

## COMPETENCIAS PROFESIONALES INTEGRALES EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS ANTE LOS RETOS GLOBALES

E. Michel Valdivia<sup>1</sup>  
T. G. Avalos Munguía<sup>2</sup>  
C. Pelayo Ortiz<sup>3</sup>

### RESUMEN

Las competencias profesionales se han posicionado de manera importante en los perfiles de egreso de los programas de ingeniería, dadas las tendencias actuales de los modelos educativos. El concepto de competencia profesional integral incluye además de los conocimientos disciplinares y sus habilidades, las actitudes y los valores. Los retos globales incluyen el desarrollo de dichas competencias en los egresados. Este trabajo tiene como objetivo general que los alumnos identifiquen y asuman los elementos que conforman la competencia profesional integral de ingeniería, usando para ello, conceptos concretos que lleven a la reflexión durante el desarrollo de sus competencias al enfrentar retos globales. La metodología utiliza una dinámica aplicada en grupos de primer ingreso y de nivel superior de ingeniería, en donde se hace un análisis de conceptos de competencia profesional para establecer su pertinencia en los alumnos a través de una auto-evaluación. La auto-percepción de los alumnos indica que ellos asumen tener o no tener las competencias, actitudes y valores planteados. Destacan como competencias fuertes la capacidad de trabajo, el uso de la informática y las telecomunicaciones y como competencias débiles la comunicación en inglés, la innovación y la conciencia social.

### ANTECEDENTES

Dadas las tendencias actuales de los modelos educativos, los perfiles de egreso de los programas de ingeniería están considerando de manera importante las competencias profesionales. En este estudio, el concepto de competencia profesional integral que se plantea como hipótesis principal representa los saberes prácticos, teóricos y formativos (Huerta, 2014) del ingeniero; sus componentes son los siguientes: las competencias particulares de ingeniería, las competencias genéricas, las actitudes y los valores (ver Figura 1). Las genéricas son las que se comparten entre varios campos profesionales, mientras que las particulares son exclusivas de un campo profesional, en este caso de ingeniería.

Por otra parte, con relación a los retos globales para el desarrollo social en la actualidad, existen estudios a escala mundial que miden los determinantes de la competitividad de las naciones (Benzaquen, 2010). Estos estudios reportan que entre los retos globales actuales a los que nos enfrentamos están: la capacidad de innovación, la calidad de la investigación científica, la capacidad tecnológica y de comunicaciones, la disponibilidad de científicos e ingenieros, la sustentabilidad ecológica, económica y social (Foladori, 2007). Si a estos retos sumamos la diversificación de la oferta de empleos que abre las fronteras de nuestro país a profesionales inmigrantes capacitados, quienes generan un desplazamiento de egresados de este país que no están capacitados a la par de los extranjeros, por lo que resulta sumamente importante la formación en competencias profesionales integrales de nuestros egresados.

<sup>1</sup> Coordinador de Programas Docentes del CUCEI de la Universidad de Guadalajara, enrique.michel@cucei.udg.mx

<sup>2</sup> Profesora del Departamento de Ingeniería Química del CUCEI de la Universidad de Guadalajara, tavalosm52@gmail.com

<sup>3</sup> Director de la División de Ingenierías del CUCEI de la Universidad de Guadalajara, carlos.pelayo@cucei.udg.mx

Estos retos requieren que los egresados de ingeniería estén cada vez mejor preparados como profesionales que solucionan problemas diversos de procesos y de tecnología. Estas soluciones implican actitudes y valores como la ética, la sustentabilidad y la conciencia social. La competencia profesional integral pretende dar la respuesta a estos retos. Esta competencia se debe promover en la formación de los alumnos desde los primeros años de una carrera de ingeniería, ejemplo de experiencia de este trabajo.

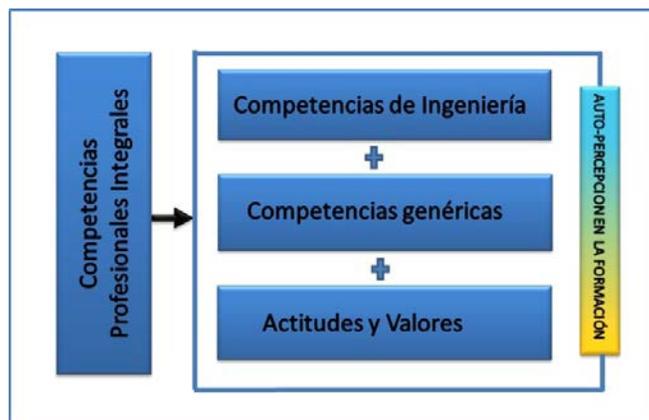


Figura 1. Competencias profesionales integrales

Este trabajo tiene como objetivo general que los alumnos identifiquen y asuman los elementos que conforman la competencia profesional integral de ingeniería, usando para ello, conceptos concretos que lleven a la reflexión durante el desarrollo de sus competencias al enfrentar retos globales. Como objetivos específicos, se pretende primero que los alumnos identifiquen las competencias, actitudes y valores asociados a su carrera; y como segundo que los alumnos se auto-evalúen para establecer el grado de pertenencia a cada uno de los elementos que conforman su competencia profesional integral. El tercero es comparar la percepción de las competencias asumidas de los alumnos de primer ingreso y los de grado superior.

## METODOLOGÍA

Se realiza una dinámica de grupo consistente en el análisis por parte de los alumnos acerca de conceptos de competencia profesional para establecer su posible pertenencia a través de una auto-evaluación. Los conceptos utilizados se clasificaron de acuerdo a los elementos que componen la competencia profesional integral.

En el caso ejemplo, los alumnos que participan son de la carrera de Ingeniería Química; de ahí que las competencias particulares pertenecen a este campo profesional. Las competencias genéricas que se utilizan en este estudio, se enlistan en la Tabla 1, conceptos base para la dinámica (Villa, A., 2007) (Proyecto Tuning para América Latina, 2007).

Tabla 1. Competencias genéricas (CG)

CG1	Uso de la informática y telecomunicaciones (TIC)
CG2	Pensamiento Creativo
CG3	Capacidad de trabajo
CG4	Resolución de problemas
CG5	Comunicación en inglés
CG6	Trabajo en equipo
CG7	Comunicación verbal y escrita
CG8	Capacidad para tomar decisiones
CG9	Capacidad de aprender por cuenta propia
CG10	Pensamiento crítico
CG11	Cultura de calidad
CG12	Capacidad de análisis, síntesis y evaluación

Cada una de las competencias genéricas se presenta con una definición, que los alumnos en equipo de tres personas identifican y seleccionan de entre todas las competencias como un primer ejercicio de reflexión. En la Tabla 2, se presentan los ejemplos de dos de las definiciones (Villa, A., 2007).

Tabla 2. Ejemplos de definiciones de competencia genérica.

CG4 Resolución de problemas
Capacidad para identificar, analizar y definir los elementos significativos que constituyen un problema para resolverlo con criterio y de forma efectiva.
CG6 Trabajo en equipo
Participar y colaborar en las tareas del equipo y fomentar la confianza, la cordialidad y la orientación a la tarea conjunta.

Posteriormente se les presentan las definiciones operacionales de las mismas competencias genéricas en desorden para que identifiquen y seleccionen las correspondientes a las definiciones originales. La discusión de este ejercicio en equipo y bajo la supervisión y orientación del profesor promueve que la reflexión como pensamiento crítico y la honestidad se lleven a un nivel de aplicación, de experiencia personal y en un momento dado, a la toma de decisión sobre asumir si se tienen las competencias descritas, en qué medida se utilizan o en si en definitiva no se tienen. Los alumnos contestan un formato de rúbrica con cinco niveles de dominio: nulo, bajo, regular, bien y notable. Se presentan dos ejemplos de las definiciones operacionales en la Tabla 3. (Villa, A., 2007).

Tabla 3. Ejemplos de definiciones operacionales de competencias genéricas.

CG4 Resolución de problemas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para identificar los problemas.</li> <li>• Lee y/o escucha activamente. Hace preguntas para definir el problema planteado..</li> <li>• Recoge la información significativa que necesita para resolver los problemas con base en datos y no solo opiniones subjetivas.</li> <li>• Sigue un método lógico de análisis de la información.</li> <li>• Sigue un método lógico para identificar las causas de un problema y no quedarse en los síntomas.</li> <li>• Presenta diferentes opciones alternativas de solución ante un mismo problema y evalúa sus posibles riesgos y ventajas.</li> <li>• Diseña un plan de acción para la aplicación de la solución escogida.</li> </ul>

CG6 Trabajo en equipo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realiza las tareas que le son asignadas dentro del grupo en los plazos requeridos.</li> <li>• Participa de forma activa en los espacios de encuentro del equipo, compartiendo la información, los conocimientos y las experiencias.</li> <li>• Colabora en la definición, organización y distribución de las tareas de grupo.</li> <li>• Se orienta a la consecución de acuerdos y objetivos comunes y se compromete con ellos.</li> <li>• Toma en cuenta los puntos de vista de los demás y retroalimenta de forma constructiva.</li> </ul>

Por otra parte, las competencias particulares se presentan en la Tabla 4, su orden está basado en el currículo propuesto del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química, carrera a la que pertenecen los estudiantes participantes del estudio; así como en el temario del examen de egreso de Licenciatura en Ingeniería Química del EGEL-INQU del Centro Nacional de Evaluación (CENEVAL, 2015).

Tabla 4. Competencias Particulares (CP) de Ingeniería Química

CP1	Realicen balances de materia y energía en procesos.
CP2	Estimen funciones termodinámicas de sustancias puras y de mezclas.
CP3	Apliquen modelos de transferencia de momentum, calor y masa.
CP4	Apliquen los conceptos de equilibrio químico y físico.
CP5	Analicen datos experimentales cinéticos para proponer ecuaciones cinéticas apropiadas.
CP6	Propongan mecanismos de reacción con base a una ecuación cinética tipo LHHW.
CP7	Analicen operaciones unitarias de transferencia de masa
CP8	Analicen operaciones unitarias de transferencia de calor
CP9	Analicen operaciones unitarias de transferencia de momentum
CP10	Analicen reactores homogéneos intermitentes y continuos
CP11	Propongan condiciones de operación y tipo de reactor para sistemas de reacciones múltiples
CP12	Analicen reactores de flujo no ideal
CP13	Apliquen los conceptos de la tecnología del punto de pliegue a la síntesis de intercambiadores de calor
CP14	Analicen rutas químicas para la síntesis del proceso
CP15	Apliquen heurísticas para síntesis de secuencias de separación
CP16	Utilicen técnicas de optimización en diferentes situaciones de procesos
CP17	Analicen el comportamiento de sistemas dinámicos
CP18	Analicen sistemas de control sencillos basados en los modos de control proporcional, integral y derivativo

Con respecto a las actitudes y valores asociados tanto a las competencias genéricas como a las competencias particulares de ingeniería, éstas se presentan en la Tabla 5. (Villa A., 2007)

Tabla 5. Actitudes y valores (AV) en las competencias

AV1	Actuar como agentes de cambio
AV2	Responsabilidad
AV3	Compromiso con el desarrollo sostenible
AV4	Espíritu de superación personal
AV5	Respeto a las personas
AV6	Liderazgo
AV7	Innovación
AV8	Actitud emprendedora
AV9	Cuidado de la salud física
AV10	Conciencia social
AV11	Aprecio por la cultura
AV12	Visión del entorno internacional
AV13	Honestidad
AV14	Cultura de trabajo
AV15	Respeto por la naturaleza

**DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

La dinámica de aplicó a dos grupos de alumnos de primer ingreso (48 alumnos) y a dos grupos de nivel superior (59 alumnos), todos de la carrera de Ingeniería Química. Cabe señalar que en el caso de los alumnos de primer ingreso, las competencias particulares de ingeniería no se incluyeron porque están iniciando la carrera.

En la Figura 2 se muestra los resultados de la percepción de los estudiantes de primer ingreso con respecto a sus competencias genéricas. Se puede observar que las competencias más fuertes son: el trabajo en equipo (CG6), el uso de las TIC (CG1) y la capacidad de trabajo (CG3); mientras que las más débiles son: la comunicación en inglés (CG5), la cultura de calidad (CG11), así como la comunicación verbal y escrita (CG7).

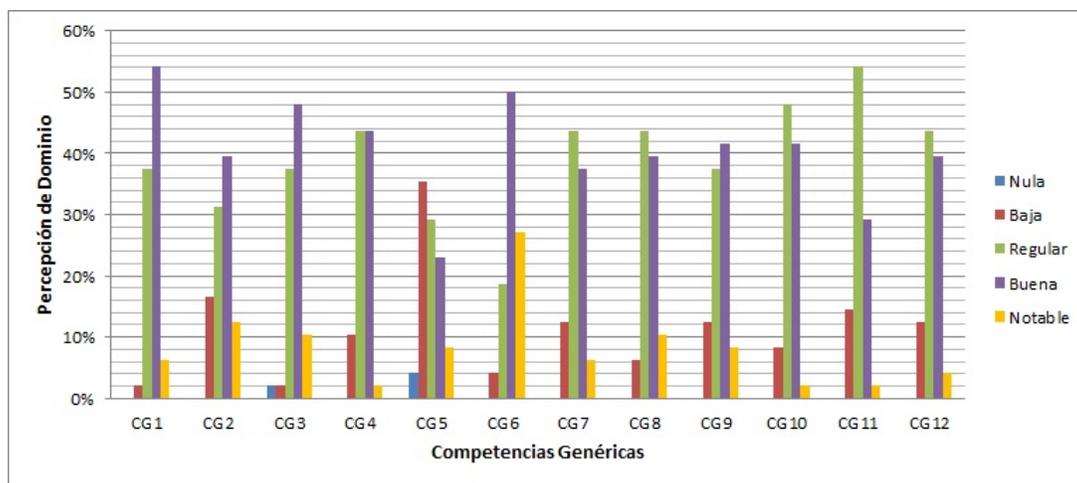


Figura 2. Competencias genéricas al ingreso de la carrera.

En la Figura 3 se muestran los resultados de la percepción de las actitudes y valores de los estudiantes de primer ingreso. Se puede observar que las actitudes y valores más fuertes

son: el espíritu de superación personal (AV4), la responsabilidad (AV2) y el compromiso con el desarrollo sostenible (AV3); mientras que las más débiles son: la conciencia social (AV10), la innovación (AV7) y el liderazgo (AV6).

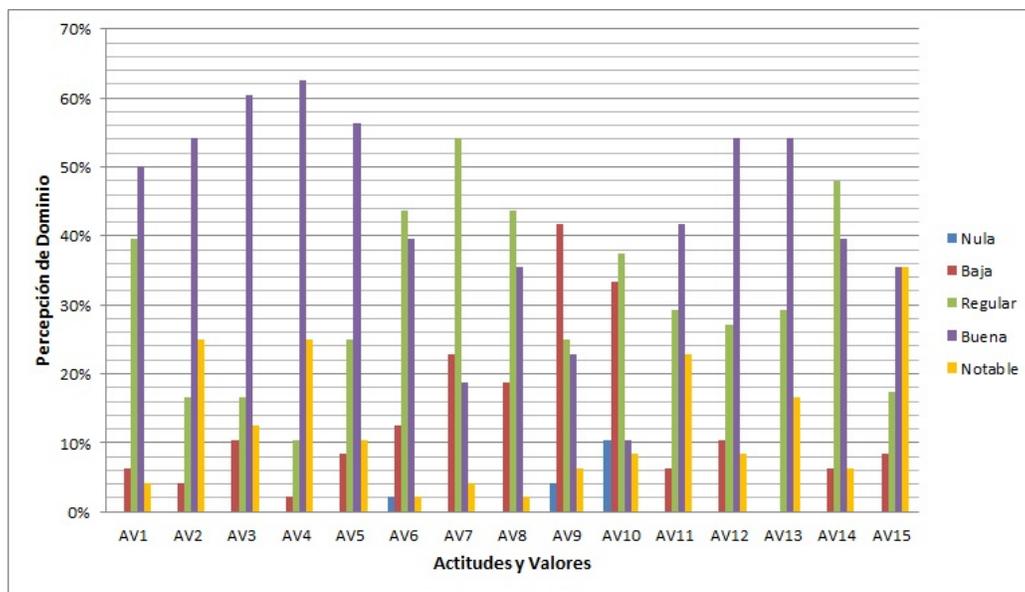


Figura 3. Actitudes y valores al ingreso de la carrera

En la Figura 4 se muestran los resultados de los alumnos próximos a terminar la carrera. Se puede observar que las competencias más fuertes son: la capacidad de trabajo (CG3), la comunicación verbal y escrita (CG7) así como el uso de las TIC (CG1); mientras que las competencias más débiles son la comunicación en inglés (CG5), la capacidad de aprender por cuenta propia (CG9) y el pensamiento creativo (CG2).

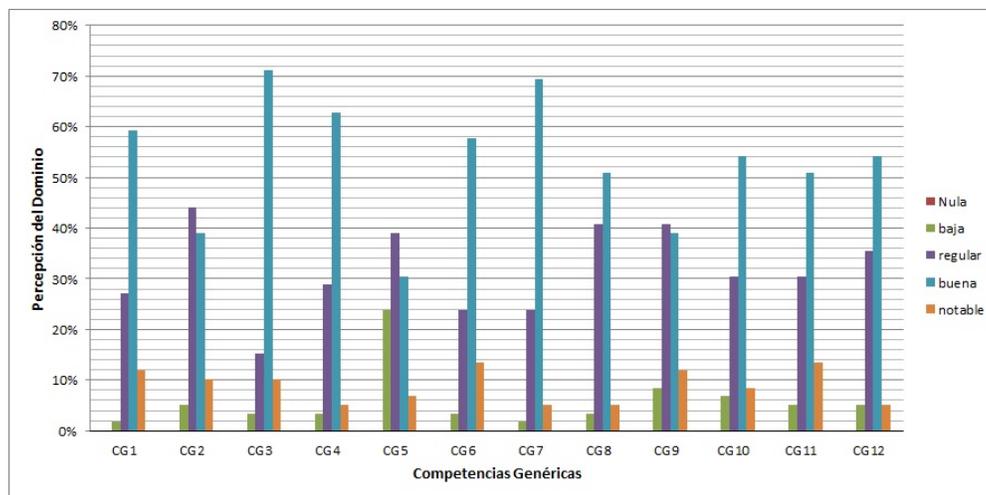


Figura 4. Competencias genéricas de los alumnos próximos a terminar la carrera

En la Figura 5 se muestran los resultados de las actitudes y valores de los alumnos próximos a terminar la carrera. Se puede observar que las actitudes y valores más fuertes son: la honestidad (AV13), el respeto por la naturaleza (AV15) y el respeto a las personas (AV5); mientras que las actitudes y valores más débiles son la innovación (AV7), la visión del entorno internacional (AV12) y la conciencia social (AV10).

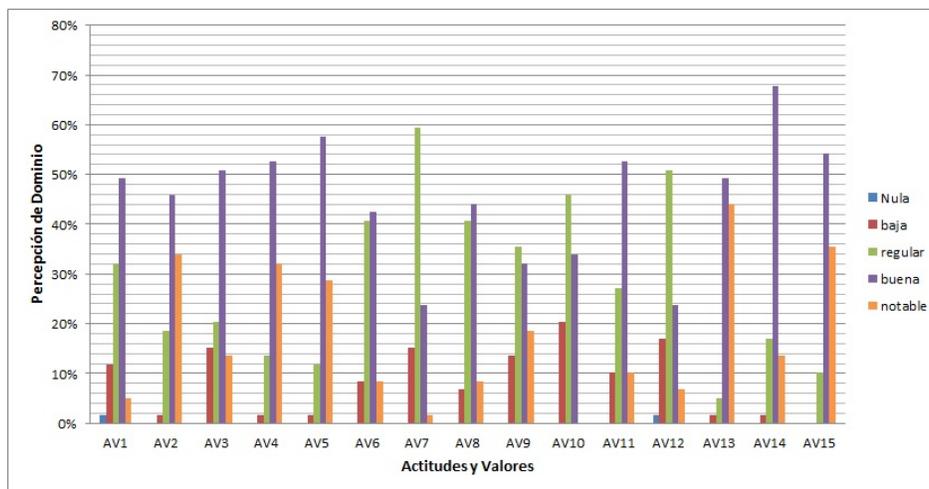


Figura 5. Actitudes y valores de los alumnos próximos a terminar la carrera.

En la Tabla 6 se muestra un resumen de las debilidades y fortalezas de dominio relacionadas con las competencias genéricas, actitudes y valores. Con respecto a las competencias genéricas, se puede observar coincidencias en las fortalezas de los alumnos de primer ingreso con los candidatos a egresar, como es el caso de la capacidad de trabajo y el uso de las TIC; en tanto que existe una coincidencia en las debilidades que es la comunicación en inglés. Con respecto a las actitudes y valores no se observan coincidencias en las fortalezas y en cambio se observan coincidencias en las debilidades como son la conciencia social y la innovación.

Tabla 6. Comparación de los resultados en la percepción de dominio de los alumnos.

Percepción de los alumnos	Competencias Genéricas		Actitudes y Valores	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
De primer ingreso	CG6	CG5	AV4	AV10
	CG1	CG11	AV2	AV7
	CG3	CG7	AV3	AV6
Candidatos a Egresar	CG3	CG5	AV13	AV7
	CG7	CG2	AV15	AV12
	CG1	CG9	AV5	AV10

En la Figura 7 se muestran las competencias particulares de Ingeniería Química asumidas por los candidatos a egresar, en donde se puede observar que las competencias más débiles son: el análisis de reactores de flujo no ideal (CP12), los conceptos de la tecnología del punto de pliegue a la síntesis de intercambiadores de calor (CP13) y la aplicación de heurísticas para síntesis de secuencias de separación (CP15); mientras que las de mayor dominio son: la realización de balances de materia y energía en procesos (CP1), el análisis

de operaciones unitarias de transferencia de masa (CP7) y el análisis de operaciones unitarias de transferencia de calor (CP8). Las debilidades enuncian temas que no se especifican en algún curso del plan de estudios o representan los temas de mayor dificultad para los alumnos, estos fueron comentarios hechos por ellos al final de la dinámica.

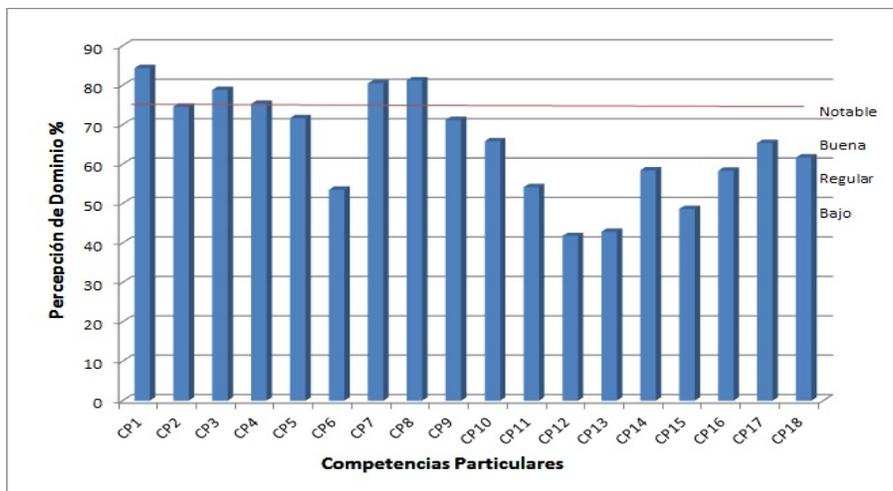


Figura 7. Competencias particulares de Ingeniería Química

La Figura 8 representa los resultados de las competencias involucradas en el concepto de competencia profesional integral de los estudiantes candidatos a egresar (que son los que han desarrollado las competencias de ingeniería). Se puede observar el nivel de dominio por cada competencia, notándose que las competencias mejor asumidas (suma de los niveles notable y buena) por los alumnos son: primero las actitudes y los valores, seguida de las competencias genéricas y luego las competencias de ingeniería; esto se podría esperar considerando que es el orden en que se han formado a lo largo de su vida escolar, sin embargo queda la observación de trabajo pendiente para desarrollar las competencias genéricas hasta alcanzar el nivel de notable.

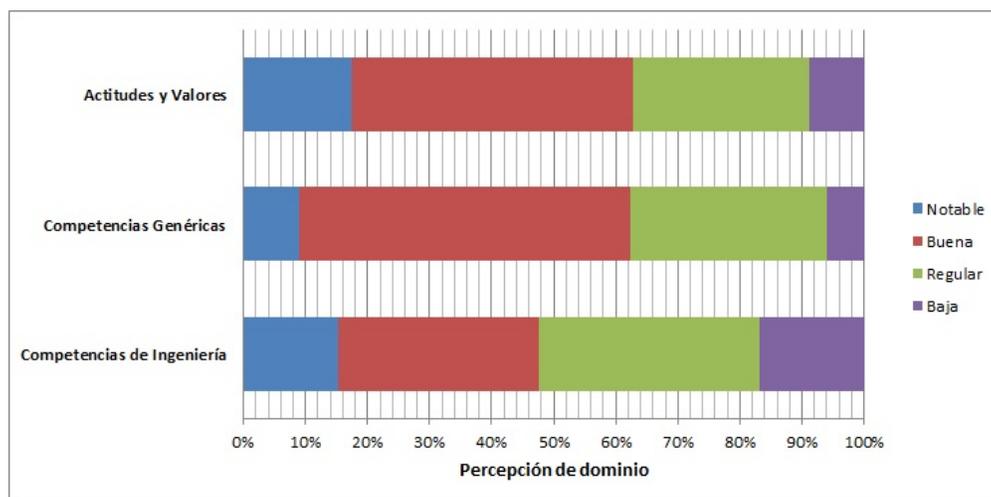


Figura 8. Comparación de los resultados como competencia integral.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, los objetivos se han cumplido ya que los alumnos identificaron las competencias y se auto-evaluaron en cuanto a su pertenencia. Es notable la permanencia a lo largo de su carrera de las competencias genéricas fuertes como es la capacidad de trabajo y el uso de las TIC, en cambio la comunicación en inglés permanece como una debilidad. Las actitudes y valores son diferentes en la percepción de los alumnos de primer ingreso con relación a los de grado superior. Los primeros se reconocen con espíritu de superación personal, responsable y comprometido con el desarrollo sostenible mientras que los segundos se reconocen honestos y respetuosos de la naturaleza y de las personas. Por otra parte la innovación y la conciencia social coinciden en ambos casos como actitudes y valores débiles.

En consecuencia, existe el reto de llevar a los alumnos a mejorar su dominio en el idioma inglés mediante la promoción de diversas alternativas de apoyo, y sobre todo recomendar su uso cotidiano en actividades académicas. Otro reto es mejorar su actitud hacia innovación, que como futuros ingenieros, se refleje en su relación con la tecnología que manifieste el cambio de usuario a transformador de la misma, una estrategia para lograr esto podría ser el desarrollo de proyectos modulares durante su carrera. El reto de mejorar su conocimiento del entorno y la problemática social global, que podría darse a través de actividades de servicio y de fomento a la lectura de la información que lo involucra como ciudadano local y mundial.

La competencia integral en los componentes evaluados presenta la necesidad como Institución Educativa de poner atención a la formación integral de las mismas, enfocarse a trabajar con las competencias genéricas hasta alcanzar el nivel de notable. Con respecto a las competencias de ingeniería, fomentar la práctica profesional antes del egreso. Las actitudes y valores se deben relacionar en todo momento con las competencias genéricas y de ingeniería para formar a un profesional íntegro.

Este estudio permite valorar que un buen inicio en las tareas de mejora de las competencias es la realización de este tipo de diagnósticos en donde los alumnos asumen en cierta medida las competencias que tienen y lo que les falta por desarrollar. Queda la gran tarea de implementar estrategias para la mejora de las competencias integrales en los estudiantes de ingeniería, especialmente las requeridas para enfrentar los retos globales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Benzaquen, J., Del Carpio, L. A., Zegarra, L. A. & Valdivia, C. A., 2010. *Un índice de competitividad para un país*. Revista CEPAL, Volumen 102
- Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior, A. C. (2015), *Guía para el sustentante, Examen General para el Egreso de la Licenciatura en Ingeniería Química (EGEL-IQUIM)*; México, CENEVAL
- Foladori G., 2007. Paradojas de la sustentabilidad: ecológica versus social. Revista Trayectorias, año IX, número 24
- Huerta, J.J., Zambrano, R., Pérez, I.S. & Matsui, O. (2014), *Pensamiento complejo en la enseñanza por competencias profesionales integradas*. Guadalajara: Editorial Universitaria.

Proyecto Tuning para América Latina (2007), *Reflexiones y Perspectivas de la Educación Superior en América Latina*; Bilbao: Universidad de Deusto

Villa, A., Poblete, M. (2008), *Aprendizaje basado en competencias, una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas*. Bilbao: Ediciones Mensajero