

Desarrollo de competencias por medio de elementos de investigación: experiencia en un laboratorio de química industrial

Javier Quesada E.



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



innova**CESAL**



Proyecto cofinanciado por la Unión Europea



Proyecto coordinado por la Universidad Veracruzana, México

2011



Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea



Universidad Veracruzana

Proyecto coordinado
por la Universidad Veracruzana,
México

«La presente publicación ha sido elaborada con la asistencia de la Unión Europea. El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva de los autores y en ningún caso refleja los puntos de vista de la Unión Europea».



Esta obra está bajo la licencia de Reconocimiento-No comercial – Sin trabajos derivados 2.5 de Creative Commons. Puede copiarla, distribuirla y comunicarla públicamente, siempre que indique su autor y la cita bibliográfica; no la utilice para fines comerciales; y no haga con ella obra derivada.



DESARROLLO DE COMPETENCIAS POR MEDIO DE ELEMENTOS DE INVESTIGACIÓN: EXPERIENCIA EN UN LABORATORIO DE QUÍMICA INDUSTRIAL

Mag. Javier Quesada E.*

Febrero de 2011

Resumen: Se presenta la propuesta de intervención en el aula donde se trabajó con la implementación de un proyecto propuesto por los estudiantes que involucraba el trabajo de laboratorio, investigación y presentación de resultados mediante una sesión de “poster”. La percepción y resultados son muy positivos y abre la oportunidad de repetir la experiencia y exportarla a otros cursos similares.

Palabras clave: investigación, procesos, industria, experimento, innovación.

*Escuela de Química, Universidad de Costa Rica
e-mail: francisco.quesada@ucr.ac.cr



1. Antecedentes y justificación de la propuesta de intervención

El curso de Laboratorio de Procesos Industriales II (QU-0489) se ubica en el IV año, VIII ciclo, de la carrera de Bachillerato y Licenciatura en Química y constituye uno de los últimos cursos para que el estudiante opte por el grado de Bachiller. Junto con este curso, la mayoría del estudiantado cursa la asignatura Investigación e Industria Química (QU-0495), que busca que el estudiante interactúe con la realidad de la industria química nacional y aplique parte de los conocimientos del curso de laboratorio en cuestión.

El Laboratorio de Procesos Industriales II promueve que el estudiante desarrolle los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera y aplique conceptos básicos de físico-química, orgánica e inorgánica, junto con las metodologías analíticas aprendidas a procesos industriales dentro de un contexto de transferencia de masa y energía, volumen de producción e incorporando nuevos conceptos como los económicos, financieros y herramientas básicas de mercadeo.

Los grupos están compuestos por 8 a 11 estudiantes con edades que oscilan entre los 22 y 25 años. El modelo educativo con el cual estos jóvenes han trabajado es el convencionalmente establecido para este tipo de laboratorios donde desarrollan una serie de prácticas programadas de manera general y algunas prácticas asignadas de forma individual o en parejas para que sean desarrolladas en un determinado lapso de tiempo. Estas prácticas son denominadas “especiales” y son parte de los cursos de Laboratorio de Análisis Químico Cuantitativo II y Laboratorio de Inorgánica II. Estas prácticas involucran la investigación sobre algún tema que involucre la ejecución de una parte experimental, con su respectiva presentación oral. Además, el curso de Laboratorio de Orgánica II plantea una experiencia de investigación similar pero sin el desarrollo de actividades en el laboratorio. Este sistema es bastante rígido e inhibe al estudiante para desarrollar sus propias prácticas.

El curso de Laboratorio de Procesos Industriales II es un complemento a los cursos de Procesos Industriales, los cuales acercan al estudiante a algunos temas de interés relacionados con la investigación y el desarrollo en la industria química moderna. En el curso de laboratorio se pretende que el estudiante aplique algunos de sus conocimientos, aprendidos a lo largo de toda la carrera, en temas de química aplicada que encuentran utilidad en la industria y, que por falta de espacios adecuados, no se desarrollan en cursos anteriores. Se espera que el estudiante aplique tanto su criterio como sus conocimientos en la resolución de problemas de laboratorio.

Dada la reforma del Plan de Estudios de la carrera de Bachillerato y Licenciatura en Química en el 2005, la necesidad de generar un contacto más directo con la realidad de la industria química se hizo aún más relevante. La misma fue confirmada por una reciente encuesta realizada por la Escuela de Química como parte del proceso de acreditación nacional de la carrera. Al realizar la pregunta: **“El perfil profesional de salida es congruente con el perfil**



esperado para el puesto que desempeñan”, el 40% de los encuestados estuvo en desacuerdo o poco de acuerdo con la afirmación. (1)

En virtud de las características propias del curso, parte de esta labor recae directamente en el curso QU-0489 y se ha iniciado con algunas aproximaciones para propiciar este contacto, las cuáles no fueron desarrolladas de forma sistemática ni con una evaluación real de los resultados.

En general, el curso pretende alcanzar con el estudiante los siguientes objetivos:

- a) Aplicar los conocimientos aprendidos sobre estructura microscópica para explicar fenómenos de transferencia de masa y energía.
- b) Familiarizar al estudiante con ecuaciones cinéticas reales y aparentes, así como con procesos en flujo y en lotes y con catálisis tanto homogénea como heterogénea.
- c) Diferenciar entre los elementos teóricos y prácticos de la síntesis de laboratorio vs. la síntesis industrial.
- d) Concientizar al estudiante sobre la contaminación ambiental y como manejar este problema para minimizar su impacto.
- e) Introducir al estudiante a las aplicaciones industriales de la bioquímica.
- f) Enfrentar al estudiante al diseño y ejecución de experimentos desde la óptica de la investigación-innovación y desarrollo con fines industriales.

Los primeros cinco objetivos son desarrollados con prácticas programadas que en general tienen margen para los cambios e innovaciones pero bajo un ambiente de relativo control. Sin embargo, el punto seis es sumamente problemático de lograr con una propuesta programada de prácticas o experiencias similares que permita al estudiante cumplir a cabalidad con lo que se propone en este objetivo.

Es aquí donde surge la necesidad de proponer una estrategia de enseñanza que promueva la investigación-innovación pero dentro del marco de las necesidades de la industria y de la legislación vigente, y además sujeta a las condiciones que se pueden brindar en el laboratorio para un desarrollo tendiente a fines industriales y de volumen de producción.

La investigación e innovación son parte de la formación científica y de las herramientas que se brindan en la carrera, de hecho son parte de la misión y visión de la Escuela de Química y están dentro de las metas del plan de estudios. Además se incorporan otros de los objetivos



fundamentales promovidos en la formación de nuestros estudiantes como lo son la creatividad y visión industrial. Dentro del elemento de investigación el estudiante debe implementar el uso del pensamiento complejo y de esta forma desarrollar competencias que le serán útiles en su vida profesional y personal. Esto enmarcado en el uso de herramientas tecnológicas para facilitar la revisión bibliográfica y la retroalimentación profesor-estudiantes.

2. Elección y descripción de la intervención

Ante la necesidad planteada es preciso generar una propuesta que amalgame varios elementos importantes desde el punto de vista didáctico: el desarrollo del pensamiento complejo, el empleo de TIC, el acercamiento a las habilidades en investigación y la comprensión de los modelos industriales presentes en el país, competencias importantes para el profesional en química. En otras palabras, la intervención propuesta debe de tomar en cuenta el componente científico de la investigación pero sin desligar el mismo de la realidad que enfrenta la industria en Costa Rica y de las necesidades del estudiante.

Uno de los objetivos fundamentales de la formación superior debe ser fomentar el pensamiento crítico. Al respecto, Verdejo y Freixas exponen: “se puede decir que desarrolla un pensamiento complejo que se refleja en la habilidad para reconocer nuevos problemas y encontrar soluciones creativas para resolverlos, y comprende el desarrollo de competencias profesionales que se definen como la capacidad de tomar decisiones con base en los conocimientos, habilidades y actitudes asociadas a la profesión para solucionar los problemas complejos que se presentan en el campo de su actividad profesional”. (2)

Por otro lado, el desarrollo y popularización de las herramientas tecnológicas ha provocado un acercamiento de las denominadas TIC a la enseñanza superior. Son innegables las ventajas que tienen estas tecnologías: aporta recursos y estrategias de organización visual, mental y cognitiva que, ajustadas a las condiciones y características de cada caso, potencian los procesos de aprendizaje y consolidan la adquisición de competencias en diferentes campos del conocimiento. (3)

En este punto es relevante rescatar lo que menciona Sanz: “el antiguo principio filosófico de la adquisición del saber como indispensable en la formación del espíritu, de la persona integral, cae en desuso, y la formación tiende a reducirse a formas codificadas y transferibles, esquemas de orientación práctica, saber hacer contextualizado (competencias) y habilidades específicas en la perspectiva del mercado”. (3) Sin embargo, la educación superior debe marcar la diferencia entre destrezas necesarias en un campo profesional específico y las que son importantes en cualquier área del saber y que involucran un componente crítico sobre lo que se está llevando a cabo.



Estos elementos son abarcados en el marco de la metodología de investigación – acción, lo primero que se debe de definir es en que consiste ésta. Según menciona Vidal y Rivera, Lewin definió este método como la investigación que desarrolla el estudio de problemas pero en el marco de un ambiente social, con el propósito de generar cambio social y a la vez conocimiento. Lewin divide el proceso en los siguientes puntos:

- a) Generalizaciones.
- b) Insatisfacción con el actual estado de cosas.
- c) Identificación de un área problemática.
- d) Identificación de un problema específico a ser resuelto mediante la acción.
- e) Formulación de varias hipótesis.
- f) Selección de una hipótesis.
- g) Ejecución de la acción para comprobar la hipótesis.
- h) Evaluación de los efectos de la acción. (4) (5)

La investigación involucrada en este proceso puede ser de dos tipos: cuantitativa y cualitativa. La primera es la más utilizada en especial en el ámbito de las ciencias exactas donde la acumulación de datos y la aplicación de métodos estadísticos y experimentales, en general, la hacen muy aceptada por su rigor científico. Por otro lado, la cualitativa que emplea más elementos de la experiencia y cotidianos como base para su validación. (6) En el área de la Química la investigación se orienta principalmente al tipo cuantitativo y es parte de la formación integral del estudiante y en la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica no es la excepción. Esta investigación se enfoca en dos formas: mediante investigaciones asignadas sobre un tema o la investigación en procura de generar conocimiento, esta segunda se lleva a cabo generalmente en el laboratorio.

Como expone Flores, “El eje central del método investigación-acción es la concientización, la participación y la transformación de la realidad, en este entendido, se debe tomar en cuenta que es un método dirigido a la colectividad, a los grupos, a la socialización del conocimiento, ello no quiere decir que no existan las diferencias en el aprendizaje, se sabe que el aprendizaje es una acción individual, pero la enseñanza es grupal”. (6) Bajo esta premisa es que se torna importante la generación de un proceso que permita la comprensión de los fenómenos químicos de la industria dentro de un contexto de la sociedad que los requiere.



Este contexto es fundamental para que el estudiante pueda correlacionar los conceptos teóricos con la realidad de la profesión química e inclusive con su vida cotidiana. Generar una competencia indispensable en la actualidad: definir el problema, comprenderlo, modificarlo y finalmente producir conocimiento sobre el mismo. El uso de las fuentes de información digitalizadas y la creatividad son claves en todo proceso de este tipo, siempre orientado a la vinculación con el sector productivo, en este caso, de Costa Rica.

Además de buscar la mejora en el proceso de aprendizaje mediante la investigación, uno de los objetivos particulares del curso es **promover la innovación orientada a la obtención de productos y procesos creativos y útiles en el comercio**. Esto necesariamente involucra favorecer en el estudiante la generación de ideas innovadoras y que las mismas sean el inicio del proceso de investigación.

Es importante establecer el concepto de innovación para comprender la idea del proyecto que se propone hacer a los estudiantes. Una forma de definirla es “el proceso de integración de la tecnología existente y los inventos para crear o mejorar un producto, un proceso o un sistema. Innovación en un sentido económico consiste en la consolidación de un nuevo producto, proceso o sistema mejorado”. (7)

Otra forma de definirla es: “La innovación es el complejo proceso que lleva las ideas al mercado en forma de nuevos o mejorados productos o servicios. Este proceso está compuesto por dos partes no necesariamente secuenciales y con frecuentes caminos de ida y vuelta entre ellas. Una está especializada en el conocimiento y la otra se dedica fundamentalmente a su aplicación para convertirlo en un proceso, un producto o un servicio que incorpore nuevas ventajas para el mercado”. (7)

La innovación se presenta en varias formas como son la creación, el descubrimiento y la invención, o bien, una mezcla de dos o todas. (8) Esto es parte de lo que se pretende en la experiencia planteada. El estudiante debe de tratar de generar una investigación que involucre la parte de experimento en el laboratorio, y que entre sus objetivos esté el satisfacer alguna necesidad por medio de un producto o proceso.

Como se plantea la intervención, se busca que el estudiante desarrolló el pensamiento complejo mediante identificación de un problema o posibilidad de implementación de una idea y que una vez planteada la misma se busque la información y, lo que es más importante, que adecue los requerimientos experimentales a las condiciones con que se cuenta en el laboratorio. Esto es fundamental para la adquisición de competencias fundamentales para el desarrollo del profesional en química en Costa Rica, como creatividad, capacidad de enfrentarse a la realidad nacional, resolución de problemas reales, entre otras. Además, es una opción para que el estudiante tenga un contacto directo con la investigación desde dos perspectivas: investigación bibliográfica para generarse nuevo conocimiento e investigación en el laboratorio, implementando y ejecutando sus propios procedimientos.



Para desarrollar esta actividad los estudiantes realizan una revisión de literatura empleando las herramientas en línea que facilita la el sistema de bibliotecas y que incluye base en texto tales como ASTM, AOAC, ACS, EBSCO, SCIENCE DIRECT, entre otras. Además, muchos emplearan hojas electrónicas para el manejo de los datos y su manipulación estadística.

2.1 Planteamiento de la intervención

2.1.1 Competencia profesional

Se pretende desarrollar la siguiente competencia profesional siguiendo la estrategia aquí descrita: el estudiante investiga y diseña experiencias de laboratorio para extraer información, comunicar conclusiones y facilitar la toma de decisiones en función de las necesidades de la industria costarricense. Esta forma de plantear la competencia, según Tobón, (9) tiene los siguientes componentes:

- ✓ Desempeño: “Investiga y diseña”, son las acciones que se desea que hagan los estudiantes.
- ✓ Objeto conceptual: “experiencias de laboratorio”, es el objeto de interés en este curso.
- ✓ Finalidad: “extraer información, comunicar conclusiones y facilitar la toma de decisiones”, es la finalidad en el desempeño profesional de los futuros graduados.
- ✓ Condición de referencia: “en función de las necesidades de la industria costarricense”, es el marco de referencia del trabajo de los profesionales de esta carrera.

2.1.2 Criterios de desempeño

Los principales desempeños que se espera formar durante la experiencia son:

a. Saber conocer

- ✓ Conoce las fuentes de información para la investigación de los fenómenos químicos a nivel industrial.
- ✓ Conoce de los procedimientos que se emplean en las experiencias de laboratorio.
- ✓ Conoce las bondades y limitaciones de cada experiencia que se realice.
- ✓ Identifica las necesidades que ameritan realizar una experiencia para su solución.



b. Saber hacer

- ✓ Diseña la propuesta de experiencia de laboratorio según las necesidades planteadas.
- ✓ Desarrolla la experiencia de laboratorio de la manera correcta y científicamente válida.
- ✓ Realiza modificaciones de la experiencia durante el transcurso de la misma.
- ✓ Hace las anotaciones relevantes y consigna las condiciones y observaciones importantes.
- ✓ Realiza los cálculos respectivos para obtener los valores numéricos necesarios.
- ✓ Aplica distintas técnicas estadísticas según sea la naturaleza de los datos y el objetivo del análisis.
- ✓ Hace un reporte con los resultados de la experimentación realizada.
- ✓ Extrae conclusiones de los resultados obtenidos.

c. Saber ser

- ✓ Trabaja de manera ordenada y segura en el laboratorio.
- ✓ Consigna los datos de manera íntegra en la libreta.
- ✓ Es ético con el manejo de la información.
- ✓ Presenta transparentemente las conclusiones a las que acarrea la experimentación.
- ✓ Es consciente de los alcances y limitaciones de la experiencia de laboratorio realizada.
- ✓ Intercambia información con los demás compañeros de trabajo.

2.2 Mediación del profesor

La intervención del profesor es fundamentalmente como regulador del proceso y facilitador de los requerimientos de los estudiantes. Seguidamente se describe este rol del docente.



2.2.1 Ejecución de la experiencia de laboratorio

La metodología seguida en el desarrollo del curso donde se realiza esta intervención abarca un módulo, que dedica alrededor del 25% del tiempo lectivo a que los estudiantes, en parejas, desarrollen un proyecto de investigación corto, con su respectiva etapa experimental, que permita la consecución de un producto eventualmente comercializable o una propuesta de proceso potencialmente utilizable. La conceptualización de éste módulo se detalla en figura 1.

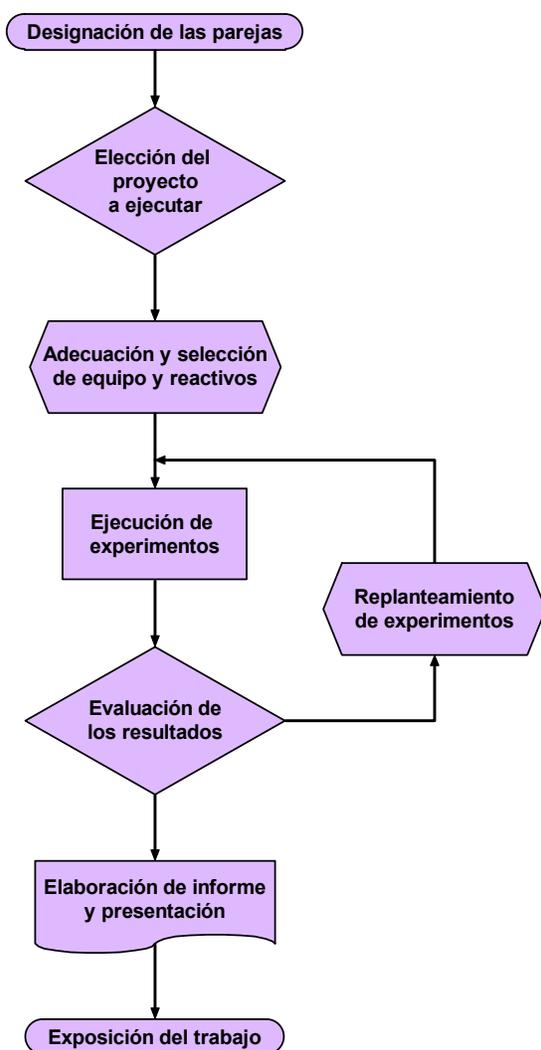


Figura 1. Diagrama de flujo de los pasos involucrados en el proceso de ejecución del proyecto.



La experiencia inicia con la formación de la pareja de trabajo mediante sorteo. La idea fundamental es que en 6 semanas para discutan y elijan un tema (con el visto bueno del profesor) y que diseñen y ejecuten los experimentos que consideren necesarios dentro de un periodo de tres semanas y con los recursos existentes en el laboratorio. Una vez realizado esto, la pareja presenta sus resultados en un informe escrito y una presentación de proyectos. Esta experiencia se realiza en el mes de noviembre y primera semana de diciembre.

La intervención del profesor se limita a la aprobación de la propuesta de proyecto planteada, la consecución de los reactivos y equipo especial que requieren los estudiantes, a la asesoría durante las sesiones de laboratorio la cual se limita a preguntas muy puntuales, dado que el desarrollo de la actividad es responsabilidad de los estudiantes, y en la guía para la investigación sobre todo en lo concerniente a las fuentes de la misma.

2.2.2 Presentación de resultados

Una parte importante de la intervención planteada es la presentación en público de los resultados y conclusiones obtenidas. Para tal fin el profesor ayuda a la organización de la actividad gestionando todos los recursos necesarios para su ejecución. También retroalimenta a los estudiantes en las características e información que se debe presentar pero evitando imponer su punto de vista y gustos. Esta presentación se lleva a cabo en los pasillos de la Escuela de Química y es abierta al público en general.

2.2.3 Empleo de herramientas informáticas

El curso en cuestión corresponde al último semestre de la carrera de Bachillerato en Química, en el cual los estudiantes también realizan su práctica profesional. Esto limita la posibilidad de consultas y discusiones sobre el proyecto en horas fuera de las destinadas para la ejecución de la experiencia en el laboratorio. Esto se solventa con el uso del correo electrónico y el “chat” para lo que se empleó la plataforma que ofrece Google a través de gmail, como se puede constatar en la figura 2.

2.3 Intervención de otros profesionales

Los proyectos planteados fueron muy dispares y de áreas en las cuales el profesor no es especialista. Por tal razón los estudiantes buscaron ayuda o se les sugirió que lo hicieran en otros docentes, profesionales que laboran en la industria e incluso en personas que a pesar de no poseer un título que los acredite poseen mucha experiencia en un determinado campo. La mayoría de estas ayudas fueron mediante la comunicación de información y en algunos casos con el préstamo de instrumentos, instalaciones y reactivos.



[« Volver a Recibidos](#)
 [Archivar](#)
 [Marcar como spam](#)
 [Eliminar](#)
 [Mover a ▼](#)
 [Etiquetas ▼](#)
 [Más acciones ▼](#)

composicion reactivo folin-ciocalteu Recibidos | X

☆	otarola julio	Buenos días Javier, logre conseguir el procedimiento de como preparar el reac...	01/11/10
☆ ●	Javier Quesada	Hola Luis, Estos son los reactivos para el folin. Espero tus comentarios. Jav...	02/11/10
☆	Luis Mesén	Javier: De todos los reactivos hay excepto el molibdato de sodio. Podríamos p...	03/11/10
☆ ●	Javier Quesada	Que te parece lo que propone Luis? ----- Mensaje reenviado ----- De...	03/11/10
☆	otarola julio	Buenas Javier: Pensando, no debería existir cambio ya que no cambia el estado...	03/11/10
☆ ●	Javier Quesada	Hola Julio! El pH es lo de menos, ya tiene HCl y fosfórico. En el papel si ha...	03/11/10
☆ ●	Javier Quesada	Hola! En la prove nos hacen el reactivo de folin usando el ácido molibdico. N...	05/11/10
☆	otarola julio	Muy bien, lo que ocupo son unos 250 mL, igual va ha sobrar pero mejor no anda...	06/11/10
☆ ●	Javier Quesada para otarola	<p>mostrar detalles 08/11/10 Responder ▼</p> <p>Hola!</p> <p>Adjunto tesis donde miden fenoles.</p> <p>El 6 de noviembre de 2010 09:31, otarola julio <juanto_ji@yahoo.com> escribió:</p> <p>- Mostrar texto citado -</p> <p>- Mostrar texto citado -</p> <hr/> <p> tesis.pdf 1552 K Ver Descargar</p> <p>Responder → Reenviar</p>	

Figura 2. Muestra de intercambio de correos por medio del coreo gmail.

3. Metodología para el seguimiento y observación del cambio

3.1 Bitácora

Desde el inicio del proyecto se llevó una bitácora en donde se registraron las manifestaciones de los estudiantes durante el desarrollo de la misma. El propósito fue más que llevar un control de la ejecución de las actividades, se buscó ver la motivación, las experiencias que externaban, como resolvían los problemas y desarrollaban el proceso de investigación. Lo importante era establecer la aceptación de los estudiantes de la nueva experiencia propuesta. Los tres aspectos considerados fueron:

- La motivación de los estudiantes hacia la actividad propuesta.



- b) Valorar el desempeño de los grupos de trabajo, el trabajo en equipo, la resolución de los problemas presentados.
- c) Desarrollo del proceso de investigación, avances en el uso de los métodos de investigación.

3.2 Encuesta a los estudiantes

Se solicitó a los estudiantes llenar una encuesta con el objetivo de tener su percepción sobre la experiencia planteada en el presente curso. Para tal fin se desarrolló un instrumento tipo cuestionario con preguntas de respuesta cerrada con una escala de valoración de 1 a 5 y una de respuesta abierta, de manera que se facilite el manejo de la información de forma estadística. Este formulario se puede observar en el cuadro 1.

Los parámetros de logro que se plantearon antes de la intervención fueron:

- a) Definir si la experiencia aplicada genera motivación en al menos el 70% de los estudiantes y evaluar de manera cualitativa cómo enfrentan los problemas y su desempeño de manera individual y grupal.
- b) Establecer si esta propuesta de investigación satisface en al menos un 70%, según el estudiantado, aspectos como resolución de problemas, diseño y desarrollo de una investigación, importancia de estas experiencias, mejoramiento del aprendizaje, entre otros.
- c) Cuantificar el uso de las TIC en la ejecución del proyecto de investigación.



Cuadro 1. Cuestionario planteado para evaluar la percepción de los estudiantes con relación a la experiencia planteada.

Cuestionario sobre la práctica especial del curso de Laboratorio de Procesos Industriales II

Conteste el siguiente cuestionario con respecto a su información personal y los aspectos relacionados al curso de Laboratorio de Procesos Industriales II.

- 1) Edad: _____ 2) Sexo: M F
 3) Año de ingreso a la carrera: _____ 4) Jornada dedicada a los estudios: _____
 5) Número de créditos matriculados este semestre: _____

Conteste las siguientes preguntas empleando una escala de 1 a 5 (donde 5 es la mayor calificación)

Pregunta	1	2	3	4	5
6) Fue difícil seleccionar la práctica a realizar					
7) Prefiere que se le asigne una práctica a escogerla					
8) El trabajo en equipo fue eficiente					
9) La asesoría brindada por el profesor o asistente fue satisfactoria					
10) Necesitó la ayuda de otros profesores o profesionales					
11) El trabajo realizado se relaciona con el campo profesional					
12) La práctica elegida fue muy extensa					
13) Tuvo dificultades para obtener el equipo y reactivos requeridos					
14) La información suministrada por el profesor sobre el objetivo de la práctica es suficiente					
15) La presentación le ayudó a realizar un mejor trabajo					
16) La evaluación es la adecuada					
17) El desarrollo del trabajo lo obligó a realizar investigación					
18) En general, está complacido con este tipo de práctica especial					
19) El desarrollo de este trabajo lo(la) ha motivado(a)					
20) El trabajo le favoreció en su aprendizaje					
21) Considera importante este tipo de experiencias					
22) Como califica esta práctica especial con respecto a las de otros cursos					
23) Considera que este tipo de prácticas le sirve para prepararse mejor para su futuro trabajo					
24) Empleó herramientas informáticas (Internet, bases de datos, programas informáticos)					
25) Usó herramientas informáticas nuevas para usted					
26) Fueron importantes las herramientas informáticas en el desarrollo del trabajo					

¿Cuál es su opinión sobre esta práctica especial?



4. Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos se presentarán de acuerdo a las herramientas empleadas para el seguimiento de la intervención.

4.1 Bitácora

La bitácora se empleó como una herramienta para registrar las situaciones relacionadas con motivación. Las observaciones se registraron en las tres semanas dedicadas a la ejecución de la experiencia de laboratorio y en la sesión de “posters”. A continuación se detallan las que se consideran más relevantes.

- Se muestra interés en el proyecto planteado. Se observa dedicación en el trabajo y en cuatro de las cinco parejas una muy buena coordinación. Existe creatividad para solventar los problemas que encuentran de equipo, reactivos e instalaciones.
- Se manifiesta un grado de preocupación por el tiempo disponible para llevar a cabo el proyecto propuesto. Esto propicia la solicitud de tiempo extraordinario para la ejecución de la parte experimental propuesta. Algunos manifiestan haber dividido el trabajo investigativo por motivos laborales.
- A la tercera semana tres parejas finalizan su trabajo de laboratorio. Los estudiantes muestran mucho compromiso con su proyecto dedicando tiempo adicional para hacer el trabajo.
- La presentación de “posters” muestra el esfuerzo realizado y la motivación por el trabajo bien logrado. Evidencia de la actividad se puede observar en las imágenes de la figura 3.



Figura 3. Imágenes de la sesión de “posters”.

4.2 Encuesta a los estudiantes

Al aplicar la encuesta mostrada en el cuadro 1, se obtiene que la mediana de la edad de los estudiantes es de 22 años y 5 años de haber ingresado a la universidad. El 60% se dedica exclusivamente al estudio y el otro 40% la mitad de su tiempo. El grupo de estudiantes sujeto a la intervención estaba constituido equitativamente por hombres y mujeres. En la figura 4 se



muestra la mediana de puntuación obtenido para las demás preguntas del cuestionario donde se aplicaba ese formato.

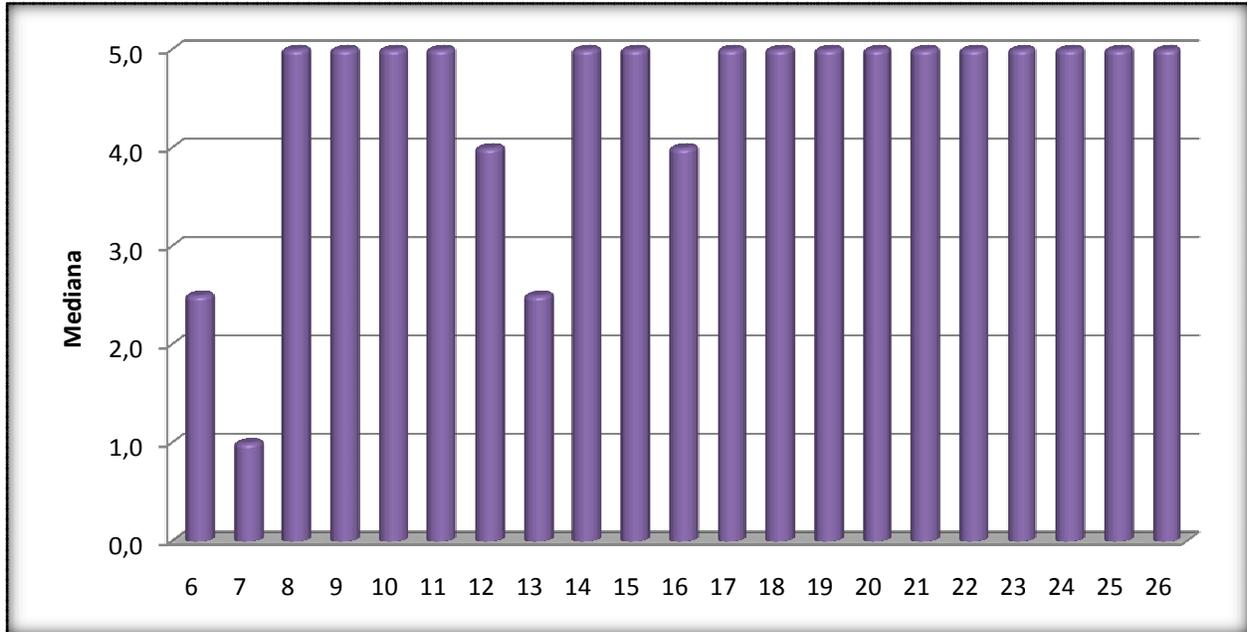


Figura 6. Mediana de las respuestas al cuestionario realizado a los estudiantes (el número corresponde al asignado en el cuestionario).

En la pregunta abierta de este mismo cuestionario nueve de los diez estudiantes externaron sus opiniones sobre la intervención, estas se consignan a continuación:

- Muy enriquecedor.
- Esta práctica está solo bueno.
- Me gustó mucho y me resultó muy útil, aprendí cosas nuevas.
- Muy útil y enriquecedor.
- Tuvimos muy poco tiempo para realizarla, poca colaboración.
- Se obtiene mucha experiencia.
- Muy provechosa, muy importante.
- Excelente.
- Necesaria.



5. Discusión

El elemento más importante desde el punto de vista del profesor, era lograr que los estudiantes se motivaran. Evidentemente un alto grado de satisfacción con la propuesta facilitaría la obtención de buenos resultados. El cuestionario que se les solicitó a los estudiantes que llenaran, tuvo el propósito de medir esa motivación y de detectar las insatisfacciones para tratar de mejorar en futuras ocasiones.

En términos generales se observa una satisfacción de los estudiantes al realizar este tipo de experiencia. Se puede resaltar como la mediana en las preguntas de la 18 a la 22 que se relacionan con este tema es de 5, esto implica que a los estudiantes les gusta este tipo de práctica de laboratorio y que los motivó. Además, uno de los objetivos relevantes de esta intervención era facilitar el contacto de los futuros profesionales con actividades reales del quehacer de un químico en la industria. Al igual que en el caso anterior los estudiantes manifestaron que tuvieron contacto con profesionales del área, trabajaron bien en equipo y que los trabajos realizados están relacionados con el campo laboral (preguntas 8, 10, 11 y 23).

El uso de la tecnología y el realizar investigación eran fundamentales en la estructuración de la intervención. Los estudiantes manifestaron en el cuestionario (preguntas 17, 24, 25 y 26) que debieron emplear herramientas informáticas y desarrollaron investigación. Esto fue aun más evidente en la ejecución del trabajo porque se pudo observar el uso de medios electrónicos para mantener la comunicación entre los estudiantes y entre estos y el profesor. Además del uso de bases de datos a texto completo y de programas informáticos para realizar cálculos y en algunos casos para el diseño de etiquetas para los productos que elaboraron.

Dos preguntas claves realizadas fueron: “Fue difícil seleccionar la práctica a realizar” y “Prefiere que se le asigne una práctica a escogerla”. En la primera la mediana registrada es de 2,5 y en la segunda de 1. El primer resultado pone en evidencia una debilidad que presenta el actual plan curricular de la carrera en Química, al no promover que el estudiante elija lo que desea realizar y por ende cuando se enfrenta a esta situación le causa mucha dificultad elegir que realizar. Sin embargo, el resultado de la segunda pregunta pone de manifiesto que la mayoría de estudiantes prefieren hacer el esfuerzo y buscar su experiencia de laboratorio antes que el profesor la asigne, como es la metodología convencional. Los estudiantes son conscientes que les genera mayor apropiación del conocimiento una actividad donde ellos sean los que están directamente involucrados en el diseño y ejecución.

Por otro lado, existe un componente muy relevante y que tiene su influencia en los resultados obtenidos, como lo es la organización de la experiencia propuesta. Las preguntas 9 y de 12 a 16 tratan de obtener una idea de este efecto. Principalmente existen deficiencias en la duración del trabajo de laboratorio, que es complicado de controlar por la diversidad de eventos inesperados que pueden acaecer, sin embargo, el profesor debe de asesorar mejor al estudiante para que el proyecto planteado se ajuste lo mejor posible al tiempo disponible. También es una deficiencia la evaluación planteada, ya que como mencionaron los estudiantes



en forma expresa al profesor del curso, no se le asigna el peso en una calificación al trabajo realizado en el laboratorio ni a la investigación extra clase. Pero sin lugar a dudas el inconveniente mayor que los estudiantes encontraron es la disposición de equipos y reactivos. Desgraciadamente al tener la universidad una visión de formación más académica no se cuenta con equipo y reactivos que son comunes en la industria. La consecución de estos se hace difícil y en algunos casos imposible y es preciso hacer variaciones que en algunas ocasiones inciden en el desarrollo adecuado de la experiencia de laboratorio.

Aunque no es posible de cuantificar, es evidente que la actividad de presentación mediante “posters” genera mucha satisfacción en los estudiantes. Los comentarios positivos y las observaciones constructivas hacen que se sientan satisfechos de los resultados producto de esfuerzo importante efectuado.

5.1 Recomendaciones para nuevas intervenciones

La obtención de resultados positivos y las buenas opiniones de los estudiantes no esconden algunas deficiencias que deben ser corregidas para próximas experiencias de este tipo. Uno de los principales problemas es procurar la disponibilidad de reactivos y equipos necesarios para la ejecución experimental. Mucho de esto puede ser corregido con un buen tamizaje de los proyectos propuestos por los estudiantes, de tal manera que si no se cuenta con las condiciones necesarias para llevarlo a cabo, no se realice. Aunado a esto debe gestionarse más reactivos y equipo. Con este control también se reduciría la probabilidad de que los proyectos se extiendan más tiempo del disponible.

Es fundamental la participación y apoyo del docente durante el proceso. La motivación de los estudiantes es esencial para lograr proyectos bien logrados y que generen la satisfacción de los mismos. Mucha de la labor de gestión de esta motivación pasa por las capacidades y habilidades que el docente tenga para promover el entusiasmo y evitar la decepción con el primer tropiezo.

6. Bibliografía

1. **Escuela de Química, Universidad de Costa Rica.** Resultados de la encuesta a empleadores de egresados de la Escuela de Química. San José : s.n., 2010.
2. *Educación para el pensamiento complejo: Diseño de tareas y experiencias de aprendizaje.* **Verdejo, P y Freixas, R.** s.l. : Innovacesal, 2009.
3. *Cuadernos de Filosofía Latinoamericana.* **Sanz, J.** 2006, Vol. 27.



4. *Educ. Med. Super.* **Vidal, M y Rivera, N.** 2007, Vol. 21.
5. *Higher Education.* **Kember, D y Gow, L.** Holanda : Klumer Academic Press Publisher, 1992.
6. **Flores, G.** [En línea] [Citado el: 20 de 08 de 2010.]
[http://www.congresoretosyexpectativas.udg.mx/Congreso%201/Mesa%20B/ mesa-b_4.pdf](http://www.congresoretosyexpectativas.udg.mx/Congreso%201/Mesa%20B/ Mesa-b_4.pdf).
7. **Formichella, M.** [En línea] [Citado el: 20 de 08 de 2010.] 6.
http://www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/agroindustria/monografia_Formichella.pdf.
8. **Costa, J.** [En línea] [Citado el: 20 de 08 de 2010.]
http://www.reddircom.org/textos/creatividad_jcosta.pdf.
9. **Tobón, S.** *Formación Basada en Competencias. Pensamiento complejo, Diseño Curricular y Didáctica, 2da ed.* Bogotá : ECOE Ediciones, 2005.