

Nuevo enfoque para una práctica de laboratorio

Silvana Valdez^{1,2}, Norma Moraga^{1,2}, M. Alejandra Aparicio¹ & Teresa Courtade¹

(1) *Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta.*

svaldez@unsa.edu.ar

(2) *INIQUI, CONICET.*

RESUMEN: Los importantes cambios de carácter socio-políticos y culturales que se han ido desarrollando en nuestro país, han impactado enormemente en el sistema educativo. La sociedad en su conjunto demanda nuevos conocimientos, destrezas y comprensión para mejorar la educación. Este trabajo analiza la experiencia obtenida luego de rediseñar una práctica de laboratorio modificando el enfoque de la misma. En este práctico se propone dejar de lado el modelo conductista actual por una actividad que ayude a construir el conocimiento a partir de la investigación autónoma de los alumnos. Así también se los motiva a observar y se los alienta al pensamiento crítico para poder elaborar conclusiones. Por otro lado, concientes de la importancia de las TICs en la sociedad actual, se sugiere el empleo de las mismas para la investigación y para la obtención de resultados. El práctico además constituye una herramienta para desarrollar las habilidades que hoy la sociedad demanda de los profesionales.

1 INTRODUCCIÓN

Durante mucho tiempo la educación superior basó su organización pedagógica en la lección magistral y disciplinada del profesor, que ha demostrado ser para los tiempos actuales insuficiente y en muchos casos ineficiente (Santos, 2001).

La tendencia actual en la educación superior es la educación basada en competencias. Entendiendo por competencias las habilidades que deben desarrollar los estudiantes para convertirse en los profesionales que demanda el mercado laboral. Entre ellas se valoran la responsabilidad, el pensamiento crítico, el razonamiento analítico, el trabajo en equipo, la innovación/creatividad entre otras.

Por otro lado, desde el comienzo de la década del '90, los medios de comunicación masiva y de educación, han sufrido cambios debido al desarrollo y la difusión de nuevas tecnologías de información y comunicación (TICs). A partir de entonces Internet pasó a ser un instrumento utilizado por toda la sociedad, permitiendo a todo el mundo el acceso inmediato a la información. La cultura de la sociedad actual (sociedad de la información y del conocimiento), exige tener un mínimo conocimiento informático que es utilizado no sólo en el sector económico sino también social, político, religioso, educativo y de investigación. Es por ello que resulta necesario integrar las TICs en los procesos educativos de enseñanza y aprendizaje. Compete a las universidades adaptarse a estos nuevos tiempos y

las posibilidades que las TICs les ofrecen. Para ello es necesario que se realicen una serie de transformaciones, tales como la construcción de nuevos entornos pedagógicos, la adecuación de los ámbitos disciplinares, de los planes de estudio y de los métodos de enseñanza y de aprendizaje frente a los desafíos presentes y futuros que se plantean en el campo laboral. Al respecto, Bruner (2000) plantea distintos escenarios de la educación, considerando para ello, la intersección de la concepción del aprendizaje con la variable tecnológica. Los rasgos característicos del escenario actual son una modificación del aprendizaje tradicional, donde las nuevas tecnologías sirven para reforzar un modelo pedagógico en uso. Aunque se pretende que la educación ya no sea sólo una transmisión de conocimientos y de informaciones, sino que desarrolle en los estudiantes, la capacidad de adquirirlos, producirlos y de utilizarlos.

Las tecnologías de la información y la comunicación, sin embargo, no pueden suplir la experiencia que brinda un trabajo práctico de laboratorio. Esta actividad es importante para adquirir los conocimientos de manera significativa como así también las competencias ya mencionadas.

Mediante las prácticas de laboratorio se integra el conocimiento teórico con los conocimientos procedimentales. El aprendizaje se sitúa tanto dentro del "comprender" como del "hacer" (Séré, 2002). Aunque los objetivos conceptuales son los que más se buscan en las clases prácticas y a la hora de evaluar son los que se tienen en cuenta, se

tiende o pretendemos que los conceptos teóricos contribuyan a formar conocimientos prácticos.

En este marco la práctica de laboratorio constituye una herramienta de gran ayuda en el desarrollo de dichas habilidades. Además de favorecer la adquisición de las destrezas mencionadas, la experimentación sirve para fijar los conceptos teóricos (modelos y leyes) a través de la “visualización” de fenómenos macroscópicos (como un cambio de color) que “representan” a los procesos microscópicos (reacciones químicas) y para alentar razonamientos específicos a la hora de justificar lo observado.

En el laboratorio el objetivo que se privilegia es el refuerzo del aprendizaje conceptual. Se da poca importancia a los pasos, métodos y procedimientos. Esto da como resultado una gran pasividad en los estudiantes, que no están motivados para comprender los métodos y las elecciones realizadas y sobre todo para apropiárselos a fin de tener posteriormente la capacidad de utilizar estos métodos. También se nota un escepticismo real en los estudiantes, convencidos que ellos mismos no pueden encontrar nada valioso (Séré, 2002).

En este trabajo se analiza la experiencia obtenida luego de desarrollar una práctica de laboratorio considerando un nuevo enfoque. En éste se priorizaron el desarrollo de competencias (investigación, trabajo en equipo, manejo del tiempo) y la construcción del conocimiento por parte del alumno. También se pretende motivarlos a observar y alentarlos al pensamiento crítico para la elaboración de conclusiones.

2 CONTEXTO

La asignatura Química General de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta (UNSa) es una de las asignaturas que integran el denominado Ciclo Común de Articulación (CCA), convenio que fue acordado por representantes, de las distintas universidades nacionales del NOA, de las carreras de ingeniería, con el objetivo de permitir la movilidad de los estudiantes de primer año entre las universidades que conformaron un consorcio para funcionar en red (Moraga, 2008).

Química General es una asignatura que corresponde al Área Básica de los planes de estudio de las tres carreras de ingeniería (Civil, Industrial y Química) que se dictan en esta Facultad.

Es una materia de primer año para las tres carreras y corresponde al segundo cuatrimestre según los planes de estudio, aunque es de doble

dictado. Para poder cursarla es requisito tener aprobada Análisis Matemático I, materia que se dicta en el primer cuatrimestre.

El tema escogido para el rediseño de la práctica de laboratorio fue “Equilibrio Químico”. Éste forma parte de los contenidos mínimos establecidos en el CCA, ya que profundiza y completa el estudio de la reacción química. Es parte de la unidad VI (Cinética y Equilibrio Químico), y sirve de base para el desarrollo de la unidad VII (Equilibrio iónico en soluciones acuosas). El conocimiento del equilibrio así como su manejo resulta de importancia fundamental para el ingeniero químico a la hora de determinar el punto final de una reacción con exactitud. De igual manera el concepto de pH es importante ya que existen infinidad de procesos industriales que deben llevarse a cabo a un valor determinado del mismo.

Para la realización de este trabajo práctico de laboratorio, consideramos la enseñanza, la disciplina y los aprendizajes que se promueven.

Desde el punto de vista de la enseñanza: el lugar de realización es el laboratorio con que cuenta la cátedra. Este laboratorio es amplio, bien iluminado, aireado, cumple con las normas de seguridad propias para este tipo de establecimiento. En él los alumnos pueden realizar los trabajos prácticos experimentales, trabajando en grupos reducidos ya que se cuenta con el equipamiento y los materiales apropiados. El tiempo necesario para la actividad experimental consideramos que es el adecuado y se ajusta al cronograma general de la asignatura.

Desde el punto de vista de la disciplina y de los aprendizajes que se promueven: se contemplan la mayoría de los temas de la sexta unidad del programa.

Con esta práctica de laboratorio se pretende la incorporación de los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales (Coll Salvador, 1990) que se detallan a continuación:

- * Conceptuales: observar y entender el concepto de equilibrio químico. Para ello deben involucrarse varios conceptos, leyes y teorías (la constante de equilibrio y distintas formas de expresarlas, relaciones entre K_p y K_c , estudio del equilibrio en sistemas gaseosos, principio de Le Chatelier, efectos producidos por las variaciones de la concentración, la presión, y la temperatura).

- * Procedimentales: desarrollar destrezas y habilidades para manipular distintos materiales y equipos de laboratorio.

- * Actitudinales: respetar las normas de convivencia y seguridad correspondientes al laboratorio, trabajar en grupos reducidos y analizar los resultados experimentales obtenidos

para obtener conclusiones y elaborar el informe correspondiente.

También se tuvo en cuenta lo expresado por Carnduff y Reid (2003), quienes sugieren que las prácticas de laboratorio deben contribuir a desarrollar: 1) habilidades prácticas: seguridad, riesgos, procedimientos, instrumentos, observación de métodos; 2) habilidades transferibles: trabajo en equipo, organización, manejo del tiempo, comunicación, presentación, recuperación de la información, procesamiento de

datos, diseño de estrategias, resolución de problemas, habilidad en las matemáticas; 3) estimulación intelectual: conexión con el mundo real, incrementar el entusiasmo por la química.

Además se desea que el alumno integre los diferentes niveles del aprendizaje (macroscópico, microscópico y simbólico), según el triángulo didáctico de Johnstone como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Triángulo de Johnstone.

Nivel Macroscópico: mundo visual, tangible y usable	Nivel Microscópico: molecular, de estructuras y enlaces	Nivel Simbólico: Cálculos, ecuaciones y símbolos (fórmulas)
<ul style="list-style-type: none"> - Cambios de color en la mezcla de reacción por efecto de la concentración y la temperatura - Cambios de color en el papel pH por efecto de la variación en la $[H^+]$ 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor cantidad de moléculas que chocan para reaccionar - Reacción entre el reactivo presente en la tira de papel y la gota de solución 	<ul style="list-style-type: none"> - $K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$ - $K_{In} = \frac{[In^-][H^+]}{[HIn]}$

3 REDISEÑO DEL PRÁCTICO

En la actualidad, las prácticas de laboratorio propuestas para los distintos temas de la asignatura, constan de una breve introducción o fundamentación teórica del tema. A continuación se encuentra la explicación de la actividad experimental, seguida de un cuestionario para desarrollar al final de la misma. Éste se exige resuelto junta con la entrega del informe correspondiente.

Antes de realizar la actividad práctica los alumnos rinden una evaluación (preactivo) de carácter teórico. Con ello se pretende que los alumnos estudien los fundamentos teóricos y el procedimiento a desarrollar en el práctico.

El laboratorio escogido consiste en la determinación de la constante del ácido acético mediante la medida del pH de soluciones de ácido acético – acetato de sodio de diferentes concentraciones.

La guía de la actividad experimental se rediseñó cambiando la introducción teórica por una introducción que demuestra la importancia y la aplicación industrial del tema. De esta manera se pretende despertar el interés de los alumnos al encontrar sentido y aplicación física de los conceptos que en la mayoría de los casos resultan abstractos.

Se incorporaron los objetivos para que el alumno tome conciencia de las competencias que debe adquirir y de las expectativas que el docente tiene sobre él. También se explicitó el

tiempo estimado para el desarrollo de cada actividad, de manera que los alumnos pudieran organizar mejor su tiempo y planificar las actividades, en algunos casos formando subgrupos para ello.

Además de la determinación de la K_a del ácido acético, se agregaron dos experiencias de carácter cualitativo, que tienen por objeto hacer tangible el concepto de equilibrio químico y el principio de Le Chatelier. La interpretación del mismo, resulta a veces, difícil de comprender y adquirir por parte de los alumnos. En este sentido, el cambio de color del sistema al modificar las variables concentración o temperatura, permite visualizar el concepto de reacción reversible.

Previo a la realización del práctico, los alumnos debieron desarrollar un cuestionario orientador de carácter teórico. Dicho cuestionario contenía preguntas referidas a los conceptos teóricos relacionados con los fundamentos del trabajo práctico del laboratorio. Además se incorporaron preguntas referidas a las fichas de seguridad de las drogas a utilizar para fomentar la responsabilidad y la seguridad en el laboratorio. Se solicitó la investigación de la producción industrial de amoníaco. Para estas actividades se les sugirió la bibliografía tradicional y páginas de Internet. El desarrollo del cuestionario se suponía individual y se pretendía que el alumno construya la base teórica necesaria para entender el práctico a partir de su propia investigación, haciendo uso

de las TICs. De esta manera se evitaría que el alumno se limite a estudiar exclusivamente del breve fundamento teórico dado en la guía tradicional.

4 EXPERIENCIA PRÁCTICA

A continuación se transcriben las experiencias planteadas en el rediseño de la práctica de laboratorio y los objetivos de las mismas.

Experiencia 1: Cromato-dicromato

En un vaso de precipitados se disuelve una pequeña cantidad de dicromato de potasio en agua. El dicromato de potasio, al entrar en contacto con el agua, se disocia y se forman los iones dicromato, que proporcionan un color naranja a la solución. En otro vaso de precipitados se disuelve una pequeña cantidad de cromato de potasio en agua. También se produce una disociación y aparecen los iones cromato que colorean la disolución de amarillo.

En un tubo de ensayos se añade solución de dicromato de potasio y sobre ella unas gotas de hidróxido de sodio. En otro tubo de ensayos con la solución de cromato de potasio, se añade ácido clorhídrico y se observan los cambios.

En esta primera experiencia se pretendió visualizar a través de un cambio de color, el desplazamiento del equilibrio de un sistema líquido homogéneo, modificando el pH del mismo por el agregado de álcalis o bases.

Experiencia 2: Dimerización del NO₂

En un tubo de ensayos se introduce una pequeña cantidad de cobre metálico y se añaden unas gotas de ácido nítrico concentrado. Se cierra el tubo con un tapón de goma para recoger el gas que se genera (NO₂). Se observa que todo el tubo está lleno de este gas amarillo, porque se formó NO₂. Se introduce el tubo de ensayo, ya cerrado, en una probeta con agua fría y luego en agua caliente.

En esta segunda experiencia el desplazamiento del equilibrio se verifica modificando la temperatura de sistema.

Experiencia 3: Determinación de la Ka del ácido acético.

Se preparan soluciones reguladoras de diferentes concentraciones a partir de ácido acético y de acetato de sodio 0,1 M.

Se mide el pH de dichas soluciones utilizando un peachímetro y las tiras de papel reactivo (papel pH) para comparar la precisión de ambas mediciones.

En esta última experiencia, el objetivo fue utilizar herramientas informáticas (planillas de cálculo) para correlacionar los valores experimentales y determinar la Ka.

Los objetivos pedagógicos se alcanzaron a través del desarrollo de una práctica de laboratorio.

5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez finalizada la práctica del laboratorio, los alumnos respondieron una encuesta referida a la nueva metodología aplicada. Las preguntas estuvieron orientadas a evaluar el comportamiento actitudinal de los alumnos frente a la nueva experiencia. Éstas estaban referidas a:

- A) Las fichas de seguridad de los distintos reactivos utilizados.
- B) La organización en el laboratorio y la administración del tiempo.
- C) La adquisición de conceptos teóricos.
- D) El desarrollo de capacidades o habilidades.

Las mismas se transcriben a continuación con sus respuestas y justificaciones más frecuentes:

1) ¿Creés que este tipo de actividad preactiva de investigación es más significativa que la modalidad que hemos tenido en los laboratorios anteriores? Respuestas:

No: “porque la investigación y la elaboración de informe requieren mucho tiempo”; porque “no me condujo a estudiar”; “no se elabora la información (copia y pega de Internet)”; “no manejo herramientas informáticas (Internet)”.

Sí: porque “permite tener una visión previa más amplia”; “se tienen en cuenta la mayoría de los factores que influyen en la práctica (responsabilidad, seguridad y conocimiento)”; “resultó motivador y me sentí capaz de realizarla”.

2) ¿Te genera alguna diferencia conocer cuáles son las aplicaciones reales del práctico que hiciste en el laboratorio? Respuestas:

No: porque “no entendí la pregunta”.

Sí: porque “despierta interés al ver que los conceptos básicos de química tienen aplicación en la vida cotidiana”, “encuentro el sentido de lo que estudio”, “me genera más responsabilidad y conciencia”, “me sumerge en el mundo ingenieril”.

3) ¿Tomaste conciencia de la importancia de respetar las normas de seguridad en el laboratorio a través de la lectura de las fichas de seguridad de las drogas? Respuestas:

No: porque “necesito la práctica docente para poder asimilar el concepto”.

Sí: “me permitió darme cuenta que debo respetar las normas de seguridad y trabajar con atención para evitar accidentes”.

4) ¿Te sentís más seguro sabiendo como se debe reaccionar ante un derrame o accidente con las drogas que vas a usar? Respuestas:

No: porque “siempre me sentí seguro con el docente”.

Sí: “porque así conocemos de antemano cómo debemos actuar”.

5) ¿Creés que organizaste mejor tu trabajo sabiendo de antemano los tiempos estimados para cada actividad? Respuestas:

No: “me generó nerviosismo”, “no pudimos organizarnos como grupo”.

Sí: “debimos separarnos en subgrupos”, “me sentí trabajando en un ambiente más profesional”.

6) ¿El laboratorio te permitió visualizar y relacionar lo que ocurre en la práctica (macroscópicamente) con los conceptos teóricos que encuentras expresados con símbolos químicos? Respuestas:

No: no hubo.

Sí: porque “los conceptos teóricos se aclararon con la experimentación”, “la práctica ratifica lo que predice la teoría”, “el cambio de color ayuda a entender el desplazamiento del equilibrio”.

7) ¿Creés que el laboratorio fue un medio para adquirir capacidades o habilidades que te resultarán útiles en tu vida profesional (trabajo en equipo, organización del tiempo, razonamiento crítico)? Respuestas:

No: porque “no tiene importancia para su vida profesional”.

Sí: porque “interactuaron con los compañeros, formaron equipos, discutieron y sacaron conclusiones”; “la actividad fue semejante a la vida profesional”.

En la Fig. 1 se muestra el análisis de los resultados obtenidos de las encuestas, realizadas sobre un total de 65 alumnos. Se observa que las respuestas positivas superaron el 70% en todos los casos. Con ello se aprecia que en general los alumnos se sintieron motivados ante este nuevo enfoque.

Las preguntas que obtuvieron mayor cantidad de respuestas negativas fueron la 1, 5 y 7.

En la pregunta 1, referida a la actividad de investigación, las respuestas negativas fueron debido al tiempo demandado para resolver el cuestionario, a la falta de conocimientos informáticos y unos pocos casos demostraron estar apegados al sistema tradicional de enseñanza, esperando el desarrollo por parte del docente. Otros se mostraron reticentes al cambio, prefiriendo estudiar de la bibliografía tradicional antes que investigar en páginas webs.

La pregunta 5 evidenció la falta de experiencia en trabajo grupal y en el manejo del tiempo.

En la pregunta 7 se observa que los alumnos que contestaron “No” lo hicieron porque tuvieron dificultades para interpretar el concepto de “capacidades”, aún cuando éstas, estaban expresadas en la pregunta. Aclaran que estudian ingeniería civil y por lo tanto la actividad de laboratorio no les resulta importante. En este caso no tomaron la actividad experimental como un entrenamiento en la búsqueda de información ni para la elaboración de conclusiones, sino solamente como una actividad más de una materia que consideran sin aplicación profesional.

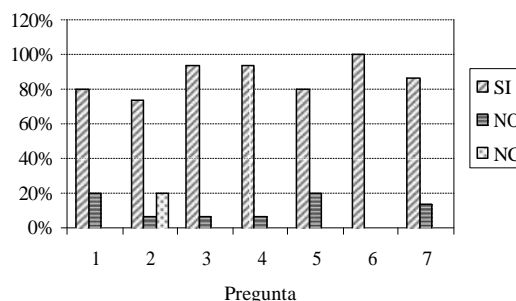


Figura 1. Resultados de encuestas totales.

Las preguntas que más respuestas “Sí” tuvieron fueron las 3, 4 y 6.

En las preguntas 3 y 4 se notó la concientización acerca de los riesgos que involucra una práctica de laboratorio si se trabaja sin tener precaución, como así también cómo proceder ante un accidente. El tema de fichas de seguridad les resultó novedoso y encontraron el sentido de esa investigación, se sintieron motivados y capaces de actuar ante un posible accidente.

En la pregunta 6 todos coincidieron en que las experiencias fueron adecuadas para entender el principio de Le Chatelier por los cambios evidentes de color en los sistemas propuestos.

6 CONCLUSIONES

El nuevo enfoque de la práctica de laboratorio permitió desarrollar las habilidades de investigación, manejo del tiempo, organización de grupos y análisis crítico de resultados.

A su vez, el laboratorio contribuyó a afianzar y realizar la revisión de los contenidos conceptuales. El objetivo de relacionar lo macroscópico y lo microscópico (vértices del triángulo de Johnstone) se alcanzó satisfactoriamente, según lo observado en las encuestas.

Este tipo de actividad resultó motivadora para los alumnos, quienes demostraron su

entusiasmo en las encuestas y lo verbalizaron en las clases.

De esta manera, la experiencia así planteada, fue una herramienta más útil, que permitió visualizar y afianzar conceptos y desarrollar competencias que resultan fundamentales a lo largo de la carrera y en el desempeño profesional.

Hasta no hace mucho tiempo estábamos acostumbrados a que los procesos de enseñanza y aprendizaje implicaban la presencia en el mismo lugar y tiempo, de los docentes y de los estudiantes. Hoy la realidad es otra, debemos actualizar nuestras prácticas educativas, modificando principalmente las estrategias de enseñanza, para cumplir con las demandas de la sociedad actual. Es importante resaltar que la incorporación de TICs en los procesos educativos, no reemplaza la función del docente, sino que tiende a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje y sumerge a los alumnos en la realidad actual.

Séré, M. G. La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia?, *Enseñanza de las ciencias*, 20 (3), 357-368, 2002.

REFERENCIAS

- Brunner, J.J., *Educación: Escenarios de futuro. Nuevas Tecnologías y Sociedad de la Información*, Doc. N°16, Ed. Preal, Chile, 2000.
- Carnduff J. & N. Reid, Enhancing undergraduate chemistry laboratories, pre-laboratory and post-laboratory exercises, examples and advice, *Education department, Royal Society of Chemistry*, Burlington House, Picadilly, London, 2003.
- Coll Salvador, C., *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. Cap. 9: Significado y sentido en el aprendizaje escolar. Reflexiones en torno al concepto de aprendizaje significativo. Ed. Piados Ecuador, Buenos Aires, 1990.
- Johnstone, A. & A. Shuaili, *Learning in the laboratory; some thoughts from the literature*, vol. 5, pp. 42-45, U. Chem. Ed., 2001.
- Moraga, N.; S. Valdez; A. Aparicio; T. Courtade; E. Serrano & A. Macoritto. "Influencia del curso 'Nomenclatura y Formación de Compuestos Químicos' en *Química General*". IV Jornadas de Ciencia y Tecnología de las Facultades de Ingeniería del NOA, Santiago del Estero, 2008.
- Santos, S.M., As responsabilidades da Universidade na formação de agentes para o desenvolvimento En: GONÇALVES, A. y otros (ed). Da universidade para o mundo do trabalho. Braga: Consell Acadèmic de la Universitat del Minho, pag. 1338, 2001.