

## FORMACIÓN DE UN INGENIERO COMPETITIVO PARA EL SIGLO XXI

G. de J. López Arciga<sup>1</sup>

### RESUMEN

El mundo está cambiando. Esa es la constante de hoy. Este fenómeno se ve impulsado por el fenómeno globalizador. Los cambios que se observan tienen varias facetas: económicos, sociales, religiosos, culturales y políticos. Cada país cuenta con herramientas para enfrentar de la mejor manera posible a la globalización. Una de tales herramientas es la competitividad y uno de los aspectos primordiales que impacta a esta última es la educación. México presenta una problemática muy particular en este rubro. Por esta razón, en la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP) se llevó a cabo una investigación de tipo descriptivo durante el periodo de otoño de 2012 para detectar el grado de desarrollo de las competencias de los estudiantes de los últimos semestres de la carrera a lo largo de sus estudios universitarios en la institución. Se analizaron las propuestas que hacen organizaciones de ingeniería a nivel mundial para impulsar el desempeño profesional de los ingenieros y los resultados de la aplicación de los instrumentos diseñados para tal fin. Con base en los análisis se propone un modelo de formación en ingeniería para que el ejercicio de los profesionistas en esta área apalanque mecanismos de competitividad nacional. El modelo propuesto además de innovador es dinámico y se puede adaptar a otras áreas de la ingeniería e inclusive a otros campos del conocimiento.

### ANTECEDENTES

El mundo está cambiando. Esa es la constante de hoy. Este fenómeno se ve impulsado por la globalidad. Los cambios que se observan tienen varias facetas: económicos, sociales, religiosos, culturales y políticos (Ocampo, 2002). Es innegable que todos ellos se han visto fuertemente empujados por el cambio tecnológico. Por ejemplo, Internet ha conectado al mundo de tal manera que ahora se habla de analfabetismo digital.

Cada país cuenta con herramientas para enfrentar de la mejor manera posible al fenómeno globalizador. Una de ellas es la competitividad. Para medirla cada país cuenta con varios parámetros. Entre éstos se encuentran: a) la sociedad que lo forma es incluyente, educada y sana; b) el gobierno es eficiente y eficaz; y, c) su economía es dinámica y vigorosa. La educación, como se puede observar, juega un papel preponderante en la competitividad.

Sin embargo, el informe 2011 del Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO, 2011) muestra que la población económicamente activa con licenciatura en México ocupa el lugar 36, de escolaridad promedio el lugar 37, de analfabetismo el lugar 35 de 46 países analizados. México ocupa el lugar 34 en el tema de sociedad incluyente preparada y sana. Si se consideran todos los índices, México se ubica en el rubro de baja competitividad pues ocupa el lugar 32 de 46 naciones.

El reporte de competitividad mundial 2012-2013 del Foro Económico Mundial (Schwab, 2012) muestra los siguientes datos. El índice de competitividad global es de 4.4. En el tema de requisitos básicos, en el que se encuentran la infraestructura, la educación básica y el ambiente macroeconómico el índice de competitividad es de 4.6. El índice de competitividad en educación superior es de 4.1. Todos los índices en el reporte se miden en

<sup>1</sup> Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. [gerardodejesus.lopez@upaep.mx](mailto:gerardodejesus.lopez@upaep.mx).

una escala del 1 al 7. Por otro lado, en el mismo reporte se indica una serie de factores problemáticos que impiden el desarrollo de negocios en México. Uno de esos factores es el relativo a la fuerza de trabajo que participa con un 4.3%. Otro de esos factores es la insuficiente capacidad para innovar que afecta al desarrollo de negocios con un 3.7%. Es claro que la suma de todos los factores es el 100%.

Ante esta realidad algo habrá que hacer. Nuevamente, el IMCO, en su informe 2010, Competitividad Urbana 2010, sugiere 3 líneas de trabajo para promover la creación de talento y fomentar la innovación: a) cambiar la estructura y enfoques pedagógicos de la educación superior; b) replantear la conducción y gestión de las actividades de investigación universitaria; y, c) prestar atención a las demandas de los empleadores (IMCO, 2010).

Por otro lado, Michael Porter, profesor de la Universidad de Harvard, identifica para México varias fortalezas entre las que se pueden destacar a) que tiene mucha mano de obra joven y b) un alto nivel de emprendimiento. Esto debe traer como consecuencia la búsqueda de una mejor calidad de la educación superior.

En conclusión, México está inmerso en un mundo cada vez más globalizado. Para obtener las mejores ventajas de esta realidad, el país debe ser competitivo. Una sociedad educada es muestra de que una nación busca ser competitiva pues aquella impulsará un desempeño profesional de excelencia para lograr un mejoramiento económico, político y social. Pero lograr la excelencia no es fácil. Habrá que llevar a cabo cambios en la educación tradicional para que los actuales estudiantes universitarios se desarrollen competentemente para enfrentar un mundo cada vez más competitivo.

## **METODOLOGÍA**

Con el fin de identificar fortalezas y debilidades en la formación de los ingenieros civiles se llevó a cabo una investigación. A continuación se hace la descripción del proceso metodológico que se llevó a cabo para identificar y evaluar el desarrollo de las competencias entre los estudiantes de la carrera.

### **Propuestas de diversos organismos relativas al desarrollo de competencias**

Antes de iniciar con la descripción metodológica de la investigación es importante señalar que la determinación de las competencias esperadas en la formación de ingenieros civiles se llevó a cabo mediante el cruce de información de lo propuesto en el Proyecto TUNING, en la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE), en el EUCEET (European Civil Engineering Education and Training) y en el Modelo Educativo de la UPAEP. Las competencias que resultaron del cruce señalado son: Conocimientos, Comunicación, Creatividad, Ética, Humanismo, Innovación, Internacionalización, Investigación, Liderazgo, Sustentabilidad, Trabajo en Equipo y Uso de las Tecnologías de Información y Comunicación.

### **Elección del tipo de investigación**

La investigación se puede clasificar como descriptiva ya que, como lo señala Hernández (Hernández, 2010) los estudios de este tipo sirven para analizar cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno y sus componentes. En esta investigación se presenta el estudio del

desarrollo de las competencias que requieren los estudiantes de la carrera de ingeniería civil en la UPAEP para lograr el desempeño profesional que se espera de ellos en su vida productiva.

### **Descripción de comportamientos**

Con el fin de poder evaluar el grado de desarrollo de las competencias de un ingeniero civil es importante no sólo disponer de la definición de la competencia sino contar además con una descripción de los comportamientos esperados para cada una de ellas.

El perfil de un ingeniero civil egresado de UPAEP se caracterizó como ya se mencionó a través de doce competencias. Cada descripción consta de dos partes. La primera de ellas se refiere a la definición de cada competencia. La segunda está compuesta por un conjunto de frases cuya intención es expresarla en términos de comportamientos observables y medibles.

### **Elaboración del instrumento**

Una vez propuesta la lista de comportamientos se elaboró un cuestionario que contiene setenta preguntas dirigidas a los estudiantes de la carrera y que comprenden las doce competencias. Por lo tanto el instrumento consta de doce bloques de preguntas; en términos generales cada bloque está compuesto por cinco preguntas. Ahora bien, no puede ser un cuestionario de dos opciones pues el desarrollo de competencias no es absoluto; puede tener diferente grado de desarrollo. Por esta razón a cada frase se le asigna una escala Likert con cinco valores que van desde *Muy en Desacuerdo (1)* hasta la de *Muy de Acuerdo (5)*.

### **Confiabilidad y validez del instrumento**

Se llevó a cabo una prueba piloto entre estudiantes que tienen las mismas características de la población sujeto de estudio para determinar su confiabilidad y validez.

La confiabilidad se calculó con la  $\alpha$  de Cronbach. El valor de cada una de las dimensiones, es menor que el global por lo que se determina que el instrumento es confiable. Para la determinación de la validez se emplearon los supuestos propuestos por Vila, Kuster y Aldás. Al ser las correlaciones significativas y menores que el  $\alpha$  de Cronbach para cada una de las dimensiones, se concluyó que el instrumento es válido.

### **Tamaño de la muestra**

Una vez que se comprobó que el instrumento es válido y confiable se procedió a calcular el tamaño de la muestra a partir de las características de la población seleccionada. En este sentido se tomó a los estudiantes que hubieran cursado por lo menos la mitad de las asignaturas de su plan de estudios, esto es, a partir del quinto semestre. Son 77 alumnos en total los que cumplen con tales condiciones. Como es una población estratificada se tiene por tanto que el número de alumnos por semestre a los que se les debe aplicar el instrumento es de 22 alumnos de noveno semestre, 2 de octavo, 17 de séptimo, 4 de sexto y 19 de quinto, dando un total de 64 estudiantes.

### **Aplicación del instrumento**

Una vez que se diseñó la encuesta, se comprobó su validez y confiabilidad, se identificó a la población y se calculó el tamaño de la muestra, se procedió a aplicar el instrumento. Para ello se buscó dentro del listado de los alumnos inscritos en la carrera de Ingeniería Civil a aquellos que se encontraran estudiando entre el quinto y el noveno semestre en el periodo otoño de 2012. En seguida se procedió al azar para la selección de los estudiantes de cada uno de los grados con el fin de aplicar el instrumento en los cursos en donde se encontraran esos estudiantes. Si no se cubría el total de la muestra se buscaba, entonces, aplicarlo el instrumento en otro de sus cursos y así hasta completar la cuota. Una vez aplicadas las 64 encuestas se procedió al vaciado de la información en una hoja electrónica para la concentración de la información y análisis de la misma.

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Los resultados encontrados en la aplicación del instrumento en relación a cada una de las competencias se presentan a continuación.

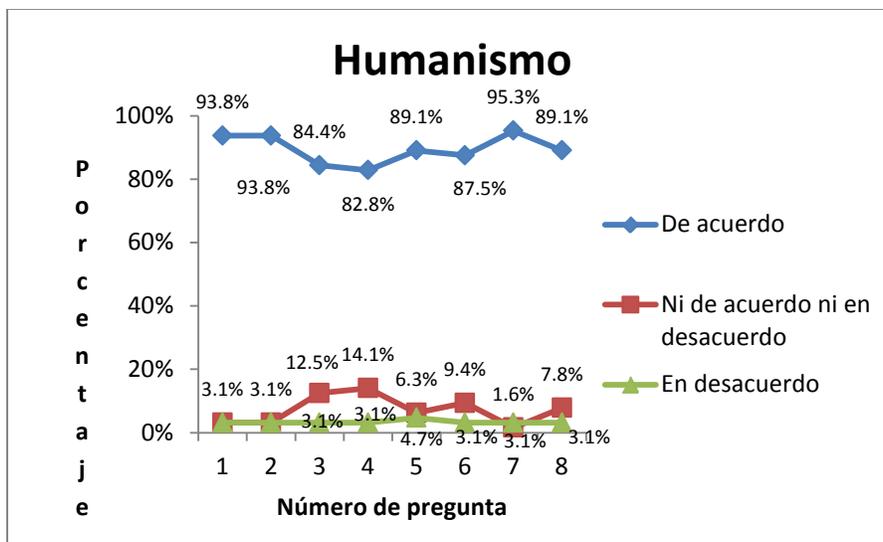
Con relación a la competencia *Conocimientos*, del valor promedio de las respuestas obtenidas el 80.1% de los estudiantes reportan una tendencia favorable hacia su adquisición, el 4.5% consideran que los conocimientos adquiridos no son suficientes y el 15.4% no estuvo ni a favor ni en contra.

Con relación a la competencia *Comunicación*, del valor promedio de las respuestas el 83.9% de los estudiantes reportan una tendencia favorable hacia su adquisición, el 3.6% consideran que la competencia adquirida no es suficiente y el 12.5% no estuvo ni a favor ni en contra.

Por otro lado, con relación a la competencia *Creatividad*, del valor promedio de las respuestas, el 79.2% de los estudiantes reportan una tendencia favorable hacia su adquisición, el 18.0% no estuvo ni a favor ni en contra en esta competencia y el 2.8% estuvo en desacuerdo.

Con relación a la competencia *Ética*, el promedio de los resultados muestran que 90.9% de los estudiantes reportan una tendencia favorable hacia su adquisición, el 5.9% no estuvo ni a favor ni en contra en esta competencia y el 3.2% estuvo en desacuerdo.

Con relación a la competencia *Humanismo* se obtuvo que del valor promedio de los resultados el 89.5% de los estudiantes reportan una tendencia favorable hacia su adquisición, el 7.3% no estuvo de acuerdo ni en desacuerdo en su adquisición y el 3.3% consideran que la competencia adquirida no es suficiente. A manera de ejemplo de los resultados obtenidos en la evaluación de competencia se muestra la Figura 1 para la competencia Humanismo.



**Figura 1. Competencia Humanismo**

Con relación a la competencia *Innovación* se obtuvo que del valor promedio de los resultados obtenidos el 78.4% de los estudiantes reportan una tendencia favorable hacia su adquisición, el 15.0% no estuvo de acuerdo ni en desacuerdo en su adquisición y el 6.6% consideran que la competencia adquirida no es suficiente.

Con relación a la competencia *Internacionalización* se obtuvo que del valor promedio de los resultados obtenidos el 70.6% de los estudiantes reportan una tendencia favorable hacia su adquisición, el 23.2% no estuvo de acuerdo ni en desacuerdo en su adquisición y el 6.2% consideran que la competencia adquirida no es suficiente.

Con relación a la competencia *Investigación* se obtuvo que del promedio de resultados obtenidos, el 84.4% de los alumnos reportan una tendencia favorable hacia su adquisición, el 13.1% no estuvo ni de acuerdo ni en desacuerdo en su adquisición y el 2.5% consideran que la competencia fue pobremente adquirida.

Con relación a la competencia *Liderazgo* se obtuvo que el 82.8% de los estudiantes encuestados reportan una tendencia favorable hacia su adquisición, el 3.8% reportan una baja adquisición y el 13.4% no estuvo ni de acuerdo ni en desacuerdo en ella.

Con relación a la competencia *Sustentabilidad* se obtuvo que el 76.3% de los estudiantes reportan una tendencia favorable hacia su adquisición, el 18.3% no estuvo ni de acuerdo ni en desacuerdo en su adquisición y el 5.4% consideran que la competencia adquirida no es la que se requiere.

Con relación a la competencia *Trabajo en equipo*, el 86.9% de los estudiantes consideran una tendencia favorable hacia su adquisición, el 1.9% consideran que la competencia adquirida es insuficiente y el 11.3% no estuvo ni a favor ni en contra de una percepción positiva en la adquisición de la competencia. Estos valores están referidos al promedio de los resultados obtenidos.

Con relación al promedio de resultados obtenidos en la competencia *Uso de TIC's* el 95.0% de los alumnos consideran que la adquisición de la competencia fue favorable, el 3.4% no estuvieron ni acuerdo ni en desacuerdo con la competencia adquirida y el 1.56% del estudiantado considera pobre la adquisición de la competencia.

### **Implicaciones de los resultados. Propuesta de un modelo**

Después de haber hecho un análisis de la situación de la formación en competencias de los estudiantes de Ingeniería Civil de la UPAEP se estuvo en posibilidad de plantear una propuesta para impulsar a los egresados de la carrera hacia un desempeño profesional de calidad. A continuación se hará una descripción muy general del modelo propuesto para la formación de un *nuevo ingeniero*; un ingeniero moderno cuya formación le permita dar respuestas pertinentes de acuerdo a las situaciones de cualquier índole que se pudieran presentar en un momento determinado de su vida profesional.

### **El corazón del modelo es la persona humana**

Un punto importante que hay que establecer desde un inicio es que el modelo que se presenta a continuación busca ser innovador. Se debe aceptar desde un principio que la parte fundamental del modelo debe estar centrada en la persona. Aunque mucho se ha hablado de este punto en los modelos educativos en general una primera propuesta de este modelo es que se debe cumplir la centralidad de la educación haciendo participar con mayor intensidad a los estudiantes en su formación profesional.

Al ser la persona el corazón del modelo, el alumno debe estar rodeado de conocimientos, herramientas y experiencias que le permitan desarrollar una formación pertinente a los tiempos además de acorde a sus necesidades y expectativas. En esta era de la globalidad, por un lado, y de la wikinomía por otro, el estudiante debe verse favorecido de todas aquellas propuestas de colaboración para que pueda incorporarse de una manera exitosa en la vida profesional.

El ingeniero deberá formarse empleando los mejores mecanismos con los que se cuenten en el momento de su desarrollo, siempre abierto a las posibilidades futuras. Además, con el constante advenimiento de herramientas tecnológicas que impulsa a la ingeniería, aquellas deben estar inmersas en sus modelos mentales para abrirse al cambio constante de su actividad profesional. Por otro lado, el estudiante de hoy, presenta ciertas características de comportamiento que obligan a las instituciones educativas a replantearse cómo deben cumplir con su función primordial pues el conocimiento, hoy más que nunca, es abierto tanto para la formación profesional como la educación continua y que es un punto importante pues el bono demográfico señala cambios casi inminentes en el número de jóvenes estudiantes que desean ingresar a una formación universitaria.

Con estas ideas en mente debe comprenderse que la función académica de la universidad debe cambiar. Es imperativo que lo haga. Las instituciones de educación superior deben atender las necesidades sociales y que en la actualidad ya no son sólo locales. Poco a poco, la globalidad que afecta a todos los quehaceres del ser humano, invadirá irremediablemente el campo educativo. Ante esta situación hay que actuar.

## Ingeniería en Desarrollo de Infraestructura

En la actualidad la carrera de Ingeniería Civil está enfocada sustancialmente a ejecutar *sólo* una parte de la infraestructura necesaria para el crecimiento de una nación. En la investigación se buscó darle un enfoque más amplio al concepto de *infraestructura*.

La palabra Infraestructura es un vocablo compuesto que está integrado por *infra* que significa debajo y *estructura*, derivada de *structus*, cuyo significado es construido. Por ello, se considera infraestructura a la parte construida por debajo de las edificaciones, para el sustento de las mismas. Extendiendo el alcance de esta definición se puede decir que infraestructura será el conjunto de medios, instalaciones o servicios fundamentales para el correcto funcionamiento de una organización o para el desarrollo de una actividad. Por eso, la infraestructura es la base material de una sociedad y la que determinará su desarrollo mediante la producción de bienes y servicios. Las inversiones en agua, saneamiento, energía, vivienda, transporte, entre otros, impulsarán la calidad de vida y la riqueza de la población. Además, la infraestructura es de suma importancia para la creación de una economía moderna.

Parte fundamental de la economía de un país es el conjunto de empresas competitivas que en él se ubican. Por eso, Michael E. Porter (2007) afirma que las empresas que innovan continuamente con el fin de crear ventajas competitivas son el sustento de un país próspero. Para crear un ambiente que promueva la innovación, Porter propone el Modelo del Diamante, que se representa en la Figura 2. En este trabajo son importantes tres vértices del mismo. Los vértices de los *factores de producción* y de la *estructura y estrategias de la compañía* señalan que las empresas serán innovadoras cuando cuenten con personas talentosas para crear nuevo conocimiento con el apoyo de nuevas tecnologías. Esto quiere decir, en otras palabras, que las personas que laboran en las compañías deben ser educadas. Educadas y con un alto grado de especialización.

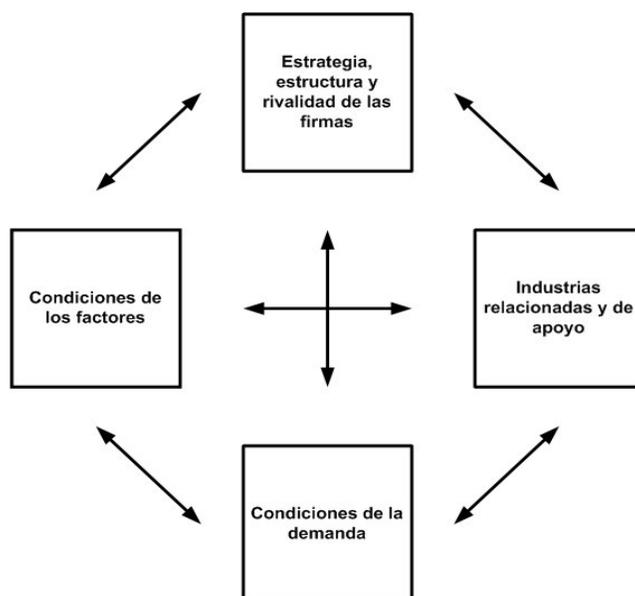
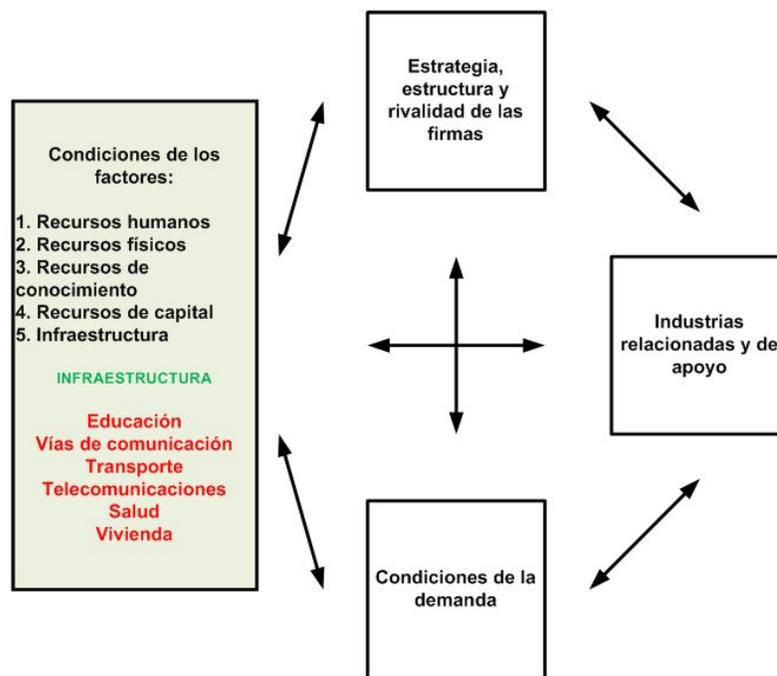


Figura 2. Modelo del Diamante de Porter

Sin embargo, esto no es suficiente. También los *factores de soporte* son fundamentales al crear un ambiente propicio para el éxito de las compañías. Uno de esos factores fundamentales es precisamente la *infraestructura* con la que cuenta un país. En ella se ubican la infraestructura de comunicaciones, de salud, de vivienda, etc., como se puede observar en la Figura 3).



**Figura 3. La Infraestructura en el Diamante de Porter**

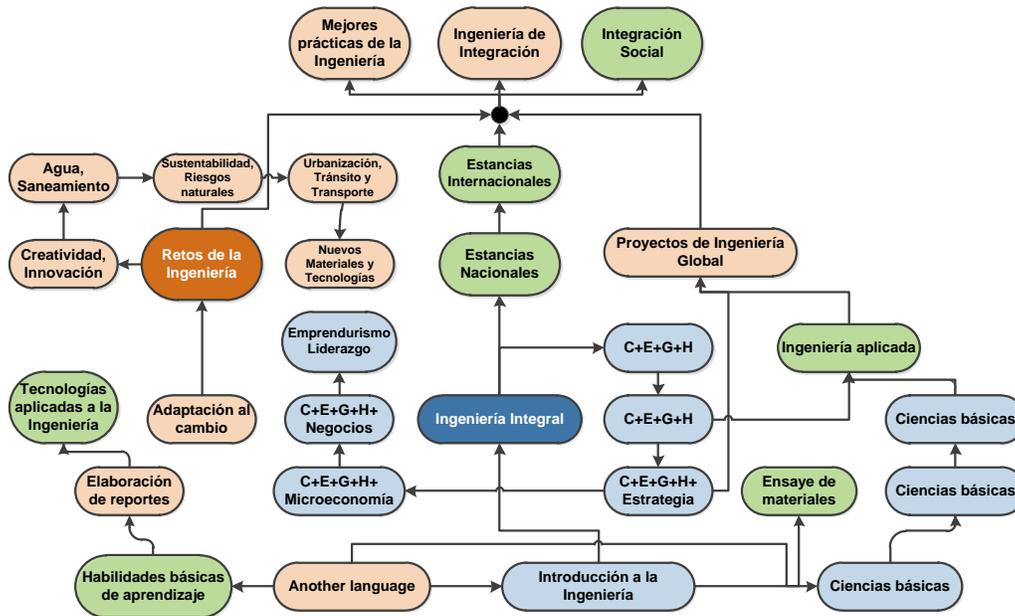
Por otro lado el Instituto Mexicano para la Competitividad, (IMCO, 2012) mide la competitividad de la República Mexicana a través de diez indicadores. Entre ellos se encuentra la *Infraestructura*. Este indicador se refiere a la cantidad y estado de aquélla en telecomunicaciones y transporte, así como al acceso de la población a las tecnologías de la información y comunicación (TIC's). El desarrollo adecuado de estos sectores es fundamental para impulsar el crecimiento económico, la inversión y la generación de empleo en las ciudades.

Finalmente, para el Foro Económico Mundial (Schwab, 2012) en su *The Global Competitiveness Report 2012-2013*, la competitividad la define como el conjunto instituciones, políticas y factores que determinan el nivel de productividad de un país. El nivel de productividad sustenta la prosperidad de una economía. Este reporte cuenta con doce elementos subdivididos en tres grupos: requerimientos básicos, potenciadores de eficiencia y factores de innovación.

Dentro de los requerimientos básicos se ubica la infraestructura. La extensión y eficiencia de ésta son factores críticos para asegurar el crecimiento de la economía, la reducción de la desigualdad y pobreza y la localización de las actividades económicas de una nación. Para

el Foro Económico Mundial tres áreas de la infraestructura son importantes: el transporte, la generación y distribución de energía eléctrica y las telecomunicaciones.

Con todas las ideas expresadas anteriormente relativas a la infraestructura se concluye que un ingeniero civil moderno debe enfocarse sustancialmente en el desarrollo de infraestructura, en el amplio concepto de la palabra, para apalancar la economía del país y generar prosperidad entre su población. La Figura 4 muestra el modelo propuesto.



**Figura 4. Mapa curricular de la carrera Ingeniería en Desarrollo de Infraestructura**

**CONCLUSIONES**

Se llevó a cabo una revisión con respecto a la medición de la competitividad de un país entre organismos nacionales e internacionales que se dedican a la cuantificación de indicadores para conocer el grado de competitividad del país en los diversos rubros que se miden, conociendo con mayor precisión aquellos en los que está directamente involucrado el tema educativo.

Se pudo constatar que la educación tiene varias áreas de oportunidad para impulsar la formación de los estudiantes como el uso intensivo de las tecnologías de la información y comunicación, la formación en valores, el desarrollo de competencias, las escuelas de tiempo completo y la dotación de bibliotecas.

Se analizaron diversas propuestas para el desarrollo de las competencias genéricas, disciplinares y profesionales que requiere un ingeniero civil para atender las necesidades de una sociedad en constante cambio. Se concluyó que las competencias que requiere un ingeniero para desempeñarse exitosamente en el siglo XXI son: Conocimientos, Comunicación, Creatividad, Ética, Humanismo, Innovación, Internacionalización, Investigación, Liderazgo, Sostenibilidad, Trabajo en equipo, Uso de las TIC's. Se identificaron los conocimientos, habilidades y actitudes que son propias de un ingeniero y

aquellas que son transversales y necesarias para su desarrollo como emprendurismo, planeación, negociación, finanzas, adaptación al cambio, servicio al cliente, responsabilidad social. Se presentaron también algunas características que deben permear al desarrollo escolar del estudiante y no sólo a un tema de la ingeniería en particular. Se analizaron las herramientas tecnológicas que impactan a la educación y a las actividades profesionales de los ingenieros. Se consideraron las características particulares de la generación Y hoy presente en las aulas universitarias.

Con el análisis de toda la información recabada en la investigación se procedió a diseñar un modelo flexible, interdisciplinario y transdisciplinario aplicable a la formación de un ingeniero con el fin de que tenga una visión moderna sobre su actividad y compromiso profesional. Para llevar a cabo el diseño del modelo se hizo una desagregación de todos los factores que inciden en la formación universitaria haciendo énfasis en aquellos que apuntan directamente a la Ingeniería Civil.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P., (2010). *Metodología de la investigación*.

Quinta edición. Perú: Mc Graw Hill.

Instituto Mexicano para la Competitividad. (2010). *Índice de competitividad urbana 2010*.

*Acciones urgentes para las ciudades del futuro*. México: Autor.

Instituto Mexicano para la Competitividad. (2011). *Índice de competitividad internacional*.

*Más allá de los BRICS*. México: Autor.

Instituto Mexicano para la Competitividad. (2012). *Índice de competitividad urbana 2012*.

*El municipio: una institución diseñada para el fracaso*. México: Autor.

Ocampo, J. (Coord.), (2002). *Globalización y desarrollo*. Brasil: CEPAL.

Porter, M., (2007), *The competitive advantage of nations*, Harvard Business Review, 85 (2) 73-91.

Schwab, K., (2012), *The Global Competitiveness Report 2012-2013*, Geneva: World Economic Forum.