

LABORATORIO DE QUÍMICA BÁSICA A DISTANCIA ¿QUÉ SE PUEDE HACER?

BASIC CHEMISTRY LABORATORY, WHAT TO DO?

T. I. Villar Masetto¹
V. M. Feregrino Hernández²

RESUMEN

Durante el confinamiento, los laboratorios de las escuelas de ingeniería han tenido que ser replanteados, la mayoría de ellos han paleado la situación empleando videos o simuladores. Sin embargo, surge la duda sobre el efecto de solicitar al estudiante experimente con material de uso común desde su casa y como impacta esto en su desarrollo. Al analizar los informes enviados por veintisiete estudiantes de la ESQIE-IPN se observó que para más del 50 % de ellos el aprendizaje fue significativo, pues el desarrollo de dichos experimentos caseros acompañados de los videos y simuladores representaron un avance en su formación.

ABSTRACT

During the confinement, the laboratories of the engineering schools have had to be rethought, most of them have shovved the situation using videos and / or simulators. However, the question arises about the effect of asking the student to experiment with commonly used material from home and how this impacts their development. When analyzing the reports sent by twenty-seven ESQIE-IPN students, it was observed that for more than 50% of them learning was significant, since the development of these home experiments accompanied by videos and simulators represented an advance in their training.

ANTECEDENTES

En la programación de la Unidad de Aprendizaje de Química General, Química Básica y Fundamentos de Química, se plantean diez practicas presenciales cuya intención es que los alumnos generen diferentes competencias, desde el manejo de la información y el material de laboratorio hasta la familiarización con operaciones y procesos que tienen lugar en el desempeño de la vida profesional del ingeniero egresado en la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESQIE, 2021).

La idea expresada en el artículo por Hanel *et al.* (2016) mencionan que, en la formación del ingeniero es de suma importancia la experiencia práctica que ofrece un laboratorio presencial, pues este da al estudiante las competencias requeridas para el dominio de las técnicas y poder entenderlas y dirigir las, es totalmente aceptada y validada, sin embargo, las actuales condiciones sociales han provocado que se tengan que buscar metodologías adecuadas a la situación.

Durante la pandemia, el acceso a las aulas y laboratorios ha sido imposible, debido a la necesidad de salvaguardar vidas y favorecer que los centros de salud puedan atender a aquellos que así lo requieran. Por lo que, todas las actividades educativas presenciales se han tenido que desarrollar de forma remota por esta emergencia, pero evidente que no es

¹ Profesora Titular de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas. Instituto Politécnico Nacional. tvillarm@ipn.mx

² Profesor Titular de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas. Instituto Politécnico Nacional vferegrino@ipn.mx

igual una educación en línea, cuyas condiciones, metodologías y accesibilidades tienen que estar estructuradas (Hodges *et al.*, 2020).

Como respuesta a la emergencia sanitaria los docentes improvisaron soluciones rápidas, incluso se puede expresar que fueron ingeniosas, para de tal forma poder dar continuidad a un curso planteado bajo otras expectativas y otras realidades. Por ejemplo, en un estudio realizado en la Facultad de Química, los docentes expresaron en lo general que, si bien habían experimentado cierto nivel de desconcierto, finalmente, el resultado fue más satisfactorio por el acercamiento al uso de tecnologías y por las aportaciones de los estudiantes (García *et al.*, 2020).

En otro estudio que abarca más facultades de la misma institución, los resultados mostraron que la gran mayoría de los docentes enfrentaron problemas logísticos y tecnológicos, además, de falta de apoyo por parte de la institución, haciendo evidente y necesario continuar en el proceso de aprendizaje y desarrollo de estas experiencias, tomando en cuenta que cada nivel educativo y contexto es diferente y aun cuando se regrese a lo presencial la incorporación de estos medios ya forman parte del proceso enseñanza-aprendizaje (Sánchez *et al.*, 2020).

Si las clases presenciales con desarrollos numéricos implican dificultades en su exposición por el nivel de complejidad de los procedimientos, los laboratorios conllevan aun mayor dificultad no solo por el mismo motivo sino por el desarrollo de habilidades motrices que en el caso de Química son requisito para el manejo de material de vidrio a nivel micro y macro escala. El realizar las clases a distancias de las sesiones prácticas, implicó trasladarlas a la casa, por lo que, los docentes tuvieron que plantear estrategias alternas a los simuladores de tal forma de tratar en lo posible alcanzar los objetivos de las prácticas estructuras en formato presencial.

Los profesores de la Academia de Química del Departamento de Formación Básica de la ESQIE-IPN, acordaron realizar videos de las sesiones de laboratorio, explicando los materiales, sustancias, manipulaciones y en general los procedimientos inherentes a cada experiencia, es sabido que en la mayoría de docentes de diferentes instituciones se han apoyado de diversos recursos multimedia sobre todo videos o simuladores como el caso que se expone en el artículo “Del laboratorio al aula virtual y simuladores” (Vega, 2020).

Es por lo que, la experiencia que se presenta es interesante al demostrar las actividades que los estudiantes pueden hacer de forma práctica desde sus hogares con la seguridad necesaria, incidiendo en el desarrollo de sus habilidades motrices al manipular instrumentos de forma rústica pero cercana a la realidad.

METODOLOGÍA

Este trabajo se fundamenta en los informes de las prácticas realizados por veintisiete estudiantes durante el semestre 21/1(septiembre 20-febrero 21) correspondientes a dos secciones de grupos laboratorio de la Unidad de aprendizaje de Química General y otra sección de grupo igualmente de laboratorio, pero de la Unidad de aprendizaje de Fundamentos de Química, se debe considerar que los grupos de teoría se dividen en dos secciones para su trabajo en laboratorio y ambas unidades de aprendizaje.

Las unidades de aprendizaje que se imparten en Formación Básica pertenecen a los tres programas académicos: Ingeniería Química Industrial, Ingeniería Química Petrolera e Ingeniería en Metalúrgica y Materiales, por lo que, dentro de los contenidos temáticos de los programas de estudio se comparten experiencias prácticas en las cuales confluyen varias técnicas de laboratorio.

Para este análisis se describen tres técnicas a desarrollar: pipeteo, titulación y filtración. En el laboratorio estas operaciones requieren de material de vidrio específico que puede ser manejado en dos escalas micro y macro cada una con sus características y particulares manipulaciones, ver Figura 1.

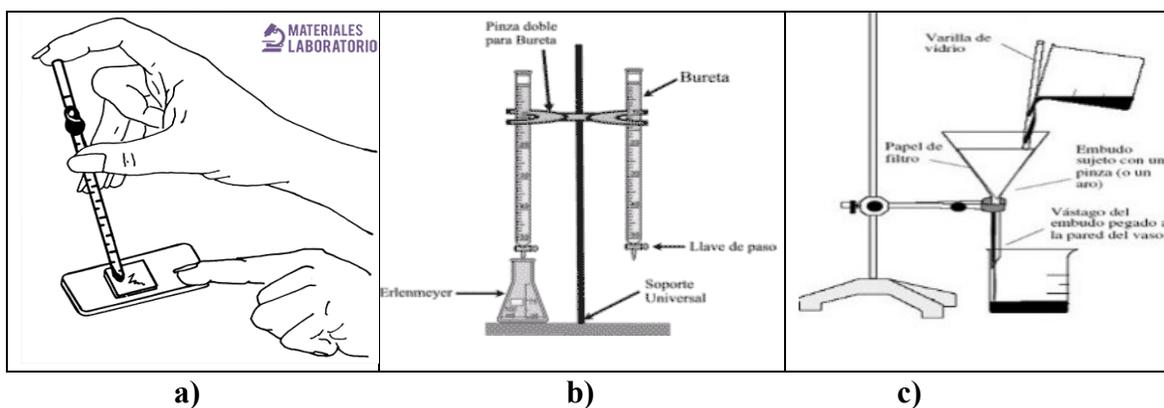


Figura 1. Operaciones en el laboratorio: a) pipeteo, b) titulación y c) filtración.

Tomada de: a) Materiales de laboratorio (s.f.) b) ESIQIE (2021) c) Fernández, J. y Fernández, A. (2017)

Las instrucciones proporcionadas a los estudiantes para desarrollar la experimentación en casa se describen a continuación y cada estudiante debió subir a la plataforma como evidencia las fotografías de cada una de las actividades realizadas.

a) Operación de pipeteo.

Al estudiante se le solicitó un popote de plástico transparente de preferencia para que, posteriormente, con una regla indicará con una marca indeleble cada centímetro. Como primera experiencia se le requirió colocar una cantidad de agua (solución translúcida) o café, agua de jamaica o té (solución colorida).

Para realizar esta actividad se le sugirió auxiliarse de una jeringa o bien por capilaridad con otro envase tomar el líquido hasta llegar a una de las marcas tomando en cuenta el tipo de menisco debe mantenerla por encima o debajo de la marca (aforo, realizado con el marcador indeleble). En videoconferencia ya se había demostrado el procedimiento descrito.

b) Operación de titulación.

El material requerido para esta actividad fue: dos copas o vasos tequileros y dos jeringas de cinco mililitros (mL).

- Paso 1: Generar un concentrado de flor de jamaica, para lo cual debe colocar a hervir más o menos quince flores de jamaica en 100 mL de agua aproximadamente, después dejar enfriar a temperatura ambiente.

- Paso 2: Colocar 2 mL de Ajax amonia® (fórmula original), en 250 mL agua (se sugiere medir una taza, como volumen aproximado).
- Paso 3: Vaciar en la copa o vaso tequilero aproximadamente cinco mL (auxiliarse de una jeringa) de la solución preparada en el paso 2.
- Paso 4: Posteriormente, agregar cuatro gotas del concentrado de flor de jamaica, observar la coloración adquirida una vez homogénea la mezcla.
- Paso 5: Colocar en otra jeringa cinco mL de vinagre blanco y agregar gota a gota de esta solución a la solución de Ajax amonia®, hasta observar un cambio en la coloración. Registrar el volumen gastado de vinagre.

c) Operación de filtración.

Los materiales para utilizar fueron: dos vasos de vidrio translúcido, talco y papel filtro para cafetera. Se le solicitó realizar:

- Paso 1: Una mezcla de tres cucharadas de talco en 125 mL de agua contenida en el vaso de vidrio (medida aproximada de medio vaso).
- Paso 2: Cortar el papel filtro para café en forma circular con un diámetro acorde al embudo de plástico con el que cuente en casa. Posteriormente debe doblarse de acuerdo con lo ilustrado en el instructivo de laboratorio de química (Academia de Química, 2021).
- Paso 3: Vaciar la mezcla del paso 1 a través del papel filtro colocado en el embudo, recibiendo la solución filtrada en otro vaso. Observar las características de lo que se queda en el papel filtro y lo que se retiene en el vaso debajo del embudo.

RESULTADOS

En la Tabla 1, se presentan los resultados de acuerdo con los reportes entregados con base en las experiencias realizadas en casa.

Se consideran también las fotografías enviadas de los procedimientos para verificar la veracidad de la actividad y la efectividad de esta.

Tabla 1. Resultados en los informes entregados por los estudiantes.

Operación	Experimentación efectuada		Reporte no entregado
	correctamente	no correctamente	
Pipeteo	20	6	1
Titulación	8	17	2
Filtración	10	15	2

Si bien, las actividades estaban planteadas para que los estudiantes pudieran efectuar manipulaciones sencillas para tener un ligero acercamiento a la realidad dentro del laboratorio, la expectativa inicial fue superada por el entusiasmo y deseos de aprendizaje, además de los reintentos de los procedimientos para lograr realizarlos adecuadamente.

Todas las fotografías empleadas en las figuras que se muestran a continuación fueron tomadas del conjunto de evidencias de realización de las actividades por los estudiantes y enviadas para tal efecto por lo que fueron consideradas para la evaluación correspondiente.

a) Operación de pipeteo

De los veintisiete estudiantes que se presentaron a la sesión de la práctica, uno de ellos no envió el reporte correspondiente, veinte efectuaron correctamente la actividad indicada y ejemplificada en clase, como se muestra en la Figura 2.

En la Figura 3, se ejemplifica una actividad efectuada de forma no correcta, siendo seis los estudiantes que así lo realizaron y en la siguiente figura (ver Figura 4), se evidencia la corrección llevada a efecto por cuatro de estos estudiantes.

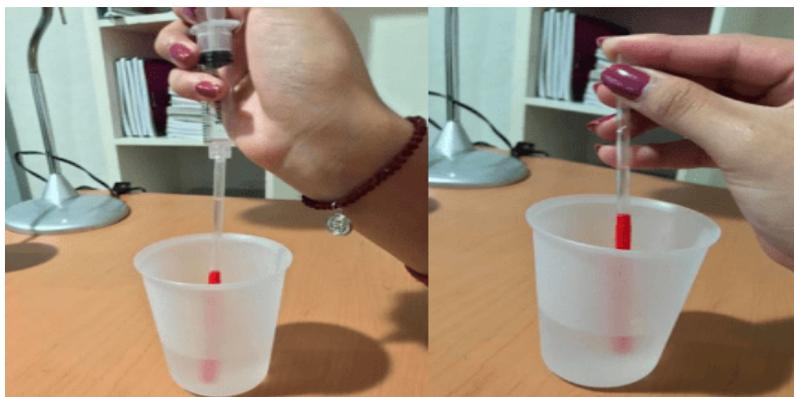


Figura 2. *Técnica de pipeteo llevada a cabo correctamente.*



Figura 3. *Ejemplos de realización no correcta de la técnica de pipeteo por estudiantes.*



Figura 3. *Ejemplo de corrección en la realización de la técnica de pipeteo por un estudiante.*

b) Operación de titulación

En esta sesión de los veintisiete estudiantes considerados, dos no entregaron el reporte de la práctica, no por no haberse presentado, sino porque abandonaron su trayectoria por razones personales.

Fueron ocho los que llevaron a cabo de forma correcta la experimentación (Figura 5), y diecisiete lo efectuaron no correctamente por lo que tuvieron que hacerlo en una segunda oportunidad, solicitada después de haberse revisado sus evidencias y reportes, pues en la primera tuvieron varias omisiones o errores (ver Figura 6).

La operación de titulación con respecto a la técnica de pipeteo requiere de mayor coordinación motriz, al tener que efectuar diferentes pasos donde el control de lo que se está realizando requiere precisión, por ejemplo, la adición gota a gota del vinagre, mantener una agitación constante y la adición en forma adecuada de la solución colorida (término químico: indicador) de lo contrario el cambio de coloración al adicionar la otra sustancia (término químico: vire) no es factible percibirse.

Paso 1	Paso 2	Paso 3
Foto 	Foto 	Foto  A1
Tiempo que tardo en enfriar a temperatura ambiente: Aprox. 30 min	Color de la solución obtenida: Transparente/Blanquizco	
Paso 4	Paso 5	
Foto 	Foto al adicionar las gotas	Foto al cambio de coloración. Vire 
Color de la solución al entrar en contacto el indicador: Azul/morado		Color final de la solución: Rojo/Rosado Volumen gastado de Vinagre: 4 mL

Figura 5. Ejemplo de la operación de titulación realizado correctamente, evidenciado en un reporte.

Paso 1	Paso 2	Paso 3
Foto 	Foto 	Foto 
Tiempo que tardo en enfriar a temperatura ambiente; 4 minutos	Color de la solución obtenida: Cierta tono blanquecino	
Paso 4	Paso 5	
Foto  	Foto al adicionar las gotas 	Foto al cambio de coloración.   
Color de la solución al entrar en contacto el indicador: Rojo oscuro llegando a un tono morado.		Color final de la solución: Rosa claro Volumen gastado de Vinagre: 280 ml

Figura 6. Ejemplo de la operación de titulación realizado no correctamente, evidenciado en un reporte.

c) Operación de filtración

Adicional a la deserción de los dos estudiantes (por lo que en la tabla aparece como dos reporte no entregados), se aprecia que diez de los estudiantes realizaron sus actividades en forma correcta desde el primer intento, sin dificultad alguna (ver Figura 7), mientras que, los quince restantes requirieron repetir la operación una vez realizadas las observaciones sobre el reporte y evidencia entregadas, haciéndoles la recomendación en el procedimiento del doblaje y manejo del papel filtro (ver Figura 8).

Es importante hacer notar que, si bien el talco no consigue retenerse totalmente (filtrarse) es debido al tamaño del poro disponible en el filtro de cafetera, sin embargo, el procedimiento es factible de realizarse con detalle para el entendimiento de la técnica.



Figura 7. Ejemplo de la operación de filtración realizado correctamente, evidenciado en un reporte.



Figura 8. Ejemplo de la operación de filtración realizado no correctamente, evidenciado en un reporte.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados observados se puede considerar por los resultados obtenidos que, si los simuladores y vídeos son de gran apoyo en la realización de prácticas en forma virtual, el lograr que los estudiantes efectúen procedimientos y manipulen materiales permite que se acerquen más a la realidad de un laboratorio con la convicción de que existe diferencia entre los materiales de laboratorio y los materiales caseros.

Lo anterior, también deja la interrogante de que lo que se debe ir estructurando como actividades en el ámbito presencial al regresar a un entorno no predecible e inestable definición.

El sentido de aprender haciendo se cumple y resulta significativo, con este tipo de actividades, porque además los acerca a la dicotomía ciencia-sociedad.

Hay que recalcar que la mayoría de los alumnos que realizaron correctamente la operación de titulación, lo hicieron de igual forma con la filtración, lo que permite predecir que poseen cierto nivel de conocimiento en el manejo de material y equipo, siendo evidente la falta de este conocimiento en aquellos que no pudieron realizar correctamente ninguna de las operaciones.

Lo anterior, también sustenta el hecho de que los estudiantes que requirieron volver a realizar la experimentación hasta conseguir el resultado esperado fueron del 20 % en la operación más sencilla hasta por arriba del 50 % en la más complicada.

BIBLIOGRAFÍA

- Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (2021). *Laboratorios de Química - Academia de Química*.
<https://sites.google.com/site/laboratoriosquimicaesiqie/>
- Fernández, J. y Fernández, A. (2017). *Filtración por gravedad*.
<https://www.slideshare.net/shurfer/filtracin-por-gravedad>
- García, A., Martínez, A. y Marín, A. (2020). Los profesores de la Facultad de Química de la UNAM frente al cambio a la educación remota en emergencia. *Educación Química*, 31(5). 15-32.
https://www.researchgate.net/publication/347476960_Los_profesores_de_la_Facultad_de_Quimica_de_la_UNAM_frente_al_cambio_a_la_educacion_remota_en_emergencia
- Hanel, M., López, M. y Loyo, J. (2016). Impacto de la formación del Ingeniero Industrial en la práctica: laboratorio integral de Ingeniería Industrial. *Revista ANFEI Digital* 4(2).
<https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/139/503>
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T. & Bond, A. (2020). *The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning*.
<https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
- Materiales de Laboratorio (s.f.). Página principal de Materiales de laboratorio.
<https://materialesdelaboratorio.info/pipeta>
- Sánchez, M., Martínez, A., Torres, R., de Agüero, M., Hernández, A., Benavides, M., Jaimes, C. y Rendón, V. (2020). Retos educativos durante la pandemia de COVID-19: una encuesta a profesores de la UNAM. *Revista Digital Universitaria*.
<https://www.revista.unam.mx/prensa/retos-educativos-durante-la-pandemia-de-covid-19-una-encuesta-a-profesores-de-la-unam/>

Vega, A. (2020). Del laboratorio al aula virtual y simuladores. *Educación Química*, vol. 31(5), 126-128. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/77287>