

Diseño curricular por competencias: una oportunidad de mejoras para la carrera Ingeniería Química

G. C. Celma¹, M. C. Gutiérrez¹, L. Tulic²

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires.

¹Departamento de Ingeniería Química, ²Secretaría Académica
Medrano 951, (C1179AAQ) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

e-mail: info@quimica.frba.utn.edu.ar

Recibido el 30 de mayo de 2007; Aceptado el 19 de julio de 2007.

Resumen

Se ha elaborado una propuesta de competencias profesionales específicas para la carrera de Ingeniería Química que se desarrolla en la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional. A la luz de las mismas, se analiza el diseño curricular vigente a través de los distintos niveles de la carrera y de cada asignatura en particular.

PALABRAS CLAVE: CURRÍCULO, COMPETENCIAS PROFESIONALES, INGENIERÍA QUÍMICA.

Abstract

A proposal of specific professional competences for the Chemical Engineering Programme developed at Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, has been elaborated. On these grounds, the present curricular design is analysed throughout the different levels of the programme, as well as of the each particular course.

KEYWORDS: CURRICULUM, PROFESSIONAL COMPETENCES, CHEMICAL ENGINEERING.

Introducción

Desde la década del 80 han tenido lugar en la sociedad numerosos cambios, que influyeron notoriamente en la educación en todos los niveles. Entre ellos es posible destacar el incremento en la matrícula de estudios superiores, los cambios pedagógicos que traen como consecuencia una concepción distinta de los procesos de enseñanza y aprendizaje, el rápido desarrollo de la tecnología y la presión externa a las universidades para que rindan cuenta de sus actos ante la Sociedad.

Asimismo, los diferentes actores del medio educativo marcan, en el desarrollo de distintas carreras universitarias, falencias tales como:

- Planes de estudio extensos.
- Énfasis en la información, que resulta en muchos casos enciclopedista y obsoleta.
- Desarticulación entre los procesos de enseñanza y aprendizaje y la evaluación.
- Dicotomía entre la teoría y la práctica.
- Falta de integración de conocimientos durante el proceso formativo.
- Escasa relación entre la actividad académica y la inserción profesional.

Antecedentes del planteo de esta problemática pueden encontrarse en los documentos a los que dieron origen las Jornadas de Discusión Académica de la Universidad Tecnológica Nacional realizadas en Vaquerías- Argentina en 1988.

A partir de las consideraciones surgidas en las mismas, referidas a planes de estudio, y de los emergentes planteados por las diferentes Facultades Regionales y Unidades Académicas, se planteó la necesidad de explicitar lineamientos generales para la elaboración de un nuevo diseño curricular y una metodología acorde a efectos de solucionar los problemas mencionados:

El desarrollo del currículo basado en competencias puede proponerse como una alternativa educativa que intenta dar solución a las falencias mencionadas. "El movimiento de competencias es, en esencia, la búsqueda de la conjunción de la práctica y la teoría, lo vocacional y lo general-académico, y significa un desarrollo progresivo en el pensamiento educativo, que se hizo necesario por los cambios producidos en la fuerza de trabajo de las sociedades industriales." (Vázquez Esquivel, 2005)

Es importante destacar que existen en la bibliografía numerosas definiciones de competencias aplicadas al proceso educativo; lo esencial reside en analizarlas bajo la óptica de la conjunción teoría-praxis, es decir, el saber hacer con saber.

"En la actualidad, las competencias se entienden como la actuación eficaz en situaciones determinadas, que se apoyan en los conocimientos adquiridos y en otros recursos cognitivos" (Condemarín y Medina, 2000). Los autores consideran que esta definición es la que sintetiza con mayor claridad el concepto de competencia profesional desde la perspectiva educativa.

"El diseño curricular por competencias integradas para la educación superior es una opción que busca generar procesos formativos de mayor calidad, sin perder de vista las necesidades de la sociedad, de la profesión, del desarrollo disciplinar y del trabajo académico. Asumir esta responsabilidad implica que la institución educativa promueva de manera congruente acciones en los ámbitos pedagógico y didáctico que se traduzcan en reales modificaciones de las prácticas docentes; de ahí la importancia de que el docente también participe de manera continua en las acciones de formación y capacitación, que le permitan desarrollar competencias similares a aquéllas que se busca formar en los estudiantes" (Velásquez Montoya, 2005).

Esta nueva propuesta implica no sólo el reemplazo de objetivos por competencias; requiere de adaptaciones del currículo, participación de todos los docentes como actores que impulsan el cambio, evaluaciones basadas en la verificación de desempeño y, sobre todo, capacitación docente para enfrentar el currículo por competencias como un proceso de cambio.

El objetivo del presente trabajo es realizar una propuesta de competencias profesionales específicas para la carrera de Ingeniería Química que se desarrolla en la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires - y analizar el diseño curricular vigente (Ordenanza 1028 del Consejo Superior Universitario) a través de los distintos niveles de la carrera y de cada asignatura en particular.

Es importante mencionar que el enfoque del diseño curricular se centra en el estudio de los problemas que han dado origen a la carrera y sostienen las actividades de la profesión. La carrera, pautada en cinco años, está organizada por grupos de asignaturas:

- asignaturas comunes (básicas de la ingeniería)
- asignaturas que abordan temas de ciencias básicas inherentes a la especialidad, temas básicos, temas específicos y temas de apoyo a la especialidad
- asignaturas integradoras, que conforman una línea curricular que se desarrolla a lo largo de la carrera y cuyos objetivos principales son:

- Conocer los problemas del país y de la región en los que la ingeniería química puede colaborar en su solución.

- Relacionar e integrar los conocimientos dentro del nivel de estudio, que motivarán al alumno dando significación al aprendizaje.
- Aprender la práctica profesional ejercitándola.

- asignaturas electivas

En este diseño curricular se acerca al alumno desde el inicio de sus estudios a las actividades propias de la profesión, por lo que el mismo alumno desempeña un rol activo protagonizando sus propios aprendizajes. Esta forma de enfocar el estudio conduce a la integración superando la tradicional separación entre teoría y práctica.

La distribución de las asignaturas por niveles es la siguiente:

1° Nivel: Integración I, Ingeniería y Sociedad, Álgebra y Geometría Analítica, Análisis Matemático I, Análisis Matemático II, Química General, Sistemas de Representación, Fundamentos de Informática

2° Nivel: Integración II, Probabilidad y Estadística, Química Inorgánica, Física I, Física II, Química Orgánica, Inglés I, Matemática Superior Aplicada

3° Nivel: Integración III, Termodinámica, Economía, Legislación, Mecánica Eléctrica Industrial, Físico Química, Fenómenos de Transporte, Química Analítica, Inglés II

4° Nivel: Integración IV, Operaciones Unitarias I, Tecnología Energía Térmica, Biotecnología, Operaciones Unitarias II, Ingeniería Reacciones Químicas, Control Estadístico Procesos, Organización Industrial

5° Nivel: Integración V-Proyecto Final, Control Automático Procesos, Práctica Profesional Supervisada

Electivas: Gestión de la Calidad, Diseño Estadístico de Experiencias, Química Analítica

Aplicada, Ingeniería de Instalaciones, Preservación Ambiental y Seguridad Laboral, Gestión y Tecnología Ambiental I, Gestión y Tecnología Ambiental II, Tecnología Alimentos I, Tecnología Alimentos II, Diseño de Equipos, Introducción a la Tecnología Nuclear.

Desarrollo Metodológico

En primera instancia, es importante aclarar que el actual diseño curricular no está formulado por competencias, sino por objetivos. La elaboración del trabajo permitió detectar falencias y fortalezas en el plan de estudios vigente y en las cátedras, como así también comenzar a pensar en los métodos de evaluación que mejor permitan verificar el grado de cumplimiento de las competencias planteadas.

Para comenzar a definir las competencias específicas del Ingeniero Químico, el equipo de gestión del Departamento de Ingeniería Química estableció una metodología participativa, realizando reuniones con docentes de asignaturas pertenecientes a diferentes áreas de conocimiento. En la primera reunión se analizaron las actividades reservadas al título y el perfil del ingeniero químico tecnológico que figuran en la Ordenanza 1028/04 del Consejo Superior Universitario de la UTN y, sobre la base de las mismas, se definieron las dimensiones de competencias específicas.

Se formularon para la carrera cinco dimensiones de análisis de competencias:

- Tecnología
- Medio ambiente, seguridad e higiene
- Diseño
- Gestión, operación y normativa
- Comunicación

En reuniones posteriores se definieron las competencias correspondientes a cada una de las dimensiones de análisis, obteniendo los resultados que se observan en las Tablas 1 a 5:

Tabla 1. Competencias específicas del egresado de la carrera de Ingeniería Química. Dimensión Comunicación

Ítem	Descripción
1C	Mostrar capacidad para comunicarse con claridad, tanto en reuniones, como en presentaciones y documentación escrita incluyendo los sistemas de representación típicos de la ingeniería.
2C	Mostrar capacidad para realizar estudios bibliográficos y sintetizar resultados, incluyendo búsqueda de patentes, fuentes alternativas y contactos profesionales.
3C	Mostrar capacidad para aplicar y transferir la aplicación de herramientas informáticas a la resolución, la simulación y la optimización de equipos o procesos.
4C	Mostrar la capacidad de redactar informes, argumentarlos, y defenderlos ante diferentes audiencias, de opiniones diversas y contrarias.
5C	Mostrar capacidad para resolver problemas en equipo, integrando proactivamente en la solución la opinión de los otros.

Tabla 2. Competencias Específicas del egresado de la carrera de Ingeniería Química. Dimensión Tecnología

Ítem	Descripción
1T	Demostrar conocimiento y comprensión de los conocimientos de matemáticas, física, química, tecnologías básicas y aplicadas.
2T	Demostrar capacidad de aplicar los conocimientos de matemáticas, física y química en la resolución de problemas ingenieriles y de aquéllos derivados de su práctica profesional los conocimientos de matemáticas, física, química.
3T	Demostrar capacidad de transferir las tecnologías básicas, así como los desarrollos tecnológicos de avanzada y las tecnologías aplicadas en la resolución de los problemas derivados de una práctica profesional situada en los diferentes ámbitos de inserción.
4T	Demostrar capacidad de analizar sistemas utilizando balances de materia y energía, tanto en régimen estacionario como no estacionario, con y sin reacción química.
5T	Demostrar capacidad de realizar y ejecutar estudios y evaluaciones de la factibilidad de aplicación de sistemas con transferencia de masa, calor y cantidad de movimiento a aplicaciones específicas.
6T	Demostrar capacidad de manejo y comprensión de conocimientos que le posibilite realizar comparaciones y seleccionar las diferentes alternativas técnicas de procesos químicos, físico-químicos y biotecnológicos.
7T	Demostrar capacidad de evaluar y construir la viabilidad normativa, técnica operacional, económica financiera, organizacional y estratégica para las diferentes alternativas técnicas de procesos químicos, físico-químicos y biotecnológicos.
8T	Demostrar capacidad de especificar equipos e instalaciones aplicando los conocimientos de las ingenierías mecánica y de materiales.
9T	Demostrar manejo de conocimientos y capacidad para realizar estudios y cuantificación de la sostenibilidad de los proyectos de ingeniería.
10T	Demostrar comprensión de los conocimientos necesarios y capacidad para identificar las tecnologías emergentes y evaluar su posible impacto sobre los procesos actuales.
11T	Demostrar capacidad en el manejo de los recursos: humanos, tecnológicos, materiales y de tiempo como elemento esencial para garantizar la productividad en la práctica profesional.

Tabla 3. Competencias específicas del egresado de la carrera de Ingeniería Química. Dimensión Diseño

Ítem	Descripción
1D	Implementar programas estructurados de diseño de experimentos a escala laboratorio y planta piloto y analizar la validez de los resultados.
2D	Demostrar capacidad para realizar el diseño básico de equipos con transferencia de masa, energía, cantidad de movimiento, con o sin reacción química, e instalaciones de acuerdo con normas y especificaciones.
3D	Seleccionar y acotar las variables fundamentales que rigen los procesos.
4D	Analizar los procesos reales, establecer el modelo matemático y resolver problemas ligados a situaciones prácticas y a cuellos de botella en el proceso.
5D	Simular procesos y operaciones industriales.
6D	Diseñar sistemas de manipulación y transporte de materiales en cualquiera de sus estados físicos.
7D	Integrar diferentes operaciones y procesos, alcanzando mejoras globales.
8D	Establecer la viabilidad económica de un proyecto nuevo o de mejora de un proceso existente.
9D	Modelar procesos dinámicos y proceder al diseño básico de los sistemas de automatización y control.

Tabla 4. Competencias específicas del egresado de la carrera de Ingeniería Química. Dimensión Medio Ambiente, Seguridad e Higiene

Ítem	Descripción
1M	Demostrar la comprensión y el manejo de los conocimientos y la comprensión de los mismos para ejecutar procesos de evaluación e implementar criterios de higiene, seguridad y control ambiental aplicables a los procesos que diseñe, opere o tenga a su cargo.
2M	Demostrar capacidad de realizar la evaluación de impacto de las propuestas técnicas que desarrolle o formule, dentro del más amplio contexto social.
3M	Demostrar capacidad de promover e instalar, el uso racional de la energía y de los recursos naturales.
4M	Demostrar capacidad de controlar y supervisar los procesos de fabricación para que las producciones se ajusten a los requerimientos legales, de rentabilidad económica, calidad, seguridad e higiene, mantenimiento y medioambientales.
5M	Demostrar el desempeño para cuantificar las componentes ambientales de los proyectos de ingeniería, ofreciendo soluciones de minimización y tratamiento.

Tabla 5. Competencias Específicas del egresado de la carrera de Ingeniería Química. Dimensión Gestión, Operación y Normativa

Ítem	Descripción
1G	Demostrar conocimiento, comprensión de procedimientos y capacidad para operar las instalaciones y equipos.
2G	Demostrar capacidad para realizar y coordinar proyectos de mejora e innovación tecnológica de procesos.
3G	Demostrar capacidad para planificar, ordenar y supervisar el trabajo en equipo.
4G	Demostrar capacidad para la toma de decisiones y el ejercicio efectivo de las funciones de liderazgo.
5G	Demostrar capacidad para ejecutar tareas de arbitrajes, pericias y tasaciones.
6G	Demostrar capacidad para realizar evaluaciones económicas, en cualquiera de sus grados de precisión, de diseños conceptuales o de plantas reales.
7G	Demostrar capacidad para realizar tareas y acciones de administrar y dinamizar los recursos humanos para favorecer el clima laboral, calidad de desempeño, aprovechamiento de capacidades y desarrollo profesional.
8G	Demostrar capacidad para ejercer el control y el seguimiento del mantenimiento predictivo y el mantenimiento correctivo de los procesos.
9G	Demostrar capacidad, manejo y aplicación técnicos, para realizar la definición y la gestión de programas de Calidad, Seguridad y Medioambiente de acuerdo con la legislación vigente.
10G	Demostrar la capacidad de resolver problemas organizacionales que impliquen tareas de negociación y resolución de conflictos e intereses en situaciones de poder compartido.

Una vez consensuadas y definidas estas competencias, se analizó el Plan de Estudios con el propósito de verificar si aquéllas se encontraban desarrolladas en el mismo.

Este diagnóstico nos permitió detectar fortalezas y debilidades en el Plan vigente. Se confeccionaron tablas de doble entrada, para los distintos niveles de la carrera en las cuales se vincularon las diferentes asignaturas y competencias. A partir de las mismas se realizaron los gráficos (Figuras 1 a 5) en los que se indica el porcentaje de competencias cubiertas por nivel.

En ellos se puede observar que las competencias referidas a la Dimensión Comunicación se desarrollan, con un cierto grado de cumplimiento satisfactorio, a lo largo de todos los niveles de la carrera.

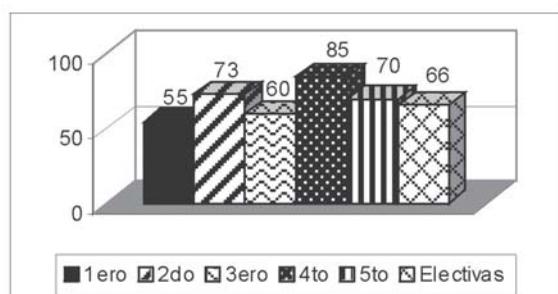


Figura 1. Porcentaje de competencias cubierto en cada nivel para la Dimensión Comunicación

En cuanto a la dimensión Tecnología, en los dos primeros niveles de la carrera se observa un desarrollo apreciable en las asignaturas Integración I y II, este hecho es concordante con los objetivos de las mismas. A partir del tercer nivel, en general, hay un alto grado de cumplimiento. En la dimensión Diseño se observa una tendencia similar.

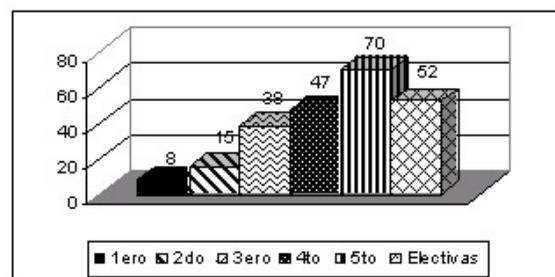


Figura 2. Porcentaje de competencias cubierto en cada nivel para la Dimensión Tecnología

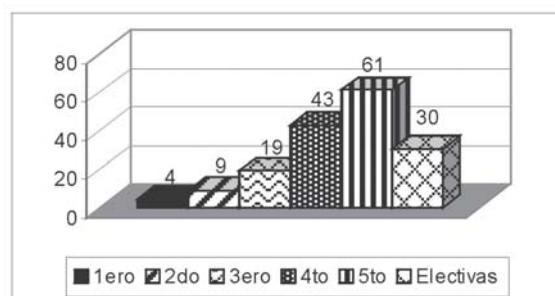


Figura 3. Porcentaje de competencias cubierto en cada nivel para la Dimensión Diseño

La dimensión Medio Ambiente, Seguridad e Higiene desarrolla competencias asociadas en los diferentes niveles de la carrera sin embargo, del análisis de los Programas Analíticos, se desprende que éstas están concentradas fundamentalmente en asignaturas electivas. Esto puede ser considerado una debilidad del Plan de Estudios vigente.

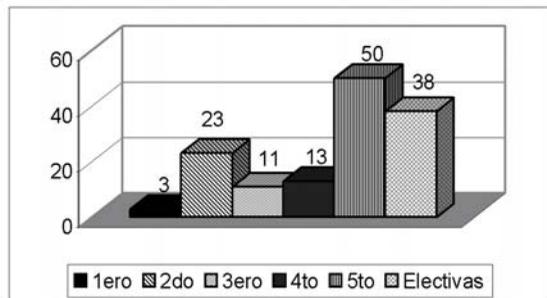


Figura 4. Porcentaje de competencias cubierto en cada nivel para la Dimensión Medio Ambiente, Seguridad e Higiene

En cuanto a la dimensión Gestión, Operación y Normativa, se puede observar que no existe un desarrollo significativo en los primeros niveles de la carrera. Si bien a partir del tercer nivel esta situación parece revertirse, sólo las competencias G1 (Demostrar conocimiento, comprensión de procedimientos y capacidad para operar las instalaciones y equipos) y G6 (Demostrar capacidad para realizar evaluaciones económicas, en cualquiera de sus grados de precisión, de diseños conceptuales o de plantas reales), son abordadas por un mayor número de asignaturas del cuarto y el quinto nivel. Es importante destacar que estas competencias están asociadas fundamentalmente a la operación. Esta situación, posiblemente originada en la orientación fuertemente técnica del currículo, merece un análisis.

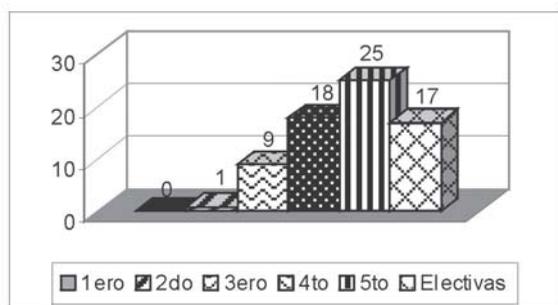


Figura 5. Porcentaje de competencias cubierto en cada nivel para la Dimensión Gestión, Operación y Normativa.

La Práctica Profesional Supervisada (PPS), incorporada al Plan de Estudios a partir del año 2004 a través de la Resolución N°: 06/04 del Consejo Académico de la UTN – FRBA, merece un tratamiento particular.

La PPS es un dispositivo académico que intenta garantizar en forma efectiva la estructuración en los futuros ingenieros de determinadas competencias y capacidades profesionales sustantivas e imprescindibles en su futuro desarrollo profesional. Esta estructuración de competencias se genera en una instancia práctica, con inserción in situ, que implica la articulación y la apropiación de conceptos y procedimientos incorporados en el tránsito de la formación y derivados de las Ciencias Básicas, las Tecnologías Básicas y las Tecnologías Aplicadas específicas y que se corresponden con cada una de las especialidades ingenieriles.

La PPS supone además el seguimiento y la evaluación permanente por parte de un supervisor pedagógico. Éste realiza un monitoreo del proceso y de los productos académicos específicos, generados en el seno de una experiencia académica que anticipa la futura práctica profesional, de modo tal que, finalmente, se puedan certificar académicamente el logro de las competencias profesionales que ha ido incorporando el alumno en su proceso de formación. En este marco la estrategia adoptada para concretar las Prácticas Profesionales se basa en la ejecución de un trabajo planificado y programado que permita progresivamente el logro de determinadas capacidades profesionales. Asimismo la PPS logrará poner en acto otras capacidades, académicas y profesionales, tales como la investigación, la indagación crítica, la creatividad, la producción de informes, la expresión oral y escrita, la capacidad de síntesis y finalmente el trabajo en equipo en una experiencia de profunda vinculación y arraigo con un medio productivo que se encuentra en proceso de concreción y que genera permanentes desafíos al alumno.

Las características particulares que adquiera cada PPS (ámbito de inserción, características del proyecto, duración, etc), marcarán las competencias específicas que se desarrollarán en la misma.

La evaluación de las competencias

La evaluación es por excelencia la retro-información al proceso educativo más que la discriminación normativa de los alumnos y, por ende, el elemento clave para el desarrollo continuo del currículo.

La evaluación de competencias se debe realizar teniendo en cuenta que los enfoques integrales de evaluación del desempeño combinan conocimiento, entendimiento, solución de problemas, habilidades

técnicas, actitudes y ética de la evaluación. "Una evaluación integrada u holística se caracteriza por estar orientada a problemas, ser interdisciplinaria, cubrir grupos de competencias, exigir habilidades analíticas y combinar la teoría con la práctica" (Macdonald, 1995).

Información, conocimiento, comprensión y capacidad se utilizan como niveles de complejidad creciente y como criterios de evaluación, para indicar el nivel del logro requerido en cada tema y la progresión del estudiante en la carrera.

Esto sólo pretende plantear el problema de evaluación de competencias, ya que en si mismo podría constituir otro trabajo, con la idea de que sea útil para nuevas reflexiones y nuevos espacios en la construcción de las Competencias profesionales.

Conclusiones

Las Competencias Profesionales no deben ser tratadas como una moda; representan una propuesta de reorientación curricular soportada en teoría educativa y especialmente en reflexiones de expertos en educación profesional como una alternativa frente a las demandas actuales.

El docente se vuelve un pilar clave para el desarrollo del currículo orientado por Competencias. La formación de docentes en los principios, las implicaciones y las herramientas del enfoque de competencias es fundamental en el proceso de cambio.

Del análisis realizado en este trabajo se puede concluir que las dimensiones Tecnología y Diseño se desarrollan fundamentalmente del tercer nivel de la carrera en adelante; las correspondientes a Medio Ambiente, Seguridad e Higiene, si bien están abordadas en diferentes asignaturas, se tratan con mayor profundidad en las electivas: Preservación Ambiental y Seguridad Laboral y Gestión y Tecnología Ambiental I y II; las referentes a Gestión, Operación y Normativa, aun cuando se vienen desarrollando en asignaturas fundamentalmente del último nivel, se verán profundizadas en las futuras prácticas que se desarrollarán en la Planta Piloto, actualmente en construcción; en cuanto a la dimensión Comunicación, se puede observar que la misma es transversal a lo largo de toda la carrera.

Las Prácticas Profesionales Supervisadas representan el espacio curricular en el cual se pueden desarrollar todas las competencias propuestas.

Las conclusiones detalladas responden al análisis de los programas analíticos de cada asignatura por lo tanto, su validez debe verificarse con, la observación de las metodologías, los materiales de enseñanza empleados y el tipo de evaluaciones implementadas.

Agradecimientos

Las autoras desean expresar su agradecimiento a M. Diyarian y M. L. Bou, por su colaboración y las observaciones críticas realizadas sobre este trabajo

Referencias

CONDEMARÍN, M; MEDINA, A (2000) *Evaluación Auténtica de los aprendizajes. Un medio para mejorar las competencias en el lenguaje y comunicación*. Editorial Andrés Bello, Santiago de Chile, Chile.

CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL, FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES (2004) Resolución N°: 06/04: Lineamientos Para La Practica Profesional Supervisada.

CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (2004) Ordenanza 1028: Adecua el Diseño curricular de la Carrera Ingeniería Química.

MACDONALD, R. D.; BOUD, J.; FRANCIS, A.; GONCZI, A. (1995) Nuevas perspectivas sobre la evaluación UNESCO, París. Citado en Posadas Álvarez, R. (2004) Formación Superior basada en Competencias, interdiscipliniedad y trabajo autónomo del estudiante, Revista Iberoamericana de Educación, en: www.rieoei.org/deloslectores/648Posada.PDF.

VÁZQUEZ ESQUIVEL, J (2005) *Seminario Internacional de Currículo orientado a Competencias Profesionales*. SICEVAES, Barranquilla, Colombia.

VELÁSQUEZ MONTOYA, H. (2005). *Diseño curricular por competencias integrales para la educación superior*. Congreso Internacional de Investigación Educativa. Instituto de Investigaciones para el Mejoramiento de la Educación Costarricense - Instituto de Investigación en Educación, Colombia.