

15. 16 Y 17 DE SEPTIEMBRE DE 2021

ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA SIMULACIÓN SOBRE EL TRABAJO PRÁCTICO “PREPARACIÓN DE UNA DISOLUCIÓN” DURANTE EL CURSADO NO PRESENCIAL 2020

Schiappa Pietra, José Maximiliano; Liprandi, Domingo; Córdoba, Carlos; Asenza, Tomás Dománico, Santiago y Curado, Juan Manuel

Departamento de Química General, Facultad Regional Santa Fe,
Universidad Tecnológica Nacional
Lavaisse 610, Santa Fe, Argentina
correo-e: mpietra@frsf.utn.edu.ar

RESUMEN

La no presencialidad de los alumnos en las aulas ha impuesto una nueva manera de abordar el proceso enseñanza-aprendizaje de los temas que conforman la currícula del primer año de las Ingenierías que se ofrecen en la Facultad Regional Santa Fe (FRSF) de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN). Teniendo como premisa determinar la incidencia de la virtualidad sobre los Trabajos Prácticos (TP) de Química General, los docentes de la asignatura hemos elaborado e implementado una simulación sobre el TP: “Preparación de una Disolución”, la misma fue complementada con una evaluación conceptual y de interpretación y procesamiento de los datos experimentales obtenidos. Dicha labor se enmarca dentro del actual proyecto de investigación y desarrollo (PID) que aborda “Nuevas Herramientas de Evaluación en Química”, llevadas adelante entre el 2020 y 2021. Frente a la actual realidad universitaria en cuanto al uso de diversas técnicas y tecnologías de la información y la comunicación (TICs), smartphones, computadoras y notebooks, el alumno accedió sincrónicamente a la simulación, siendo guiado por el docente, a través de la plataforma TEAMS (Microsoft). Por otro lado, la evaluación posterior se efectuó en el aula virtual del Campus de la Institución; la misma fue elaborada sobre un banco de preguntas/ejercicios en formato múltiple choice, completar recuadros, arrastrar imágenes, etc. Con resultados prometedores en muchos aspectos, y en otros que nos llevan a replantear ciertas necesidades para abarcar una enseñanza, (y a la vez una evaluación) más formativa en el contexto socio-sanitario actual, el presente trabajo busca poner énfasis en la elaboración y uso de las simulaciones virtuales para las actividades de laboratorio de Química como una metodología de no presencialidad, complementadas con una evaluación que sea adecuada para propender a un mejor aprendizaje significativo de los saberes disciplinares involucrados.

Palabras Clave: Laboratorio, Química, Simulación, Virtualidad, Evaluación.

15. 16 Y 17 DE SEPTIEMBRE DE 2021

1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS

Teniendo en cuenta la problemática actual de pandemia que aqueja a los factores políticos, sociales y económicos de manera mundial, la educación de nuestro país ha tratado de reinventarse ante la falta de presencialidad en las aulas, sin que quede exento, en este contexto, el método tradicional de enseñanza en el ámbito universitario de la Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional.

Bajo un estudio sobre la evaluación como parte fundamental del proceso de enseñanza-aprendizaje, los docentes de nuestra cátedra hemos trabajado no sólo, en una nueva práctica de didáctica a distancia, sino también, sobre la articulación de los instrumentos de evaluación existentes [1] que permitan diseñar estrategias coherentes con la programación del conocimiento impartido, combinando instrumentos diversos y creando otros nuevos; en otras palabras, buscando una coherencia entre cómo se enseña, cómo se aprende y cómo se evalúa [2].

Para abril del 2020, y viendo la imposibilidad de concurrencia del alumnado en el laboratorio, enmarcados en el PID “Nuevas Herramientas de Evaluación en Química”, se indagó la manera de cumplir con la currícula de la materia, brindando las técnicas y el manejo en un laboratorio en Química para la carrera de Ingeniería Mecánica [3], y otras ingenierías en dicha casa de estudio. Si bien este nuevo proyecto continúa con la búsqueda de nuevas técnicas de evaluación abordadas desde PID anteriores (2016/17-“Diseño, implementación y evaluación de actividades complementarias no presenciales en el campus de la Facultad Regional Santa Fe, como metodología didáctica para fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje de la Química”, y 2018/19-“Formación de competencias científicas en estudiantes de química, para alcanzar niveles satisfactorios de Alfabetización Científica”), se diferencia de ellos en la evaluación del trabajo no presencial del alumno sobre prácticas de laboratorio.

Es por esto que se incluyó, en la segunda etapa del año 2020, la elaboración e implementación de una simulación de uno de los trabajos prácticos de la materia: “Preparación de una Disolución”, buscando maximizar la similitud entre la realidad virtual y la realidad presencial. Como herramientas complementarias, se emplearon la plataforma TEAMS y el aula virtual en el Campus de la página web de la institución.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General.

Efectivizar el desarrollo de una simulación sobre un trabajo práctico “Preparación de una Disolución”, como metodología didáctica a distancia.

15. 16 Y 17 DE SEPTIEMBRE DE 2021

2.2. Objetivos Específicos.

- Diseñar una simulación del trabajo práctico, bajo el programa CONSTRUCTOR 3, como nueva herramienta didáctica.
- Analizar la eficacia de la transmisión de conceptos teórico-prácticos en la simulación, en comparación con la realización del laboratorio presencial.
- Identificar aciertos y falencias argumentativas de los alumnos a partir de las respuestas obtenidas en sus producciones finales.

3. DESARROLLO Y METODOLOGÍA

La siguiente labor analiza de forma comparativa con años anteriores, y a través de sus resultados y conclusiones, la implementación de una simulación para el trabajo práctico “Preparación de una Disolución”, creada por el grupo de docentes y becarios que trabajan en el actual PID, y que forman parte de la currícula de la materia Química General de la FRSF-UTN. Para tal fin, se tomaron como referencia los resultados obtenidos con la muestra poblacional de 91 alumnos ingresantes en 2019 con actividades presenciales y se los contrastó con aquellos logrados por 103 alumnos en 2020 bajo el cursado virtual. Ambas muestras poblaciones corresponden a la carrera de Ingeniería Mecánica en dicha casa de estudio.

En cuanto a la realización del práctico de manera presencial para el año 2019, los alumnos, como primera medida, debían cumplir las normativas de ingreso al laboratorio que se les brindaba al inicio de la guía de TP (Figura 1). Dos semanas antes a la realización del práctico, se explicaban los contenidos conceptuales y procedimentales (Figura 2 y 3), y la semana previa a la ejecución del mismo, se tomaba una evaluación para dar constancia y crédito de su participación, utilizando como herramienta la incorporación de celulares personales o notebooks [4]. El TP presencial se realizaba en un plazo de dos horas y media.

Normas Generales y de Seguridad en el Laboratorio

- **Puntualidad** en la concurrencia a cada trabajo práctico.
- **NO SE PUEDE COMER, BEBER O FUMAR EN EL LABORATORIO.**
- En cada presentación al trabajo práctico el alumno deberá traer la **guía** correspondiente leída, contestando cualquier pregunta o consideración previa dada por el docente.
- Para la asistencia en el laboratorio es **indispensable el uso de GUARDAPOLVOS** (preferentemente de algodón); sin el mismo, el alumno no podrá trabajar y se le computará inasistencia.
- Como material necesario deberá traer: encendedor, rejilla, guantes descartables, lapicera y cuaderno para anotar los resultados obtenidos.
- Todo trabajo realizado sobre las mesadas se realizará de pie, dejando los bancos separados a las mismas para un correcto tránsito por el laboratorio.
- Conservar la ubicación en los grupos, asignada por el docente. Trabajar siempre en forma ordenada, sin deambular por el laboratorio.
- No abandonar el laboratorio sin el permiso del docente.
- Se prohíbe tomar material o reactivos de otra comisión.
- No intercambiar tapas y/o pipetas de los reactivos.
- No devolver los reactivos sobrantes a sus envases originales.
- Los líquidos y soluciones, se vierten en la piletta dejando correr mucha agua (previo tratamiento en caso de ser necesario).
- Los desperdicios sólidos se eliminan en recipientes, proporcionados por los docentes, para tal fin.
- Al terminar la actividad el laboratorio, **las mesadas, piso e instrumentales deben quedar limpios y ordenados**, respetando cada grupo por su lugar asignado.
- Usar elementos de seguridad (gafas, guantes, etc.) cuando lo requiera el trabajo práctico.
- La mayoría de los instrumentales son de vidrios. Manipularlos cuidadosamente, evitando romperlos.
- En caso de accidente informar **inmediatamente** al docente a cargo.
- Conocer la ubicación de mofuegos, interruptores, llaves de gas, etc.
- Toda sustancia desconocida es potencialmente peligrosa.
- Nunca oler directamente el contenido de un recipiente.
- Usar propietas para evitar la ingestión de reactivos peligrosos.
- En caso de salpicarse con una sustancia lavarse con abundante agua y jabón. El laboratorio dispone de ducha y lavajos.
- No frotarse productos químicos, ni las manos sucias con ellos, a la boca. Lavarse bien las manos con agua y jabón, luego de utilizar sustancias peligr.
- Usar intermedarios para transportar objetos calientes (rejillas, pinzas, etc.).
- Asegurarse el correcto cierre de **las llaves de gas al retirarse del laboratorio**, como así también informar al docente de alguna llave abierta al comienzo de la clase.

Trabajo Práctico N.º 1: Densidad de sólidos

Objetivos

- Determinar las Constantes Físicas de los materiales de medición volumétrica.
- Determinar la densidad de sólidos regulares e irregulares.
- Calcular el error relativo porcentual de las mediciones, usando las densidades de la información complementaria como valores teóricos.

Introducción

Las constantes físicas constituyen una serie de valores que definen las características del instrumento de medición. Así tenemos:

- **Capacidad:** Es la lectura máxima que se puede realizar con un instrumento.
- **Campo de Medida:** Es la escala constituida por un valor extremo máximo (máxima lectura) y un valor extremo mínimo (menor lectura). Se determina por la diferencia entre ambos extremos;
- **Constante:** Es la relación entre el campo de medida y el número de divisiones del campo. Nos indica el valor de cada división del aparato de lectura.
- **Apreciación:** Es la mitad del valor de la constante.

La densidad absoluta de un sistema material, es la razón entre la masa y el volumen del mismo. Es una magnitud que mide la cantidad de materia contenida en la unidad de volumen de un sistema. Es una propiedad intensiva, es decir es independiente de la cantidad de materia observada. Las propiedades intensivas son especialmente importantes en los estudios químicos, porque suelen usarse, entre otras aplicaciones, en la identificación sustanciales, pureza de las mismas y concentración de disoluciones.

De acuerdo al concepto de densidad absoluta, esta se calcula según la expresión matemática:

$$d = m / v (1)$$

siendo m = masa del sistema, y v = volumen del sistema.

Las unidades básicas en el Sistema Internacional (S.I), de masa y volumen son el Kg y el m³, respectivamente. Por lo tanto, la unidad de densidad sería Kg / m³, pero es una unidad muy grande, por lo que en química se expresa generalmente en g/cm³ / g / mL, para sólidos y líquidos y en g / l para gases.

Para un mismo estado de agregación, la densidad depende de la temperatura, pues el volumen varía con la misma, mientras la masa permanece constante. Es por ello que cada vez que se determina se debe indicar a la temperatura a la que se realiza la experiencia, por ejemplo, para el agua:

$d_{400}^{20^{\circ}\text{C}} = 1,000 \text{ g / mL}$ $d_{400}^{20^{\circ}\text{C}} = 0,9982 \text{ g / mL}$

Uno de los problemas que trae aparejado el Efecto Invernalero, es que, al aumentar la temperatura de la tierra, disminuye la densidad del agua de mar y como su masa se mantiene constante, esto se produce porque aumenta el volumen del agua de mar y por lo tanto el nivel del mismo, produciendo la desaparición de payas en las zonas litorales.

Materiales

Balanza analítica
 Calibre (o pie de rey)
 Probeta plástica de 250 mL
 (o de vidrio de 100 mL)
 Pipeta de 10 mL
 Propieta
 Cuerpos

Procedimiento

De acuerdo con la expresión (1), para determinar la densidad de un sólido necesitamos dos magnitudes, la masa y el volumen del mismo.

1- La masa se obtiene mediante la utilización de una balanza.

2- Para determinar el volumen, se puede proceder de dos maneras:

a- Si se trata de un cuerpo regular, es decir de forma definida, se puede calcular por una fórmula geométrica.

b- Por desplazamiento de líquido: este método se emplea tanto para cuerpos irregulares como regulares. Consiste en llenar una probeta con agua hasta un volumen definido (volumen inicial: v_i), a continuación, se introduce el cuerpo, con la probeta inclinada, para evitar derramar agua y no romper el fondo de la probeta. Luego se mide el volumen (volumen final: v_f), teniendo la precaución de que no halla burbujas y el cuerpo este totalmente sumergido. Por diferencia entre el v_i y el v_f, se obtiene el volumen del cuerpo. El líquido utilizado no debe atacar ni disolver al sólido.

En el trabajo práctico se determinará el volumen del cuerpo regular por dimensiones y del irregular por desplazamiento de líquido.

Cálculos

Cuerpo Regular		Cuerpo Irregular	
Forma		Masa	
Formula		Volumen Inicial	
Volumen		Volumen Final	
Masa		Volumen Cuerpo	
Medir		Medir	
Densidad Práctica		Densidad Práctica	
Densidad Teórica		Densidad Teórica	
E, %		E, %	

$E, \% = [(\text{densidad práctica} - \text{densidad teórica}) / \text{densidad teórica}] \cdot 100$

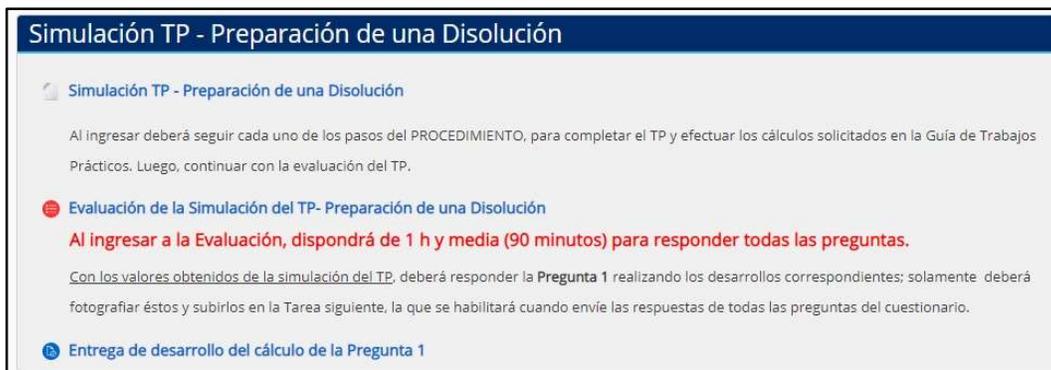
siendo E, % el Error Relativo Porcentual.

Figuras 1, 2 y 3: Guía escrita del Trabajo Práctico

Por otro lado, en 2020, a raíz de la imposibilidad de la presencialidad de los alumnos en el laboratorio, se elaboró una simulación para el trabajo práctico mencionado, bajo el programa CONSTRUCTOR 3, la cual fue llevada al aula virtual del Campus de la universidad sobre la plataforma MOODLE®. A partir de esto, se diseñó una estrategia que permitiese llevar adelante la actividad práctica contemplando las mismas instancias que en la versión de la presencialidad con las adaptaciones del caso:

15. 16 Y 17 DE SEPTIEMBRE DE 2021

- Una semana antes, de la ejecución del trabajo práctico, se les explicaron los contenidos conceptuales y procedimentales a través de la plataforma TEAMS, actividad que también incluyó la dinámica del cómo ejecutar el simulador. En simultáneo, la guía del trabajo práctico se encontraba disponible en la correspondiente aula del Campus virtual;
- En la fecha de ejecución del trabajo práctico, cada participante debió unirse a la clase de videoconferencia, perteneciente a su aula, efectuada sobre el software TEAMS de Microsoft. En esta instancia, los inconvenientes particulares que les surgieron a los alumnos fueron solucionados por los docentes mediante contactos personales; solicitándoles luego, que volviesen a la videoconferencia grupal.
- A la hora estipulada de clase, se habilitó todo el contenido del rubro: Simulación TP- Preparación de una Disolución disponible en el aula del Campus universitario (Figura 4);



Simulación TP - Preparación de una Disolución

- Simulación TP - Preparación de una Disolución

Al ingresar deberá seguir cada uno de los pasos del PROCEDIMIENTO, para completar el TP y efectuar los cálculos solicitados en la Guía de Trabajos Prácticos. Luego, continuar con la evaluación del TP.

- Evaluación de la Simulación del TP- Preparación de una Disolución**
Al ingresar a la Evaluación, dispondrá de 1 h y media (90 minutos) para responder todas las preguntas.
Con los valores obtenidos de la simulación del TP, deberá responder la **Pregunta 1** realizando los desarrollos correspondientes; solamente deberá fotografiar éstos y subirlos en la Tarea siguiente, la que se habilitará cuando envíe las respuestas de todas las preguntas del cuestionario.

- Entrega de desarrollo del cálculo de la Pregunta 1

Figuras 4: Presentación de la Simulación en el aula virtual del Campus.

- Al ingresar al link de la simulación, se carga la misma, identificando la presentación del TP y posterior fondo o plano de trabajo (Figura 5); en esta última pantalla se visualizan: título del TP, materiales y sustancias (figuras de los elementos y reactivos a utilizar durante la presentación), introducción (conceptos teóricos), procedimiento (desarrollo, paso a paso, de la simulación), cálculos y tablas, y otras figuras, con las cuales el alumno pudo interactuar (Figura 6), siempre bajo la asistencia virtual del docente;

15. 16 Y 17 DE SEPTIEMBRE DE 2021

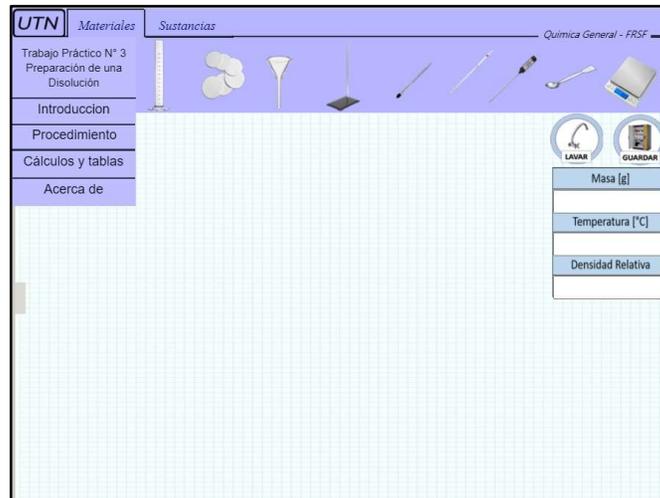


Figura 5: Plano o fondo de trabajo interactivo para la simulación.

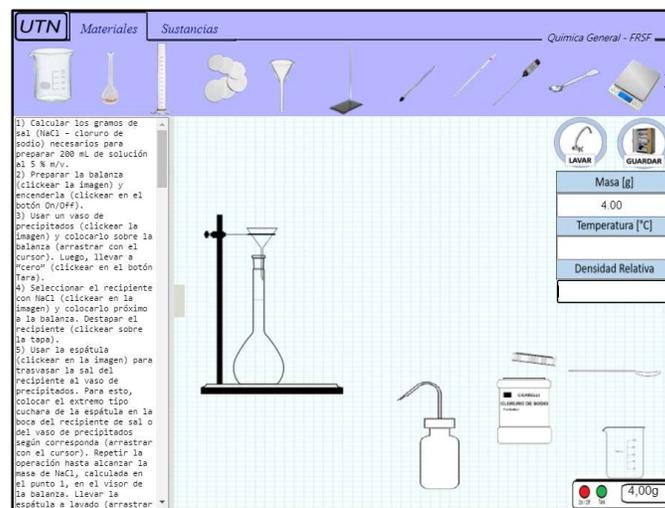


Figura 6: Ejemplo del fondo de trabajo interactivo durante la simulación.

- Una vez completados los pasos, cada estudiante puede abrir la pestaña de cálculos y tablas, donde se detallan las fórmulas para los cálculos propuestos con los valores obtenidos en dicha simulación.

Al culminar la simulación, y con todos los cálculos realizados, según lo explicado en su oportunidad, cada alumno tuvo que ingresar al link *Evaluación de la Simulación del TP Preparación de una Disolución* (ver Figura 4), y responder las consignas indicadas para lo cual dispuso de 90 minutos. Dicha evaluación se compone de un cuestionario de seis ejercicios, cuya primera ejercitación es registrar los resultados de los cálculos realizados en el TP y, posteriormente, enviar la imagen del desarrollo de los mismos como archivos en formato JPG, PDF o DOCX (Figura 7). Las ejercitaciones complementarias surgen aleatoriamente a partir de

15. 16 Y 17 DE SEPTIEMBRE DE 2021

un banco de datos, pero dentro de un mismo parámetro de contestación (múltiple choice, arrastrar respuestas, identificar imágenes, etc.) (Figura 8).

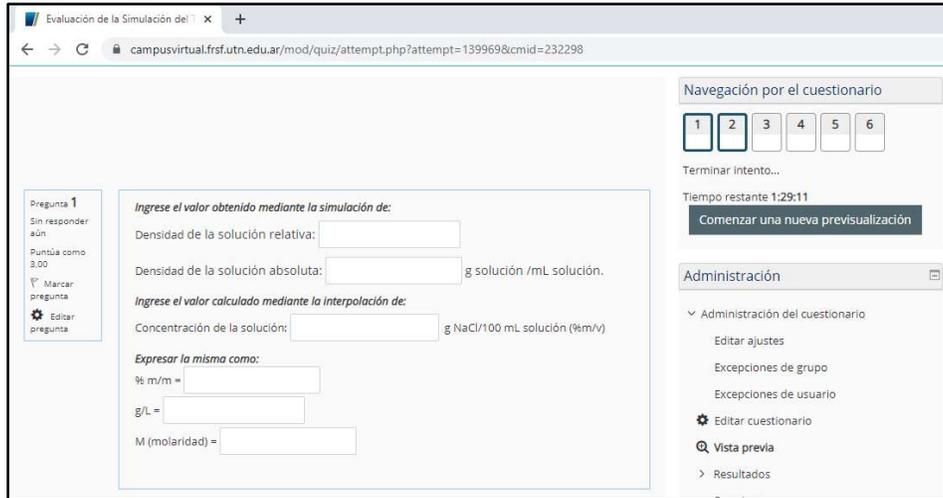


Figura 7: Ejercitación con resultados de la simulación de TP.

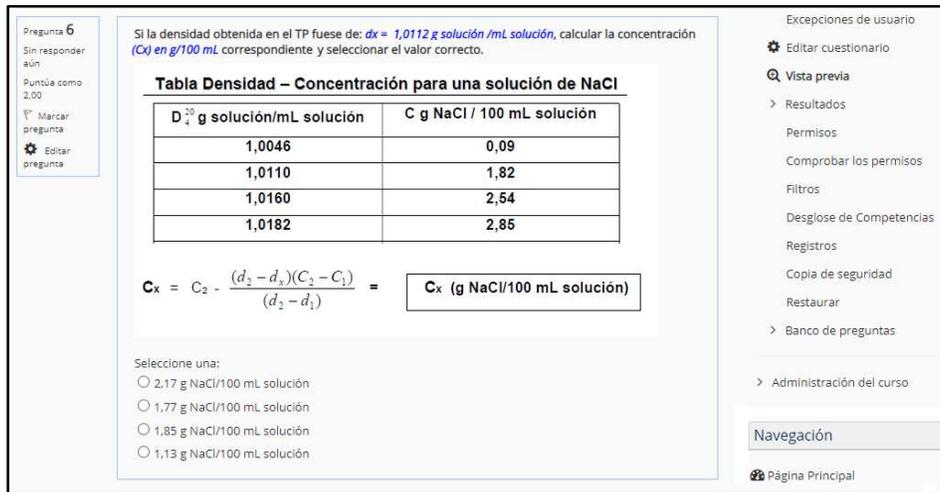
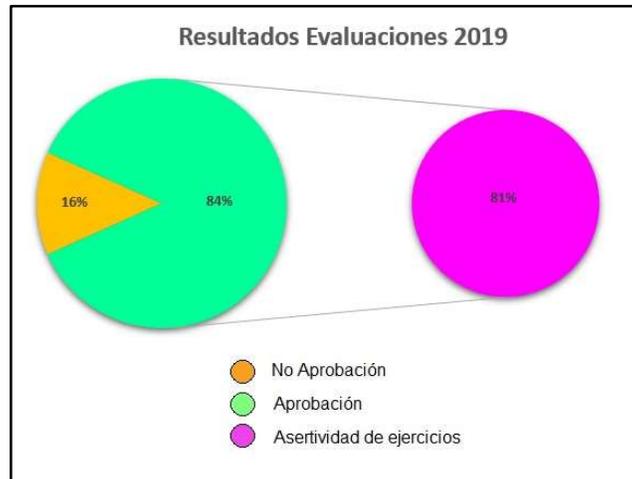


Figura 8: Ejemplo de pregunta de evaluación final.

4. RESULTADOS

Para mediados de mayo del 2019, 79 alumnos de los ingresantes realizaron el TP, de los cuales 66 aprobaron el examen (84% de los participantes). Los resultados en las evaluaciones a cumplimentar de manera presencial, y previas a la realización del TP, confirman un promedio del 81% de aciertos en sus resultados (Grafica 1).

15. 16 Y 17 DE SEPTIEMBRE DE 2021



Grafica 1: Índices de porcentajes evaluativos 2019

Para la última semana de octubre del 2020, 45 alumnos de los ingresantes realizaron el TP, de los cuales 39 aprobaron el examen (87% de los participantes). Los resultados en las evaluaciones a cumplimentar de manera virtual, y posterior a la realización del TP, confirman un promedio del 76% de aciertos en sus resultados (Gráfica 2).



Grafica 2: Índices de porcentajes evaluativos 2020

Dentro de estos parámetros (los trabajos prácticos requieren un 60% de aprobación en sus respuestas), se evidencia un índice de desaprobación del 16% (13 alumnos) para el 2019 y del 13% (6 alumnos) para el 2020.

15. 16 Y 17 DE SEPTIEMBRE DE 2021

5. CONCLUSIONES

En vista a los resultados obtenidos podemos concluir que:

- Los porcentajes de aprobación al TP superiores al 80% en ambos años indican: un resultado similar (entre presencialidad y virtualidad), un tanto favorable a la incorporación de la simulación;
- En la presencialidad el alumno hizo la evaluación previamente a la ejecución del TP, mientras que, en la virtualidad, la evaluación se realizó después de ejecutar la simulación del TP. Esta diferencia en la forma de implementar la evaluación no produjo una modificación significativa en los resultados obtenidos.
- Para dicho trabajo práctico del 2019 y 2020, la tasa de desaprobación tuvo un porcentaje similar, 16 y 13% respectivamente, no habiendo mayores diferencias en cuanto a la metodología de evaluación implementada bajo la plataforma MOODLE. Una causa probable que ayudo a que sea bajo el porcentaje de no aprobación, fue la asimilación de los estudiantes en cuanto al manejo del formato virtual, reconociendo el entorno digital como una herramienta cotidiana y útil para la evaluación;
- Los valores de aciertos en las respuestas de las evaluaciones (81% de contestaciones correctas sobre el total de aprobados en el 2019, y 76% de contestaciones correctas sobre el total de aprobados en el 2020), en parte nos muestran que la formulación de las evaluaciones fue lograda bajo una elaboración minuciosa y detallada de las preguntas, por partes de los docentes, potenciando la posibilidad en los alumnos de poder reflexionar a lo que contestan;
- Si bien los alumnos de Ingeniería Mecánica lograron ejecutar los pasos procedimentales llevados a cabo en el práctico, pudiendo reconocer los reactivos e instrumentos utilizados, somos conscientes de que la simulación no permite que el estudiante vivencie el contacto directo, manipulación, y cuidados relacionados al material de laboratorio y a las sustancias químicas; sin embargo, no por esto, deja de ser una herramienta valiosa como paliativo en momentos de contingencia.

En proyección a esta situación de no presencialidad en las aulas, los docentes de la cátedra de Química de la FRSF, UTN, continúan investigando el uso de técnicas didácticas y nuevas herramientas de evaluación, a fin de generar un correcto aprendizaje en los alumnos, ante la imposibilidad de acceder físicamente a un laboratorio en tiempos de pandemia.

6. REFERENCIAS

- [1] Lezcano, L. y Vilanova, G. (2017). *Instrumentos de evaluación de aprendizaje en entornos virtuales. Perspectiva de estudiantes y aportes de docentes*. ICT-UNPA-157-2017 ISSN: 1852-4516, Vol. 9, N°1.

15. 16 Y 17 DE SEPTIEMBRE DE 2021

[2] Hernández García, J.F., Buitrón Ramírez, H. (2017). *Evaluación de los entornos virtuales de aprendizaje y enseñanza*. Art. <https://www.researchgate.net/scientific-contributions/2136157953>.

[3] Sánchez, C. (2017). *Laboratorio virtual y remoto, aprendiendo a través de la experimentación*. Tesis de grado. <https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/1834/TESINA%20SANCHEZ%20CLARISA%20GISELLE%20JUN-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

[4] Schiappa Pietra, J.M., Avalis, C., Liprandi, D. y Cordoba, C. (2020). *Modelo de evaluación en un laboratorio de química bajo la implementación de entornos virtuales*. VII Jornadas Nacionales y III Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas. Facultad Regional de Tucumán, UTN. San Miguel de Tucumán.