados como soporte, guía o referencia al momento de desarrollar una actividad experimental y como material de estudio y consulta en cualquier momento que sus usuarias y usuarios lo requieran. En la figura 1 se presentan algunas imágenes del material elaborado.

Es importante aclarar que este dispositivo no pretende reemplazar la experiencia de manipulación segura de equipos en el laboratorio, ni el aprendizaje a través del hacer, así como tampoco la tarea de las y los docentes durante el trabajo experimental. Consideramos que visualizar el material de forma anticipada a las actividades podría contribuir a fomentar la autonomía de las y los alumnos en las tareas básicas que se desarrollan en un laboratorio de Química. Asimismo, constituye un material de consulta para recordar técnicas que han realizado en el transcurso del trabajo práctico (posiblemente unas pocas veces durante el curso).

A través de este dispositivo didáctico pretendemos afianzar la utilización de TIC como estrategia para mejorar la propuesta metodológica de enseñanza y aprendizaje en los cursos introductorios de Química. Además, buscamos establecer el uso de herramientas informáticas e interfaces electrónicas para facilitar la visualización y la construcción de procedimientos y conocimientos fundamentales durante el primer año de la universidad. Como se mencionó anteriormente, el recurso didáctico tiene propósitos educativos definidos y está articulado con el resto de las actividades propuestas para el curso.

La colección de video capítulos fue diseñada y efectuada por docentes universitarias/ os de cursos introductorios de Química y por especialistas en comunicación visual. El material multimedial se desarrolló en varias etapas y comprende una serie de videos cortos con un formato sencillo, grabados en un ámbito similar al que la y el estudiante va a vivenciar durante la realización de los trabajos prácticos experimentales. En estas filmaciones las y los docentes muestran distintos aspectos a tener en cuenta para lograr un manejo adecuado y seguro en un laboratorio. Dentro de los contenidos disciplinares que abordan los videos se encuentran la presentación de los materiales a utilizar, su correcta manipulación y lavado, la preparación de soluciones a partir de reactivos sólidos y por dilución, la operación de titulación y las medidas de seguridad que las y los estudiantes deberán respetar al momento de trabajar en el laboratorio.

De esta manera, se concentraron los esfuerzos en mostrar la correcta realización de aquellas operaciones que, en nuestra experiencia como docentes se presentan como dificultades persistentes, aun en cursos universitarios avanzados, y frecuentemente son un obstáculo para la participación de las y los estudiantes de los primeros años durante las actividades experimentales. Adicionalmente, deben tenerse en cuenta ciertos contextos desfavorables que suelen afectar las prácticas de laboratorio, tales como una cantidad de docentes insuficiente en relación con la cantidad de estudiantes; limitaciones de infraestructura, como la disposición de las mesadas; y las características de los equipos que utilizamos en el trabajo práctico. Frente a uno o más de estos condicionamientos, las demostraciones de las operaciones realizadas por los docentes resultan insuficientes y no logran ser observadas con el detalle necesario por cada estudiante. Más aún, es frecuente que las y los alumnos no logran manipular el material de laboratorio tantas veces como lo desean o requieren para su aprendizaje. Tales dificultades, que comprometen aún más el grado de participación de las y los estudiantes en el aula, pueden ser abordadas a través de un recurso tan cercano como este, al que cada usuaria/o accede desde su propia pantalla.

Durante la selección de contenidos de los video capítulos se privilegió el tratamiento de cuestiones conceptuales estructurales de la disciplina, que serán de utilidad para el estudiantado en el resto de su carrera y en su actividad profesional. El material digital se encuentra disponible en una plataforma de acceso público y gratuito, pudiéndose consultar en los siguientes enlaces:

1. Seguridad en el Laboratorio
2. Material de Laboratorio
3. Lavado del Material de Laboratorio
4. Manipulación del Material de Laboratorio
5. Preparación de una Solución a partir de un Reactivo Sólido
6. Dilución
7. Titulación
8. Seguridad y técnicas básicas de laboratorio (compendio de los video capítulos):

Este recurso multimedial combina imágenes significativas para el aprendizaje de habilidades del laboratorio de Química con explicaciones verbales breves y concisas, acompañadas de una música agradable y no invasiva. Asimismo, los video capítulos poseen una duración de entre 1 minuto y 43 segundos como mínimo (Lavado del material de laboratorio) y 5 minutos como máximo (Manipulación del material de laboratorio).

De acuerdo con Raviolo (2019), existe una cierta “memoria de trabajo” que es capaz de retener un determinado número de imágenes y palabras al mismo tiempo (Raviolo, 2019). En este contexto, el diseño del recurso audiovisual está pensado para que las y los usuarios puedan procesar e integrar la nueva información en un corto período de tiempo.

Es importante resaltar que durante los años en que se vieron interrumpidas las actividades educativas presenciales debido a la pandemia por la COVID-19, la colección de video capítulos ha tenido un número considerable de visualizaciones, que se analizará más adelante. Si bien los trabajos experimentales no pueden ser sustituidos por este tipo de herramientas, entendemos que en ese contexto muchos estudiantes pudieron visualizar y aproximarse a los materiales utilizados en un laboratorio de Química y a las operaciones más comunes de la Química básica gracias al recurso.



FIGURA 1. Imágenes tomadas de los video capítulos que conforman la colección.

Por otro lado, aunque el material digital fue diseñado como una herramienta a ser utilizada por estudiantes universitarios que transitan los cursos iniciales de Química, hemos presentado el recurso durante la Semana Nacional de la Ciencia, la Tecnología y el Arte Científico, organizada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación argentino, en sus ediciones 2020 y 2021. En tales oportunidades, el objetivo fue acercar la propuesta a estudiantes y docentes del nivel medio, seleccionando aquellos videos adecuados a los contenidos abordados durante esta etapa formativa. Entendemos que el recurso audiovisual podría ser una herramienta para las y los docentes de este trayecto educativo si es adaptada e integrada a sus propias propuestas de enseñanza y de aprendizaje.

Análisis del impacto del manual digital de laboratorio

A partir de los datos que brinda la plataforma digital YouTube, desde su opción YouTube Studio, es posible analizar el impacto del recurso audiovisual en un período de tres años desde que fueron publicados en el medio de difusión. Cabe destacar que los videos recibieron 35812 consultas desde agosto 2019 a septiembre 2022.

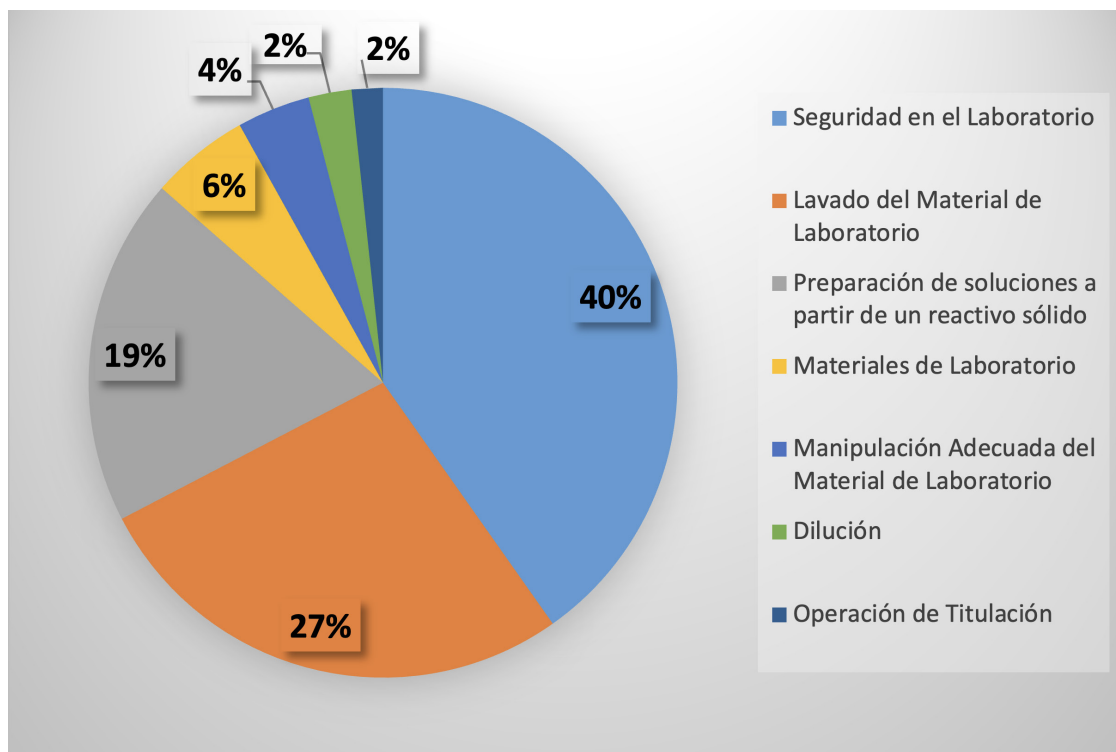


FIGURA 2. Distribución porcentual de las consultas realizadas sobre los videos de la colección en el período agosto 2019-septiembre 2022.

La figura 2 muestra (en porcentaje sobre las visitas totales) la cantidad de consultas realizadas sobre cada uno de los videos. En la misma se observa que las temáticas más atractivas son: las normas básicas de seguridad (40%), el lavado del material de laboratorio (27%) y la metodología de preparación de una solución a partir de un reactivo sólido (19%). En todos los casos se detectó un 60% o más de tiempo promedio de reproducción. Esta información indica que la extensión de los video capítulos, que como se comentó oportunamente es de no más de 5 minutos, resulta un factor clave para mantener la atención de las y los usuarios.

La figura 3 muestra la distribución porcentual de los países a los que pertenecen las personas que consultaron el material digital. Como es de esperarse, las y los usuarios mayormente pertenecen a países americanos de habla hispana, destacando Argentina (63%), Perú (19%) y México (11%).

La figura 4 presenta las edades de quienes consultaron el material, divididas en cuatro franjas que van desde los 13 a 17 años, los 18 a 24 años, los 25 a 34 años y los 45 a 54 años. La franja etaria que presenta un mayor número de reproducciones (91%) se ubica entre los 18 y 24 años, coherente con la edad promedio de las y los estudiantes universitarios. Asimismo, se observa que la franja de usuarias y usuarios, que va entre 25 a 34 años de

edad, grupo etario vinculado a las y los docentes, se ubica como la segunda más importante. Este resultado guarda relación con los estudios sobre la percepción de las y los alumnos de Química General respecto de los recursos digitales utilizados en la Universidad Nacional de México para abordar los trabajos prácticos de laboratorio durante la pandemia (Reyes-Cárdenas, 2021). Las autoras del trabajo reportaron que un 30% de las y los estudiantes encuestados consideraba que los recursos utilizados para las clases virtuales de laboratorio lograban suplir la experiencia de estar en un laboratorio de Química.

FIGURA 3. Distribución porcentual del país de origen de las y los usuarios que consultaron el recurso audiovisual (período agosto 2019-septiembre 2022).

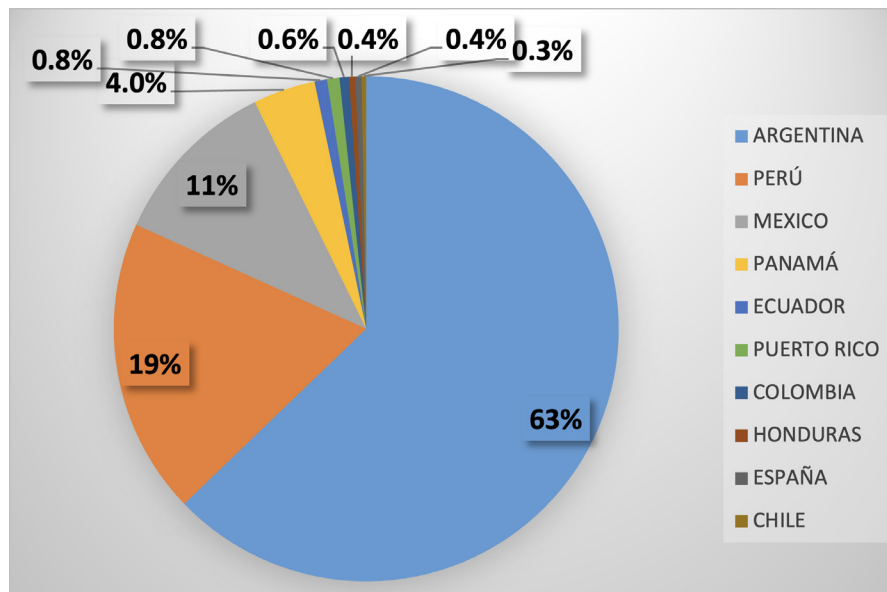
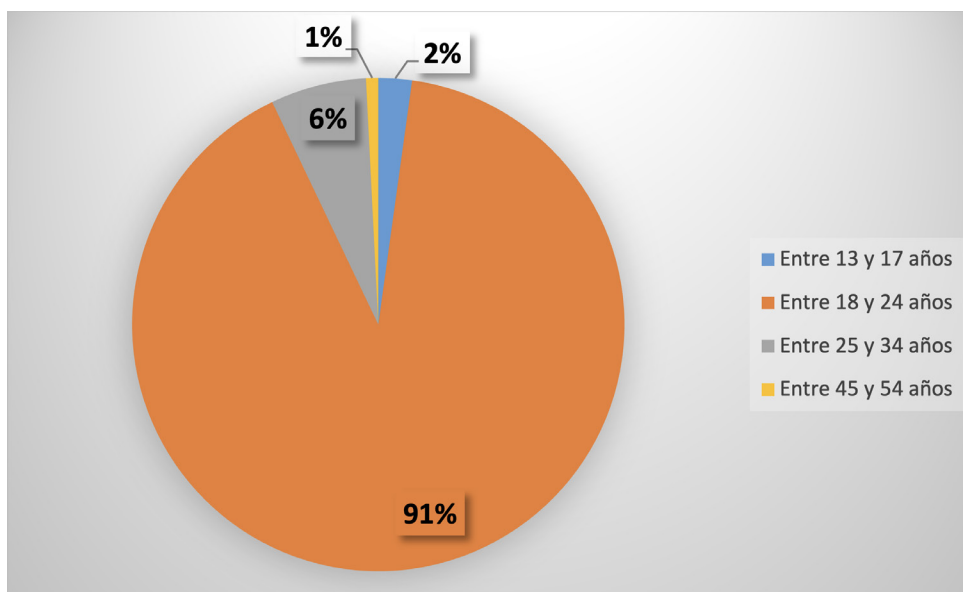


FIGURA 4. Distribución porcentual de las edades de las y los usuarios del recurso audiovisual (período agosto 2019-septiembre 2022).



Finalmente, la figura 5 muestra el género de las personas que consultaron el material didáctico, indicando que un 62% se identifica con el femenino. Cabe aclarar que no fue posible obtener datos de otras identidades sexuales y de género más allá de las reconocidas por la concepción cultural binaria.

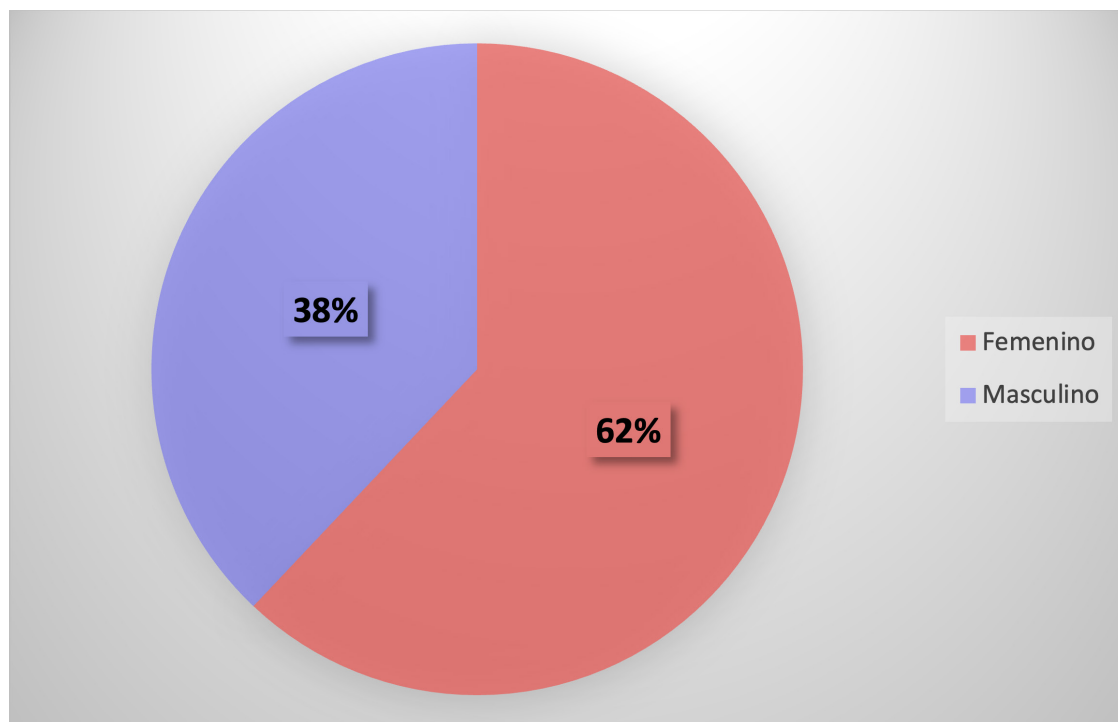


FIGURA 5. Identidad de género autopercebida de las y los usuarios de la colección de video capítulos (período agosto 2019-septiembre 2022).

De acuerdo con UNESCO, en el mundo las mujeres representan solo 35% de quienes cursan estudios de enseñanza superior en STEM (Science, Technology, Engineering and MathemaTIC) es decir, en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas. Esta información evidencia que el porcentaje que se observa en la figura 5 no puede atribuirse al número de estudiantes, sino que contempla otros factores. En un contexto más general, Chou y col. (2011) investigaron la actitud hacia recursos multimediales disponibles en internet en función del género y el nivel de educación (Chou, 2011). El estudio se realizó en el marco del modelo 6T (Tool, Toy, Telephone, Territory, Treasure of information, Trade). Las definiciones de las seis categorías son las siguientes: Internet es una HERRAMIENTA que permite a las personas realizar varias tareas (por ejemplo, reproducir música y descargar archivos); Internet es un JUGUETE con el que una o un usuario puede pasar un rato agradable (por ejemplo, juegos en línea); Internet es un TELÉFONO que permite a las y los usuarios comunicarse con otros; Internet es el TERRITORIO de una o un usuario para la auto-construcción y la autoexpresión; Internet es un TESORO que representa una estupenda colección de información en línea; e Internet es un espacio para ACTIVIDADES COMERCIALES. El estudio no encontró diferencias en cuanto a la actitud de estudiantes del nivel universitario (tanto hombres como mujeres) en la utilización de recursos de internet como herramienta, territorio, tesoro de información y en actividades comerciales. Sin embargo, evidenció que las mujeres tenían más probabilidades de utilizar fuentes de información legitimadas y menos convencionales (por ejemplo, sitios web de bibliotecas) que los estudiantes varones. De algún modo, los datos recabados en este trabajo siguen la tendencia observada en ese estudio.

Conclusiones

Este trabajo presenta el diseño, elaboración, utilización y el resultado de la implementación de una colección de video capítulos para ser empleada como soporte para el aprendizaje de conceptos y procedimientos fundamentales en un curso universitario de Química básica.

Este dispositivo, entre otras TIC diseñadas para el CEAEQ, está articulado e integrado al resto de las actividades del curso y posee propósitos educativos específicos. El material audiovisual está a disposición de las y los estudiantes para ser utilizado como guía o referencia al momento de desarrollar una actividad experimental y como material de estudio y consulta en cualquier momento que lo requieran. Los video capítulos, compartidos con la comunidad educativa a través de la plataforma YouTube, han sido utilizados como recurso didáctico por otras/os docentes de la cátedra y de otras instituciones. A través del análisis de sus reproducciones en un período de tiempo que abarca la pandemia COVID-19, durante la cual las actividades educativas presenciales fueron restringidas o totalmente inhibidas, estimamos que la difusión del material colaboró con estudiantes de Química introductoria de países de habla hispana en el estudio de conceptos y técnicas, como reemplazo circunstancial del trabajo de laboratorio.

Consideramos que esta herramienta, similar a otras que utilizan las y los estudiantes en sus actividades cotidianas, puede fomentar su autonomía y motivarles a participar activamente de las actividades experimentales en el laboratorio.

Asimismo, entendemos que el recurso podría ser adaptado e incorporado a propuestas de enseñanza y aprendizaje de la Química de otros niveles educativos, como el nivel medio.

Referencias

- Barraqué, F., Sampaolesi, S., Briand, L. E. y Vetere, V. (2021, enero-marzo). La enseñanza de la química durante el primer año de la universidad: el estudiante como protagonista de un aprendizaje significativo. *Educación Química*, 32(1), 58-73. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.1.75760>
- Contreras Sierra, S. M., Infante Farfán, L. F., Quintero Salazar, O. J., Mayorga Betancourt, M. A. (2020, diciembre). Enseñanza remota de la Química en Educación Secundaria-Universitaria. *Educación Química, número especial*. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.5.77099>
- Chou, C., Hu, H-C., Chen, C-H. (2011). Re-visiting college students' attitudes toward the Internet-based on a 6-T model: Gender and grade level difference. *Computers & Education*, 56, 939-947.
- Esteve, F. (2016). Bolonia y las TIC: de la docencia 1.0 al aprendizaje 2.0. *La cuestión universitaria*, 5, 58-67. Recuperado de: <http://polired.upm.es/index.php/lacuestionuniversitaria/article/view/3337>
- Ferro Soto, C., Martínez Senra, A. y Otero Neira, M. C. (2009). Ventajas del uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, 29, a119. DOI: <http://dx.doi.org/10.21556/edutec.2009.29.451>

- López de la Madrid, M. C. (2007). Uso de las TIC en la educación superior de México. Un estudio de caso. *Apertura*, 7(7), 63-71. Recuperado de <https://www.redalyc.org/html/688/68800706>
- Mandl, H. y Koop, B. (2005). Situated learning; Theories and models, en P. Nentwig, D. Waddington, (eds.) (2005): Making it relevant. Context based learning of science. Münster: Waxmann
- Raviolo, A. (2019). Imágenes y enseñanza de la química. Aportes de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia. *Educación Química* 30(2), 114-128. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.2.67174>
- Reyes-Cárdenas, F. M., Ruiz-Herrera, B. L., Llano-Lomas, M. G., Lechuga-Uribe, P. A. y Mena-Zepeda, M. (2021, octubre-diciembre). Percepción de los alumnos de química sobre el cambio de modalidad educativa en la pandemia por COVID-19. *Educación Química*, 32(4), 127-141. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.5.78240>
- Sánchez, J. (2001). Aprendizaje Visible, Tecnología Invisible. Santiago: Dolmen Ediciones.
- Sánchez, J. H. (2002). Integración curricular de las TIC: conceptos e ideas. Santiago: Universidad de Chile.
- Sangrà Morer, A. y González-Sanmamed, M. (coords.). (2004). La transformación de las universidades a través de las TIC. Discursos y prácticas. Barcelona: Editorial UOC.
- Turkle, S. (2009). Simulation and its Discontents. Cambridge, MA: MIT Press.