

EXPERIENCIAS AL IMPLEMENTAR UN MODELO EDUCATIVO BASADO EN COMPETENCIAS PARA LA FORMACIÓN INTEGRAL DEL INGENIERO

J. E. Chong Quero¹
R. Mandujano Ponce de León²

RESUMEN

El presente trabajo da muestra de las experiencias y logros alcanzados al implementar dentro del programa académico, las competencias disciplinares y genéricas para la formación integral de los alumnos de la Licenciatura de Ingeniería en Sistemas Digitales y Robótica (ISDR) del Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México. Asimismo, se indican las diversas actividades estratégicas que se implementaron para cumplir el objetivo planteado, los diferentes instrumentos de medición que fueron utilizados a lo largo del periodo académico, así como los resultados obtenidos y las reflexiones que de estos se derivan. Considerando los resultados, se concluye que la implementación de un modelo educativo basado en competencias disciplinares y genéricas fue satisfactorio para la formación integral de futuros ingenieros. Sin embargo, aún se plantean retos futuros y posibles estrategias para darles solución y lograr un mejor desempeño. Con lo anterior, se pretende contribuir a comprender los puntos más importantes del enfoque de las competencias en el modelo adoptado actualmente con el fin de orientar el proceso de transformación educativa asociado a la implementación de proyectos en la institución en el marco de una formación integral de alumnos asociada a diversas competencias.

ANTECEDENTES

La transición de un modelo educativo centrado en competencias supone un cambio para cualquier institución educativa. Para hablar de las experiencias y logros alcanzados al implementar dentro del programa académico las competencias disciplinares y genéricas para la formación integral de los alumnos de la Licenciatura de Ingeniería en Sistemas Digitales y Robótica del Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México, es menester hacer un somero recorrido geo-cronológico que ayude a la comprensión del cómo y el porqué del enfoque por competencias en la carrera ya mencionada.

Los académicos de Estados Unidos, en su búsqueda de soluciones a una crisis nacional y mundial, en 1970 diseñaron un sistema que asegurara que los egresados de la escuela obligatoria que los preparara para la vida laboral (EDUMED, 2013). Pronto Europa y América Latina replicaron la fórmula en sus propios países. En la década de los 80 y principios de los 90, la atención estaba centrada en la educación media. A partir de 1994 la mirada se vuelve hacia la educación superior, los cambios son pocos pero perceptibles, por ejemplo en México el concepto de Universidad cambia a Sistema de Educación Superior y con ello surgen conceptos como evaluación, currículo, modelos educativos, cuerpos académicos y el crecimiento de las Instituciones de Educación Superior (IES).

A nivel mundial, en 1996 la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés) en su informe sobre la educación para el siglo XXI habla de la conjunción de las competencias adquiridas en la vida y las adquiridas en la educación formal. En 1998 en la Conferencia Mundial sobre la Educación

¹ Profesor investigador del Departamento de Mecatrónica. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. jchong@itesm.mx.

² Profesora del Departamento de Ciencias de la Conducta y Humanidades. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. rumandujano@itesm.mx.

Superior se discutió en torno a la necesidad de fomentar el aprendizaje permanente y construir competencias adecuadas para contribuir al desarrollo cultural, social y económico de la sociedad. En la misma Conferencia, la UNESCO afirma que las tareas primordiales de la educación superior están relacionadas con la generación de nuevos conocimientos, la preparación de personas altamente calificadas y el estudio de fenómenos sociales.

Desde hace dos décadas, los estudiosos de educación en el mundo, sobre todo en Europa, Canadá, Estados Unidos y América Latina se han dedicado al análisis de la educación basada en competencias, pero sobre todo a definir y comprender el concepto, los distintos enfoques que lo acompañan y su derivación en el desempeño. El proyecto Tuning en sus versiones europea y latinoamericana es un ejemplo de la dedicación de los investigadores educativos en todo el mundo (Beneitone, 2007).

La definición del concepto Competencia también ha ido evolucionando a lo largo de la historia (2013). Desde sus inicios en 1970, cuando sólo se consideraba importante la competitividad laboral, hasta el presente que es analizada desde el pensamiento complejo y se enfatiza la formación integral del educando. La Tabla 1 da muestra de ésta evolución cronológica del concepto de competencias en el mundo.

En cuanto a la definición, se entiende por competencias la actuación integral que se espera del estudiante desde el inicio y hasta el final de la formación y en el contexto (Tobón, 2006). Las habilidades, los valores y los conocimientos son elementos que se entrelazan para generar una formación integral. La combinación de estos elementos es lo que da dirección, límites y alcances a la competencia (Argudín, 2001). El contenido para cada uno de los elementos enunciados lo provee cada institución, en este caso el Modelo Educativo Tec. 21.

Las IES públicas y privadas en México, entre ellas el Tecnológico de Monterrey; se suscriben a los lineamientos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), siendo México miembro desde 1994. El Tecnológico de Monterrey ha diseñado sus programas académicos acorde a las especificaciones de la OCDE y otros organismos internacionales por lo que en el 2004 son reconocidos por el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES) de la Secretaría de Educación Pública (SEP). En el 2005 su Misión y Visión (2013) para el 2015 incluyen elementos con un enfoque por competencias, perfilándose así hacia un nuevo modelo educativo (Modelo educativo TEC 21); cuyos elementos están estructurados y encaminados a cumplir la meta de una formación integral de los estudiantes. “En él se integran los propósitos de la Misión y los valores que promueven las prácticas pedagógicas que hacen operativo este modelo y los mecanismos o recursos en que se apoya” (ITESM, 2013).

Tabla 1. Cronología del concepto de competencias en el mundo

Año	Suceso	Descripción
1970	Estados Unidos y Canadá son pioneros en la formación de educación media superior basada en competencias laborales.	Era importante asegurar que quienes terminaban la educación obligatoria (secundaria o bachillerato, según el país) tuvieran una formación académica que los preparara para el trabajo.
1980	Países industrializados diseñan un modelo de capacitación basado en competencias.	Alemania, Austria, Canadá, EU, Francia, Inglaterra, Italia, Nueva Zelanda y Japón diseñaron el modelo de capacitación basado en competencias para responder a la necesidad de migrar su economía del sector industrial al de servicio.
1992	El Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP) trae a México la educación y la capacitación basada en competencias.	Entre 1992 y 1994 la institución recibió asesoría de Canadá e Inglaterra y adquirió recursos didácticos diseñados por competencias elaborados en estos países y sus profesores se capacitaron.
1994	Cambio de enfoque en las Universidades politécnicas y tecnológicas públicas y privadas de México.	En los 90s, el concepto de universidad se convierte en Sistema de Educación Superior y con ello se acuñan conceptos como evaluación, currículo, modelos educativos, cuerpos académicos y el crecimiento de las Instituciones de Educación Superior (IES).
1996	UNESCO lanza un informe sobre la educación para el siglo XXI.	En este se habla de la conjunción de las competencias adquiridas en la vida y las adquiridas en la educación formal.
1998	Conferencia Mundial sobre la Educación Superior (UNESCO).	La declaración fue en torno a la necesidad de fomentar el aprendizaje permanente y construir competencias adecuadas para contribuir al desarrollo cultural, social y económico de la sociedad.
2000	Proyecto Tuning Europa.	Surgen los conceptos de competencias genéricas, competencias disciplinares específicas, enfoque en el aprendizaje y la evaluación de la calidad.
2004	Proyecto Tuning América Latina.	Los egresados deben poder cumplir las expectativas de empleadores dentro y fuera de América Latina. Las IES, como actor social, se enfrentan a retos y a responsabilidades en distintos países.

METODOLOGÍA

La inclusión del desarrollo de competencias disciplinares y genéricas en los programas académicos del Tec de Monterrey, responde a las demandas de los empleadores actuales y futuros (ITESM, 2013). Un análisis hecho en 2012 reveló que según la OCDE, el Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés) y la Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE), la formación académica de las nuevas generaciones en México no cumplía con las especificaciones

mínimas requeridas en términos competitividad para encarar los retos a nivel nacional e internacional (Gluyas, 2013). Dicho diagnóstico motiva la iniciativa de un nuevo modelo educativo centrado en el aprendizaje del estudiante y con la educación basada en competencias como marco conceptual del mismo. Lo que a su vez deriva en el diseño e implementación de diversas actividades estratégicas en el Plan de estudios de ISDR.

El objetivo del plan de estudios de ISDR es que el estudiante adquiera y/o desarrolle las habilidades, los saberes y los valores necesarios para encarar los retos de su vida profesional, ese es el faro que guía el perfil de egreso que se enuncia en el párrafo siguiente: “Un Ingeniero en Sistemas Digitales y Robótica es un profesionista con una alta capacidad para aprender por cuenta propia, que integra las áreas de Ingeniería Computacional, Sistemas Digitales y Robótica para generar soluciones tecnológicas innovadoras de productos electrónicos cotidianos de alto consumo como: robots, teléfonos celulares, cámaras fotográficas y de video digitales, reproductores de música y video, videojuegos; así como de aplicaciones biomédicas, industrial y de las empresas de servicio considerando su impacto social, económico y ambiental” (ITESM, 2011).

La meta que subyace en las características del perfil de egreso exige que el ingeniero en formación sepa combinar las competencias construidas a lo largo de la vida con las competencias detonadas y desarrolladas en su educación formal. Las materias académicas y las cocurriculares fomentan no sólo la inteligencia cognitiva, sino una inteligencia general apta para referirse de manera multidimensional a lo complejo; al contexto de una concepción global y una inteligencia emocional para reconocer distintas situaciones y contextos; para responder eficientemente a cada una de ellas (Gardner, 1994; Morin, 1999; Moreno, 2008).

Las competencias disciplinares a desarrollar en los alumnos de ISDR son:

- Diseñar, construir y mantener dispositivos electrónicos innovadores, y sus correspondientes sistemas de software embebido, considerando requerimientos de desempeño y sustentabilidad tales como velocidad, confiabilidad, costo y ahorro de energía, entre otros factores.
- Trabajar de manera interdisciplinaria en el diseño y construcción de robots de propósito específico para aplicaciones industriales y de servicios.
- Diseñar, programar y mantener sistemas de software para controlar dispositivos y procesos en aplicaciones que requieran inteligencia.
- Diseñar y conducir experimentos, extrapolando sus resultados hacia el desarrollo de un producto o proceso de ingeniería electrónica de manera individual y en equipo.

Por su parte, las competencias genéricas a desarrollar son: ética, ciudadanía, capacidad emprendedora e innovación, liderazgo, confianza en sí mismo, compromiso con el medio ambiente, competencia lingüística y perspectiva global.

Para discernir las competencias específicas y genéricas que se desarrollan en toda la carrera, los nueve semestres de la carrera se agruparon en tres módulos de tres semestres cada uno. Cada módulo integró las materias de los semestres correspondientes, así como determinadas actividades extra académicas en las que se pusieron de manifiesto las competencias genéricas que se construyen a lo largo de su vida estudiantil.

El objetivo del primer tercio de la carrera consistió en desarrollar en los estudiantes los cimientos de la ingeniería mediante conocimientos sólidos de ciencias básicas y ciencias aplicadas a la ingeniería para desarrollar competencias cognitivas (descriptivas, analíticas, críticas y creativas); diversos tipos de razonamiento (deductivo, inductivo, hipotético-deductivo y de resolución de problemas), competencias e inteligencia social (trabajo colaborativo, liderazgo, discusión, consenso) y competencias lingüísticas.

Lo anterior se logró a través de las diversas actividades que se llevaron a cabo en cada una de las asignaturas comprendidas en este periodo, así como con la elaboración, documentación y presentación de un proyecto integrador cuya finalidad es que el estudiante aplique y refuerce los conocimientos adquiridos en las materias que conforman el primer tercio de la carrera. De tal manera que, como lo explica Argudin (2008), las competencias se construyen en el proceso y son también una demostración final del desempeño.

En el primer tercio de la carrera (3er semestre), el alumno realiza su primer proyecto integrador. El proyecto se realiza dentro de la asignatura Sistemas digitales avanzados, bajo la técnica didáctica de Aprendizaje orientado a proyectos y mediante la cual se resuelve un problema real de aplicación de sistemas digitales. Así tanto el docente como el estudiante comprende las competencias como procesos complejos de desempeño ante problemas reales en los que está implícito el compromiso ético y ciudadano, enmarcándose en la formación integral (Tobón, 2006).

Una vez formadas las bases científico-tecnológicas en el estudiante, el objetivo del segundo tercio de la carrera consiste en desarrollar habilidades cognitivas básicas: descriptivas, analíticas, críticas y creativas; diversos tipos de razonamiento: deductivo, inductivo, hipotético-deductivo y de resolución de problemas; habilidades socializadoras tales como trabajo colaborativo, liderazgo, discusión, consenso; habilidades comunicativas: comprensión lectora, escucha activa, expresión oral y escrita; y habilidades técnicas de la ingeniería. En síntesis, el paso por este segundo tercio de la carrera favorece en el futuro ingeniero una visión que engloba aspectos humanistas, científicos, tecnológicos y sociopolíticos que le permiten entender las necesidades y retos actuales de la sociedad para su práctica profesional. El proyecto se encuentra anclado en la materia de Arquitectura de computadoras en la que se integran conocimientos de electrónica analógica y digital, así como de programación y análisis de señales.

En el tercer y último tercio de la carrera los estudiantes continúan con la construcción de las competencias del segundo tercio. Este objetivo se logra mediante las diversas actividades que se desarrollan en cada una de las asignaturas. Este es el tiempo para preparar al estudiante hacia las certificaciones. Al finalizar el noveno semestre se le pide la integración de las competencias desarrolladas durante su carrera en la elaboración, documentación y presentación de un proyecto integrador, el cual se realiza en la materia “Proyecto de robótica”.

La importancia de la evaluación diagnóstica en un modelo de educación por competencias radica en identificar las necesidades de formación y trazar el plan de acción, contrastando la

información obtenida con lo que se espera de un estudiante egresado de ISDR. Dicha evaluación se realiza en el primer semestre.

En el primer semestre de su carrera, a los estudiantes se les aplican los instrumentos de diagnóstico que permiten determinar el IPC (Índice Predictivo del Comportamiento). El IPC consiste en una serie de pruebas implementadas en el programa Pyscowin. Con base a los resultados obtenidos que se les diseña a cada alumno un Plan de vida y carrera. En este primer semestre se recomendó a los alumnos participar en las actividades cocurriculares que desarrollen las competencias en las que hayan obtenido los resultados más bajos.

Durante el segundo tercio de la carrera, los alumnos de ISDR viven dos momentos importantes en términos de la medición del desarrollo de las competencias adquiridas: una segunda evaluación para la determinación del IPC con la cual se pueden determinar ajustes al Plan de vida y carrera del alumno, además de una actividad denominada *Development*, la cual consiste en presentaciones de un proyecto final (6o semestre) ante un comité de evaluadores internos y externos. Se utiliza una serie de rúbricas para evaluar los proyectos y con ello obtener el reflejo del desarrollo de las competencias en los estudiantes.

En el último tercio de la carrera (9º semestre), se realizan tres evaluaciones a los alumnos: la presentación del Examen General de Egreso de la Licenciatura (EGEL) del Centro Nacional de Evaluación (CENEVAL), una última medición del IPC, así como una actividad denominada *Assessment*. Ésta última plantea a los alumnos candidatos a graduarse un problema actual para su análisis y solución, trabajando en equipos multidisciplinarios (con alumnos de otras carreras). Al final, los alumnos exponen sus propuestas de solución ante un comité de evaluación (interno y externo).

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados obtenidos en las diferentes etapas de evaluación de los tres tercios. En la Figura 1 se puede apreciar la variación que tuvieron las competencias genéricas en dos grupos de alumnos del IPC medido en el 1er semestre (generación que ingresó en agosto del 2011) y 5º semestre (periodo de agosto-diciembre 2013), evidentemente no se aprecia un patrón específico para determinar si hubo un incremento o decremento significativo de cada una de las competencias evaluadas entre los dos grupos de alumnos, esto probablemente sea un reflejo del tamaño de muestra utilizada para la evaluación, la cual fue reducida. Sin embargo, se puede evaluar algunos de los factores que pudieron haber influido particularmente en la variación que se observa en algunas competencias.

Los índices que evalúan las competencias de ciudadanía, capacidad emprendedora y de innovación, liderazgo, compromiso con el medio ambiente, así como en la competencia de lingüística (comunicación oral y escrita), mostraron un incremento, el cual puede ser el reflejo del trabajo realizado en las actividades cocurriculares sugeridas en el Plan de vida y carrera de cada alumno; así como de las actividades académicas y extra-académicas realizadas entre el 1er y 5o semestre. Es importante resaltar que la participación de alumnos en actividades como concursos (Social Innovation Challenge), el Ágora, el servicio social comunitario, el programa de Lectoescritura, así como su participación en el Centro de articulación social, pudieron haber impactado de manera positiva en dichos resultados.

La finalidad de estas actividades es que el estudiante aplique su capital cognitivo a favor de la transformación social de México (Sánchez, 2015), al tiempo que construye y fortalece competencias genéricas tales como lingüística, ética, ciudadanía, pensamiento emprendedor, resolución de problemas en casos reales. Además, se fomenta una cultura de voluntariado profesional en la que el estudiante se percata de la importancia de valores como la responsabilidad y, por añadidura, incrementa sus posibilidades de empleabilidad.

Por otra parte, en las competencias de confianza en sí mismos, perspectiva global, y ética mostraron un decremento mínimo. Se desconoce a ciencia cierta el motivo de tal tendencia, la cual por el tamaño de la muestra pudiera ser poco significativa; sin embargo, un posible factor de impacto puede ser la carga de trabajo excesiva a la que se enfrentan los alumnos en la última etapa de formación, situación que probablemente les permite poner poca atención a dichas competencias.

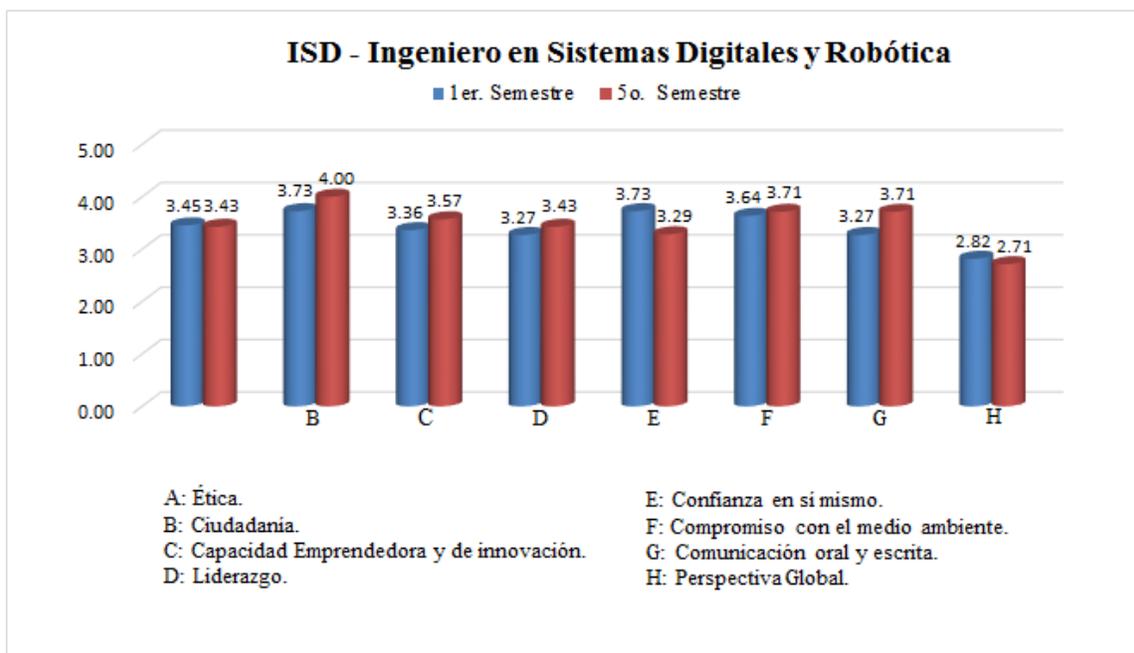


Figura 1. Comparativo de la medición de competencias genéricas en el 1o y el 5o semestre correspondientes a los años 2011 y 2013

La evaluación de las competencias en diferentes períodos a través del *Development* (Ver Figura 2), mostró un desarrollo particular para cada una. La competencia de diseñar e implementar sistemas embebidos (a), así como la de realizar efectivamente presentaciones orales de propuestas de proyectos (d), mostraron un incremento, lo cual refleja que dichas competencias han sido fortalecidas en generaciones más recientes. Por su parte, la competencia de establecer una metodología estructurada para solucionar problemas reales (b), así como la competencia de demostrar que es capaz aprender por sí mismo (e), han venido a la baja en las generaciones más recientes, siendo ésta última competencia la que ha visto un deceso más importante. En el resto de las competencias no se puede apreciar una tendencia clara, ya que carece de evaluación continua de las competencias.

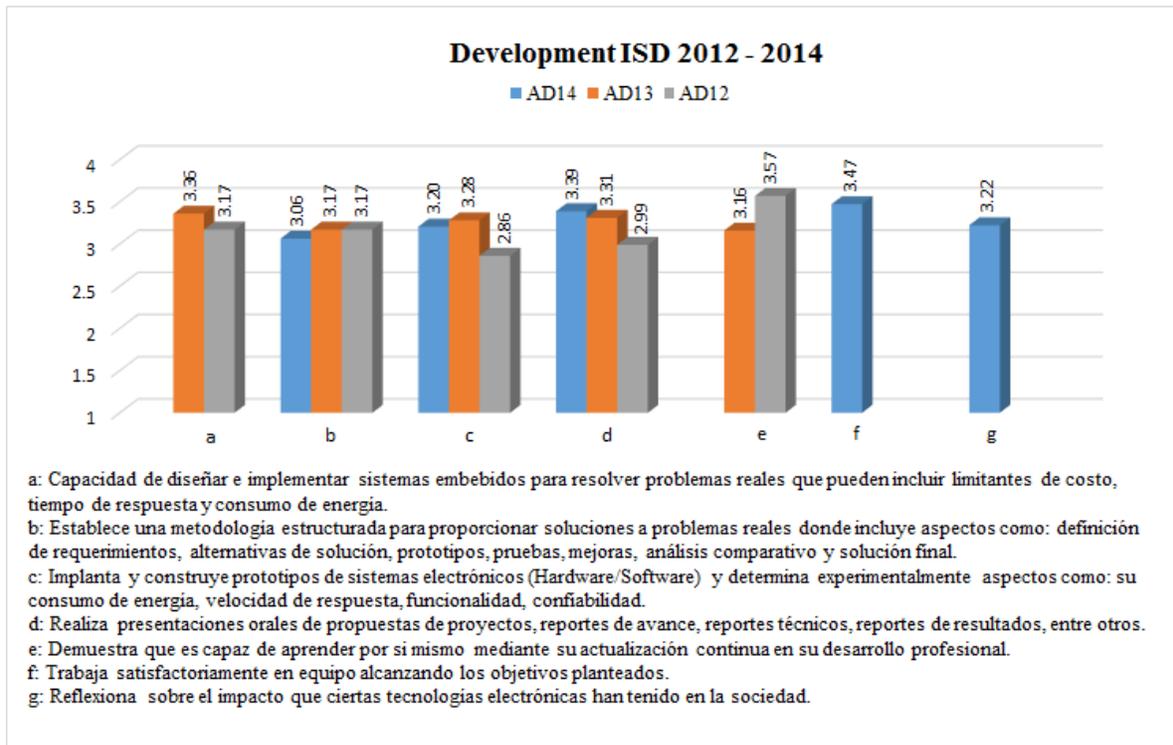


Figura 2. Resultados obtenidos en la evaluación de las competencias a través del *Development* en los años 2012, 2013 y 2014

La evaluación de las competencias en diferentes períodos a través del *Assessment* (Ver Figura 3), también mostró un desarrollo particular para cada una, además de ser muy similar al desarrollo que se refleja en el *Development*. La competencia de implementar y construir prototipos electrónicos (d), así como la de realizar efectivamente presentaciones orales de propuestas de proyectos (e), mostraron un incremento al igual que en el *Development*, lo cual puede reflejar que éstas competencias se han visto fortalecidas en generaciones recientes. Por su parte, la competencia de establecer una metodología estructurada para solucionar problemas reales (a), demostrar que es capaz aprender por sí mismo (f), y diseñar los componentes electrónicos, de control y de software (b), han disminuido en las generaciones más recientes, tal como se reflejó en el *Development*.

Las competencias restantes, no pudieron ser evaluadas ya que no se tuvieron los datos que permitieran observar su tendencia, lo cual fue una limitante en el presente estudio. Para tal situación se sugiere que para estudios futuros se revise minuciosamente el método utilizado para la evaluación de competencias, así como establecer criterios e indicadores claros que permitan un mayor control del seguimiento.

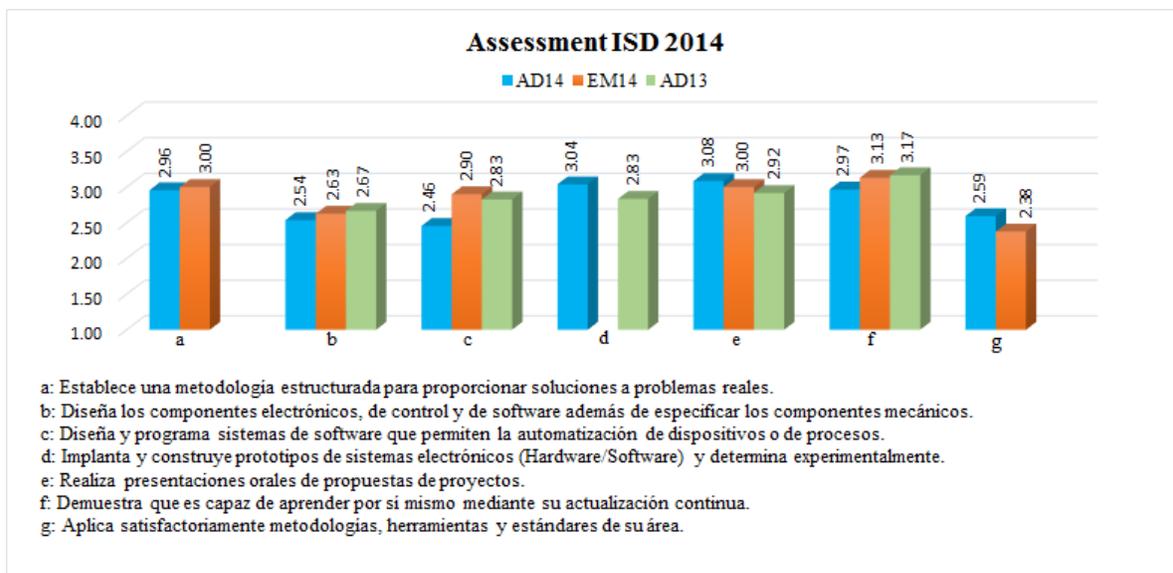


Figura 3. Resultados obtenidos en la evaluación de las competencias a través del Assessment en los años 2013 y 2014

CONCLUSIONES

Las competencias que se abordan en el marco educativo del modelo de la institución muestran un enfoque sistémico complejo y dan prioridad a la formación de personas íntegras, con un compromiso ético en el ámbito personal y social, y con un sentido emprendedor.

El uso de las competencias evaluadas en la formación integral de los alumnos de la carrera de ISDR buscan reforzar y contribuir con la identidad de los futuros egresados; por lo que es necesario enfatizar en la implementación del uso de competencias en los planes curriculares para reforzar los procesos formativos.

Asimismo, es necesario dar un seguimiento continuo para la evaluación de programas al implementar diversas competencias en el modelo educativo, así como ampliar la muestra de estudio para tener un panorama más amplio y tendencias contundentes que permitan identificar alguna debilidad. Y de tal forma, orientar el aprendizaje utilizando estrategias específicas que puedan reforzar las competencias.

Para lograr un resultado favorable en la implementación de competencias en el modelo educativo, es necesario considerar que el perfil de enseñanza utilizado por los formadores debe estar fundamentado en metodologías más atractivas e innovadoras (incorporación de nuevas tecnologías de información así como nuevos métodos de enseñanza) que puedan motivar el proceso de aprendizaje de los alumnos.

BIBLIOGRAFÍA

- Gluyas, R. (2013). Educación basada en competencias para la competitividad en Foro consultivo. 24/03/15, de Tecnológico de Monterrey Sitio web: http://www.foroconsultivo.org.mx/eventos_realizados/ciclo_talleres_competitividad/taller_2/rosa_maria_gluyas.pdf
- Argudin, Y. (2001). Educación basada en competencias. *Educar*. Recuperado 5 de marzo, 2015, de: http://www2.minedu.gob.pe/digesutp/formacioninicial/wp-downloads/bdigital/008_Educacion_basada_en_competencias.pdf
- EDUMED.NET. (2013). Orígenes de la formación por competencia en México. 24/03/15, de EUMED.NET Sitio web: http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/lsg/origenes_formacion.html
- Angulo, F., Redón S. (2015). Competencias y contenidos: cada uno es su sitio en la formación docente. *Estudios Pedagógicos*, 37, 281-299.
- Tecnológico de Monterrey. (2013). HISTORIA. Tecnológico de Monterrey, 30, 2-5. 24/03/15, De Tecnológico de Monterrey Base de datos.
- Tecnológico de Monterrey. (2013). MISIÓN Y VISIÓN. Tecnológico de Monterrey, 30, 2-5. 24/03/15, De Tecnológico de Monterrey Base de datos.
- Tobón, S., Rial, A., Carretero, M., & García, J. (2006). *Competencias, calidad y educación superior*. Bogotá: Cooperativa editorial Magisterio.
- Gardner, H. (1994). *Estructuras de la mente: La teoría de las inteligencias múltiples*. Bogotá: Fondo de cultura económica. LTDA.
- Beneitone, P y De Miguel, M. (2007). Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina: informe final Proyecto Tuning América Latina: 2004-2007. Bilbao: Universidad de Deusto.
- ITESM. (2015). Presentan el nuevo Modelo Educativo Tec 21. 24/03/15, de ITESM Sitio web: http://www.itesm.mx/wps/wcm/connect/snc/portal+informativo/por+tema/educacion/modelotec21_18abr13