

La Química en Ingeniería

La ingeniería es una profesión que demanda sólidos conocimientos en Química para cumplir con el perfil que la sociedad demanda de un ingeniero. Existen expectativas en relación con la relevancia que tiene la química en la formación de estos profesionales y las perspectivas a nivel internacional del ingeniero que definen el perfil del ingeniero del siglo XXI.

En la definición del perfil del ingeniero debe considerarse necesariamente el desarrollo de competencias que le permitan la integración de una manera efectiva al mundo productivo en el marco de la internacionalización. Estas competencias están relacionadas con la habilidad para desempeñarse en escenarios complejos y variables, que demandan del futuro profesional de la ingeniería una formación integral, que debe ser ofrecida y garantizada desde los espacios académicos universitarios (ACOFI, 2007).

Desde esta perspectiva resulta de importancia abordar la Química como ciencia natural, ya que ofrece la posibilidad de formar en competencias básicas, necesarias para afrontar los problemas multidisciplinares que afronta un profesional de Ingeniería (Albéniz, Saavedra, García, Carrillo & Reinoso, 2009).

1. Referentes Nacionales

Para determinar la importancia de la química en los futuros profesionales de Ingeniería, se efectuó una revisión de los planes de estudio de diez programas de ingeniería en 10 universidades colombianas (Tomadas en consideración del ranking de las mejores universidades del país, QS Latin American University Rankings, 2014); se excluye la carrera de Ingeniería Química en virtud de que se parte del hecho de que posee un curso de Química General en su currículo, además de muchos otros cursos de química, obligatorios y optativos.

Tabla 1.

La Química en los planes de estudio de 10 Ingenierías básicas en diferentes universidades.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
CARRERA/ UNIVERSIDAD	Agrícola	Alimentos	Ambiental	Civil	Eléctrica	Electrónica	Industrial	Mecánica	Petróleos	Sistemas	%
1. Andes	X	X	Química- 1S- 3C	Química -1S-3C	Química -3S-3C	Química -3S-3C	Química -1S-3C	Química -1S-3C	X	Química -4S-3C	100
			Q. Ambiental- Termo Química Amb.-3S-3C								
2. Nacional	Q. Básica 1S-3C	X	Q.General- 1S- 3C	Q. Básica XS-3C	Q. General -1S-3C	NC	NC	Principios Química 3C	Q. General -1S-3C	NC	66
3. Antioquia	X	X	Q. General- 4S- 5C	NC	NC	NC	NC	Q. General -1S-5C	X	NC	29
			Q. Ambien- tal- 5S- 4C					Ciencia de Materiales I- 4C-2S			
								Materiales II- 4C-2S			
4. Javeriana	X	X	X	Química Materiales	X	NC	NC	X	X	NC	25
5. Rosario											
6. Valle	Química General 1S- 3C	Química General 1S	Q. Fundament al 1S-3C	NC	NC	NC	NC	Química de Materiales 3S- 2C	X	NC	44
	Laboratorio Química General 1S- 1C	Laboratorio de Química General 1S	Química Orgánica General 2S- 3C								
	Bioquímica Aplicada 2S- 3C	Química de Alimentos 2S	Fisicoquímica Ambiental 3S- 3C								
		Fisico química 5S	Química Ambiental 4S- 3C								
7. Sabana		X	X	X	X	X	General I (1S-3C)	X	X	NC	50
8. UIS	X	X	X	Q. Básica 1S-4C	NC	NC	Q. Básica 1S-4C	Q. Básica 1S- 4C	Química I 1S-4C	X	67
									Química II 2S-4C		
9. Norte	X	X	X	Q. General (2S- NC	NC	NC	NC	NC	X	NC	17
10. Eafit	X	X	X	NC	X	X	X	Fisicoquímica -4S-4C	X	X	50
											45

X= la carrera NO está presente en la respectiva Universidad. NC= la carrera es ofertada por la Universidad pero NO posee materias de Química en su plan obligatorio de estudios. S=semestres. C=créditos

Fuente: Elaboración propia.

En la parte final de la Tabla 1 se encuentra la columna que informa sobre el porcentaje en que se encuentra presente la asignatura de química en el total de programas curriculares de la universidad. Se observa que sólo la universidad de los Andes incluye en todos sus programas al menos un curso de Química en contraste con la Universidad de Antioquia que sólo ofrece cursos en dos de sus programas. Por otro lado, se encuentra que en las carreras de ingeniería electrónica e industrial se encuentra el menor número de cursos en el currículo.

Finalmente, en consideración a que los ingenieros deben manejar materiales y/o tomar

decisiones que pueden impactar el ambiente, y a partir de la información analizada y constatar que al menos un curso de Química es ofertado en los programas universitarios, se considera relevante hacer la evaluación de esta área en el examen de ciencias básicas para ingeniería –EXIM- y se señala la necesidad de discutir sobre la pertinencia de la Química en los planes de formación de ingenieros.

2. Referentes Internacionales

Los cursos de química general son comúnmente encontrados en los programas de ingeniería, no obstante este hecho los organismos de acreditación como ABET no son tan precisos al enunciar la formación en química dentro de los planes obligatorios de ingeniería, no especifican su enseñanza como un requerimiento general para todas las ingenierías (2013). ABET lista el currículo para cada programa de ingeniería, señalando los requerimientos de química para las diferentes carreras, como se presenta a continuación:

- Programas que NO requieren química: Aeroespacial, Eléctrica, Mecánica, Oceánica, Petróleos, Naval y Organizacional.
- Programas que especifican química general: Arquitectura, Civil, Ambiental, Geológica, Industrial, Manufactura, Minería, Química y Construcción.
- Programas con otras especificaciones: Bioingeniería, requiere “entendimiento de biología y fisiología”, lo cual implica un prerrequisito de Química. Cerámica, Materiales y Metalúrgica requiere “habilidad para aplicar ciencias avanzadas (como física y química) a sistemas materiales” lo cual implica prerrequisitos de Química.

Para este apartado se consideraron los programas ofertados por Estados Unidos y España, los cuales tienen similitudes con los colombianos y además cuentan con fácil acceso a su información. Se revisó también la información de la Accreditation Board for Engineering and Technology (agencia de acreditación ABET) la cual es el referente para acreditación curricular en Estados Unidos y algunos países de Latinoamérica (Chiluita, Wong y Duque, 2014). Para el caso europeo se consultó el proyecto Tuning (2007) el cual direcciona los programas de formación superior.

En los programas revisados se encuentra que no incluyen la formación en Química como

obligatoria, sino que dejan a la consideración de los programas y de los estudiantes el incluir o tomar cursos de Química; de forma similar ocurre con el laboratorio de Química, como complemento práctico, lo cual tampoco se especifica.

En España por ejemplo, el Real Decreto 1393 de 2007 que establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, indica que cada plan de estudios de grado deberá contener un mínimo de 60 créditos europeos (ECTS) de formación básica, de los que, al menos 36 estarán vinculados a algunas materias determinadas para cada rama de conocimiento. Estas materias deberán concretarse en asignaturas, con un mínimo de seis créditos cada una, y que han de ser ofertadas en la primera mitad del plan de estudios. En el documento química es una de las seis materias que el citado Real Decreto señala entre las básicas para la rama de conocimiento de Ingeniería y Arquitectura.

3. Competencias y dominios conceptuales en el EXIM

Como se ha mencionado la ingeniería exige la aplicación de los conocimientos químicos, sobre todo los relacionados con las propiedades de los materiales, lo cual sin duda permite la formación y el desarrollo de competencias. En este orden de ideas, el modelo de educación profesional basada en competencias reconoce que las cualidades de las personas para desempeñarse con eficiencia y eficacia en el ámbito de trabajo no dependen sólo de las situaciones de aprendizaje escolar formal, sino también del aprendizaje de conocimientos, habilidades y destrezas adquiridos fuera de las aulas. En la educación universitaria dicho modelo plantea que es más importante poseer competencias para la resolución de problemas específicos que tener una preparación general y abstracta (Vargas, 2000).

En Colombia, el concepto de competencia inicialmente se definió en el examen de estado ICFES como “saber hacer en contexto” y se ha retomado con algunas modificaciones para las pruebas SABER. El grupo evaluación de la Universidad Nacional (2000) define que la competencia es “una actuación idónea que emerge en una tarea concreta, en un contexto con sentido. La competencia o idoneidad se expresan al llevar a la práctica, de manera pertinente, un determinado saber teórico”.

En el ámbito internacional, la comisión de los estados miembros de la Unión Europea (2006) retoma la competencia como “una combinación de conocimientos, capacidades y actitudes adecuadas al contexto”; por otro lado, en el proyecto Tuning (2007) se plantea que “las competencias representan una combinación dinámica de atributos -con respecto al conocimiento y su aplicación, a las actitudes y a las responsabilidades- que describen los resultados del aprendizaje

de un determinado programa, o como los estudiantes serán capaces de desenvolverse al analizar el proceso educativo”.

Sin desconocer la complejidad del concepto de competencia, para el EXIM se ha definido como el *saber hacer* complejo que resulta de la integración, movilización y adecuación de capacidades y habilidades cognitivas, afectivas, psicomotoras y sociales, así como de conocimientos empleados eficazmente en situaciones que tengan una característica común (ACOFI, 2007). Así la competencia está conformada por conocimiento y habilidades.

De manera específica para las ciencias naturales, en el proyecto europeo, la competencia alude a la capacidad de utilizar el conjunto de los conocimientos y la metodología empleados para explicar la naturaleza, con el fin de plantear preguntas y extraer conclusiones basadas en pruebas. En materia de tecnología se entiende como la aplicación de dichos conocimientos a los deseos o necesidades humanas. En tal medida, las competencias científica y tecnológica entrañan la comprensión de los cambios causados por la actividad humana y la responsabilidad de cada individuo como ciudadano. En general las competencias del área de química, se encuentran altamente fundamentadas en las habilidades y destrezas teóricas y experimentales, así como en la investigación científica (Tuning, 2007).

En lo referido a ciencia y tecnología, los conocimientos esenciales comprenden el conocimiento de los principios básicos de la naturaleza, de los conceptos, principios y métodos científicos fundamentales y de los productos y procesos tecnológicos, así como una comprensión de la incidencia que tienen la ciencia y la tecnología en la naturaleza (Acevedo, 1998). A posteriori, estas competencias deberán permitir a cada persona comprender

mejor los avances, las limitaciones y los riesgos de las teorías científicas, las aplicaciones y la tecnología en las sociedades en general (en cuanto a la toma de decisiones, los valores, las cuestiones morales, la cultura, entre otros).

En el área de química, las capacidades se refieren a la habilidad para utilizar y manipular herramientas y máquinas tecnológicas, así como datos científicos con el fin de alcanzar un objetivo o llegar a una decisión o conclusión a partir de las pruebas. Además de lo anterior, las personas deben ser capaces de reconocer los rasgos esenciales de la investigación científica y poder comunicar las conclusiones y el razonamiento que les condujo a ellas. Esta competencia implica una actitud de juicio y curiosidad críticos, un interés por las cuestiones éticas y el respeto por la seguridad y la sostenibilidad, en particular por lo que se refiere al progreso científico y tecnológico en relación con uno mismo, con la familia, con la comunidad y con los problemas globales.

En el contexto nacional, se afirma que las competencias científicas pretenden propiciar el desarrollo de las habilidades científicas y de las actitudes requeridas para explorar hechos y fenómenos; analizar problemas; observar y obtener información; definir, utilizar y evaluar diferentes métodos de análisis, compartir los resultados, formular hipótesis y proponer soluciones, es decir, comprender para, si es el caso, poder transformar su propia realidad (MEN 2005).

En consideración a lo presentado, se señala que importante incluir química como materia básica en todas las ingenierías y establecer su relación con las competencias desarrolladas, desde la fundamentación de los campos conceptuales del EXIM y las competencias que se evalúan. La química sin duda está presente ampliamente en el mundo moderno, en la medida en que dependemos de sus aplicaciones y avances (Nakamatsu, 2012); pese a este hecho una buena parte de quienes se forman en una universidad no se aproximan a este conocimiento. En Colombia, como se aprecia en la revisión presentada en un apartado previo, la mitad de los programas de ingeniería no incorporan química dentro de sus materias básicas.

Siguiendo a Albéniz, Saavedra, García, Carrillo y Reinoso (2009, p.40) esta ciencia contribuye al desarrollo de competencias genéricas y específicas.

En el caso de las competencias genéricas se señalan las referidas a:

1. Capacidad de conocer y manejar información química, la cual es considerada la ciencia central por la diversidad de aplicaciones que posee, con lo que consigue un vasto conocimiento que ofrece la posibilidad de aprender métodos y teorías para resolver problemas en diversos contextos.
2. Aplicar los conocimientos que implican saber química para identificar, formular y resolver problemas que integran diversas variables, logrando así capacidad para integrar conocimientos.
3. Comprender el efecto de las actividades ingenieriles en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable.
4. Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para un adecuado desarrollo profesional.

Por otro lado, en relación con las competencias específicas, resultado del aprendizaje de la química en términos de capacidades, habilidades y actitudes acorde con los mismos autores (Albéniz et al, 2009, p. 40) remiten a:

1. Conocer, entender y utilizar los principios de química general
2. Implementar trabajo en el laboratorio químico, trasladando los conocimientos teóricos al laboratorio, relacionando los contenidos con el mundo real.
3. Manipular productos químicos con seguridad y reconocer e implantar buenas prácticas de medida y experimentación.
4. Valorar el impacto de los procesos, en los que regularmente hay involucradas sustancias químicas, sobre el medio ambiente.

De manera complementaria, se tiene que el proyecto Tuning incluye 16 competencias específicas que se proponen necesarias para formar en el área de Química, las cuales se pueden ver reflejadas parcialmente en un curso de Química General para ingenierías, estas competencias son:

1. Capacidad para aplicar conocimiento y comprensión en química a la solución de problemas cualitativos y cuantitativos.

2. Comprender conceptos, principios y teorías fundamentales del área de química.
3. Capacidad para interpretar y evaluar datos derivados de observaciones y mediciones relacionándolos con la teoría.
4. Capacidad para reconocer y analizar problemas y planificar estrategias para su solución.
5. Habilidad para desarrollar, utilizar y aplicar técnicas analíticas.
6. Capacidad de mantenerse actualizado en los avances propios del desarrollo de la química.
7. Capacidad para la planificación, el diseño y la ejecución de proyectos de investigación.
8. Dominio de la terminología química, nomenclatura, convenciones y unidades.
9. Conocimiento de las principales rutas sintéticas en química.
10. Conocimiento de otras disciplinas científicas que permitan la comprensión de la química.
11. Habilidades en el seguimiento a través de la medida y observación de propiedades químicas, eventos o cambios y su recopilación y documentación de forma sistemática y fiable.
12. Dominio de las buenas prácticas de laboratorio.
13. Capacidad de actuar con curiosidad, iniciativa y emprendimiento.
14. Conocimiento, aplicación y asesoramiento sobre el marco legal en el ámbito de la química.
15. Habilidad para aplicar los conocimientos de la química en el desarrollo sostenible (Tuning, 2013, p.23).
16. Comprensión de la epistemología de la ciencia.

En el examen intermedio se tomará la organización de las competencias en básicas, genéricas y específicas (Corominas, 2001). Las competencias básicas son aquellas que tratan sobre la comprensión y las destrezas necesarias para lograr objetivos personales

y participar efectivamente en la sociedad, las genéricas son las que no están ligadas a ningún desempeño en particular, sino que son transversales al currículo y las específicas son las propias de cada área del saber.

Es necesario aclarar que en los resultados del examen solo se dará cuenta de las competencias genéricas y las específicas serán agrupadas alrededor de las genéricas; se utilizarán en particular para facilitar el diseño de las preguntas en cada campo conceptual.

Las competencias genéricas que se evaluarán en la prueba EXIM son: Capacidad de abstracción, análisis y síntesis, capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica y capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. La selección ha tenido en cuenta su relación con los contenidos y técnicas de las ciencias básicas como la posibilidad de evaluarlas en una prueba de este tipo.

A continuación se hace una presentación de cada una de las competencias definidas para el EXIM y su particularidad para el área de química y en concordancia con las propuestas por Tuning América Latina (2013):

- **Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.** Se interpreta la abstracción como el proceso mental mediante el cual se determinan características comunes a diferentes objetos o las relaciones existentes entre ellos, la materialización de esa característica o relaciones mediante ideas y la posibilidad de trabajar con las ideas independientemente de los objetos que están representados por ellas. En el proceso de abstracción está implícito el análisis (dividir el todo en tantas partes como se pueda, hasta llegar a los elementos más simples) y la síntesis (construcción de un todo a partir de los distintos elementos, a la luz de teorías específicas). En química la abstracción se evidencia cuando al momento de enfrentarse el estudiante a la necesidad de explicar un fenómeno, él puede generar un modelo interpretativo del mismo, lo cual le permite la fragmentación de este en sus variables y la planificación de cómo estudiarlo.
- **Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.** Es la capacidad de emplear adecuadamente modelos interpretativos de fenómenos de la naturaleza y hacer

uso de ellos correctamente al momento de enfrentarse a un problema. En química, ella se hace visible cuando un estudiante al enfrentarse a una situación problémica hace uso de los conocimientos, conceptuales o procedimentales, para generar una forma particular de abordar un problema.

- **Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.** Es la capacidad para reconocer los elementos constitutivos de un problema, construir posibles vías de solución a la luz de sus variables y desarrollar procesos planificados y sistematizados de resolución. En química se hace visible cuando el estudiante plantea de manera clara las variables que determinan al problema, y a partir de ellas puede formular hipótesis. Con base en estas diseña el procedimiento a seguir y lo lleva a cabo con rigurosidad y sistematicidad.

En relación con los dominios conceptuales, considerando la posibilidad de un curso de Química General común a todas las ingenierías, con una dedicación de por lo menos seis créditos, lo cual permitiría distribuir cuatro horas para teoría y dos horas para el laboratorio, o en su defecto tres créditos para cada modalidad, es posible desarrollar las competencias anteriormente formuladas.

A partir de las propuestas de contenidos de un curso de química general, como las de Spencer (1992), la de Prescott (2013) y Molina, Carriazo & Farias (2011) y apoyado en la revisión de los microcurrículos revisados, una propuesta de curso obligatorio universitario de química se puede desarrollar en torno a dos dominios conceptuales, Materia y Energía, sobre los cuales se agrupan los contenidos básicos mostrados en la Tabla 2.

Tabla 2.

Dominios conceptuales y contenidos temáticos del EXIM para el área de Química.

Dominio conceptual	Contenidos temáticos
Materia	1. Propiedades generales de los materiales: caracterización y cuantificación (medidas). Estructura atómica de la materia, modelos atómicos y partículas elementales. 2. Lenguaje químico. Nomenclatura general de la química inorgánica y orgánica. Lenguaje básico utilizado para comunicar química. 3. La reacción química: estudio cualitativo (aproximación desde la cinética y el equilibrio) y cuantitativo desde la Estequiometría. Tipos de reacciones. 4. Enlace químico: tipos y propiedades desde el estudio de los materiales. Geometría molecular (estructura tridimensional de las moléculas) y fuerzas intermoleculares. 5. Disoluciones: solubilidad de los materiales y unidades de concentración. Las reglas de solubilidad. 6. Estados de la materia: cambios de estado en los materiales y diagramas de fases. Leyes de los gases. 7. Química de las propiedades ácido-base: conceptos de pH, pH en ácidos y bases, y sistemas amortiguadores.
Energía	1. Conceptos termodinámicos: energía, temperatura, entropía, entalpía, calor y sistema. 2. Termodinámica de las reacciones químicas: conceptos y cálculos de entalpía, entropía y energía libre. 3. Estudios termodinámicos de los cambios: espontaneidad, cambios de fases, presión de vapor y calorimetría.

Los dominios conceptuales propuestos están totalmente unidos al desarrollo y definición de la química. De hecho a partir de la definición del área se pueden sustentar los dominios conceptuales que se presentan para el EXIM, ya que se considera que “la Química es el estudio de la materia y los cambios que ocurren en ella”. (Chang, 2007, p.4). Esta definición es posible ampliar un poco más sin perder el aspecto

sustancial en el cual se considera **materia** y **cambios** (energía), así:

“Ciencia que se ocupa de las propiedades, composición y estructura de las **sustancias** (elementos y compuestos: **materia**), las reacciones y transformaciones que sufren, y la **energía** liberada o absorbida durante esos procesos”

Aunque los campos temáticos de la química pueden llegar a ser innumerables, según el detalle con el que se quieran presentar, existen dos caras de una misma moneda que aborda la química: la **materia** y la **energía**. Por otra parte, no obstante el hecho de que la energía sea el concepto más incluyente (Doménech, Gil Pérez, Gras, Guisasola, Martínez Torregrosa, Salinas, 2001), la materia se toma como temática de mayor importancia en un primer curso universitario de química. Además de lo anterior, las sustancias y sus transformaciones sustentan dos grandes campos conceptuales de la química, y aunque se puedan hacer abordajes separados entre materia y energía, es de entenderse que todo cambio en la materia va acompañado de un cambio de energía.

Referencias Bibliográficas

Química

ABET. (2004–2005). Engineering Accreditation Commission of U.S. Accreditation Board for Engineers and Technologists (ABET). *Criteria For Accrediting Engineering Programs*. Recuperado de <http://www.abet.org/Linked Documents- UPDATE/Criteria and PP/E001 05-06 EAC Criteria 9-15-05.pdf>

Acevedo, J. A. (1998). Análisis de algunos criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 16, 3, 409-420.

ACOFI, (2007). *El ingeniero colombiano del año 2020. Retos para su formación*. Bogotá, Colombia: Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

ACOFI, (2014). Consideraciones generales. Recuperado en <http://www.acofi.edu.co/la-asociacion/quienes-somos/>

Albéniz, J., Saavedra, P., García, R., Carrillo, I. & Reinoso, C. (2009). La química vuelve a la selección: se considera básica. En Martínez, J & Pinto, G (Ed.), *La Química como materia básica de los Grados de Ingeniería* (pp. 39-48). Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.

Celis, G. J. E. (2013). *El futuro del sistema de aseguramiento de la calidad de la educación superior en Colombia: recomendaciones para su fortalecimiento*. Bogotá, Colombia: Acevedo Impresores Ltda.

Chang, R. (2007). *Química*. China: Mc Graw-Hill.

Chen, H. T. (2005). *Practical Program Evaluation: Assessing and improving planning, implementation and effectiveness*. Sage Publications

CNA (2014). Boletín estadístico CNA. Cifras del sistema nacional de acreditación a 30 de junio de 2014. Consejo Nacional de Acreditación. Bogotá: Colombia.

Corominas, E. (2001). Competencias genéricas en la formación universitaria. *Revista de Educación*, 325, 299-321.

Doménech, J. L.; Gil Pérez, D.; Gras, A.; Guisasola, J.; Martínez Torregrosa, J.; Salinas, J. (2001). La enseñanza de la energía en la educación secundaria. Un análisis crítico. *Revista de Enseñanza de la Física*, 14 (1), 45-60.

Ministerio de Educación Nacional. (2005). Educación superior, competencias y evaluación. Boletín informativo, No 5. Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional.

Ministerio de Educación Nacional. (2001). Decreto 0792 de 2001. Por el cual se establecen estándares de calidad en programas académicos de pregrado en Ingeniería. Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional.

Ministerio de Educación Nacional. (2009). Decreto 4216 de 2009 “Por el cual se modifica el Decreto 3963 de 2009 “Por el cual se reglamenta el Examen de Estado de Calidad de la Educación Superior”. Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional.

Molina, M. F., Carriazo, J. G & Farias, D. (2011). Actitudes hacia la química de estudiantes de diferentes carreras universitarias en Colombia. *Química Nova*, 34, 9, 1672-1677.

Nakamatsu, J. (2012). Reflexiones sobre la Enseñanza de la Química. *En Blanco & Negro*, 3 (2), 38-46.

Prescott (2013). Green Goggles: Designing and Teaching a General Chemistry Course to Nonmajors Using a Green Chemistry Approach. *Journal of Chemical Education*, 90 (4), 423-428.

REAL DECRETO, (2007). Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. BOE Núm. 260, 30 de octubre de 2007, pág. 44037. Recuperado en <http://www.boe.es/boe/dias/2007/10/30/pdfs/A44037-44048.pdf>.

Rodríguez , O. R. (2013). La evaluación objetiva en ingeniería aportes en procesos de evaluación y mejora curricular. Innovación en investigación e innovación en ingeniería. Septiembre 24 a 27 de 2013. Cartagena de Indias: Colombia.

Spencer, J. N. (1992). General chemistry course content. *Journal of Chemical Education*, 69 (3), 182-184.

TUNING. (2007). Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina. Informe final -Proyecto Tuning- América Latina 2004-2007.

TUNING, (2013). Proyecto Tuning América Latina Educación Superior en América Latina: reflexiones y perspectivas en Química. Gustavo Pedraza Aboytes (Ed.). Bilbao, España: Publicaciones de la Universidad de Deusto.

Vargas, F. (2000). De las virtudes laborales a las competencias clave: un nuevo concepto para antiguas demandas. *Boletín Técnico Interamericano de Formación Profesional*, 149, 9-

24. Recuperado en [http://www.oei.es/etp/virtudes laborales competencias clave vargas.pdf](http://www.oei.es/etp/virtudes_laborales_competencias_clave_vargas.pdf).