

# FORMACIÓN POR COMPETENCIAS EN CARRERAS DE INGENIERÍA. INDICADORES PARA EVALUAR SU NIVEL DE ADQUISICIÓN

Marta S. Comoglio<sup>1</sup>, Claudia, L. Minnaard<sup>1</sup>, Noelia Morrongiello<sup>1</sup> Guadalupe Pascal<sup>12</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones en Tecnología y Educación IIT&E  
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Lomas de Zamora  
Avda. Juan XXIII y Ruta 4 Lomas de Zamora

<sup>2</sup> University of Leicester  
University Rd, Leicester LE1 7RH, UK

[mcomoglio@ingenieria.unlz.edu.ar](mailto:mcomoglio@ingenieria.unlz.edu.ar)

[minnaardclaudia@gmail.com](mailto:minnaardclaudia@gmail.com)

[morongiello\\_noelia@yahoo.com.ar](mailto:morongiello_noelia@yahoo.com.ar)

[gpascal@ingenieria.unlz.edu.ar](mailto:gpascal@ingenieria.unlz.edu.ar)

**Resumen.** En Argentina, la enseñanza de la ingeniería transita por instancias que promueven innovaciones curriculares orientadas al diseño de planes de estudio por competencias. En el marco de una investigación desarrollada en el Instituto de Investigaciones en Tecnología y Educación (IIT&E), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora (UNLZ), se diseñó un instrumento para medir la adquisición de competencias y la distancia entre expectativas, formación recibida y nivel de adquisición demandado por el mercado de trabajo. El trabajo se aborda desde la perspectiva de modelos de base subjetiva que evalúan la calidad de los servicios. A partir de un cuestionario ad hoc que se administró a graduados, se generaron los Indicadores de Adecuación de la Competencia (IAC) y de Desarrollo de la Competencia (IDC), que permiten medir la magnitud y naturaleza de los cambios que enfrentan las instituciones al proponer diseños de enseñanza por competencias.

**Palabras Clave:** Competencias, Ingeniería, Innovación Curricular, Calidad, Modelo

## 1. Introducción

La declaración de Bolonia [1] resultó un punto de inflexión cuando insta a las Universidades a garantizar la adquisición de competencias que aseguren la inserción laboral de los estudiantes. En este contexto, se exploraron modelos de enseñanza que promovieran el desarrollo de habilidades y actitudes en los alumnos [2] y [3].

Por su parte se señala que un aprendizaje acumulativo de conocimientos, no resulta garantía de éxito profesional; afirmaciones que permiten reflexionar cómo la formación por competencias puede contribuir a que se adquieran capacidades para mejorar la inserción profesional de los graduados [4]

En este contexto, en Argentina surge el Primer Acuerdo sobre Competencias [5] que sigue a autores que sostienen que el saber hacer de los ingenieros es el resultado de una compleja estructura de conocimientos, habilidades y destrezas, y propone que las carreras de ingeniería se impartan a partir de diseños curriculares por competencias [6].

La propuesta de CONFEDI se estructuró a partir de la definición de Unidades de Competencias [7] que se desagregaron en capacidades asociadas y componentes [8] y [9] y dio como resultado la matriz que a continuación se presenta (Ver Tabla 1).

**Tabla 1.** Competencias genéricas tecnológicas del perfil del ingeniero

Fuente: Adaptado de Primer Acuerdo sobre competencias genéricas. CONFEDI (2006)

Competencias tecnológicas	Capacidades Asociadas Integradas
1.-Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería	Identificar y formular problemas Realizar búsqueda creativa de soluciones y seleccionar la alternativa más adecuada Implementar tecnológicamente una alternativa de solución Controlar y evaluar enfoques y estrategias propios para

	abordar eficazmente la resolución de los problemas
2.-Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos)	Concebir soluciones tecnológicas. Diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.
3.-Gestionar - planificar, ejecutar y controlar- proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos)	Planificar y ejecutar proyectos de ingeniería Operar y controlar proyectos de ingeniería
4.-Usar de manera eficaz las técnicas y herramientas de la ingeniería.	Identificar y seleccionar las técnicas y herramientas disponibles. Usar y/o supervisar el uso de las técnicas y herramientas
5.-Contribuir a la generación de desarrollos y/o innovaciones tecnológicas.	Detectar oportunidades y necesidades insatisfechas mediante soluciones tecnológicas. Hacer un uso creativo de las tecnologías disponibles Emplear las formas de pensamiento apropiadas para la innovación tecnológica

En función de la revisión global de estándares de acreditación que impulsa el Ministerio de Educación, el acuerdo de CONFEDI del año 2006 recobra vigencia, cuando aprueba un nuevo documento que *propone que las futuras acreditaciones se desarrollen bajo planes de estudio diseñados por competencias* [10].

Desde el Instituto de Investigaciones en Tecnología y Educación (IIT&E) se desarrolló un estudio diagnóstico sobre las carreras de la unidad académica y el contexto en el que se impartían, que se desarrolló bajo un enfoque de evaluación de la calidad.

A partir de ciertas recomendaciones [11] acerca de los métodos para evaluar la calidad de programas educativos, se entendió que aquellos que miden percepciones a través de juicios de satisfacción, se ajustaban a los objetivos definidos. Otros autores destacan la importancia del usuario para las actuales corrientes teóricas en materia de calidad; en el caso de la educación el principal usuario es el alumno, por lo que se consideró que la opinión del egresado sería un dato relevante para el presente trabajo [12].

## 2. Método

Se realizó una adaptación ad hoc a partir de los diferentes métodos de base subjetiva [13] que dio como resultado la concreción de un estudio de diseño descriptivo y transeccional, a partir de la administración de una encuesta sobre dos de las capacidades asociadas a la primera competencia genérica tecnológica definida por CONFEDI (2006) *Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, concebir, diseñar y desarrollar proyectos también de ingeniería*. En concreto se les preguntó cuál había sido, en relación a las capacidades y componentes asociados, el nivel de adquisición durante la carrera, cual el aprendizaje esperado y cuales las demandas de los empleadores. El instrumento recogió información cualitativa, pero a efectos de que los datos pudieran recibir tratamiento estadístico, se requirió que las respuestas fueran volcadas en una escala Lickert (1-10).

El cuestionario, se administró, en el segundo semestre de 2017 en forma aleatoria a una muestra de egresados de Facultad de Ingeniería de la UNLZ. Se trabajó con graduados, de hasta cinco años de egreso, ya que se consideró que su reciente condición de alumnos, les permitía aportar información confiable tanto sobre su tránsito por la carrera, como acerca de las experiencias relacionadas con su inserción laboral.

A partir de las medias obtenidas se construyeron dos índices que se denominaron a) Índice de Adecuación de las Competencias (IAC), que mide la relación percibida entre lo esperado y lo recibido por los graduados y b) Índice de Desarrollo de las Competencias (IDC) que se proponen evaluar la percepción en relación al nivel adquirido y lo requerido por el mercado laboral.

Para la determinación de esos índices, a las medias obtenidas se les aplicó el siguiente cálculo:

- Indicador de Adecuación de la Competencia (IAC) = Valor Observado (VO) - Valor Esperado (VE)
- Indicador de Desarrollo de la Competencia (IDC) = Valor Observado (VO) - Requerido (VR)

A continuación se presenta esquemáticamente el esquema conceptual a partir del cual se desarrolló el instrumento de medición (Ver Tabla 2).

**Tabla 2.** Competencia desagregada en capacidades asociadas y sus respectivos indicadores

Fuente: Adaptado de Documento Primer Acuerdo Competencias Genéricas CONFEDI, 2006

Competencia: 1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, como así mismo concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería	
Capacidades Asociadas	Capacidades componentes o Indicadores
Identificar y formular problemas	Identificar una situación problemática Identificar y organizar los datos pertinentes a un problema Evaluar el contexto particular del problema e incluirlo en el análisis Delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa
Implementar tecnológicamente una alternativa de solución	Realizar el diseño de la solución tecnológica Incorporar al diseño las dimensiones del problema (tecnológica, temporal, económica, financiera, medioambiental, social, etc.) que sean relevantes en su contexto específico Planificar la resolución (identificar el momento oportuno para el abordaje, estimar los tiempos requeridos, prever las ayudas necesarias, etc.) Optimizar la selección y uso de los materiales y/o dispositivos tecnológicos disponibles para la implementación Elaborar informes, planos, especificaciones y comunicar recomendaciones Controlar el proceso de ejecución

### 3. Resultados

#### 3.1. Índices de Adecuación de las Competencias (IAC) y el de Desarrollo de las Competencias (IDC)

Como se señaló en los apartados precedentes, a partir de las medias se construyeron dos índices.

- Índice de Adecuación de las Competencias (IAC): Se trata de un indicador de la calidad percibida, que mide para cada componente, la distancia entre las medias estadísticas del Valor Observado (VO) y el Valor Esperado (VE) para cada uno de los componentes. De esta manera se evalúa la satisfacción del graduado durante su proceso de formación, es decir mide en qué medida las expectativas fueron satisfechas a través de las actividades formativas desarrolladas en los distintos espacios curriculares.
- Índice de Desarrollo de las Competencias (IDC): Este indicador mide en forma indirecta la satisfacción del sector empleador. El mismo tiene en cuenta la diferencia entre las medias estadísticas obtenidas entre el Valor Observado (VO) y el Valor Requerido (VR). Por lo tanto mide a través de una variable del contexto (opinión del sector empleador) la necesidad de profundizar los resultados de los aprendizajes.

#### 3.2. Capacidad para Identificar y Formular Problemas

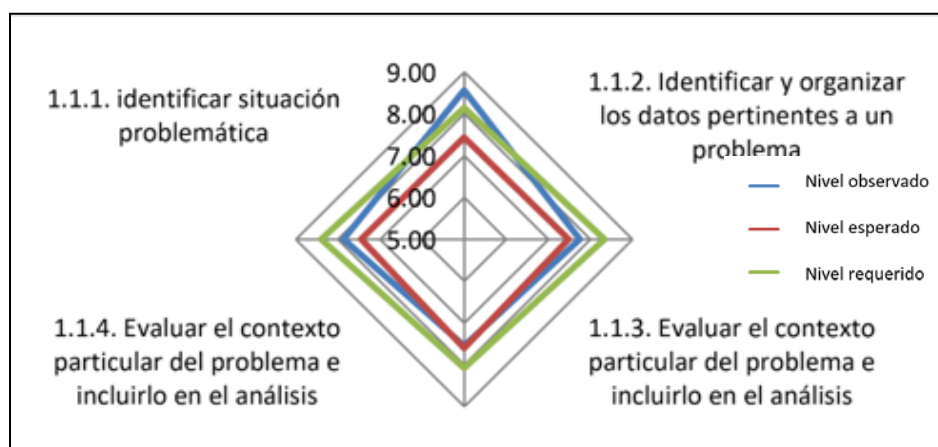
Los resultados que se presentan en la Tabla 3 muestran que el IAC resultó satisfactorio para todos los componentes, con excepción de *Evaluar el contexto particular del problema e incluirlo en el análisis*, ya que se verifica una leve insatisfacción (-0,05) en función de que la expectativa fue más alta que la percepción de los resultados de los aprendizajes. La mayor adecuación se observa para el componente *Identificar una situación problemática* (1,12).

El IDC, presenta resultados negativos, ya que con excepción del componente *Identificar una situación problemática* que muestra una superioridad de 0,41, en el resto de los casos la relación se invierte. Se observa que los empleadores demandaron niveles más altos de desarrollo para los componentes *Identificación y organización de datos pertinentes a un problema*, *Evaluación del contexto particular del problema para su inclusión en el análisis* y *Delimitación y formulación del problema del manera clara y precisa*, cuyos índices fueron (0,58, 052 y 053) respectivamente.

**Tabla 3.** Índices de Adecuación (IAC) y de Desarrollo de la Competencia para la Capacidad (IDC) Identificar y Formular problemas  
Fuente: Elaboración Propia

Capacidad	Componentes de la capacidad	IAC	IDC
Identificar y Formular Problemas	Identificar situación problemática	1,12	0,41
	Identificar y organizar los datos pertinentes a un problema	0,28	-0,58
	Evaluar el contexto particular del problema e incluirlo en el análisis	-0,05	-0,52
	Delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa	0,42	-0,53

A partir de los índices obtenidos para la capacidad para *Identificar y formular problemas*, se observa que en líneas generales existe adecuación con las expectativas de formación que tienen los alumnos, en tanto que en relación al mercado de trabajo, los resultados de los aprendizajes se ubican en el 75% de los casos, levemente por debajo de los requerimientos y no satisfacen adecuadamente las expectativas del aquel (Ver Figura.1).



**Figura 1** Brechas a cubrir para Capacidad Identificar y Formular Problemas en función de los IAC e IDC  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.3. Capacidad para implementar tecnológicamente una alternativa de solución

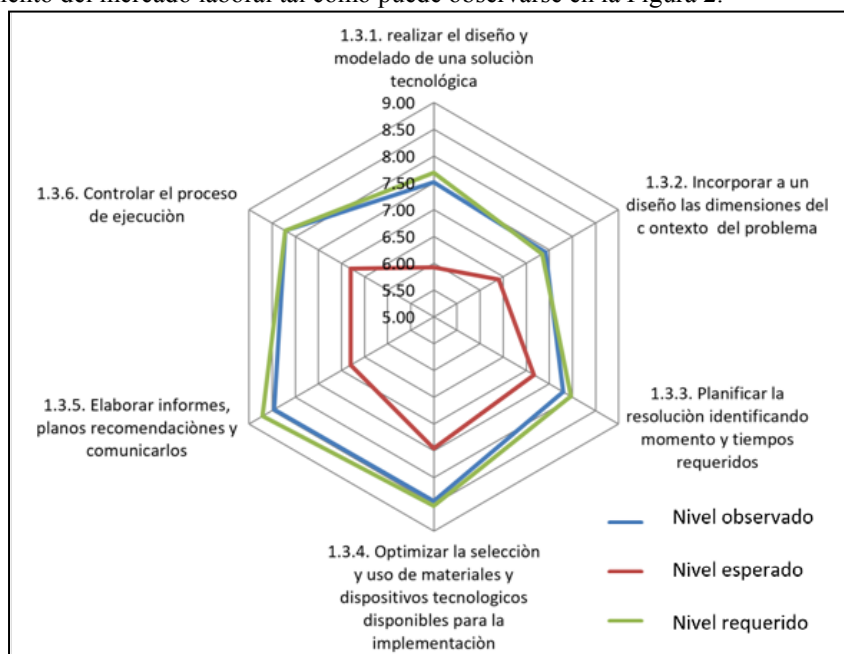
En IAC resultó ser satisfactorio en todos los casos ( Ver Tabla 4) , con niveles de adecuación muy significativos, como en el caso de *Realizar el diseño y modelado de una solución tecnológica, Elaborar informes, planos, recomendaciones y comunicarlos* y *Controlar el Proceso de Ejecución* cuyos índices resultaron 1,58 y 1,65 y 1,42 respectivamente. Sin embargo, al analizar los resultados del IDC, se advierte que solo existe una equiparación o superioridad para los componentes *Incorporar a un diseño las dimensiones relevantes al contexto del problema* (0,07) y *Controlar el proceso de ejecución* (0).

**Tabla 4.** Índices de Adecuación (IAC) y de Desarrollo de la Competencia (IDC) para la Capacidad Implementar tecnológicamente una alternativa de solución  
Fuente: Elaboración Propia

Capacidad	Componentes de la Capacidad	IAC	IDC
Implementar tecnológicamente una alternativa de solución	Realizar el diseño y modelado de una solución tecnológica	1,58	-0,18
	Incorporar a un diseño las dimensiones relevantes al contexto del problema	1,02	0,07
	Planificar la resolución identificando momento y	0,64	-0,16

tiempos requeridos		
Optimizar la selección y uso de materiales y dispositivos tecnológicos disponibles para la implementación	0,99	-0,09
Elaborar informes, planos recomendaciones y comunicarlos	1,65	-0,26
Controlar el proceso de ejecución	1,42	0

Por los resultados obtenidos en el IAC se puede afirmar que existe un buen nivel de adecuación entre las expectativas y los niveles de formación alcanzados, sin embargo el IDC se presenta un 66% de déficits para los componentes, es decir existen brechas, si bien no muy significativas, entre lo observado por los graduados y el nivel de requerimiento del mercado laboral tal como puede observarse en la Figura 2.



**Figura 2.** Brechas a cubrir para Capacidad para implementar tecnológicamente una alternativa de solución en función de los IAC e IDC  
Fuente: Elaboración Propia

#### 4. Discusión

En la Tabla 5, se presentan los resultados correspondientes a la adecuación entre las expectativas y la percepción del servicio educativo (IAC). Los datos fueron ordenados para cada capacidad con criterio decreciente y se advierte que existe satisfacción en el 90% de los 10 componentes evaluados. Solo los aprendizajes inherentes “evaluar el contexto particular del problema e incluirlo en el análisis”, resultó con un indicador negativo. Por lo tanto y en función de los valores obtenidos, se considera que la brecha no resulta significativa y si bien el diseño curricular vigente, se enmarca en el enfoque de contenidos, se puede inferir que las estrategias desarrolladas durante la implementación de la actual propuesta curricular, estarían garantizando un adecuado nivel de adquisición de las capacidades, desde las expectativas de los graduados.

**Tabla 5.** Nivel de adecuación y disconformidad en función del Índice de Adecuación de la Competencia (IAC).

Fuente: Elaboración Propia

Capacidad	Componente de la capacidad	IAC
		Adecuación      Disconformidad
Identificar y Formular Problemas	Identificar una situación problemática	1,12
	Delimitar el problema y formularlo de manera clara y pre	0,42
	Identificar y organizar los datos	0,28

	pertinentes a un problema		
	Evaluar el contexto particular del problema e incluirlo en el análisis		-0,05
Implementar tecnológicamente una alternativa de solución	Elaborar informes, planos recomendaciones y comunicación	1,65	
	Realizar el diseño y modelado de una solución tecnológica	1,58	
	Controlar el proceso de ejecución	1,42	
	Incorporar a un diseño las dimensiones relevantes al contexto del problema	1,02	
	Optimizar la selección y uso de materiales y dispositivos tecnológicos disponibles para la implementación	0,99	
	Planificar la resolución identificando momento y tiempos requeridos	0,64	

El IDC, que también ha sido ordenado para cada capacidad con criterio decreciente muestra un desempeño diferente respecto del IAC, ya que solo el 30 % de los componentes presentaron un índice de superioridad, muy baja o neutra como en el caso del componente *Controlar el proceso de ejecución* (0).

Se observa que el sector empleador advirtió déficits para el 70% de los componentes; por su número y magnitud los más significativos corresponden a la capacidad para *Identificar y Formular Problemas*. Se considera que la misma resulta ser una cuestión liminar de la competencia que se analiza, ya que si el profesional no cuenta con las herramientas para identificar y formular técnicamente una situación problemática, deviene en una dificultad ulterior tanto para la búsqueda de soluciones como para su posterior implementación, control y evaluación. No obstante resulta interesante señalar que en relación a esta capacidad, el componente de *Identificar una situación problemática* el IAC obtuvo el valor de adecuación más alto (1,12) y el IDC el de mayor índice de superioridad (0,41).

Los déficits identificados a través del IDC, estarían advirtiendo sobre la necesidad de realizar un exhaustivo trabajo de reflexión y ajuste al momento de pensar en la innovación curricular hacia un diseño por competencias, con el objeto de asegurar que se garantice un trabajo coordinado y orientado al desarrollo de las capacidades entre los distintos espacios curriculares que se definan.

**Tabla 6.** Niveles de Superioridad y Déficit en función del Índice de Desarrollo de la Competencia (IDC).

Fuente: Elaboración Propia

Capacidad	Componentes de la capacidad	IDC		
		Superioridad	Déficit para sector empleador	
Identificar y Formular Problemas	Identificar una situación problemática	0,41		
	Identificar y organizar los datos pertinentes a un problema		-0,58	
	Delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa		-0,53	
	Evaluar el contexto particular del problema e incluirlo en el análisis		-0,52	
Implementar tecnológicamente una alternativa de solución	Incorporar a un diseño las dimensiones relevantes al contexto del problema	0,07		
	Controlar el proceso de ejecución	0		

Elaborar informes, planos recomendaciones y comunicarlos	-0,26
Realizar el diseño y modelado de una solución tecnológica	-0,18
Planificar la resolución identificando momento y tiempos requeridos	-0,16
Optimizar la selección y uso de materiales y dispositivos tecnológicos disponibles para la implementación	-0,09

## 5. Conclusiones

A partir del mapa funcional de competencias desarrollado por el CONFEDI para la formación de ingenieros en Argentina, desde el IIT&E se ha estructurado un modelo que mide, su nivel de adquisición desde la perspectiva de la evaluación de la calidad de los servicios educativos.

El modelo permitió construir dos índices estadísticos a partir de juicios de graduados y obtener un criterio ponderado de su satisfacción con los aprendizajes alcanzados, como así también un ordenamiento de los déficits, en función de las experiencias laborales por las que transitaron.

El Índice de Adecuación de las Competencias (IAC) y el Índice de Desarrollo de la Competencia (IDC), aportan información sobre la adecuación de las expectativas de los graduados y la superioridad o déficits en relación a los requerimientos del mercado de trabajo, que resulta estratégica para la toma de decisiones durante procesos de innovación, que requieran desde la perspectiva de la calidad educativa la satisfacción de los usuarios.

Se observa que los juicios de valor respecto de la cobertura de las expectativas personales, no siempre resultaron consistentes con las experiencias concretas en materia de inserción laboral ya que se dieron casos en los que el IAC resultó de adecuación y el IDC indicó déficit. En este sentido el IAC obtuvo un 90 % de adecuación para los 10 componentes, en tanto que el IDC solo resultó con un indicador de superioridad en el 30 de los casos; es decir que para el sector empleador el 70 % de los componentes presentó déficits. Esta cuestión advierte acerca de la necesidad de trabajar con métodos que triangulen datos para dotar de validez y confiabilidad a los constructos metodológicos que los sustenten. El desarrollo de un segundo instrumento que mida exclusivamente los requerimientos del sector empleador y cuyos resultados se comparen con el IDC puede ser una alternativa válida.

Si bien se trata de resultados parciales, se puede adelantar que las carreras de la Facultad de Ingeniería de la UNLZ, en general, cubren desde la perspectiva de los graduados, las expectativas respecto de la adquisición de dos de las capacidades asociadas a la competencia *Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, como así mismo concebir, diseñar y desarrollar proyectos también de ingeniería*, a pesar de que en función de la percepción de los graduados, sus experiencias laborales, habrían puesto en evidencia ciertos déficits, aunque no muy significativos.

Por último, el análisis se ha circunscripto solo a dos de las capacidades de una de las cinco competencias tecnológicas definidas para la formación de los ingenieros, por lo tanto queda pendiente la elaboración de índices para las restantes competencias de naturaleza tecnológica, como así mismo para las cinco de orden social, político y actitudinal. Si bien al momento se cuentan con datos que permiten inferir un diagnóstico respecto de la competencia analizada, es necesario contar con el análisis completo del actual perfil formativo para confeccionar el mapa funcional, que incluya a la totalidad de competencias del ingeniero y se las vincule con los índices obtenidos. Esta matriz, permitiría a las instituciones inferir las brechas a cubrir en el nuevo diseño curricular de sus carreras, evaluar la magnitud del cambio y coordinar con los responsables de su implementación la articulación de las actividades que aseguren la calidad de los resultados del nuevo diseño y garantice tanto la satisfacción de los alumnos por la enseñanza que reciben, como la cobertura de las expectativas y necesidades del sector productivo.

Se puede concluir que el modelo desarrollado ha puesto a disposición una herramienta que además de medir los resultados de los aprendizajes desde la perspectiva de sus graduados y valorar su nivel de satisfacción con las competencias adquiridas, también contribuye ponderar las brechas formativas en función de los requerimientos del mercado de trabajo.

## Referencias

1. Ministros Europeos. (1999). *Declaración de Bolonia. Declaración conjunta de los ministros europeos de educación*. Bolonia

2. Herrero Martínez, R., González López, I. & Marín Díaz, V. (2015). Formación centrada en competencias estudiantiles en Educación Superior. En *Revista de Ciencias Sociales XXI* (4), 461-478. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/292616948\\_Formacion\\_centrada\\_en\\_competencias\\_estudiantiles\\_en\\_educacion\\_superior](https://www.researchgate.net/publication/292616948_Formacion_centrada_en_competencias_estudiantiles_en_educacion_superior)
3. Tejada Fernández J. (2012). La alternancia de contexto para la adquisición de competencias profesionales en escenarios complementarios de Educación Superior: Marco y Estrategia. *Educación XXI*, 15 (2)17-40. [doi.org/10.5944/educxx1.15.2.125](https://doi.org/10.5944/educxx1.15.2.125)
4. Ya-Hui, S., Li-Yia, F., Chao-Chin, Y. & Tzu-Ling, C. (2012). How teachers support university students' lifelong learning development for sustainable futures: The student's perspective. En *Futures*, 44 (2), 158-165. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016328711002473>
5. Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina. (2006). *Primer Acuerdo sobre Competencias Genéricas*. Villa Carlos Paz.
6. Perrenoud, P. (2013). *Construir competencias desde la escuela*. Madrid: Editorial JCSAEZ.
7. Huerta, M. (2014). *Formación por competencias a través del aprendizaje estratégico*. Lima: Editorial San Marcos
8. Tobón, S.; Pimienta, J. & García, J. (2012). *Secuencias didácticas: Aprendizaje y evaluación de competencias*. México: Pearson Educación.
9. Tobón S. (2013). *Formación Integral y Competencias*. Bogotá: Eco Ediciones.
10. Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina. (2017). *Documento Final de Propuesta de Nuevos Estándares de Carreras de Ingeniería*. Paraná
11. Duque Oliva, E. J., & Chaparro Pinzón, C. R. (2012). Medición de la percepción de la calidad del servicio de educación por parte de los estudiantes de la UPTC Duitama. En *Criterio Libre*, 10 (16), 159-192. Recuperado de <http://www.unilibre.edu.co/CriterioLibre/images/revistas/16/art7.pdf>
12. Martínez Argüelles, M. Blanco, M. & Castán, J. (2013). Las dimensiones de la calidad del servicio percibida en entornos virtuales de formación superior. En *Revista de la Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 10, 89-106. [doi.10.7238/rusc.v10i1.1411](https://doi.org/10.7238/rusc.v10i1.1411)
13. Duque Oliva, E. & Diosa Gómez, Y. (2014). Evolución conceptual de los modelos de medición de la percepción de la calidad del servicio: una mirada desde la educación superior. En *Suma de negocios* 5 (12) 180-191. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215910X14700400>