

Diseño, adaptación y confiabilidad de un instrumento de medición para evaluar competencias en estudiantes de ingeniería
Design, Adaptation and Reliability of an Instrument to Measure Engineering Students' Competencies

Valeria Paola González Duéñez^{1*}

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

*Autor para la correspondencia. valeria.gonzalezdn@uanl.edu.mx

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo consiste en identificar las competencias específicas de los ingenieros de *software*, mediante el diseño, adaptación y validación de un instrumento de medición. Se incluye el procedimiento para definir los ítems del instrumento y sus pruebas de confiabilidad. Se realizó la evaluación a un total de 217 estudiantes de la carrera de Ingeniería de *Software*, midiendo los conocimientos básicos en el área de TIC, desarrollo de *software*, mantenimiento, administración de proyectos, el desarrollo tecnológico y la forma en la que los estudiantes desarrollan *software* de tecnología emergente. Finalmente, los resultados permiten a las instituciones educativas contar con instrumentos debidamente validados para la toma de decisiones con respecto a la construcción de los perfiles de egreso de los futuros profesionales.

Palabras clave: competencias, evaluación, confiabilidad-instrumentos, ingeniería de *software*.

ABSTRACT

This work was aimed at identifying competencies specific to software engineers, by designing, adapting, and validating a measuring instrument. The procedure to define what items should be included in the instrument, and test its reliability was also presented. A total of 217 software engineering students were assessed, by measuring their knowledge of information and communication technologies, software development, maintenance, project management, technological development, and the way in which they develop software with emerging technologies. The results provide educational institutions with a properly validated instrument for decision-making regarding qualifications which professionals-to-be should have.

Keywords: *competencies, assessment, reliability of instruments, software engineering.*

Recibido: 20/6/2018

Aceptado: 3/10/2018

INTRODUCCIÓN

Los estudiantes de Ingeniería de *Software* se preparan a lo largo de su carrera para adquirir conocimientos que posteriormente les servirán al egresar e incorporarse al mercado laboral, donde dichos saberes serán aplicados, proporcionándoles herramientas para desempeñarse satisfactoriamente (Pantoja, 2012).

Pero, ¿cómo se evalúan estos conocimientos y habilidades obtenidos durante su estancia en las instituciones educativas? Un aspecto importante es si el perfil de egreso que la universidad ofrece se define en función de los resultados de la enseñanza o el aprendizaje (García-Jiménez, 2015). Esta evaluación se deriva de

la obtención de pruebas, de la interpretación y acción de los propios estudiantes (William, 1996).

El aprendizaje puede entenderse como la forma en que las personas captan información, la procesan, almacenan y recuperan; cada quien piensa de manera distinta una vez procesado su conocimiento (Rodríguez, 2015). La evaluación es un instrumento útil para determinar los conocimientos adquiridos durante el proceso de aprendizaje, con el objetivo de valorar la información y los resultados obtenidos (Pérez, 2001), así como las utilidades o beneficios de estos para el estudiante. De esta forma puede saberse su nivel de progreso a lo largo de la carrera universitaria y hacia el término de la misma, conocer sus puntos débiles y tomar conciencia sobre la importancia del interés y compromiso personal que se ha empleado (Muñoz, 2007). Además, para las instituciones educativas es un punto de referencia importante hacia la mejora continua de los procesos de aprendizaje y diseño de estrategias didácticas empleadas oportunamente para el rediseño de los programas educativos (Castro, 2010).

El presente trabajo muestra un método por medio del cual se diseña, adapta y valida un instrumento que será útil al momento de evaluar competencias específicas (antes de su egreso) en estudiantes de una carrera de ingeniería, con la finalidad de retroalimentar su formación personal-profesional. Dicho beneficio permite asegurar que ha desarrollado las competencias de su profesión, garantizando con ello su éxito como futuro egresado.

1. ANTECEDENTES

Los modelos basados en competencia en el mundo laboral exigen más cada día y con ello las instituciones educativas se preparan para cumplir las exigencias de este ámbito mediante la formación de alumnos capaces de lidiar con los obstáculos de un entorno globalizado, con lo cual aseguran un próspero mañana (Mulder, 2007).

La formación académica, la cual proveerá de conocimiento, habilidades y experiencia al cuerpo estudiantil, no es una opción que los alumnos tomen a la

ligera cuando se trata de las puertas laborales que se abrirán ante sus ojos una vez culminado su trayecto, puesto que las oportunidades que presenten para trabajar en los lugares metas en sus planes de vida se vuelven primordiales para la elección de carrera y universidad a la cual asistir (Martínez, Riopérez y Lord, 2013).

La elección se toma de manera cuidadosa al establecer los perfiles esperados y deseados, tanto de la empresa como para el propio estudiante. Construir un perfil al cual apegarse se vuelve la herramienta indispensable en el camino para crear el hombre del mañana y el sujeto al que desearíamos contratar (Ramírez y Medina, 2008). Por ello, el punto clave entre lo que es el estudiante y en lo que quiere convertirse es la universidad. En ella encontrará las armas para enfrentar los obstáculos que impedirán lograr el objetivo de convertirse en una persona competente para el trabajo deseado.

Las universidades, al igual que las empresas, buscan las certificaciones pertinentes de sus estudiantes, carreras, profesores y trabajadores; por lo que se requiere de una formación lo más completa posible, gracias a la cual las competencias funcionan como unidades para medir las capacidades que el estudiante y trabajador necesitan para la carrera y por consiguiente un puesto (Gómez, González, Ramos y Rodríguez, 2012).

A partir de lo anterior se desprende la presente investigación orientada a la evaluación por competencias del programa educativo ingeniero en tecnología de *software*, con el fin de conocer si el perfil de egreso por competencias diseñado proporciona un buen desempeño laboral de los estudiantes (Weigel, Mulder y Collins, 2008).

Particularmente, hablando de los modelos por competencias, hemos encontrado que existen variadas definiciones debido a la gran cantidad de líneas de investigación que hay sobre el tema. Algunas de ellas se presentan a continuación:

- McClelland (citado en Capuano, 2004) menciona que la competencia es la capacidad de desarrollar eficazmente un trabajo, utilizando los

conocimientos, habilidades, destrezas y comprensión necesarios, así como los atributos que faciliten solucionar situaciones contingentes y problemas.

- La competencia se ha definido como una característica subyacente en una persona, que está causalmente relacionada con una actuación exitosa en un puesto de trabajo (Boyatzis citado en Gil, 2007).
- El proyecto Tuning clasifica las competencias en dos tipos fundamentales: genéricas (transversales, comunes a todas las profesiones) y específicas. En las primeras se incluyen elementos de orden cognitivo y motivacional y las segundas son las relativas a una profesión determinada (Maura y Tirados, 2008).

De acuerdo a la clasificación anterior, en México el *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018* (Gobierno Federal, 2013) define como uno de los objetivos elevar la calidad de la educación, proponiendo como estrategia reformar el esquema de evaluación de los planes y programas educativos de educación superior; por ello, la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) ha establecido el proceso de evaluación en los diferentes programas educativos, siendo uno de ellos el Programa Educativo (PE) de Ingeniero en Tecnología de *Software* (ITS) (Universidad Autónoma de Nuevo León, 2009).

La Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la UANL actualmente ofrece once programas educativos, donde uno de ellos es el PE de ITS. Dicho programa educativo fue diseñado en el 2009 bajo el modelo educativo basado en competencias. El presente trabajo se centra en la evaluación de competencias específicas del PE de ITS, las cuales son vinculadas a la disciplina y otorgan la identidad y consistencia del programa educativo.

2. COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA DE *SOFTWARE*

El PE de ITS tiene por objetivo formar profesionales capaces de desarrollar sistemas de *software* integrado, generando soluciones innovadoras en aplicaciones de la TIC y de *software* en diversos entornos y dispositivos electrónicos utilizando la ingeniería y la ciencia computacional en el desarrollo de *software* integrado y sistemas inteligentes. Sus competencias son:

1. Competencias Genéricas: son tomadas del documento de formación general universitaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León y se dividen en tres grupos: instrumentales, de interacción social e integradoras. Estas no son exclusivas de ingeniería ya que son desarrolladas en cualquier profesión (Universidad Autónoma de Nuevo León, 2008).
2. Competencias específicas del Ingeniero en Tecnología de *Software*: son las competencias propias que deben cubrir el plan curricular para formar al ingeniero en Tecnología de *Software* que la sociedad demanda:

Será competente en el uso del proceso de solución de problemas de la profesión desde la perspectiva del aseguramiento de la calidad en el despliegue de proyectos de desarrollo de *software* integrado y sistemas inteligentes, para lo cual utiliza los principios matemáticos y la ciencia de la computación con las mejores prácticas de ingeniería, investigación y desarrollo tecnológico en un elemento global.

Será competente en la aplicación de la Ingeniería de *Software* en el análisis, diseño, desarrollo e implementación de tecnología de *software* en dispositivos móviles y en tecnologías emergentes de la web (Universidad Autónoma de Nuevo León, 2009).

Algunos documentos revisados que facilitaron la definición de las competencias específicas (variables) asociadas al perfil de egreso fueron: «Libro Blanco. Título de Grado Ingeniería en Informática» (Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y la Acreditación, 2004) y la «Síntesis de la propuesta de creación del Plan de Estudios del Programa Educativo de Ingeniero en Tecnología de *Software*» (Universidad Autónoma de Nuevo León, 2009). Con lo anterior, las variables contempladas para analizar en este estudio son: conocimientos básicos de *software*, desarrollo de *software*, mantenimiento de sistemas, administración de proyectos de *software*, desarrollo de tecnología emergente y desarrollo tecnológico. Dichas variables se representan en la Figura 1.

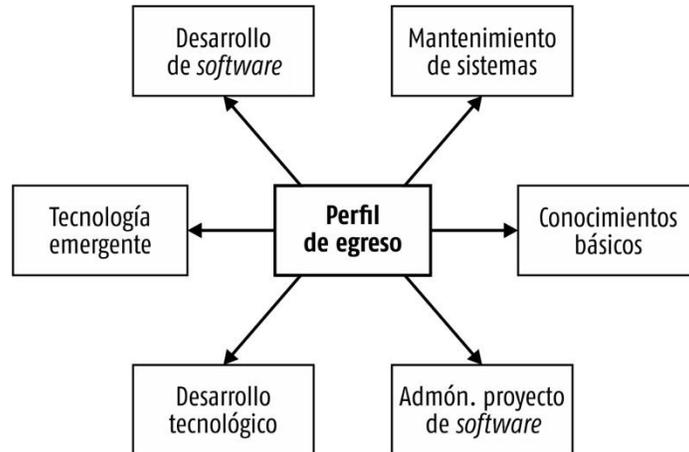


Figura 1. Variables asociadas al perfil de egreso (competencias específicas de los ingenieros de *software*).

A partir del modelo anterior representado en la Figura 1, se define la metodología para la selección y validación de ítems.

3. MÉTODO

La investigación es del tipo exploratorio-descriptivo. Se busca perfeccionar un instrumento que permita medir cada una de las variables asociadas al perfil de egreso.

Se inició con la revisión literaria de artículos y libros que abordaran los temas sobre competencias. Del mismo modo se revisó el perfil curricular del programa educativo Ingeniería en Tecnología de *Software*. La metodología a seguir en el desarrollo de la investigación contempla el análisis cualitativo y cuantitativo. Entre los métodos y técnicas utilizadas se encuentran: análisis de las fuentes teóricas relacionadas con la investigación, con el propósito de precisar los antecedentes, la justificación del estudio y su análisis prospectivo. Mediante el análisis cuantitativo se procedió a la construcción y validación de cuestionario (mediante Alfa de Cronbach) aplicables a estudiantes para indagar sobre el grado de desarrollo de las competencias específicas relacionadas al perfil de egreso. Para el análisis cualitativo se seleccionaron seis alumnos del PE de ITS que se entrevistaron con la finalidad de documentarnos un poco más acerca de actividades relacionadas al PE, asignaturas, alcances, tipos de proyectos y competencias específicas a desarrollar. Una vez recolectados los datos suficientes de las entrevistas y tomando en cuenta la información encontrada en la revisión literaria y en el perfil curricular, se procedió a redactar reactivos para la conformación del instrumento.

En el diseño del instrumento se incluyeron un total de 70 ítems, de donde 6 ítems corresponden a la variable conocimientos básicos de *software*, 10 ítems para desarrollo de *software*, 14 ítems para la variable mantenimiento de *software*, 15 ítems para administración de proyectos, 5 ítems para desarrollo de tecnología emergente y 20 ítems para la variable desarrollo tecnológico. Se propone la siguiente escala Likert (1-6): 1-Sin ninguna objeción, 2-Una o dos objeciones y sin trascendencia, 3-Una o dos objeciones pero de importancia, 4-Objeciones considerables, 5-Objeciones abundantes y 6-Objetable completamente (González, 2013).

Primeramente se analiza la confiabilidad del instrumento cuantitativo de medición y posteriormente se aplica la evaluación. Finalmente para el análisis cualitativo se diseñó una encuesta para realizar la entrevista individual y grupal con el fin de examinar el perfil de egreso de los estudiantes del PE de ITS.

El instrumento de medición diseñado se aplicó a educandos. El muestreo exploratorio se conformó por 217 alumnos inscritos en sexto, séptimo y octavo semestres del programa educativo por competencias de Ingeniería en Tecnología de *Software* ofertado por la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME) de la Universidad Autónoma de Nuevo León. La manipulación y el análisis de los datos se trabajaron con el *software* SPSS.

4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El instrumento se conformó con los siguientes ítems agrupados en seis variables (Figura 1). Los ítems obtenidos de la revisión de literatura y de las entrevistas a estudiantes asociadas por cada variable se presentan a continuación:

A. Conocimientos Básicos:

- A1. Implementa conceptos, principios y leyes de las matemáticas para el desarrollo de *software* y sistemas.
- A2. Aplica conceptos, leyes y principios de la física para el desarrollo de *software* y sistemas.
- A3. Aplica conceptos, leyes y principios de la ingeniería para el desarrollo de *software* y sistemas.
- A4. Conoce la naturaleza y posibilidades de los distintos lenguajes de codificación.
- A5. Utiliza sin problemas diversos *software* de programación.
- A6. Maneja adecuadamente la escritura en sus diferentes formas, ya sea en enunciados, procedimientos, dibujos o diagramas que se hacen sobre el desarrollo de un programa.

B. Desarrollo de *Software*:

- B1. Desarrolla sistemas inteligentes con fines prácticos y éticos.
- B2. Desarrolla *software* integrados con fines prácticos y éticos.
- B3. Comprende y distingue perfectamente los componentes que conforman un *software*.
- B4. Distingue las categorías en que pueden dividirse los *software* y las situaciones en las que se pueden utilizar.
- B5. Desarrolla con eficacia tecnología de software eficiente.
- B6. Programa el *software* para realizar correctamente tareas específicas.
- B7. Analiza los pros y posibles contras del *software* creado.
- B8. Utiliza diversas herramientas para la realización de pruebas y control de cambios en el *software*.
- B9. Busca que el *software* sea portable en diversos dispositivos (computadoras, tabletas, celulares, etc.).
- B10. Diseña y depura especificaciones a fin de determinar un diseño detallado para implantar una funcionalidad requerida.

C. Mantenimiento:

- C1. Conoce los diversos tipos de mantenimiento.
- C2. Es capaz de realizar los distintos tipos de mantenimiento en los productos de manufactura propia o ajena.
- C3. Dirige y coordina el proceso de mantenimiento de aplicaciones integradas y sistemas inteligentes.
- C4. Supervisa las funciones de análisis funcional, orgánico y programación.
- C5. Supervisa los recursos de análisis funcional, orgánico y programación.
- C6. Identifica adecuadamente problemas referentes a *software*.
- C7. Comprueba que el *software* realice correctamente las tareas solicitadas.
- C8. Da mantenimiento y mejora el *software* para corregir errores descubiertos.

- C9. Realiza las debidas pruebas que garanticen el correcto funcionamiento del programa bajo el mayor número de situaciones posibles a las que se pueda enfrentar.
- C10. Comprueba que el problema se haya resuelto satisfactoriamente.
- C11. Analiza las posibles causas de la falla.
- C12. Usa las herramientas pertinentes para resolverlo.
- C13. Implementa de manera segura y adecuada aplicaciones necesarias.
- C14. Mantiene la calidad del *software* en su aplicación.

D. Administración de Proyectos:

- D1. Conoce los diversos modelos de vida de *software*.
- D2. Sabe cuándo utilizar cada uno de los diferentes modelos de ciclo de vida de *software*.
- D3. Conoce las diferentes fases que integran a un proyecto de *software*.
- D4. Define adecuadamente objetivos de un proyecto a realizar.
- D5. Analiza la concepción de un proyecto antes de implementarlo.
- D6. Utiliza múltiples herramientas para la gestión de proyectos.
- D7. Identifica la etapa en la que se encuentra un proyecto aplicado.
- D8. Define qué hacer, cómo y cuándo durante todo el desarrollo y mantenimiento de un proyecto.
- D9. Utiliza las pruebas pertinentes para comprobar la calidad y eficiencia del proyecto.
- D10. Busca asegurar en primera instancia la calidad de un proyecto.
- D11. Sigue los pasos necesarios para realizar una documentación completa y hacer válido el proyecto.
- D12. Realiza y entrega el proyecto en tiempo y forma.
- D14. Basado en consideraciones técnicas, organizacionales, de proyecto y de equipo sabe cuándo utilizar o no, cierta metodología de desarrollo de *software*.
- D15. Registra y patenta sus proyectos.

E. Tecnología emergente:

- E1. Diseña *software* emergente afines a las necesidades de la empresa o usuario.
- E2. Diseña una interfaz gráfica del programa amigable para el usuario.
- E3. Elabora pruebas del *software* embebido en un intervalo de tiempo adecuado y lo suficientemente amplio como para poder obtener retroalimentación por parte del usuario.
- E4. Busca que el *software* embebido sea de fácil uso para los diversos usuarios al que está destinado.
- E5. Toma en cuenta la portabilidad del *software* embebido.

F. Desarrollo Tecnológico:

- F1. Realiza investigaciones en pro de mejorar sus diseños e innovar con ellos.
- F2. Toma en cuenta el desarrollo tecnológico, tanto mundial como de su localidad.
- F3. Implementa técnicas, métodos y/o herramientas nuevas en sus proyectos.
- F4. Muestra interés en resolver las dudas respecto a su área de trabajo.
- F5. Conoce las técnicas, métodos y herramientas de análisis y diseño que se han aplicado los años anteriores al de su formación.
- F6. Implementa técnicas, métodos y herramientas de análisis y diseño eficaces y viables.
- F7. Conoce y utiliza métodos cuantitativos durante la realización de proyectos de investigación.
- F8. Conoce y utiliza métodos cualitativos durante la realización de proyectos de investigación.
- F9. Diseña técnicas, métodos y/o herramientas de la tecnología de la Información y *Software* diferentes a las utilizadas.
- F10. Estudia la viabilidad de las técnicas nuevas en un proyecto antes de aplicarlas.
- F11. Busca soluciones innovadoras al momento de resolver problemas.

- F12. Investiga y mantiene su interés en conocer nuevas técnicas, métodos y herramientas de análisis y diseño.
- F13. Tiene amplio conocimiento sobre sistemas de información, así como de sistemas de gestión de bases de datos.
- F14. Conoce y utiliza diversas propuestas metodológicas para el desarrollo de proyectos.
- F15. Utiliza una metodología como guía en la planificación y en el desarrollo de *software*.
- F16. Conoce metodologías de desarrollo de *software*.
- F17. Entiende y aplica teorías, modelos y técnicas que provean una base para el diseño, desarrollo, verificación e implantación del *software*.
- F18. Realiza prácticas profesionales incorporando conocimientos teóricos y prácticos desarrollados durante su formación.
- F19. Participa en veranos científicos o ferias científicas.
- F20. Realiza o pretende elaborar tesis.

5. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Se anexaron los datos descriptivos promedio de cada una de las variables estudiadas. Podemos destacar que las variables de Desarrollo de *Software* y Tecnología Emergente tienen los promedios más altos (4.1932 y 4.3495, respectivamente). La variable con menor promedio fue Desarrollo Tecnológico, evaluada con 3.8921 (Tabla 1 y Figura 2).

Tabla 1. Promedios de las variables

	Media	Desv. Tip	Varianza
Tecnología emergente	4.3495	1.3398	1.8010
Desarrollo de <i>Software</i>	4.1932	1.2246	1.5060
Conocimientos básicos	4.0359	1.2395	1.5438
Administración de Proyectos	3.9930	1.5303	1.6955
Mantenimiento	3.9186	1.4883	1.6303
Desarrollo Tecnológico	3.8921	1.3931	1.9524

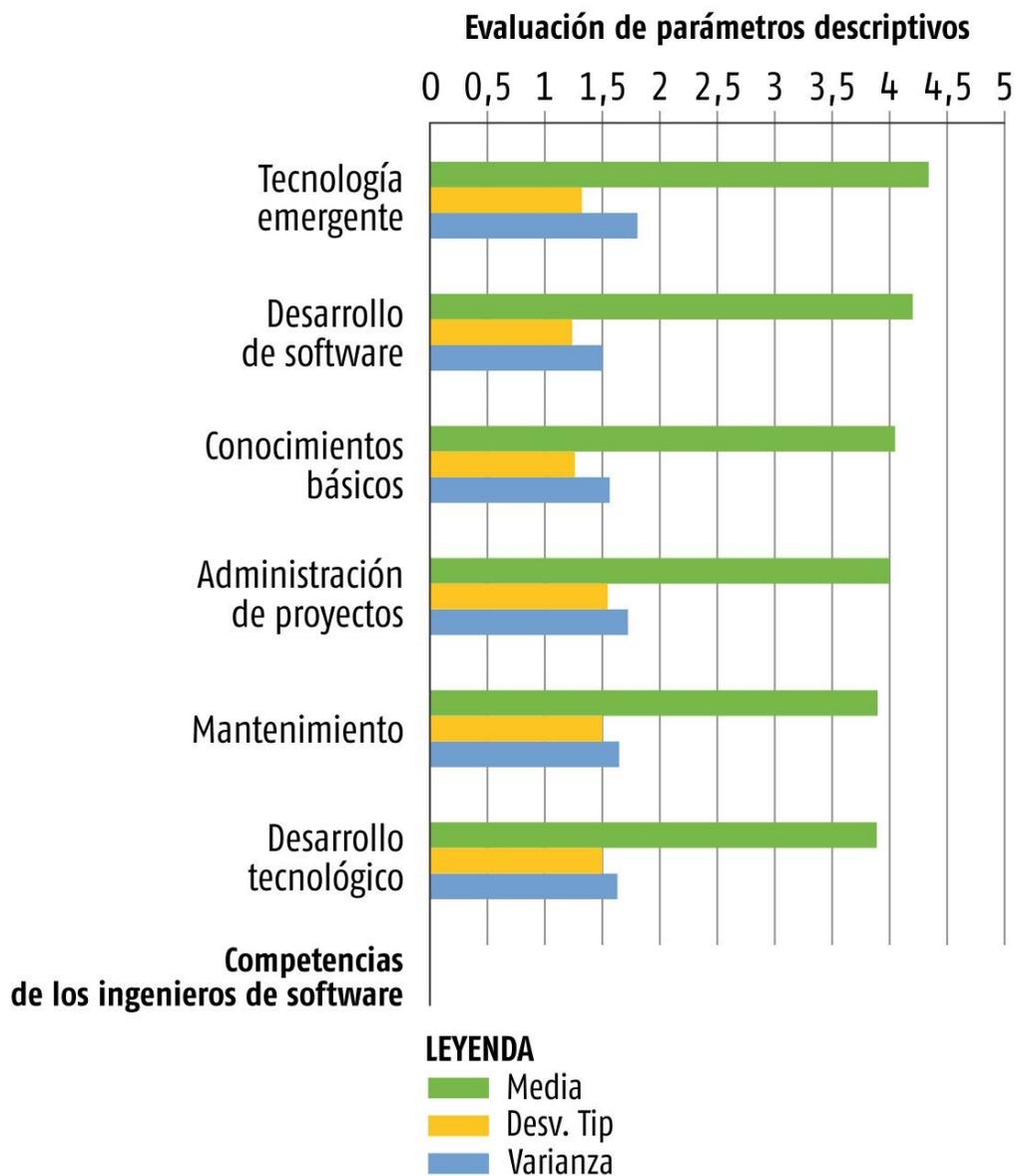


Figura 2. Estadísticos descriptivos de las variables estudiadas.

6. CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

Para elaborar la prueba de validez se procesaron los resultados obtenidos de la autoevaluación de los estudiantes. La confiabilidad fue juzgada a través del índice de Alfa de Cronbach. Posteriormente, con base en los resultados obtenidos del análisis de confiabilidad de la variable Conocimientos Básicos, no se eliminaron ítems. En el análisis de la variable Desarrollo de *Software* se eliminaron 3 ítems: «utiliza diversas herramientas para la realización de pruebas y control de cambios en el *software*», «analiza los pros y posibles contras del *software* creado» y «comprende y distingue perfectamente los componentes que conforman un *software*».

Para la variable Mantenimiento se eliminó 1 ítem: «analiza las posibles causas de la falla». También en la variable Administración de proyectos se eliminaron 2 ítems: «registra y patenta sus proyectos» y «conoce los diversos modelos de vida de *software*». En la variable Tecnología emergente no se eliminaron ítems. Finalmente para la variable Desarrollo Tecnológico se eliminaron 4 ítems: «participa en veranos científicos o ferias científicas», «realiza prácticas profesionales incorporando conocimientos teóricos y prácticos adquiridos a lo largo de su formación», «realiza o pretende elaborar tesis» y «toma en cuenta el desarrollo tecnológico a nivel global y/o local». A continuación se presenta un resumen con la cantidad de ítems por variable que permanecieron en el instrumento final después del análisis de fiabilidad (Tabla 2).

Tabla 2. Resumen del análisis del Alfa de Cronbach por cada variable

VARIABLES ANALIZADAS	N.º DE ÍTEMS PROPUESTOS INICIALMENTE	ÍNDICE DE ALFA DE CRONBACH	N.º DE ÍTEMS FINALES (DEPURADOS)
Conocimientos Básicos	6	.876	6
Desarrollo de <i>Software</i>	10	.951	7
Mantenimiento	14	.961	13
Administración de Proyectos	15	.961	13
Tecnología emergente	5	.930	5
Desarrollo tecnológico	20	.968	16

Seguidamente, mostramos el análisis descriptivo de cada uno de los ítems seleccionados para incluirse en el instrumento validado (organizado por cada variable). (Tabla 3).

Tabla 3. Estadísticos Descriptivos: Conocimientos básicos n=217

VARIABLE	ÍTEM	MEDIA	DESV. TIP	VARIANZA
Conocimientos básicos	A1	4.0202	1.13371	1.285
	A2	3.1616	1.33024	1.770
	A3	4.0808	1.24275	1.544
	A4	4.3265	1.13769	1.294
	A5	4.3535	1.36511	1.864
	A6	4.2727	1.22739	1.506

En la variable de Conocimientos básicos, el ítem con la valoración más alta fue «A5. Utiliza sin problemas diversos tipos de *software*», con un valor de 4.35. Los estudiantes manejan diferentes plataformas y lenguajes de programación, validando la orientación de la competencia específica del programa. El ítem con la valoración más baja, con un valor de 3.16, fue «A2. Aplica conocimientos, leyes y principios de la física para el desarrollo de *software* y sistemas». Estos

resultados explican que los estudiantes se enfocan principalmente en procesos y por ello sus proyectos son mayormente orientados a esa área.

Los resultados observados en la Tabla 4 incluyen los parámetros estadísticos obtenidos del análisis de la variable Desarrollo de *Software*, donde se observa que el ítem «B5. Programa el *software* para realizar correctamente tareas específicas» es el ítem con el valor más alto 4.6061 y «B7. Utiliza diversas herramientas para la realización de pruebas y control de cambios» tiene el valor más bajo, con 3.7879. El PE de la carrera cuenta con materias que buscan que los estudiantes estén preparados para la resolución de problemas mediante el desarrollo de *software*, ayudando a evaluar esta área con mayor precisión.

Tabla 4. Estadísticos Descriptivos: Desarrollo de *software* n=217

Variable	Ítem	Media	Desv. Tip	Varianza
Desarrollo de <i>Software</i>	B1	4.0202	1.24523	1.551
	B2	4.2929	1.10889	1.230
	B3	4.2525	1.19816	1.436
	B4	4.1414	1.14295	1.306
	B5	4.6061	1.12321	1.262
	B6	4.4343	1.23851	1.534
	B7	3.7879	1.30363	1.699

A continuación se muestran los resultados de la variable Mantenimiento (Tabla 5).

Tabla 5. Estadísticos Descriptivos: Mantenimiento n=217

Variable	Ítem	Media	Desv. Tip	Varianza
Mantenimiento	C1	3.3939	1.12321	1.262
	C2	3.4040	1.21990	1.488
	C3	3.2424	1.20451	1.451
	C4	3.4848	1.23192	1.518
	C5	3.3636	1.17330	1.377
	C6	4.0303	1.20758	1.458
	C7	4.4242	4.45048	2.104
	C8	4.2551	1.32627	1.759
	C9	4.1212	1.29578	1.679
	C10	4.5556	1.26348	1.596
	C11	4.3333	1.29363	1.673
	C12	3.9697	1.32830	1.764
	C13	4.0000	1.32480	1.755

Para la variable de Mantenimiento, el ítem «C10. Comprobar que el problema se haya resuelto satisfactoriamente» es el mejor valorado (4.5556 en promedio) y el ítem «C3. Dirige y coordina el proceso de mantenimiento de las aplicaciones integradas y sistemas inteligentes» contiene el valor promedio más bajo (3.2424 en promedio).

De acuerdo a la Tabla 6, perteneciente a la variable Administración de Proyectos, en el ítem «D4. Define adecuadamente los objetivos de un proyecto», el valor promedio obtenido fue de 4.2222, lo cual reafirma la capacidad de los estudiantes para entender lo que deben obtener como resultado al desarrollar sus proyectos de investigación.

Tabla 6. Estadísticos Descriptivos: Administración de proyectos n=217

Variable	Ítem	Media	Desv. Tip	Varianza
Administración de Proyectos	D1	3.9798	1.47759	2.183
	D2	3.7576	4.40764	1.981
	D3	4.1717	1.33279	1.776
	D4	4.2222	1.20844	1.460
	D5	4.1313	1.20920	1.462
	D6	3.9798	1.30915	1.714
	D7	3.8788	1.22850	1.495
	D8	4.0000	1.15175	1.327
	D9	3.8889	1.26885	1.610
	D10	4.1010	1.24945	1.561
	D11	3.9495	1.35807	1.844
	D12	4.1919	1.29107	1.667
	D13	3.6566	1.40089	1.962

En la Tabla 7, donde se incluyen los ítems de la variable Tecnología emergente, la valoración más alta de 4.6768 (en promedio) fue para el ítem «E2. Diseña una interfaz del programa amigable para el usuario», mientras que el ítem más bajo con valor promedio de 4.0202 fue el «E3. Elabora pruebas del *software* en un intervalo adecuado».

Tabla 7. Estadísticos Descriptivos. Tecnología emergente n=217

Variable	Ítem	Media	Desv. Tip.	Varianza
Tecnología emergente	E1	4.3737	1.37459	1.890
	E2	4.6768	1.28435	1.650
	E3	4.0202	1.35511	1.836
	E4	4.4545	1.23117	1.516
	E5	4.2222	1.45375	2.113

Finalmente, en la variable de Desarrollo Tecnológico el ítem «F3. Muestra interés en resolver las dudas respecto a su área de trabajo» fue mejor valorado en promedio, mientras que «F16. Realiza prácticas profesionales incorporando conocimientos teóricos y prácticos adquiridos a lo largo de su formación» fue valorado más bajo en promedio. Sus valores fueron 4.2755 y 3.4388, respectivamente (Tabla. 8).

Tabla 8. Estadísticos Descriptivos. Desarrollo tecnológico n=217

Variable	Ítem	Media	Desv. Tip	Varianza
Desarrollo Tecnológico	F1	4.1919	1.43340	2.055
	F2	3.9899	1.43921	2.071
	F3	4.2755	1.24172	1.542
	F4	3.7677	1.35397	1.833
	F5	3.8788	1.29578	1.679
	F6	3.6667	1.42141	2.020
	F7	3.6162	1.34549	1.810
	F8	3.7677	1.44863	2.099
	F9	3.7778	1.52232	2.317
	F10	4.0808	1.38267	1.912
	F11	4.2020	1.42127	2.020
	F12	3.9394	1.41290	1.996
	F13	3.7677	1.30797	1.711
	F14	3.7374	1.35967	1.849
	F15	3.9495	1.35054	1.824
	F16	3.4388	1.73542	3.012

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de confiabilidad (Alfa de Cronbach) de los datos se concluye que el instrumento diseñado y adaptado en esta investigación cuenta con un aceptable índice de confiabilidad. Finalmente se lograron conservar 60 ítems en el instrumento validado. Lo anterior nos lleva a considerar dicho instrumento apto para la evaluación de las competencias específicas que un estudiante Ingeniero en Tecnología de *Software* debe desarrollar al finalizar sus estudios. Dicho instrumento es aplicable a partir del séptimo semestre, el cual permitirá a los estudiantes perfeccionar aquellas competencias que en menor grado han desarrollado, con la finalidad de que al egreso (un máximo de dos años después) cuenten con un perfil mejor valorado.

Las competencias han logrado fungir como unidades para medir la capacidad de los estudiantes al desempeñar las tareas que conforman el objetivo del perfil de egreso. Las deducciones obtenidas de los alumnos demuestran el papel que desempeña el estudiante como resultado del modelo educativo basado en competencias. En dicho modelo educativo es importante el papel que desempeña el educando al ser autodidacta y seguir su línea de investigación, así como el rol tan importante del profesor-facilitador que se encuentre capacitado para ayudar a sus discípulos a desarrollar las competencias que conforman el objetivo del plan de estudios.

La finalidad de este trabajo fue desarrollar un instrumento de medición validado para diagnosticar el grado de desarrollo de las competencias específicas de los ingenieros de *software*. Pero como todo proceso de diagnóstico, los resultados obtenidos permitirán tomar acciones elaborando un plan de seguimiento que pueda ponerse en marcha y así retroalimentar de la mejor manera el rediseño de los planes curriculares. Además de esto, la constante vinculación con las empresas permitirá que los objetivos educacionales se adecuen a las necesidades del entorno propiciando en nuestros estudiantes un buen desempeño en el mercado laboral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENCIA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y ACREDITACIÓN (2004): «Libro Blanco. Título de Grado en Ingeniería Informática», Universidad Politécnica de Catalunya.
- CAPUANO, A. (2004): «Evaluación de desempeño: desempeño por competencias», *INVENIO*, vol. 7, n.º 12, noviembre, Argentina, pp.139-150.
- CASTRO, M. (2010): «¿Qué sabemos de la medida de las competencias? Características y problemas psicométricos en la evaluación de competencias», *Bordón*, vol. 63, n.º 1, España, pp. 109-123.
- GARCÍA-JIMÉNEZ, E. (2015). «La evaluación del aprendizaje: de la retroalimentación a la autorregulación. El papel de las tecnologías», *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa (RELIEVE)*, vol. 21, n.º 2, España, pp. 1-24.
- GIL, J. (2007): «La evaluación de competencias laborales», *Educación*, vol. 21, n.º 10, Madrid, pp. 83-106.
- GOBIERNO FEDERAL (2013): *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*, México.
- GÓMEZ, A.; J. GONZÁLEZ, D. RAMOS y RODRÍGUEZ, F. (2012): «Evaluación de competencias en Ingeniería de *Software* mediante competición», *Actas*, vol. 18, julio, Vigo, pp. 137-144.
- GONZÁLEZ V. (2013): «La empleabilidad laboral inicial. Estudio de la relación entre desempeño y competencias genéricas del ingeniero en aeronáutica», tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- MARTÍNEZ, C.; RIOPÉREZ, N. y LORD, S. (2013): «Programa de desarrollo de competencias para el aprendizaje a lo largo de la vida para estudiantes de educación superior», *Pedagogía Social*, n.º 22, julio-diciembre, España, pp. 137-151.
- MAURA, V. G. y TIRADOS, R. M. G. (2008). «Competencias genéricas y formación profesional: un análisis desde la docencia universitaria», *Revista iberoamericana de educación*, n.º 47, Cuba, pp. 185-209.

- MULDER, M. (2007): «Competencia: la esencia y la utilización del concepto en la formación profesional inicial y permanente», *Revista Europea de Formación Profesional*, vol. 40, n.º 1, Países Bajos, pp. 5-23.
- MUÑOZ, D. D. (2007): «Sentido, criterios y utilidades de la evaluación del aprendizaje basado en problemas», *Revista Cubana de Educación Media Superior*, vol. 21, n.º 3, Chile, pp. 1-9.
- PANTOJA, M. (2012): «¿Evaluación en competencias?», *Estudios Pedagógicos*, vol. 38, n.º 1, Valdivia, pp. 367-380.
- PÉREZ, M. G. (2001): «La evaluación del aprendizaje: tendencias y reflexión crítica», *Revista Cubana Educación Médica Superior*, vol. 15, n.º 1, Cuba, pp. 85-96.
- RAMÍREZ, L. y MEDINA, M. (2008): «Educación basada en competencias y el proyecto Tuning en Europa y Latino América. Su impacto en México», *Ide@s CONCYTENG*, n.º 39, pp. 97-111, <<http://www.octi.guanajuato.gob.mx>> (2015-07-20).
- RODRÍGUEZ, H. D. (2015): «Estilos de aprendizaje: un estudio diagnóstico en el centro universitario de ciencias económico-administrativas de la U de G», *Revista de la Educación Superior*, vol. 44, n.º 175, México, pp. 121-140.
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN (2008): «Modelo Educativo de la UANL», México.
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN (2009): «Síntesis de la Propuesta de creación del Plan de estudios del Programa Educativo de Ingeniero en Tecnología de *Software*», México.
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN (2012): «Plan de Desarrollo Institucional UANL», México.
- WEIGEL, T.; MULDER, M. y COLLINS, K. (2008): «The Concept of Competence in the Development of Vocational Education and Training in Selected EU Member States», *Journal of Vocational Education and Training*, vol. 59, n.º 1, Netherlands, pp. 51-64.

WILIAM, D. A. (1996): «Meanings and Consequences: A Basis for Distinguishing Formative and Summative Functions of Assessment?», *British Educational Research Journal*, vol. 22, n.º 5, United Kingdom, pp. 537-548.



Anexo. Instrumento Validado
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA

«Evaluación por competencias del perfil de egreso
de la carrera Ingeniería en *software*»

Estimado encuestado, debido a que la presente forma parte de un estudio afín de mejorar el rendimiento pedimos sinceridad en las respuestas.

Instrucciones: Lee atentamente cada una de las oraciones que se muestran a continuación y, de acuerdo a tu experiencia, elige la opción que más se acerque a tu opinión acerca de las competencias que debe tener un Ingeniero en *Software*:

1. Sin ninguna objeción
2. Una o dos objeciones y sin trascendencia
3. Una o dos objeciones pero de importancia
4. Objeciones considerables
5. Objeciones abundantes
6. Objetable completamente

Conocimientos básicos	Puntaje
Implementa conceptos, principios y leyes de las matemáticas para el desarrollo de <i>softwares</i> y sistemas	
Aplica conceptos, leyes y principios de la física para el desarrollo de <i>softwares</i> y sistemas	
Aplica conceptos, leyes y principios de la ingeniería para el desarrollo de <i>softwares</i> y sistemas	
Conoce la naturaleza y posibilidades de los distintos lenguajes de codificación	
Utiliza sin problemas diversos <i>software</i> de programación	
Maneja adecuadamente la escritura en sus diferentes formas, ya sea en enunciados, procedimientos, dibujos o diagramas que se hacen sobre el desarrollo de un programa.	

Desarrollo de <i>software</i>	Puntaje
Desarrolla sistemas inteligentes con fines prácticos y éticos	
Desarrolla <i>software</i> integrados con fines prácticos y éticos	
Distingue las categorías en que pueden dividirse los <i>software</i> y las situaciones en las que se pueden utilizar	
Desarrolla con eficacia tecnología de <i>software</i> eficiente	
Programa el <i>software</i> para realizar correctamente tareas específicas	
Busca que el <i>software</i> sea utilizable en diversos dispositivos (computadoras, tablets, celulares, etc.)	
Diseña y depura especificaciones a fin de determinar un diseño detallado para implantar una funcionalidad requerida	

Administración de proyectos	Puntaje
Conoce los diversos modelos de vida de <i>software</i>	
Sabe cuándo utilizar cada uno de los diferentes modelo de ciclo de vida de <i>software</i>	
Conoce las diferentes fases que integran a un proyecto de <i>software</i>	
Define adecuadamente objetivos de un proyecto a realizar	
Analiza la concepción de un proyecto antes de implementarlo	
Utiliza múltiples herramientas para la gestión de proyectos	
Identifica la etapa en la que se encuentra un proyecto aplicado	
Define qué hacer, cómo y cuándo durante todo el desarrollo y mantenimiento de un proyecto	
Utiliza las pruebas pertinentes para comprobar la calidad y eficiencia del proyecto	
Busca asegurar en primera instancia la calidad de un proyecto	
Sigue los pasos necesarios para realizar una documentación completa y hacer válido el proyecto	
Realiza y entrega el proyecto en tiempo y forma	
Basado en consideraciones técnicas, organizacionales, de proyecto y de equipo sabe cuándo utilizar o no, cierta metodología de desarrollo de <i>software</i>	

Mantenimiento	Puntaje
Conoce los diversos tipos de mantenimiento	
Es capaz de realizar los distintos tipos de mantenimiento en los productos de manufactura propia o ajena.	
Dirige y coordina el proceso de mantenimiento de aplicaciones integradas y sistemas inteligentes	
Supervisa las funciones de análisis funcional, orgánico y programación	
Supervisa los recursos de análisis funcional, orgánico y programación	
Identifica adecuadamente problemas referentes a <i>software</i>	
Comprueba que el <i>software</i> realice correctamente las tareas solicitadas	
Da mantenimiento y mejora el <i>software</i> para corregir errores descubiertos	
Realiza las debidas pruebas que garanticen el correcto funcionamiento del programa bajo el mayor número de situaciones posibles a las que se pueda enfrentar	
Comprueba que el problema se haya resuelto satisfactoriamente	
Usa las herramientas pertinentes para resolverlo	
Implementa de manera segura y adecuada aplicaciones necesarias	
Mantiene la calidad del <i>software</i> en su aplicación	

Tecnología emergente	Puntaje
Diseña <i>software</i> emergente a fines a las necesidades de la empresa o usuario	
Diseña una interfaz gráfica del programa amigable para el usuario	
Elabora pruebas del <i>software</i> embebido en un intervalo de tiempo adecuado y lo suficientemente amplio como para poder obtener retroalimentación por parte del usuario	
Busca que el <i>software</i> embebido sea de fácil uso para los diversos usuarios al que está destinado	
Toma en cuenta la portabilidad del <i>software</i> embebido	

Desarrollo tecnológico	Puntaje
Realiza investigaciones en pro de mejorar sus diseños e innovar con ellos	
Implementa técnicas, métodos y/o herramientas nuevas en sus proyectos	
Muestra interés en resolver las dudas respecto a su área de trabajo	
Conoce las técnicas, métodos y herramientas de análisis y diseño que se han aplicado los años anteriores al de su formación	
Implementa técnicas, métodos y herramientas de análisis y diseño eficaces y viables	
Conoce y utiliza métodos cuantitativos durante la realización de proyectos de investigación	
Conoce y utiliza métodos cualitativos durante la realización de proyectos de investigación	
Diseña técnicas, métodos y/o herramientas de la tecnología de la Información y <i>Software</i> diferentes a las utilizadas	
Estudia la viabilidad de las técnicas nuevas en un proyecto antes de aplicarlas	
Busca soluciones innovadoras al momento de resolver problemas	
Investiga y mantiene su interés en conocer nuevas técnicas, métodos y herramientas de análisis y diseño	
Tiene amplio conocimiento sobre sistemas de información, así como de sistemas de gestión de bases de datos	
Conoce y utiliza diversas propuestas metodológicas para el desarrollo de proyectos	
Utiliza una metodología como guía en la planificación y en el desarrollo de <i>software</i>	
Conoce para qué se utiliza una metodología de desarrollo de <i>software</i>	
Entiende y aplica teorías, modelos y técnicas que provean una base para el diseño, desarrollo, verificación e implantación del <i>software</i>	