

Comparación del uso de las actividades de Moodle “Tarea” y “Lección” en la práctica de soluciones - neutralización del laboratorio de química, usando simuladores ¹

María Fernanda Lopolito, Pablo César Vicente Sánchez, Bettina Laura Marchisio, Analía Verónica Russo, Graciela De Seta

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Unidad Docente Básica, Química (UDB Química), Mozart 2300 (C1407IVT), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

bmarchisio@frba.utn.edu.ar

Resumen

En este trabajo presentaremos el uso de los simuladores para una “Valoración Ácido – Base” y la comparación de los resultados observados con la utilización de las herramientas de Moodle “Tarea” y “Lección” en la práctica de “Soluciones–Neutralización” del laboratorio de química. Los simuladores fueron empleados como herramienta de evaluación. Los resultados obtenidos muestran que estas actividades permitieron dar seguimiento a más de 1.500 estudiantes frente a la imposibilidad de realizar las prácticas experimentales en el laboratorio. El aula virtual del laboratorio de química resultó efectiva y se presenta como una herramienta para introducir y complementar las prácticas experimentales presenciales.

PALABRAS CLAVE: PRÁCTICAS EXPERIMENTALES DE QUÍMICA– SOLUCIONES – NEUTRALIZACIÓN – SIMULACIONES

Abstract

The use of simulators for an "Acid-Base Titration" and the comparison of observed results with "Assignment" and "Lesson" Moodle evaluation tools in the “Solutions-Neutralization” practice at chemistry 1, is presented in this paper. The obtained results show that it could be possible to follow up more than 1,500 students facing the impossibility of performing on-site experimental practices at laboratory. The virtual classroom of the chemistry laboratory was effective, and it is presented as a tool to introduce and complement the on-site experimental practices.

KEYWORDS: CHEMISTRY EXPERIMENTAL PRACTICES – SOLUTIONS – NEUTRALIZATION – SIMULATIONS

¹ El 2 y el 3 de diciembre de 2021 se realizaron las **II Jornadas de Intercambio de Experiencias Docentes Innovadoras. Repensando las prácticas de Enseñanza en contextos de pandemia**, organizadas por la Secretaría Académica de la Facultad Regional Buenos Aires. Entre los objetivos de estas jornadas se destaca el de "difundir y socializar las experiencias innovadoras" que realizan las y los docentes de la UTN.BA. Un Comité científico tuvo la responsabilidad de evaluar todos los trabajos presentados y determinar cuáles obtendrían los tres primeros lugares. La premiación consistió en la publicación de dichos artículos en nuestra revista *Proyecciones*.

En el número de abril se publican:

1° premio: *Comparación del uso de las actividades de Moodle “Tarea” y “Lección” en la práctica de soluciones-neutralización del laboratorio de química, usando simuladores.* María Fernanda Lopolito, Pablo César Vicente Sánchez, Bettina Laura Marchisio, Analía Verónica Russo, Graciela De Seta

2° premio: *Diseñando una cursada virtual: el impacto del aprendizaje invertido.* María Alicia Piñeiro, Emanuel S. Prima

En el número de octubre de 2022 se publicará:

3° premio: *Diseño holístico de fundamentos para el Análisis de señales.* Javier Chincuinu, Federico Muiño, Claudia Wieczorek y Walter Legnani

Introducción

El proyecto de investigación y desarrollo “Enfoques innovadores en el laboratorio de química para ingeniería en sistemas de información, herramientas para la mejora de los procesos de enseñanzas y de aprendizaje en ciencias básicas” se inició en enero del 2020. Su objetivo consistió en aumentar la motivación, considerar los diferentes niveles de conocimientos aportados por la escuela secundaria, sumar a la alfabetización científica de nuestros estudiantes, posibilitar una actividad autogestionaria y formar un ingeniero creativo capaz de generar cambios. Al considerar la insuficiente cantidad de tiempo destinado a las prácticas de laboratorio, el proyecto proponía generar otra instancia de aprendizaje en apoyo al laboratorio experimental a través de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs). Las tareas de administración y la habilitación de los recursos y actividades estuvieron a cargo del equipo docente.

En enero del 2020, el grupo de trabajo había comenzado la búsqueda de recursos didácticos como simuladores en línea, laboratorios remotos, videos de experiencias de laboratorio, además de indagar acerca de las herramientas disponibles en la plataforma institucional “Moodle versión 2.8”. Las premisas fueron, por un lado, considerar que nuestros estudiantes son ingresantes a las carreras de ingeniería y poseen diversas trayectorias escolares y distintos niveles de alfabetización digital para el uso correcto de la plataforma y los recursos didácticos allí incluidos (Montes y Sendón, 2006; Gallardo Echeniquea, 2012) y por otra parte, tener en cuenta la complejidad del aprendizaje de la Química que incluye tres niveles de enseñanza: macroscópico, submicroscópico y simbólico (Johnstone, 2007).

Como señalan Cutrera y Stipcich, (2016)

“El manejo simultáneo y no explícito de los tres niveles requiere de un entrenamiento sólo compatible con el conocimiento del experto, y, por tanto, alejado de las posibilidades del novato. En tal sentido, es interesante destacar la desconexión entre el conocimiento que los estudiantes generan para dar sentido al mundo que les rodea (un mundo de objetos “visibles” y personas) y el conocimiento científico, plagado de símbolos extraños y conceptos abstractos referidos a un mundo más imaginario que real”.

Ambas premisas en igual dimensión e importancia se enlazan debido al momento histórico en el que nos encontramos, como bien describe Ramos Mejía, (2020),

“Para adecuarnos al panorama que presenta un mundo complejo y de incertidumbre, la enseñanza de la química debe contemplar su ejercicio desde la complejidad, centrándose en que el estudiante aprenda a resolver problemas químicos en contextos relevantes y complejos. Así, también debe utilizar la evaluación para desarrollar habilidades de pensamiento de orden superior, sobre todo, para fortalecer el tejido de una sociedad civil”.

Si bien nuestra iniciativa fue ampliamente superada por la pandemia COVID’19, la transición al aprendizaje asincrónico y en la plataforma Moodle ocurrió de manera medianamente planeada, gracias al proyecto. Debido a la emergencia sanitaria y a la suspensión de las actividades presenciales académicas, en octubre del 2020 el aula virtual del laboratorio de química se transformó en la única herramienta para la realización de las prácticas experimentales de las asignaturas “Química” y “Química General”, de las especialidades de Ingeniería: en Sistemas de la Información, Civil, Naval, Textil, Mecánica, Eléctrica, Electrónica e Industrial”. Algunos estudiantes ya habían culminado su cursada cuatrimestral y contaban con la aprobación de los parciales, pero requerían la aprobación del laboratorio de química. Por este motivo, los estudiantes realizaron las actividades de manera asincrónica, con el apoyo de las guías de las prácticas experimentales, videos cortos de las experiencias, instructivos diseñados para comprender el uso de los simuladores y emplearon los foros para comunicarse con los auxiliares del laboratorio.

Distintos autores consideran que la pandemia mostró que la falta de práctica experimental

fue perjudicial para ciertos tipos de aprendizaje, no obstante, otros se lograron con éxito de forma remota. Si bien la tecnología es muy importante en la educación química, todavía no pueden sustituirse los distintos tipos de laboratorios húmedos (Kelley, 2021). La eficacia del laboratorio en la educación química es un tema de actual debate, sin embargo, los investigadores no han examinado exhaustivamente los efectos de la instrucción de laboratorio en el aprendizaje y el crecimiento de los estudiantes en contraste con otros modos de instrucción (Bretz, 2019). Identificar competencias claramente definidas para el laboratorio de química es crucial (Pullen *et al.*, 2018). Además, el entusiasmo de los estudiantes con respecto a los experimentos no es una característica trivial, no siempre reconocen que iniciativas pedagógicas son las mejores para ellos, pero sus expectativas para el trabajo experimental enmarcan cómo perciben los laboratorios (Kelley, 2021).

Asimismo, se han detectado diversos desafíos para la transición a la educación en línea experimentados por las instituciones de educación superior: integración de herramientas de aprendizaje sincrónico / asincrónico, acceso a la tecnología, competencia en línea de profesores y estudiantes, deshonestidad académica y privacidad y confidencialidad; una de las recomendaciones para mitigar los efectos de cualquier crisis futura, es la adopción del aprendizaje combinado como complemento a las clases presenciales (Turnbull *et al.*, 2021) y se respalda la idea de que los factores organizativos, tales como infraestructura técnica y apoyo, estructuras flexibles que facilitan la toma de decisiones, la disponibilidad de canales de comunicación informales y el desarrollo de habilidades digitales de los profesores pueden contribuir a la implementación exitosa de la enseñanza remota (Iglesias-Pradas *et al.*, 2021).

La práctica de neutralización se lleva a cabo una vez que el estudiante ya ha avanzado en gran parte del desarrollo de los contenidos. En esta práctica que forma parte de la unidad didáctica de soluciones, se ponen en evidencia las tres dimensiones del triángulo de Johnstone (2007).

. *Macroscópica*: Los estudiantes llevan a cabo una reacción química en donde un cambio de color, indica que se ha completado la reacción (punto final), momento en que realizan una lectura de volumen, para luego interpretar la medición.

. *Simbólica*: Los estudiantes deben explicar la ecuación química que ocurre y escribirla, utilizando los símbolos propios de la disciplina. Así como también reconocer diferentes compuestos químicos y sus características, tales como las de los ácidos y las bases.

. *Submicroscópica*: Los estudiantes deben comprender la presencia de partículas iónicas y moleculares, detallar y definir sus propiedades.

Las dificultades en esta práctica han sido descritas por diversos autores entre ellos Sheppard (2006) quien detalla que,

“Los hallazgos indicaron que los estudiantes tenían dificultades considerables con la química ácido-base, no pudieron describir con precisión los conceptos ácido-base, como el pH, la neutralización, la fuerza y las descripciones teóricas de ácidos y bases. Además, la mayoría de los estudiantes no pudieron relacionar los conceptos con soluciones reales. Las dificultades de los estudiantes se derivaron de la falta de comprensión de alguna química subyacente, como la naturaleza del cambio químico y la naturaleza particulada de la materia. Se identificaron una serie de factores que contribuyen a estas dificultades, incluida la naturaleza sobrecargada de la química introductoria en sí, el énfasis durante la instrucción en la resolución de problemas numéricos y el papel dominante desempeñado por el libro de texto. La densidad conceptual de la química ácido-base, la naturaleza confusa de la terminología ácido-base y la falta de acuerdo sobre qué material debería incluirse en el plan de estudios de química se identificaron como problemáticas”.

Claramente, estas complicaciones en la disciplina superan la modalidad de dictado y las características propias de la asignatura, se requiere una modificación metodológica y el replanteo de las estrategias de enseñanza y aprendizaje.

Según Jerez *et al.* (2015),

“...es fundamental una permanente innovación de las metodologías y didácticas que se utilizan dentro y fuera del aula, con un activo involucramiento de los estudiantes, atendiendo a sus estilos de aprendizaje y a las características de las disciplinas de cada carrera o programa”.

En nuestra opinión, el laboratorio de química cuenta con toda la potencialidad necesaria para que el esfuerzo del alumno por generar información durante las prácticas experimentales a través del mecanismo de recuperación, sea una estrategia de aprendizaje activa (Schell y Martin, 2020). Dicha estrategia forma parte de una serie de Técnicas de Aprendizaje y Conocimiento (TAC) incluidas en el modelo híbrido a partir de herramientas y métodos de aprendizaje activo a distancia (Ozadowicz, 2020) en reemplazo de las metodologías tradicionales (Maggio, 2020).

Desarrollo de la experiencia innovadora

Diseño de las aulas virtuales del laboratorio de química

El trabajo del laboratorio de química fue organizado en doce aulas virtuales, las que permitieron realizar las actividades correspondientes a más de 1.500 estudiantes. Inicialmente se trabajó en un aula modelo destinada a aquellos estudiantes que ya habían terminado y aprobado la cursada en el primer cuatrimestre completando de esta manera todas las instancias de aprobación de la asignatura. Esto permitió obtener una estimación de la aceptación de las actividades a desarrollar en la plataforma por parte de los estudiantes, así como también, por parte de los Jefes de Trabajos Prácticos (JTP) y los Ayudantes de Trabajos Prácticos (ATP).



Fig. 1. Metodología para la curaduría de contenidos 4S

FOROS
Aquí encontramos Armas y Novedades
Aquí Realizá los Consultas e Intercambios
En este foro podrán realizar todas las consultas e intercambios que consideren necesarios. Tanto los docentes como los alumnos pertenecientes al curso podrán dar respuestas y opiniones.

ENCUESTA
ENCUESTA DE FINALIZACIÓN
Una vez realizados los informes y los cuestionarios, por favor, completar esta encuesta.

ALIDADES - CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE
PRÁCTICA 2 - SISTEMAS MATERIALES
PRÁCTICA 3 - GASES
PRÁCTICA 4 - SOLUBILIDAD
PRÁCTICA 5 - SOLUCIONES
PRÁCTICA 6 - MEDICIÓN DE pH
7 ▶ PRÁCTICA 7 - REACCIONES DE ÓXIDO REDUCCIÓN (solo alumnos de Química General)
8 ▶ PRÁCTICA 8 - ELECTROQUÍMICA (solo alumnos de Química General)

Fig. 2. Diseño del aula virtual: portada y las ocho secciones colapsadas

Los recursos didácticos, videos y simulaciones fueron obtenidos a partir de una curaduría de contenidos digitales. La metodología conocida como 4S (Guallar y Leiva – Aguilera, 2013; Torres Begines, 2014) permitió buscar, seleccionar, caracterizar y difundir la información disponible en la web y que a su vez resultara adecuada con nuestras prácticas experimentales, ver Figura 1.

Las aulas se diseñaron en nueve secciones con formato de tópicos colapsados para favorecer el andamiaje y construir un saber basado en el conocimiento de tópicos anteriores (ver Figura 2).

Las informaciones importantes tales como: fechas de entrega, docentes a cargo del aula y foros de intercambios fueron incluidos en la primera sección o portada. Asimismo, los estudiantes completaron una encuesta de valoración del aula al finalizar sus actividades.

Las preguntas recibidas a través de los foros, de la mensajería del campus y los resultados de las actividades de evaluación indicaron que no hubo mayores complicaciones con la comprensión de las pautas y el uso de las animaciones. Esta situación habilitó a que se replicara en once aulas, una para cada JTP y su grupo de ATP, quienes llevaron a cabo la corrección de las tareas, los intercambios a través de los foros y la retroalimentación de las actividades.

Estructura de la Sección “SOLUCIONES”

Para que el estudiante pudiera incorporar los saberes en todas sus dimensiones, se decidió implementar en la “Práctica N° 5 – SOLUCIONES” la realización de un informe muy similar al que habitualmente se completa durante las prácticas del laboratorio en modalidad presencial. Asimismo, se incorporó un espacio de reflexión para comenzar a desarrollar las habilidades o competencias blandas, promoviendo aprendizajes que incorporen la escritura y la lectura a las actividades de las cátedras universitarias (Urús, 2018).

Los recursos puestos a disposición de los estudiantes fueron:

Guía de laboratorio: incluye el objetivo de la práctica, la introducción teórica que describe la reacción de neutralización, la ecuación química, los cálculos a realizar y, por último, la parte experimental que describe los reactivos y materiales necesarios junto con las instrucciones para llevar a cabo la experiencia.

Videos: describen el armado del equipo donde tiene lugar la reacción, la realización de la experiencia permite la observación del punto final y cómo se realiza la operación de titulación, donde se muestra el viraje del color de un indicador ácido-base. Los videos fueron editados para que no tuvieran una duración mayor a 10 minutos.

Cuestionario de autoevaluación: al igual que en todas las secciones, el cuestionario de autoevaluación de neutralización forma parte de esta Práctica, se basa en los recursos presentes en el aula virtual y constituye una de las experiencias a valorar. Se elaboró para una modalidad de entrega individual, con cinco preguntas cuyo orden y respuestas eran aleatorios, permitiendo tres intentos para la aprobación con el 60% correctamente resuelto.

Simuladores: se usaron dos simuladores que se detallan a continuación.

En una primera etapa, se trabajó con la simulación disponible en http://eqf_web.webs.uvigo.es/eqf_valoracion.htm, que brindaba valores aleatorios de la determinación del volumen de ácido utilizado, de manera que cada estudiante pudiera observar, registrar, calcular, investigar y luego reflexionar, a través de la elaboración de un texto sobre la experiencia.

Este simulador se utilizó como parte de la herramienta “Tarea”. Los estudiantes debían descargar un archivo adicional, que luego completaban con los datos de la simulación y subían el archivo de entrega a la plataforma, de manera individual. La retroalimentación

Determination of the Molarity of an Acid or Base Solution

1. Select Type of Reaction

Strong Acid vs. Strong Base
 Weak Acid vs. Strong Base

2. Fill the Burette with

Acid
 Base

3. Select the Acid and Base

Acid	Base
<input checked="" type="radio"/> HCl	<input type="radio"/> KOH
<input type="radio"/> H ₂ SO ₄	<input checked="" type="radio"/> NaOH
<input type="radio"/> HNO ₃	<input type="radio"/> Sr(OH) ₂
<input type="radio"/> HClO ₄	<input type="radio"/> Ba(OH) ₂

4. Select the Indicator

Methyl Red
 Bromothymol Blue

Reset

5. Push Slider Up to Add a Volume of Acid

HCl Total Volume of Acid: ml

6. After Titration, Calculate and Enter Molarity of Acid

M

OK **Correct**

Concordant Values

NaOH Molarity of Base: M

Volume of Base: ml

Graph

Investigue y explique por qué se puede usar tanto la fenolftaleína como el rojo de metilo como indicador para una valoración ácido fuerte - base fuerte (5 líneas aproximadamente):

Utilizar el Simulador “Valoración Ácido-Base”

1. Completar a continuación el informe con los datos suministrados aleatoriamente por el simulador una vez alcanzada la respuesta correcta.
2. Investigar y explicar por qué se puede usar tanto la fenolftaleína como el rojo de metilo como indicador para una valoración ácido fuerte base fuerte.

Reacción Química que ocurre en la Valoración	
VALORACIÓN	Indicador Rojo de Metilo
Volumen total del ácido agregado (V _a)	20 ml
Volumen de la base (V _b)	25 ml
Molaridad de la base (M _b)	0.1892 M
Color en medio ácido	Rojo
Color en medio básico	Amarillo
Molaridad del ácido $M_a \cdot V_a = M_b \cdot V_b$	0.2365 M
% m/v del ácido	0.8632 %

Fig. 3. Modelo de informe e imagen del simulador utilizado

se realizó por comentario en línea y el método de calificación simple y directo por puntuación. Tanto los estudiantes como los docentes recibían las notificaciones de las entregas, las retroalimentaciones y la calificación.

La Figura 3 muestra el modelo de informe a completar por parte de los estudiantes mediante el uso del simulador de la imagen que se observa.

En enero de 2021 la extensión Adobe Flash Player dejó de estar disponible, por lo que fue necesario cambiar el simulador. Se comenzó a usar el simulador disponible en:

https://labovirtual.blogspot.com/2016/03/valoracion-acido-bae_5.html que, con atributos más simples que el anterior, no permite obtener valores aleatorios para la determinación del volumen de ácido requerido para la titulación y repite siempre la misma operación.

Esta situación, sumada a las observaciones de los errores cometidos con anterioridad derivó en la implementación de la herramienta "Lección". La lección estaba constituida por una página de contenido, páginas de preguntas de opción múltiple de corrección automática y dos preguntas de ensayo de corrección de manual que se describen en la Tabla 1 a continuación.

Manual con retroalimentación

En ambos casos se proporcionó a los estudiantes, un instructivo detallado con textos e imágenes, indicando los pasos para realizar las actividades. 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.

Tabla 1. Detalle de las actividades propuestas en la "Lección"

Título de la página	Corrección
Simulador ácido base: se indicaban las pautas necesarias para completar la lección, el link de la simulación y la cantidad de intentos posibles.	No hay criterio
Molaridad de la solución de la simulación: se pedía el mismo cálculo que en el Informe de la Tarea, en este caso a modo de opción múltiple ya que el simulador daba un solo dato. Si la respuesta era errónea, se dirigía a la página de contenido.	Automática
Color en medio ácido de la fenolftaleína: a través de una pregunta de opción múltiple, se interrogaba sobre la observación del experimento.	Automática
Color en medio básico de la fenolftaleína: a través de una pregunta de opción múltiple, se interrogaba sobre la observación del experimento.	Automática
Cálculo de Molaridad a %m/v: se insertaron 10 preguntas aleatorias de opción múltiple y se incluyó el cálculo que se pedía en el Informe de la Tarea. Si la respuesta era errónea debían continuar.	Automática
Reacción Química que ocurre en la Valoración: debían escribir la ecuación química.	Manual con retroalimentación
Investigación y explicación: se preguntó por qué se puede usar indistintamente la fenolftaleína o el rojo de metilo como indicador para una valoración ácido fuerte - base fuerte (5 líneas aproximadamente), el mismo contenido que en el Informe solicitado con anterioridad.	Manual con retroalimentación

Resultados observables y análisis

Distribución de las calificaciones

A modo de ejemplo, presentamos los datos obtenidos en el aula modelo, en donde hubo 279 estudiantes activos, con un 89 % de aprobación.

Como ya hemos comentado, se utilizaron las dos herramientas para llevar adelante la práctica experimental de SOLUCIONES, la distribución del uso de las herramientas que se muestra en la Figura 4 fue muy similar.

Observando comparativamente la frecuencia de las calificaciones entre ambas herramientas (Figura 5), si bien para la “Lección” se obtuvieron mayores puntajes, son bastante similares y no se pueden obtener conclusiones contundentes debido a que no se realizaron simultáneamente.

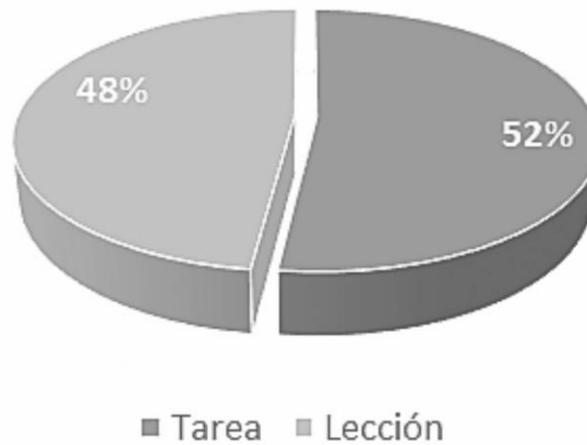


Fig. 4. Distribución del uso de las herramientas

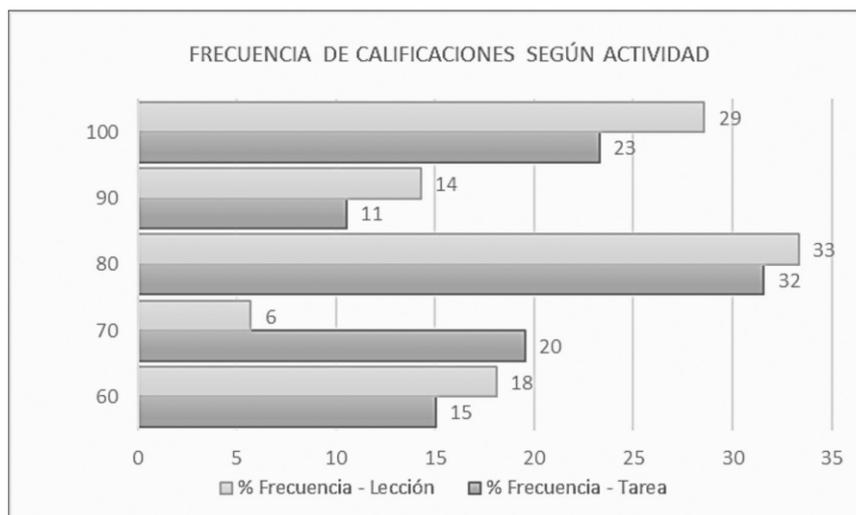


Fig. 5. Distribución de la frecuencia de calificaciones utilizando las distintas herramientas

Resultados

La herramienta “Tarea” resultó muy apropiada para los trabajos de los estudiantes que requieren, como en este caso, una elaboración y permitió un gran aporte a través de las retroalimentaciones personales, es decir, la comunicación directa docente/estudiante. La utilización de una rúbrica es una mejora por implementar, dado los diferentes criterios que se evidenciaron en las correcciones por parte de los docentes.

La “Lección” nos ha permitido estimar el tiempo de resolución que se muestra en la Tabla 2 y además discriminar los errores conceptuales que han tenido los estudiantes, no para mitigarlos sino para mejorar las prácticas de enseñanza y aprendizaje. Esta metodología permite una retroalimentación inmediata que funciona como una estrategia de recuperación de conocimientos de la memoria operativa para procesar, crear recuerdos en la memoria de largo plazo y producir un aprendizaje efectivo (Schell y Martin, 2020).

Tabla 2. Estadísticas de tiempo y puntuación como resultado de la herramienta “Lección”

Estadísticas de la lección					
Puntuación promedio	Tiempo promedio	Puntuación alta	Puntuación baja	Tiempo alto	Tiempo bajo
85,62%	39 minutos 51 segundos	100%	58.33%	5 horas 34 minutos	3 minutos 23 segundos

Tabla 3: Porcentaje de acierto de las preguntas

Pregunta	Correcta	Incorrecta
¿Cuál es la molaridad de la solución de HCl?	90,63	9,37
Cálculo de conversión de unidades de Molaridad a % m/v	89,81	10,19
Ecuación Química	76,20	23,80

Al analizar las respuestas de los estudiantes (Tabla 3), se observó que cometieron los mismos errores que, durante la presencialidad, tales como no escribir la ecuación química que ocurre, errar en la conversión de la expresión de concentración de soluciones: de molaridad (M) a % masa/volumen (% m/v), y confundir la identificación del color del indicador en medio ácido o básico.

Conclusiones

La “Tarea” resultó una herramienta de uso sencillo tanto para el estudiante como para el docente. Como hemos venido sosteniendo, la “Tarea” resulta efectiva cuando se produce la retroalimentación directa docente/estudiante. Ahora bien, esto se logra si se utilizan métodos de calificación avanzados que permiten valorar y discriminar fácilmente los errores del estudiante.

La “Lección” promovió el aprendizaje autónomo del estudiante y además constituyó para el docente una herramienta de evaluación temporal y de proceso, que permitió cuantificar los errores, y también visualizar cuáles eran.

Ambas herramientas nos han permitido innovar en el desarrollo de la habilidad o competencia de la expresión escrita a partir de ensayos simples que permitieron evaluar la comprensión del tema alcanzada.

Teniendo en cuenta el análisis de datos, fue posible optimizar la elaboración de las herramientas a utilizar en función de los aprendizajes esperados e identificar oportunidades de mejora y direccionarlas hacia el aprendizaje activo y centrado en el estudiante.

Agradecimientos

Agradecemos muy especialmente 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, a la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SeCTIP) y al Área de Educación a Distancia de la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional por todo el apoyo recibido.

Referencias

- CUTREÑA, 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*, 3(6). Recuperado a partir de <https://www.cagi.org.mx/index.php/CAGI/article/view/103>.
- GALLARDO CHENIQUE, E., (2012) Hablemos de estudiantes digitales y no de nativos digitales UT. *Revista de Ciencias de la Educación*. Pag. 7-21 ISSN 1135-1438.
- GUALLAR, J.; LEMA-AGUILERA, J. (2013) El content curator. Guía básica para el nuevo profesional de internet. Barcelona: Ed. UOC, Colección El profesional de la información, n. 24.
- IGLESIAS-PRADAS, S.; HERNÁNDEZ-GARCÍA, A.; CHAPARRO-PELÁEZ, J.; y PRIETO, J.L., (2021) Emergency remote teaching and students' academic performance in higher education during the COVID-19 pandemic: A case study - *Computers in Human Behavior* - Volume 119. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106713>.
- JEREZO, J.; HASBÚN, B. y RITTERSHAUSEN, K. S., (2015) El Diseño de Syllabus en la Educación Superior: Una propuesta metodológica. ISBN: nº 978-956-19-0887-1.
- JOHNSTONE, A. H., (2007) Science education: We know the answers, let's look at the problems. *Proceedings of the 5th Greek Conference "Science education and new technologies in education"*, Vol. 1, pp. 1-11.
- KELLY, E. W., (2021) LAB Theory, HLAB Pedagogy, and Review of Laboratory Learning in Chemistry during the COVID-19 Pandemic * <https://doi.org/10.1021/ACS.jchemed.000457>.
- MAGGIO, M., (2020) Las prácticas de la enseñanza universitaria en la pandemia: de la conmoción a la mutación. *Campus virtuales*, 9(2), 113-122. Recuperado a partir de www.revistacampusvirtuales.es.
- MONTES, N. y SENDÓN, M. A., (2006) Trayectorias educativas de estudiantes de nivel medio. Argentina a comienzos del siglo XXI. *Revista mexicana de investigación educativa*, 11(29), 381-402.
- OZADOWICZ, A., (2020) Modified Blended Learning in Engineering Higher Education during the COVID-19 Lockdown—Building Automation Courses Case Study. *Educ. Sci.*, 10(10), 292; <https://doi.org/10.3390/educ10100292>.
- RAMOS MEJÍA, A., (2020) Enseñar Química en un mundo complejo. *Educación Química* (ISSN 0187-893X y ISSN 1870-8404 en línea), año 32 núm. 4. México (UNAM), Ciudad Universitaria.
- SHELL, J. y MARTIN, R., (2020) The Powerful Role of Testing in Student-Centered

Learning and Teaching in Higher Education. The Routledge International Handbook of Student-Centered Learning and Teaching in Higher Education. eBook ISBN9780429259371.

SHEPPARD, K., (2006) High school students' understanding of titrations and related acid-base phenomena. *Chem. Educ. Res. Pract.* 7. 32-45. 10.1039/B5RP90014J.

TORRES BEGINES, C., (2014) El rol del curador de contenidos en educación y su aplicación en el aula universitaria. En Gómez, E. R.; Ríos, J.M. y Sánchez, J. (Coords.). Buenas prácticas con TIC en la educación. Una visión desde Iberoamérica. Málaga: Universidad de Málaga y Centro Universitario de los Valles, Universidad de Guadalajara.

TURNBULL, D.; CHUGH, R. y LUCK, J., (2021) Transitioning to E-Learning during the COVID-19 pandemic: How have Higher Education Institutions responded to the challenge? *Educ Inf Technol* 26, 6401–6419. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10633-w>.

URÚS, M., (2018) Programa de Tutorías Académicas en Competencias de Lectura y Escritura: su enfoque pedagógico. *Revista Peruana de Investigación Educativa*. DOI: <https://doi.org/10.34236/RPIE.V10I10.95>.

Bretz, S. L., (2019) Evidence for the Importance of Laboratory Courses *Journal of Chemical Education* 2019 96 (2), 193-195. DOI: 10.1021/acs.jchemed.8b00874.

Pullen, R. Thickett, S. C., Bissembe, A. C., (2018) Investigating the viability of a competency-based, qualitative laboratory assessment model in first-year undergraduate chemistry. DOI: <https://doi.org/10.1039/C7RP00249A>.

Sitios donde se tomaron los simuladores:

http://eqf_web.webs.uvigo.es/eqf_valoracion.htm

https://labovirtual.blogspot.com/2016/03/valoracion-acido-bae_5.html