

# Contribuciones a la Transformación de la Docencia Universitaria

El Proyecto Innova Cesal en la Universidad de Costa Rica

Javier Trejos Zelaya  
Editor



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



innova**CESAL**



Proyecto cofinanciado  
por la Unión Europea



UNIVERSIDAD VERACRUZANA

Proyecto coordinado por  
la Universidad Veracruzana,  
México

# Contribuciones a la Transformación de la Docencia Universitaria

El Proyecto Innova Cesal en la  
Universidad de Costa Rica

Javier Trejos Zelaya  
*Editor*



# Contribuciones a la Transformación de la Docencia Universitaria

Proyecto Innova Cesal en la  
Universidad de Costa Rica

---

Javier Trejos Zelaya, *Editor*



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.

**Editorial de la Universidad de Costa Rica**

Código Postal 2060

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica

378

T Trejos Zelaya, Javier, 1961--  
Contribuciones a la Transformación / Javier Trejos Zelaya.  
--ed.- San José, C.R. : Editorial de la Universidad de  
Costa Rica  
2012.  
viii, 320 p.  
ISBN FALTA  
1. PENSAMIENTO COMPLEJO. 2. USO DE TIC

I. Título

SIBDI, UCR



**Editorial de la Universidad de Costa Rica**  
*SIBDI*

Código Postal 2060  
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio  
San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica

---

## Contenido

### 1 Introducción – El proyecto INNOVA–CESAL

*Javier Trejos* ..... 1

---

### Parte I. Desarrollo del Pensamiento Complejo

---

#### 2 Estrategia de Intervención en Procesos de Aprendizaje. Incorporación de Estrategias Docentes y TIC en el Aula: Introducción a la Historia

*Francisco Enríquez Solano, Jorge Barrientos Valverde* ..... 7

#### 3 Estrategia para Promover una Mayor Humanización en el Proceso Enseñanza–Aprendizaje en la Formación de Administradores

*Isabel Cristina Arroyo Venegas* ..... 15

#### 4 La fotografía como Herramienta para la Sensibilización Artística. Estrategia para el Desarrollo del Pensamiento Complejo

*Xiomara Zúñiga Salas* ..... 39

#### 5 Estrategias para el Desarrollo de Competencias y Pensamiento Complejo en el Aula: Grupo de Ingeniería. Experiencia en el Curso IS-1009 Sistemas en Tiempo Discreto

*Ismael Mazón González* ..... 67

<b>6 La Articulación Pensamiento Complejo, Docencia e Investigación en el Internado Rotatorio en Salud Familiar y Comunitaria</b>	
<i>Gabriela Murillo Sancho</i> .....	75
<b>7 Fomento del Pensamiento Complejo para el Desarrollo de Competencias Profesionales en un Curso de Estadística Actuarial</b>	
<i>Javier Trejos Zelaya</i> .....	99
<b>8 Propuesta para la Enseñanza del Cálculo Utilizando las TIC como Recurso Didáctico en el Curso MA-1210</b>	
<i>Yendry Arguedas Flatts, Marvin Coto Jiménez, Javier Trejos Zelaya</i> .....	119
<hr/>	
<b>Parte II. Uso de las TIC en el Aula</b>	
<hr/>	
<b>9 Incorporación de TIC en el Aula: Historia Local</b>	
<i>Francisco Enríquez Solano</i> .....	145
<b>10 Uso de Tecnologías de Información y Comunicación en Cursos de Matemática: Estadística Actuarial</b>	
<i>Javier Trejos Zelaya</i> .....	149
<b>11 Uso de Tecnologías de Información y Comunicación en Cursos de Matemática: Cálculo Diferencial e Integral</b>	
<i>Marvin Coto Jiménez, Javier Trejos Zelaya, Yendry Arguedas Flatts</i> .....	153
<hr/>	
<b>Parte III. Vinculación Docencia–Investigación</b>	
<hr/>	
<b>12 La Vinculación de la Docencia con la Investigación por Medio del Uso de la Fotografía en un Curso de Historia Local</b>	
<i>Francisco Enríquez Solano</i> .....	161
<b>13 Estrategia para Promover la Investigación y la Innovación en el Proceso Enseñanza–Aprendizaje en la Formación de Administradores</b>	
<i>Isabel Cristina Arroyo Venegas</i> .....	167

<b>14 Estrategia para Fortalecer Procesos de Investigación Académica en el Aula</b>	
<i>Xiomara Zúñiga Salas</i> .....	185
<b>15 Propuesta de Desarrollo de Habilidades Básicas de Investigación</b>	
<i>Ismael Mazón González</i> .....	203
<b>16 Desarrollo de Competencias por Medio de Elementos de Investigación: Experiencia en un Laboratorio de Química Industrial</b>	
<i>Francisco Javier Quesada E.</i> .....	209
<b>17 Introducción de Elementos de Investigación en un Curso de Estadística Actuarial</b>	
<i>Javier Trejos Zelaya</i> .....	227
<hr/>	
<b>Parte IV. Evaluación de los Aprendizajes</b>	
<hr/>	
<b>18 Evaluación de la Estrategia Educativa del Vínculo Innovación–Docencia–Investigación en la Asignatura de Historia Local y el Uso de la Fotografía</b>	
<i>Francisco Enríquez Solano</i> .....	237
<b>19 Estrategia para la Implementación de Prácticas Alternativas de Evaluación</b>	
<i>Xiomara Zúñiga Salas</i> .....	247
<b>20 Aproximación a la Evaluación de Competencias en un Laboratorio de Química Industrial</b>	
<i>Francisco Javier Quesada E.</i> .....	263
<b>21 El Internado Rotatorio en Salud Familiar y Comunitaria, su Evaluación desde Competencias</b>	
<i>Gabriela Murillo Sancho</i> .....	273

**22 Evaluación en Diversas Experiencias Educativas en  
Matemática**

*Javier Trejos Zelaya, Yendry Arguedas Flatts, Marvin Coto Jiménez*..... 289

---

**Parte V. Formación de Formadores**

---

**23 Docencia Universitaria en el Siglo XXI — Universidad de  
Costa Rica**

*Libia Herrero Uribe, Eleonora Badilla Saxe*..... 311

**Índice Alfabético** ..... 319



## Aproximación a la Evaluación de Competencias en un Laboratorio de Química Industrial

Francisco Javier Quesada E.

Escuela de Química, Universidad de Costa Rica. E-Mail: francisco.quesada@ucr.ac.cr

**Resumen.** Se presenta la propuesta de intervención en el aula donde se trabajó la implementación de una alternativa a la evaluación tradicionalmente realizada en el curso *Laboratorio de Procesos Industriales II*. La misma contempló la puesta en marcha de una evaluación más auténtica empleando situaciones más apegadas a la realidad profesional con el desarrollo de un proyecto de investigación. Los resultados fueron muy satisfactorios y se detectó varios puntos de mejora para el mecanismo de evaluación, aplicable a experiencias futuras.

**Palabras clave:** evaluación; auténtica; industria; experimento; innovación.

### 20.1 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 interaccione 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 [2].

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 para poder establecer una propuesta programada de una práctica o experiencia similar, que permita al estudiante cumplir a cabalidad con lo que se propone en este objetivo.

Para tratar de abarcar el último objetivo se planteó y desarrollo una alternativa didáctica en donde a los estudiantes se le planteó el reto de proponer un proyecto de investigación en el cual tuvieran que elaborar un producto o mejorar un proceso en donde se involucrara el componente innovación. Los detalles de esta implementación pueden ser revisados en el capítulo 16, página 209, de este libro.

Es fundamental tener presente que el curso en cuestión pretende una vinculación del estudiante con lo que se encuentra en medios industriales de Costa Rica. Esto guía a que las herramientas de evaluación que se propusieron involucraran competencias consideradas importantes y necesarias para el desarrollo profesional del futuro químico. Tampoco hay que dejar de lado que la simulación de las situaciones a las que puede un estudiante enfrentarse en el futuro en la industria, difícilmente serán reproducidas por experiencias de laboratorio que son limitadas por las características propias de los sistemas académicos, muy divergentes de la finalidad de la industria.

Cualquier cambio que se plantee al sistema habitual de evaluación que se efectúa durante toda la carrera (exámenes escritos, pruebas cortas, exposiciones de temas investigados, reportes de prácticas programadas), constituye una innovación dentro del plan de estudios y a la vez un reto pues debe vencer las barreras de la costumbre.

## 20.2 Elección y Descripción de la Intervención

Tradicionalmente la evaluación en el sistema de educación costarricense (primaria, secundaria y superior) ha sido llevada a cabo de forma sumativa. Esto constituye una fuerte barrera de entrada que debe ser manejada con cuidado, ya que el mismo estudiante de cierta forma exige que se continúe con este sistema en el que se ha desarrollado durante toda su formación académica e internalizado como adecuado.

Según Benjamin y Chun, la evaluación sumativa está desligada del proceso de aprendizaje y solo cuantifica el conocimiento o habilidades adquiridas por el estudiante. Por otro lado la evaluación formativa es parte del proceso enseñanza aprendizaje. Los dos extremos planteados deben complementarse para lograr cumplir con los requerimientos sumativos exigidos en las instituciones y los de formación que deben interesar más al docente [1].

No resulta nada fácil establecer un mecanismo por el cual llevar a cabo la medición de la formación del estudiante. Hay quienes apuntan a los promedios de calificaciones, otros a los portafolios, que han sido bastante desarrollados para que abarque el componente formativo y el sumativo; y la tradicional aplicación de exámenes. Cada una tiene sus virtudes y debilidades. Una mezcla podría ser conveniente dentro de un curso, bloque de cursos o un plan de estudios [1], [6].

Otro aspecto importante es tratar de evaluar al estudiante en las condiciones que asemejen lo más posible el ambiente donde se desarrollará profesionalmente. A esta evaluación se le ha denominado auténtica. Gulikers, Bastiaens y Kirschner la definen como la “evaluación que requiere que los estudiantes apliquen las mismas competencias o combinación de conocimientos, habilidades y actitudes tanto en la situación definida mediante criterios como en la vida profesional. El nivel de autenticidad de una evaluación se define, por lo tanto, por su grado de semejanza a la situación ficticia. Esta idea se extiende y se especifica en el marco teórico de referencia que describe que una evaluación puede asemejarse a una situación definida mediante criterios en varias dimensiones” [3].

Pilar Verdejo cita respecto a la evaluación: “Como la competencia se demuestra en la acción, las evidencias se recogerán a partir de la ejecución de tareas y ejercicios para a partir de ellas inferir si se tiene la competencia y en qué grado. La competencia está relacionada con un contexto y situación por lo que las tareas deberán considerar los diferentes contextos y situaciones” [7]. Es evidente que el desarrollo de cualquier habilidad tendrá que ser evaluada mediante la observación del estudiante en la ejecución de la misma dentro de un ambiente lo más parecido a la situación real donde se desarrollará la misma.

Teniendo como referencia lo expuesto por Hawes y Ruiz, la evaluación de una competencia está asociada con a un producto integrador que combina aspectos contexto profesional, social, disciplinar e investigativo. Así mismo, esto conlleva un cambio en la manera que el estudiante reacciona y enfrenta situaciones evaluativas que fuerzan a desafíos serios y auténticos a su inteligencia y capacidad [4], [5].

Para poder llevar a cabo una evaluación que se acerque a las características expuestas en los párrafos anteriores, es preciso realizar actividades de docencia que estén relacionadas con el quehacer profesional en química. Con este fin se planteó una estrategia docente que involucra el desarrollo de una experiencia de laboratorio donde el estudiante se enfrenta a la realidad industrial de generación de nuevos o mejorados productos o procesos.

La idea de plantear una alternativa diferente a la tradicional manera de realizar las experiencias de laboratorio, evidentemente plantea la necesidad de una forma de evaluar diferente. Con este propósito se propone una intervención evaluativa que involucra considerar los componentes de desempeño en laboratorio, presentación del mismo en público y reporte de resultados. En estos tres pilares se basó la propuesta que se detalla en este trabajo.

### 20.2.1 Planteamiento de la intervención

#### Competencia profesional

Para entender la intervención que se propone, es necesario conocer la competencia que se deseaba desarrollar en el curso, la cual fue *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*. La descripción detallada puede ser revisada en el capítulo 16, página 209. En ese mismo documento se describen los criterios de desempeño propuestos para esa intervención, que están íntimamente ligados a la parte evaluativa.

#### Mediación del profesor

La intervención del profesor se circunscribe al seguimiento del trabajo que realiza el estudiante durante la experiencia de laboratorio. Adicionalmente interviene en la evaluación del reporte que el estudiante efectúa del proyecto realizado. También se aprovecha la colaboración de los profesores y funcionarios de la Escuela de Química para realizar la evaluación de la presentación al público de los resultados obtenidos.

## 20.3 Metodología para el seguimiento y observación del cambio

### 20.3.1 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. Lo que se buscó fue 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:

- a) 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.

Estas observaciones formaron parte de la evaluación pero dentro de un parámetro que se lleva todo el semestre del curso. Éste se denomina trabajo de laboratorio y abarca los puntos a) y b), como también el ejecución y uso adecuados de las técnicas en química.

### 20.3.2 Presentación en público y reporte escrito

En la evaluación del curso este proyecto constituyó un 30% de la calificación final. El mismo constó de dos partes básicas: diseño, ejecución y presentación de la experiencia de laboratorio mediante “posters” y la elaboración de un reporte del proyecto. Cada una de las partes tuvo idéntico valor. La primera parte la evaluaron profesores invitados a la actividad de presentación de resultados con base en una serie de puntos que se muestran en la figura 20.1. Se planteó que esta evaluación por los pares externos alcanzara un promedio del 80%. La segunda parte consta de un reporte con formato tipo científico con la respectiva asignación porcentual para cada sección de la siguiente manera: título, resumen (10%), introducción (20%), parte experimental (10%), resultados y discusión (40%), conclusiones (10%) y bibliografía (10%). Éste fue revisado por el profesor del curso.

#### EVALUACIÓN PROYECTO FINAL QU-0489

Nombre del proyecto: \_\_\_\_\_

Evalúe de 1 a 10 cada uno de los siguientes aspectos para el proyecto seleccionado.

Aspecto a evaluar	Calificación
La idea del proyecto es creativa e innovadora	
Los conceptos teóricos son claros	
Aplica los pasos básicos del método científico	
Los resultados y conclusiones están bien fundamentadas	
La idea planteada involucra un producto o proceso	
El desarrollo de la investigación responde al objetivo propuesto	
Cuenta con aplicabilidad real la investigación propuesta	
La exposición es clara y con material visual adecuado	
Los expositores muestran dominio del tema	
Los expositores responden satisfactoriamente sus preguntas	
<b>Total</b>	

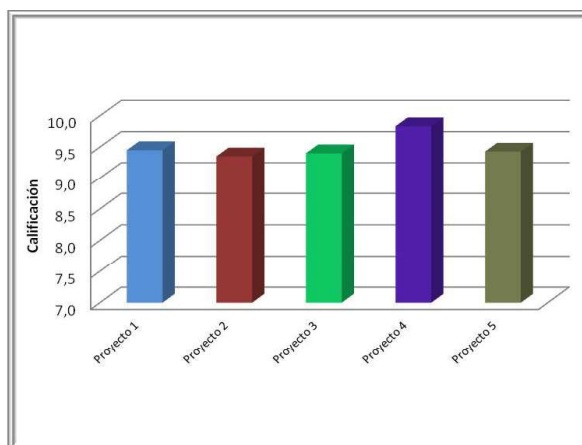
**Figura 20.1.** Formulario para evaluar por pares externos los proyectos presentados en la sesión de “posters”.

## 20.4 Resultados Obtenidos

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

### 20.4.1 Evaluación y niveles de logro

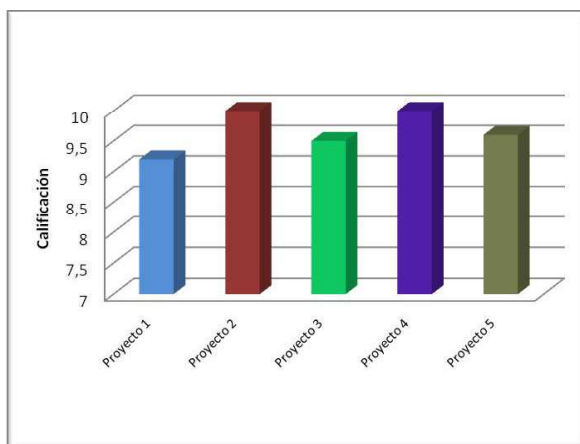
Esta herramienta solo evaluó el desempeño de los estudiantes con fines del registro de calificaciones final. En las figuras 20.2, 20.3 y 20.4 se muestran las calificaciones obtenidas por cada pareja de trabajo, identificadas como proyecto, en una escala de 0 a 10. Primero se muestra el promedio de las calificaciones obtenidas producto de la evaluación de los “poster” por los pares externos, en el segundo los resultados obtenidos en el reporte escrito y en el tercer gráfico los totales.



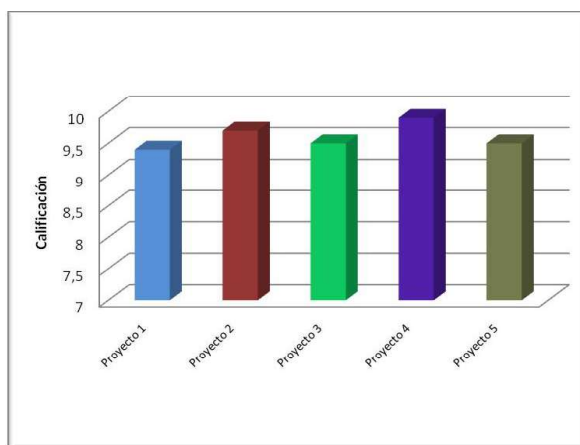
**Figura 20.2.** Resultados de la calificación efectuada por los profesores invitados a la sesión de “posters”.

### 20.4.2 Bitácora

La bitácora se empleó como una herramienta para registrar las situaciones relacionadas con motivación y desempeño en el laboratorio. Las observaciones se registraron en las tres semanas dedicadas a la ejecución de la experiencia en el laboratorio y en la sesión de “posters”. El primer objetivo es con carácter referencial y no se contempla en los resultados finales. El segundo si se reflejó en las calificaciones finales pero no se pudo cuantificar de manera independiente.



**Figura 20.3.** Resultados de la calificación obtenida en los reportes escritos.



**Figura 20.4.** Calificaciones finales obtenidas por los estudiantes en la experiencia propuesta.

## 20.5 Discusión

Los datos obtenidos se deben analizar en el contexto de una experiencia nueva y de cómo genera los resultados en el aprendizaje y desarrollo del estudiante. Las figuras 1, 2 y 3 los resultados fueron más que satisfactorios respecto a los criterios de logro que se plantearon al inicio. En especial es sobresaliente los resultados que obtuvieron en la evaluación de pares externos, esto muestra que los estudiantes lograron transmitir con eficiencia sus resultados y la propuesta de proyecto convenció a los profesores invitados.

Adicional a las calificaciones antes presentadas, los profesores y personas invitadas que no están relacionadas directamente con la docencia, manifestaron su



admiración y reconocimiento por el trabajo realizado por los estudiantes. A pesar de que debe realizarse una evaluación los asistentes toman la presentación pública como una oportunidad de intercambiar ideas y conocimiento, principalmente en la dirección estudiante-visitante.

Una de las principales virtudes de la intervención propuesta radica en que son los mismos estudiantes quienes proponen el proyecto que desean llevar a cabo y esto añade un componente motivacional imposible de reproducir con la asignación de prácticas por parte del docente. Esto, evidentemente, provoca un mayor compromiso y esfuerzo que se ve reflejado en las calificaciones obtenidas en la actividad. El tiempo que dedican es mucho mayor, existe mucha creatividad para solventar los problemas técnicos que se presentan, se genera la necesidad de consulta con profesionales o docentes de otras áreas y sobre todo interactúan con situaciones muy apegadas a la realidad profesional.

Los reportes elaborados también presentaron un nivel adecuado, lo que conllevó notas muy buenas como se observa en la figura 2. Es evidente un manejo más profundo de los conceptos, una apropiación de la terminología y de los conocimientos que difícilmente se logra con otro tipo de experiencias de laboratorio ya programadas.

Como es evidente, si las dos calificaciones resultaron buenas, la final también lo fue. La pareja que menos porcentaje obtuvo fue un 28,2% del 30% asignado en la calificación global del curso. Si se compara con los demás rubros que componen esta nota en todos los casos fue en el que lograron el mejor resultado. Esto reafirma que la motivación y apropiación del proyecto jugaron un papel fundamental.

Por otro lado, un elemento que fue evaluado por medio de la bitácora era el desarrollo del estudiante durante las sesiones de trabajo de laboratorio. Si bien esto se reflejó en la calificación final del curso, lo más importante fue observar como el estudiante fue creativo, innovador y aplicó los conocimientos adquiridos durante la carrera para resolver problemas, replantear objetivos, modificar la metodología y evaluar los resultados intermedios y tomar decisiones a partir de estos.

### **20.5.1 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 de gestionarse más reactivos y equipo. Con este control también se reduciría la probabilidad de que los proyectos se extiendan más tiempo del disponible y evitaría que exista falta de motivación, que como se mencionó anteriormente es el generador del cambio.

A la parte que debe dársele mayor atención es a la evaluación. La presentación de un reporte científico con un peso de 50% del valor de la experiencia realizada no resulta conveniente. La visión es acercar al estudiante a la realidad de la industria en donde los informes son más concisos y precisos, además que lo importante es generar competencias en investigación, uso de TIC, implementación de experiencias de laboratorio para generar información aplicable a la industria, entre otras; y estas no son adecuadamente evaluadas con este mecanismo.

Lo idóneo es evaluar de forma más precisa el desempeño del estudiante en el proyecto como un todo. Debe abarcar las destrezas en el laboratorio, la habilidad para diseñar ensayos, la capacidad investigativa, las habilidades para extraer información de los datos obtenidos y de comunicar sus resultados a los demás. Una evaluación de este tipo sería más completa y representativa del trabajo realizado por el estudiante.

Por esta razón se propone que en futuras experiencias se establezca un mayor peso al proceso de ejecución del proyecto en el laboratorio, definiendo claramente cuales son los criterios de desempeño y evaluando el logro de los mismos durante el trabajo de ejecución del proyecto. Esto debe de ser parte fundamental de la calificación final. Es importante seguir con la evaluación por parte de pares externos y solicitar un reporte escrito más acorde con las necesidades de la industria y que haga la evaluación más auténtica.

## Referencias

1. Benjamin, R.; Chun, M.; Hardison, C.; Hong, E.; Jackson, C.; Kugelmass, H.; Nemeth, A. (2009) "Returning to learning in an age of assessment: a synopsis of the argument. Introducing the rationale of the Collegiate Learning Assessment". Council for Aid to Education, New York.
2. Escuela de Química (2010) *Resultados de la encuesta a empleadores de egresados de la Escuela de Química*. Universidad de Costa Rica, San José.
3. Gulikers, J.T.M.; Bastiaens, T.J.; Kirschner, P.A. (2004) "A five-dimensional framework for authentic assessment", *Educational Technology Research and Development* **52**(3): 67–86.
4. Hawes, G. (2005) "Evaluación por competencias en la Educación Superior". Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo, Universidad de Talca.
5. Ruiz, M. (2008) "La evaluación de competencias". Disponible en: [www.cca.org.mx/profesores/congreso\\_recursos/descargas/mag\\_competencias.pdf](http://www.cca.org.mx/profesores/congreso_recursos/descargas/mag_competencias.pdf)
6. Sluijsmans, D.; Straetmans, G.; Van Merriënboer, J. (2008) "Integrating authentic assessment with competency based learning: the protocol portfolio scoring", *Journal of Vocational Education and Training* **60**(2): 157–172.
7. Verdejo, P. (2008) *Modelo para la Educación y Evaluación por Competencias (MECO)*. Informe Final, Proyecto 6x4 UEALC, México.