

Ciclo de mejora en el aula aplicado en la titulación de Ingeniería Química: integración de la gestión de compras en procesos industriales

Applied teaching improvement cycle in Chemical Engineering: integration of purchasing management in industrial processes

FRANCISCO MANUEL BAENA MORENO

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6741-3614>

Escuela Superior de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Química y Ambiental

fbaena2@us.es

Fecha de recepción: 01/06/2019

Fecha de aceptación: 25/06/2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/9788447221912.024>

Pp.: 561-576



Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0
Internacional (CC BY-NC-ND 4.0.)

Resumen

El presente artículo cuenta la experiencia del Ciclo de Mejora en el Aula llevado a cabo con estudiantes de Ingeniería Química de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería. El módulo de mejora elegido fue la integración de la gestión de compras en procesos industriales. En la presente comunicación se detalla el modelo metodológico diseñado y utilizado, así como la secuencia de actividades llevadas a cabo. Seguidamente se expone un breve diario de las sesiones y un estudio final de la evolución del aprendizaje de los alumnos entre el inicio del Ciclo de Mejora en el aula y el final.

Palabras Clave: Innovación Docente; Ciclo de Mejora en el Aula; Ingeniería Química; Ingeniería y Supervisión de Plantas Químicas; Gestión de Compras

Abstract

This article shows the experience of the Improvement Cycle carried out with students of Chemical Engineering from the School of Engineering. The improvement module chosen was the integration of purchasing management in industrial processes. In the present communication the methodological model designed and used is detailed, as well as the sequence of activities carried out. Following is a brief diary of the sessions and a final study of the evolution of student learning from the beginning to the end of the Improvement Cycle.

Key Words: Teaching Innovation; Improvement Cycle; Chemical engineering; Engineering and Supervision of Chemical Plants; Purchase Management;

Contexto

El presente ciclo de mejora en el aula se ha realizado para la asignatura “Ingeniería y Supervisión de Plantas Químicas”, asignatura troncal del primer curso del Máster Universitario en Ingeniería Química (Plan 2018). Se ha trabajado cómo integrar en el mismo bloque temático la gestión de compra y el diseño de la ingeniería de detalle, así como la influencia de la primera sobre la segunda. Hasta el presente curso, ambos contenidos se daban de forma diferenciada por lo que no hay referencia previa en cuanto a la integración de los conceptos a impartir en ambos bloques.

Para satisfacer lo anteriormente expuesto, se han diseñado las 4 sesiones de 1 hora y 50 minutos de forma combinada, en el sentido de que el propio alumno fuera dándose cuenta de lo que le hacía falta aprender y que es lo que vendría en la siguiente clase, terminando con una presentación final por parte de los alumnos en la que integraran todo lo aprendido. En cuanto a la clase, la misma consta de 24 alumnos con perfiles similares y notablemente formados debido a su paso por el Grado en Ingeniería Química.

Diseño del Ciclo de Mejora en el Aula

Mapa de contenidos y núcleos de trabajo en el aula

En la Figura 1 se puede observar el mapa de contenidos propuesto junto con las preguntas clave para dar respuesta mediante la realización del ciclo de mejora en el aula. El mapa de contenidos plantea un concepto superior a los contenidos nucleares, que es la “Metaidea de

Integración”. Esta integración debe realizarse entre los contenidos nucleares de “Gestión de compra”, “Técnicas de negociación”, “Ingeniería de detalle” y “Saber vender”. El conocimiento y la integración de los mismos es fundamental para el desarrollo de la profesión de ingeniería en la industria (Ayala 2016, Martínez 2007).

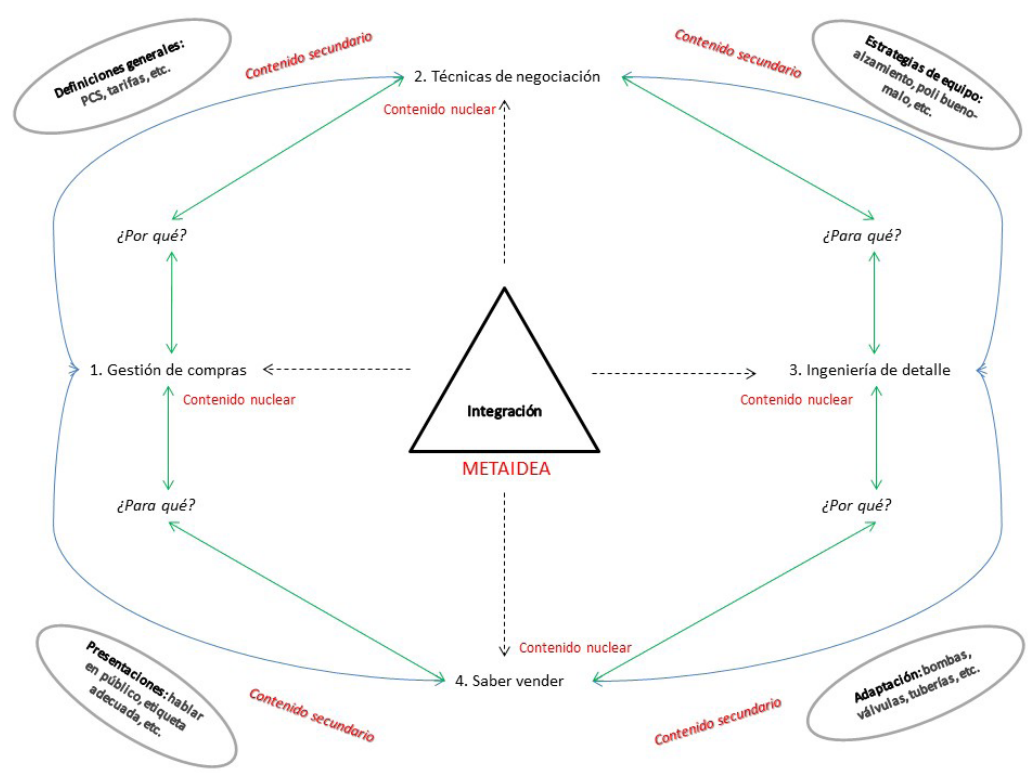


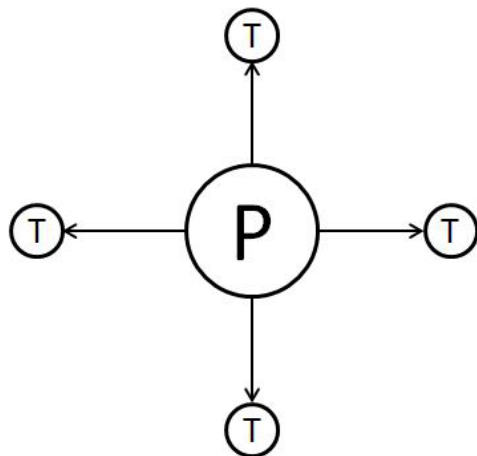
Figura 1. Mapa de contenidos.

Modelo metodológico posible y secuencia de actividades programada.

El ciclo de mejora en el aula se planteó mediante trabajos en clase de tipo participativo por parte del alumno. Para cada clase, la sistemática ha sido distinta con el fin de llamar la atención del alumno en cada clase con algo diferente a la anterior. En general, todas las sesiones se



realizan de forma práctica en su gran mayoría, es el alumno mediante la duda o el error el que invita a dar unas pinceladas de teoría, como propuesto anteriormente por algunos autores (de la Torre 2004, Giry 2002).



T: Teoría. / P: Prácticas o problemas a resolver.

Figura 2. Modelo metodológico.

Para dar sentido al mapa de contenidos expuesto las 4 sesiones se han secuenciado acorde a lo explicado a continuación:

— Primera sesión

- 1) Llegada a la clase. Sin decir ni una palabra (a excepción del “buenos días”), proyección del video “Teoría de Bohr-enseñando a pensar” para ir motivando a la clase.
- 2) Explicación de lo que se va a aprender en esta clase. Se les explica que no se va a aprender NADA, que los conocimientos ya los tienen y que lo que necesitarán es PENSAR y poner CORAZÓN en lo que hacen.
- 3) Definiciones generales de gestión de compras (Qué es un PC, un PCS, tarifas...etc).

- 4) Realización de casos prácticos.
- Segunda sesión
 - 1) Como se espera que en la primera sesión el alumno se queje de no tener “técnicas de negociación” para afrontar los casos prácticos, esta clase se va a impartir por un profesional del sector de la ingeniería, en el área de compras técnicas y se van a desarrollar dos conceptos fundamentales: técnicas de negociación y estrategias de equipo.
 - 2) Técnicas de negociación. Puesta en práctica de algunos trucos.
 - 3) Estrategias de equipos. Puesta en práctica de algunas estrategias.
 - Tercera sesión
 - 4) Diseño final de la ingeniería de detalle del proyecto global por curso que van realizando los alumnos.
 - 5) Se les da la clase entera para que desarrollen el encaje de las piezas claves que le faltan. Se les da número de teléfonos para que puedan llamar a “proveedores ficticios” y negocien con ellos o les pidan información con respecto a algunos productos que ellos necesitan para terminar la ingeniería de detalle.
 - 6) En algunos casos, el producto ofrecido por el proveedor no les encajará con su pieza necesitada, por lo que tendrán que rectificar el diseño para adaptarlo a las necesidades de mercado.
 - Cuarta sesión
 - 7) Presentación final de trabajos. Se le da a cada grupo 15 minutos para que vendan su proyecto.
 - 8) Una vez cada grupo va concluyendo su exposición, se van introduciendo técnicas de “cómo vender un proyecto de ingeniería”.

- 9) Al final de todas las exposiciones, se dan consejos de “cómo vestir en una presentación, cómo actuar, cómo moverse o cómo hablar”, en función de si han salido o no previamente.

Cuestionario inicial-final para hacer un seguimiento de la evolución de los estudiantes en relación con los problemas claves.

El cuestionario inicial-final es una herramienta muy importante de acorde a Porlan (2017) y el diseñado en el presente ciclo de mejora en el aula es el siguiente:

- 1) Indica los pasos a seguir para el proceso de fabricación de un zumo de naranja desde la recogida de materia prima hasta su venta en el supermercado.
- 2) ¿Cuál sería tu primer paso en una reunión en la que te juegas medio millón de euros de tu empresa?
- 3) ¿Dónde irías a comprar un pasa-tubo de 1/4" macho-macho?
- 4) ¿Cómo te defenderías para que te contraten en una empresa de ingeniería de más de 50 años estabilizada en Sevilla si te piden que te defines en 3 palabras?

Aplicación del Ciclo de Mejora en el aula

Relato resumido de las sesiones

— Primera sesión

En primer lugar, llegué a clase y tras decir buenos días encendí el ordenador y les puse el video “Teoría de Bohr-enseñando a pensar”. Mientras encendía el ordenador les repartí un caramelo a cada uno que serviría luego para hacer los equipos para la realización de los casos



prácticos, a lo cual vi caras de sorpresa a la vez que de curiosidad por ver que iba a hacer en esa clase. Durante la visualización del video los veía atentos, algo que es difícil de conseguir con este grupo. Al finalizar el video, empecé a darles una charla “motivacional” para introducirles que lo que íbamos a hacer en esa clase no les iba a enseñar nada, sólo a pensar que saben y a poner corazón en las cosas que hacen.

Tras ello, les indiqué que veríamos unos toques de teoría antes de empezar a resolver unos pequeños casos prácticos, los cuales les causó aburrimiento. El próximo año creo que voy a eliminar los 10 minutos de teoría, o al menos los reduciré a lo mínimo posible. Sin embargo, la realización de casos prácticos los entusiasmó. Los veía como si no estuvieran en clase, algunos incluso se enfadaban por conseguir ganar la negociación contra sus compañeros. Noté implicación, ganas y esfuerzo. Cuando salieron a exponer como habían resuelto sus casos prácticos en grupo nos lo pasamos de diez. Al estar en juego su nota, habían utilizado tácticas mezquinas y eso les hacía mucha gracia a la vez que aprendían. En general, noté que esta primera clase les gustó bastante, que aprendieron y que les ha servido para saber que la ingeniería de un proyecto no acaba en el diseño.

Les pedí a un representante de cada grupo que grabara un audio con las impresiones de la clase, recogiendo la opinión general de su grupo. Los traduzco a continuación:

- Grupo 1: “Pues nada, yo creo que ha enseñado lo que se tiene que enseñar en un Máster, que bueno que es lo que sales a la calle lo que te encuentras y no a lo que estamos acostumbrados y al menos nos ha dado una visión de la realidad”
- Grupo 2: “Pues la verdad es que la clase ha estado muy interesante desde el primer momento que ha puesto un video introduciéndola y ha explicado todo bastante bien. Lo que más nos ha gustado ha sido



que ha fomentado un clima de participación y ejemplos reales de la calle, nos ha hecho pelearnos entre nosotros que es lo que nos va a encontrar fuera”

- Grupo 3: “Pues en general a nuestro grupo nos ha gustado bastante, la idea de darnos un caramelo al principio de la clase ha captado la atención de todo el mundo y hemos puesto atención durante toda la clase. Ha fomentado la participación en grupo y hemos aprendido cosas bastante interesantes que no nos han enseñado a lo largo de la carrera”
- Grupo 4: “Bueno el comienzo de la clase con un video motivador ha hecho que el temario visto sea más interesante y al final pues se ha fomentado mucho la participación en grupo y al final pues hemos aprendido cosas de la vida real”

Uno de los comentarios negativos de los alumnos fue la falta de técnicas de negociación, lo cual para mí fue positivo ya que me permitió hilar con la segunda sesión tal y como estaba previsto. Me fui con un gran sabor de boca de esta clase.

— Segunda sesión

Esta sesión fue completamente dirigida por un profesional del sector de la ingeniería, en el área de compras técnicas. En ella se desarrollaron técnicas de negociación y estrategias de equipo ante reuniones. Para llevar a cabo los objetivos propuestos, el invitado profesional tiró en primer lugar de teoría sobre técnicas de negociación, intentando hacer participar a los alumnos de sus razonamientos. Sin embargo, desde el fondo de la clase observé aburrimiento ya que algunos usaban los móviles o miraban Facebook en el ordenador. Esta primera parte de la clase es candidata para desaparecer en futuras ocasiones.

En la segunda parte de la clase, se les pidió a los alumnos que de nuevo se reunieran en grupo para realizar un caso práctico. Sus caras se alegraron al ver que de nuevo iban a participar en negociaciones en grupo, pero en esta ocasión teniendo en cuenta la teoría que se les había explicado previamente. Muchos de ellos, al no haber estado atentos en la primera parte, no sabían cómo desenvolverse en la segunda por lo que tuvieron que tirar de nuevo de las argucias empleadas en la primera sesión.

Al final la clase acabó bastante bien, pese al empezar no lo bien que me hubiese gustado. De las 4 sesiones, creo que la primera parte de esta es la más susceptible de ser modificada.

— Tercera sesión

Durante esta sesión, los alumnos debían terminar sus proyectos de ingeniería de detalle que realizan durante el curso. Para ello se reúnen en grupo y abordan el encaje de las piezas claves que les faltan mediante llamadas a proveedores ficticios (que son otros profesores del departamento o familiares) y negocian con ellos o le pidan información al respecto. Durante el desarrollo de la clase sus caras eran de incredulidad. No se podían creer que les estuviese haciendo llamar por teléfono para terminar sus proyectos. Los proveedores ficticios les decían que la pieza que buscaban no existía y que tenían otras disponibles, por lo que tenían que re-hacer sus proyectos desde algún punto anterior. Esto les causaba frustración por más trabajo a realizar, pero a la vez se reían cuando veían los errores que habían cometido. Se lo pasaron muy bien en esta clase a la vez que aprendieron mucho. A pesar de que no me dio tiempo a apuntar demasiadas cosas en el diario porque estaban continuamente llamándome para pedirme ayuda o ver como afrontaban algún tema, me fui con muy buen sabor de boca de esta sesión.

— Cuarta sesión

En esta última sesión se procedió a la presentación final de los trabajos que habían estado desarrollando durante gran parte del cuatrimestre. Las presentaciones fueron muy profesionales para lo que esperaba, por lo que los consejos que pude ir dando se vieron disminuidos. Me encantó saber que tenían muy desarrolladas las habilidades de exposición oral. Si hice bastante hincapié en insistirles en que estaban vendiendo un proyecto de ingeniería, y que por lo tanto debían justificar cada parámetro elegido o pieza de más, ya fuera de forma técnica o económica. Ante estos breves consejos los alumnos se mostraron agradecidos y expusieron literalmente que “como no podían haberles dicho antes esas cosas en la carrera”. Al final de todas las exposiciones, les di algunos consejos más sobre cómo vestir en una presentación o cómo moverse. Estos últimos se los tomaron a risa, pero en realidad pienso que se les quedará grabado cuando el día de mañana tengan que exponer algo profesionalmente.

Evaluación del aprendizaje de los estudiantes

En base a las respuestas dadas por los estudiantes en el cuestionario inicial, se dividieron los mismos en 4 niveles (Tabla 1) y de acorde a lo que se pretendía con el ciclo de mejora en el aula se diseñó la escalera de niveles mentales que se puede ver en la Figura 3. Debido a que el ciclo de mejora en el aula se basa en la idea de integración, se ha intentado realizar una integración de todas las escaleras de niveles de cada pregunta para ver el nivel general del alumno y analizar el conjunto de las cuatro preguntas.

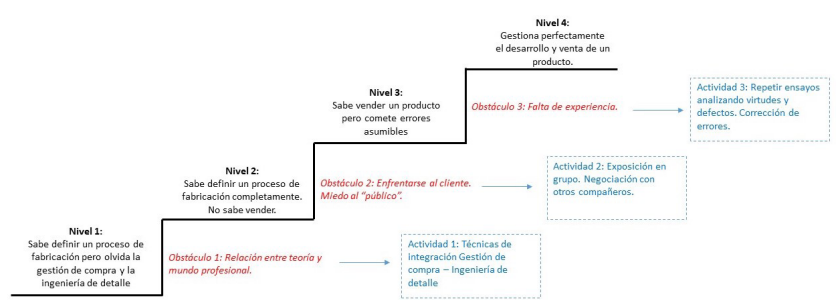


Figura 3. Escalera de niveles mentales.

Tabla 1. Número de alumnos por niveles mentales inicialmente.

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Total
Número de alumnos	17	7	0	0	24

Al analizar las respuestas obtenidas en el cuestionario inicial, es lógico que los estudiantes no alcancen un nivel alto de estos contenidos puesto que nunca antes se ha explicado ni se ha hecho referencia a la temática tratada. Por lo tanto, lo máximo en lo que pueden basarse para dar respuesta es su opinión personal y/o presentimientos.

Una vez terminado el ciclo de mejora en el aula, la clasificación de los alumnos por nivel alcanza mayor éxito. Como se puede observar, la mayoría de los alumnos (67%) alcanzó el máximo nivel pedido con tan sólo las 4 sesiones de experiencia. Esto es muy normal en la profesión del ingeniero, ya que los alumnos están muy entrenados para resolver cálculos, saber aplicar distintos teoremas y ecuaciones, etc; pero no se paran a ver la realidad de una fábrica ni todos los elementos de ellas o los posibles engaños por parte de proveedores.



Tabla 2. Número de alumnos por niveles mentales tras el ciclo de mejora en el aula.

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Total
Número de alumnos	0	4	4	16	24

Evaluación del CMD puesto en práctica

A partir del tipo de docencia basado en “qué me hace falta”, “qué necesito”, “cómo lo hago” o “en qué me equivoco” que se ha transmitido al alumno para que él mismo se diera cuenta de las distintas fases que va atravesando y que necesita para superar los distintos niveles, el alumno se encuentra en el centro de la docencia. Además, la interacción con el alumno es constante, lo que te permite conocer en gran medida la capacidad de cada uno de ellos para adquirir conceptos o asimilarlos. De esta forma el alumno concibe la enseñanza como algo que necesito y no como algo que tengo que aprender. Como conclusión en este aspecto, creo que mi modelo didáctico personal creado a partir de dar respuestas a preguntas básicas o fundamentales se adapta a la forma que me gusta de impartir docencia. Mi idea básica de docencia es que el alumno debe saber dar respuesta a las necesidades que su titulación exige y de esta forma se encamina mucho mejor al alumno a que sepa por qué necesita cada cosa y no para que la aprenda “porque sí”. Así, además el alumno aprende a buscar por el mismo, reforzando su principio didáctico de autonomía.

En cuanto a contenidos, se ha cambiado completamente la forma de organizarlos. Antes del ciclo de mejora en el aula no se planteaba la integración de conceptos planteada anteriormente. Gracias a esta integración, el docente es capaz de identificar una jerarquía de contenidos

y seleccionarlos o representarlos en función del objetivo. En cuanto a la metodología y actividades, el modelo metodológico ha cambiado en la misma medida en que lo ha hecho el aprendizaje de los alumnos. Es decir, se intenta dirigir y diseñar la metodología y las distintas actividades acordes a los pasos que se piensa que el alumno debe ir dando en su aprendizaje, no porque haya que aprender un concepto u otro. La secuencia de actividades siempre se ha antojado fundamental para un correcto seguimiento de la clase, pero el introducir las preguntas-claves como “para qué” y “cómo” que ayuda a crear un nexo entre las actividades.

La evaluación del alumno es uno de los puntos a seguir mejorando. Durante la realización del ciclo de mejora en el aula en este grupo, al tener pocos alumnos y ser clases muy prácticas he sido capaz de evaluar constantemente a cada uno de ellos. Sin embargo, en grupos más grandes cuesta saber cómo evaluar a cada uno de ellos sin el clásico examen final. Habría que probar si este modelo didáctico creado a partir de dar respuestas a preguntas básicas o a partir de errores tiene cabida en otros grupos mayores. Para ello, podría organizar mis clases en función de grupos más grandes que los ensayados en este trabajo y no en grupos tan pequeños. Así, promoviendo el principio didáctico de socialización más que el de autonomía, el estudiante podría aprender del grupo o enseñar al grupo, creando un nexo fuerte entre los componentes del mismo.

De todo lo aprendido durante la realización del curso, me quedo con las técnicas de mejora docente aprendidas que puedo aplicarme a mí mismo. Los cambios durante la aplicación del ciclo son importantes para reconducirlo hacia los objetivos, en función de los resultados que vaya obteniendo y del feedback que recoja en mis diarios de sesiones. Tendré en cuenta la forma de evaluar los cuestionarios desde un punto de vista más acorde a lo aprendido en este curso, intentando dividir en grupos las distintas

respuestas de los estudiantes y clasificándolos en distintos niveles. Además, emplearé la observación en aquellas clases en las que el contenido práctico sea elevado o incluso durante la explicación de conceptos teóricos. Me quedo también con la importancia del diario del profesor de cara a corregir el rumbo de nuestra docencia, así como recoger de forma escrita y no olvidar el feedback de los alumnos in-situ. Para la evaluación final, justo después del final del ciclo de mejora en el aula, preguntaré a los alumnos que me digan francamente cual ha sido su opinión del módulo dado. Para mí es más importante la opinión sincera que evaluar de otras formas.

Referencias

- Ayala, J (2016). *Gestión de compras*. Editorial Editex.
- De la Torre, S (2004). *APRENDER DE LOS ERRORES. El tratamiento didáctico de los errores como estrategias innovadoras*. Editorial Magisterio del Río de La Plata.
- Giry, M (2002). *Aprender a razonar, aprender a pensar*. Editorial Siglo Veintiuno Editores.
- Martinez, E (2007). *Gestión de compras: negociación y estrategias de aprovisionamiento*. Editorial Fundación Confemetal.
- Porlan, R (2017). *Enseñanza universitaria. Cómo Mejorarla*. Editorial Morata.