



Recibido: 22 julio 2019  
Aceptado: 5p agosto 2019


Dirección autores:

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Hermosillo

<sup>2</sup> Universidad Estatal de Sonora

E-mail / ORCID

[elielmontijo@gmail.com](mailto:elielmontijo@gmail.com),

 <https://orcid.org/0000-0001-8538-0767>

[xjorgedavid@gmail.com](mailto:xjorgedavid@gmail.com);

[eborboa6@hotmail.com](mailto:eborboa6@hotmail.com),

[fernanda.torres@hotmail.com](mailto:fernanda.torres@hotmail.com),

[dariosotopatron@hotmail.com](mailto:dariosotopatron@hotmail.com),

[eshermo5@hotmail.com](mailto:eshermo5@hotmail.com)

Evaluación de competencias en la finalización del curso: introducción a la programación básica multidisciplinaria con enfoque a solución de problemas, para alumnos de nuevo ingreso al nivel superior

Evaluation of competences at the end of the course: introduction to basic multidisciplinary programming with a problem-solving approach, for new students at the higher level

Borboa-Acosta Eugenio<sup>1,2</sup>, Esthela Fernanda<sup>1</sup>, Gutiérrez-Cota Jorge David<sup>1</sup>, Montijo-Valenzuela Eliel Eduardo<sup>1,2</sup>, Soto-Patrón Darío<sup>1</sup>, Torres-Amavizca, y Sámano-Hermosillo<sup>2</sup>

### Resumen

La programación es la interpretación de una computadora, de las actividades, la forma y el orden en que debe de ser ejecutadas dichas actividades, previamente introducidas por un programador. La implementación de la programación es de suma importancia en todos los niveles y sectores, y la podemos encontrar en dispositivos de uso común como los *smartphones*, hasta aplicaciones más especializadas como la programación de robots en la industria automotriz. En esta investigación se realiza un análisis de las competencias adquiridas en el área de la programación, por un total de 37 alumnos de nuevo ingreso al Instituto Tecnológico de Hermosillo, con perfiles en el área de ingeniería mecánica, mecatrónica, sistemas computacionales, biomédica, aeronáutica, industrial, eléctrica y electrónica. La metodología empleada fue iniciar con la definición de conceptos empleados en programación, posteriormente se realizaron ejercicios empleando algoritmos y diagramas de flujo, para finalizar con pseudocódigo y ejecución de programa con PSeInt. Durante el aprendizaje, se analizaron problemáticas con enfoque a los perfiles de los alumnos de nuevo ingreso, así como las posibles soluciones de cada una de ellas. Como resultado, se obtuvo un análisis de las competencias adquiridas por los participantes al finalizar el curso.

**Palabras claves:** Análisis de competencias, programación básica, solución de problemas.

### Abstract

Programming is the interpretation of a computer, of the activities, the form and the order in which these activities must be executed, previously introduced by a programmer. The implementation of programming is of utmost importance at all levels and sectors, we can find it in common devices such as smartphones, or even in more specialized applications such as robot programming in the automotive industry. In this research, an analysis of the skills acquired in the area of programming is carried out, with a total of 37 new students entering the Technological Institute of Hermosillo, with profiles in the area of mechanical engineering, mechatronics, computer systems, biomedical, aeronautics, industrial, electrical and electronic. The methodology used was to start with the definition of concepts used in programming, then exercises were performed using algorithms and flowcharts, ending with pseudocode and program execution with PSeInt. During the learning, problems were analyzed with a focus on the profiles of new students, as well as the possible solutions of each of them. As a result, an analysis of the skills acquired by the participants at the end of the course was obtained.

**Keywords:** Analysis of the skills, basic programming, problem solving.



## 1. INTRODUCCIÓN

Los avances en ciencia y tecnología, la transformación globalizada del conocimiento y la sociedad, incentivan a la industria de todos los sectores a la búsqueda de capital humano con aptitudes y actitudes que les permitan desenvolverse en múltiples áreas, entre ellas la social, la científica y la tecnológica principalmente. En los trabajos de ingeniería, la diversificación es muy amplia en las áreas de desempeño, y puede llegar a ser impredecible [1]. Los ingenieros pueden trabajar en procesos, proyectos y actividades diversas, que, si bien pueden estar enfocadas directamente a su área de formación, también pueden involucrar actividades de gestión, operación, desarrollo, trabajo en equipo en conjunto con otras áreas, etc. Si bien, todas las ingenierías presentan áreas de conocimiento multidisciplinarias, hay algunas que se componen totalmente de la combinación de varias disciplinas, por ejemplo la mecatrónica, que enfatiza en la necesidad de integrar e interactuar con diferentes ramas, siendo las principales la mecánica de precisión, electrónica, informática y sistemas de control [2], además de ser una tendencia de relevancia en los procesos de diseño que impactan directamente en la producción industrial, integrando conocimientos, trabajo en equipo y desarrollo social [3]. En [4], se establecen además que aparte de las tendencias en el desarrollo tecnológico industrial, la tenaz y continua competencia del mercado de los servicios y la cooperación internacional por el desarrollo de proyectos, “demandan profesionales cada vez más competitivos con alto nivel científico y técnico, con altos valores humanos y comprometidos con el desarrollo sostenible”.

En la actualidad, en México, se asume el modelo educativo basado en “competencias” en las instituciones de educación superior (IES) públicas como una perspectiva de “cambio” en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se define una competencia como “un conjunto de saberes técnicos, metodológicos, sociales y participativos que se actualizan en una situación y un momento particulares” [5]. Según [6], el término de competencia puede ser entendido de diferentes formas, así, un profesor o un abogado, pueden tener dos conceptualizaciones distintas, sin embargo, desde el área de recursos humanos, se define como “el conjunto de características de una persona que están relacionadas directamente con una buena ejecución en una determinada tarea o puesto de trabajo”. En [7], se establece que las competencias a su vez se clasifican en dos tipos; genéricas y específicas. Las competencias genéricas “son entendidas como un sistema complejo de conocimientos, integrado por las dimensiones cognitiva, afectiva y conductual, el cual puede ser observable en el desempeño e implementado y transferido a diferentes contextos” [8]. Por otra parte, las competencias específicas están relacionadas con los aspectos técnicos y no son fácilmente transferibles [9], como el diseño de una máquina.

En el Instituto Tecnológico de Hermosillo, se imparten cursos propedéuticos a jóvenes seleccionados de nuevo ingreso a la educación superior, específicamente en ingenierías, con la finalidad de que obtengan bases previas a otros conocimientos más avanzados, lo que les permite ingresar a un campo específico del conocimiento con mayores áreas de oportunidad. Las modalidades de los cursos son con base en competencias, siendo las temáticas principales las matemáticas, habilidades de pensamiento, lógica matemática e introducción a la programación

básica multidisciplinaria, sin embargo, no se ha registrado a la fecha, una evaluación de las competencias adquiridas por los alumnos en ninguno de estos cursos, que sirvan como referente para la actualización y mejora continua de los contenidos temáticos y software utilizados, o como parte del seguimiento académico de los alumnos, una vez que se incorporan a la retícula específica de cada ingeniería.

El objetivo de esta investigación es realizar un análisis de las competencias adquiridas en el área de introducción a la programación básica multidisciplinaria, por un total de 37 alumnos de nuevo ingreso al Instituto Tecnológico de Hermosillo, con perfiles en el área de ingeniería mecánica, mecatrónica, sistemas computacionales, biomédica, aeronáutica, industrial, eléctrica y electrónica. La metodología empleada fue iniciar con la definición de conceptos empleados en programación, posteriormente se realizaron ejercicios utilizando algoritmos y diagramas de flujo, para finalizar con pseudocódigo y ejecución de programa con PSeInt, una herramienta para asistir a un estudiante en sus primeros pasos en programación. Mediante un simple e intuitivo pseudolenguaje en español (complementado con un editor de diagramas de flujo), le permite centrar su atención en los conceptos fundamentales de la algoritmia computacional, minimizando las dificultades propias de un lenguaje y proporcionando un entorno de trabajo con numerosas ayudas y recursos didácticos [10]. Durante el aprendizaje, se analizaron problemáticas con enfoque a los perfiles de los alumnos de nuevo ingreso, así como las posibles soluciones de cada una de ellas. Como resultado, se obtuvo un análisis de las competencias genéricas y específicas, adquiridas por los participantes al finalizar el curso, por lo que se pueden tener datos estadísticos sobre el aprovechamiento de los alumnos en el curso y sus posibles áreas de oportunidad y mejora continua.

## 2. METODOLOGÍA

El estudio se realizó a 37 alumnos con perfiles de diferentes ingenierías, próximos a entrar a la educación superior. La muestra se conformó por 8 mujeres y 29 hombres, todos con edad de 18 años. La distribución por carreras fue la siguiente; 6 alumnos con perfil de ingeniería mecatrónica, 5 de ingeniería mecánica, 4 de ingeniería aeronáutica, 4 de ingeniería eléctrica, 4 de ingeniería electrónica, 5 de ingeniería biomédica, 4 sistemas computacionales y 5 de ingeniería industrial (ver figura 1).

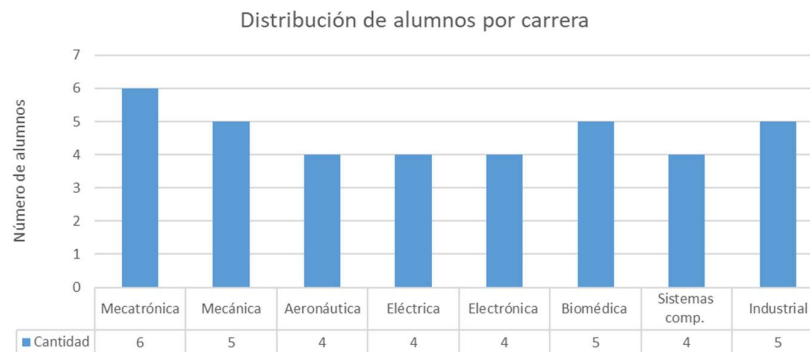


Fig. 1. Cantidad de alumnos de la muestra de estudio, por perfil.

La metodología empleada para los efectos de esta investigación, consistieron en siete pasos distintos (ver figura 2), que integran: 1) la fase de distribución del conocimiento por parte del facilitador y los alumnos, 2) la conceptualización de términos significativos por parte de los alumnos, como fundamento para el análisis de problemas, 3) el análisis y solución de problemas orientados a diferentes áreas de ingeniería y casos prácticos, 4) elaboración de algoritmos y diagramas de flujo a partir de los problemas analizados en punto 3, 5) elaboración de pseudocódigo, 6) ejecución de programa en PSeInt y 7) análisis y evaluación de competencias.

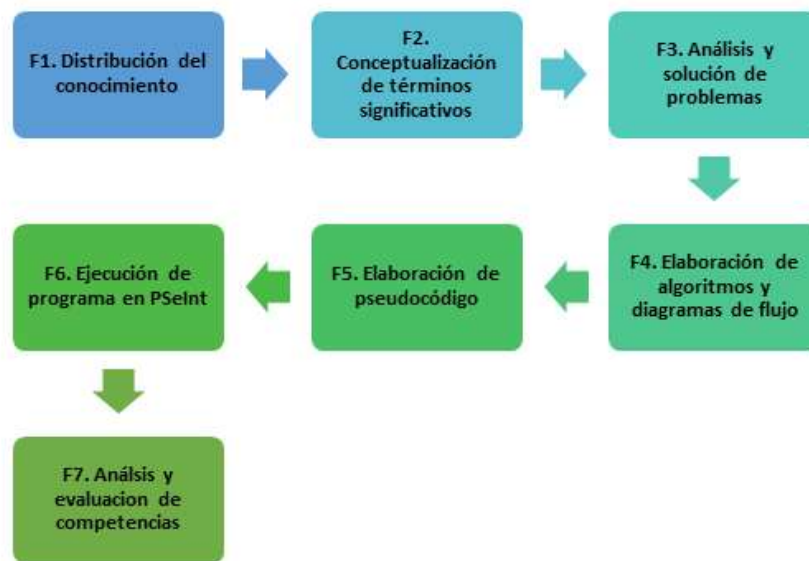


Fig. 2. Pasos metodológicos para la investigación.

El curso de introducción a la programación básica multidisciplinaria con enfoque a solución de problemas tuvo una duración de 30 horas, distribuidas en dos semanas. La descripción de las fases fueron las siguientes:

F1. Distribución del conocimiento por parte del facilitador y los alumnos. Por medio de presentaciones, exposiciones orales, investigaciones en aula (ver figura 3), debates y foros grupales, el facilitador en conjunto con el grupo, se analizaron conceptos de relevancia para comprender los fundamentos de la programación. Entre los conceptos de relevancia se encuentran: programación, *software*, lenguajes de programación, sintáctica, semántica, código fuente, código objeto, pseudocódigo, algoritmo, diagramas de flujo, la computadora y su estructura, datos, clasificación de datos, memoria, almacenamiento, variables, cadenas, comandos, etc. En esta fase, también se analizaron las aplicaciones de la programación en diferentes áreas, por ejemplo, en la ingeniería aeronáutica para el control de drones.





Fig. 3. Investigación de conceptos relacionados a programación en aula.

F2. Conceptualización de términos significativos por parte de los alumnos, como fundamento para el análisis de problemas. En esta fase, el alumno, retomando los conceptos de la fase 1, realizó analogías y aplicaciones prácticas de estos términos, aplicados directamente a las áreas de interés de cada uno, por ejemplo, en la figura 4, se muestra a un alumno observando el código de programación del control de motores de un dron.



Fig. 4. Alumno observando código de programación de control de motores de dron.

F3. Análisis y solución de problemas orientados a diferentes áreas de ingeniería y casos prácticos. En esta fase, el trabajo fue colaborativo; de forma grupal y por equipos (ver figura 5). En esta fase, el facilitador propuso una serie de problemas con enfoque a cada una de las áreas de la ingeniería, por ejemplo, para el problema para el área de ingeniería aeronáutica y mecánica, se propuso el siguiente problema del área de la mecánica de fluidos:

*“Determinar la turbulencia generada por una turbina de aire, que opera a una temperatura de 30 a 35 °C, si se sabe que la velocidad de entrada del flujo gaseoso es de 150 m/s y el diámetro de la tubería es de 0.5 m”*



Fig. 5. Solución en equipos multidisciplinarios, para la solución de problemas multidisciplina-rios con enfoque de ingeniería.

F4. Elaboración de algoritmos y diagramas de flujo a partir de los problemas analizados en fase 3. La solución de los problemas de la fase 3, se convirtió a algoritmos y diagramas de flujo, con la finalidad de comprender de una forma más sencilla, la solución de la problemática. El trabajo en esta fase fue de un 70% individual y un 30% en equipo, con la intención de que los alumnos pudieran comparar sus respuestas, encontrar posibles errores y obtener otras posibles metodologías de solución. Al finalizar esta fase, los alumnos pudieron interactuar con la inter-faz de PSeInt para generar algunos diagramas de flujo, relacionados a los programas propuestos en las fases anteriores (ver figura 6).

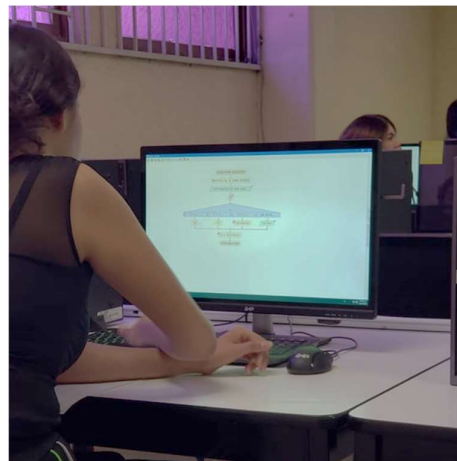


Fig. 6. Alumna genero diagrama de flujo en la etapa final de la fase 4.

F5. Elaboración de pseudocódigo. Comprobados los algoritmos y diagramas de flujo por el facilitador y los alumnos, se procedió a realizar el pseudocódigo, de los problemas trabajados en las fases anteriores.

F6. Ejecución de programa en PSeInt. El pseudocódigo (elaborado en papel) de cada uno de los problemas propuestos, se pasó a código PSeInt (ver figura 7), con la finalidad de ejecutarlos y demostrar su correcto funcionamiento.

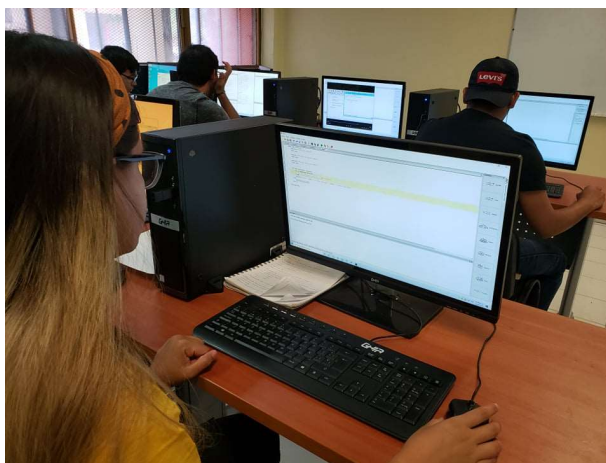


Fig. 7. Alumna convirtiendo pseudocódigo a lenguaje PSeInt.

F7. Análisis y evaluación de competencias. Sin duda, la evaluación es un factor fundamental para el proceso educativo. Para esta investigación se utilizaron como parámetros la evaluación sumativa y la evaluación formativa. Se utilizó la evaluación sumativa como un parámetro de medición mediante controles y exámenes de lo que el alumno ha aprendido durante el curso, con la finalidad de obtener estadísticas de la responsabilidad del rendimiento de los alumnos. Por otra parte, la evaluación formativa, se utilizó como parámetro de medición para evaluar el progreso y el conocimiento del alumno con frecuencia y de forma interactiva.

### 3. RESULTADOS

#### a) *Evaluación de competencias específicas*

Para la evaluación de las competencias específicas, se utilizó la evaluación sumativa y la evaluación formativa. En la evaluación sumativa, se utilizó el siguiente régimen de evaluación, pactado por los alumnos y el facilitador: asistencia 20%, tareas, actividades y prácticas 40% y examen 40%. Para realizar una correlación entre la evaluación sumativa y formativa, se realizó un examen diagnóstico en la primera sesión del curso al 100% de los alumnos. Los resultados de aprobación fueron los siguientes (ver figura 8): lógica matemática (75%), aritmética (72%),

conceptos de programación (45%), algoritmos (55%) y pseudocódigo (33%). Los rubros con porcentaje de aprobación mayor al 70%, se deben a que anteriormente, los alumnos habían concluido con el curso de lógica matemática. Los resultados del examen de finalización se muestran en la figura 8, dando los siguientes resultados: lógica matemática (82%), aritmética (82%), conceptos de programación (91%), algoritmos (87%) y pseudocódigo (85%).

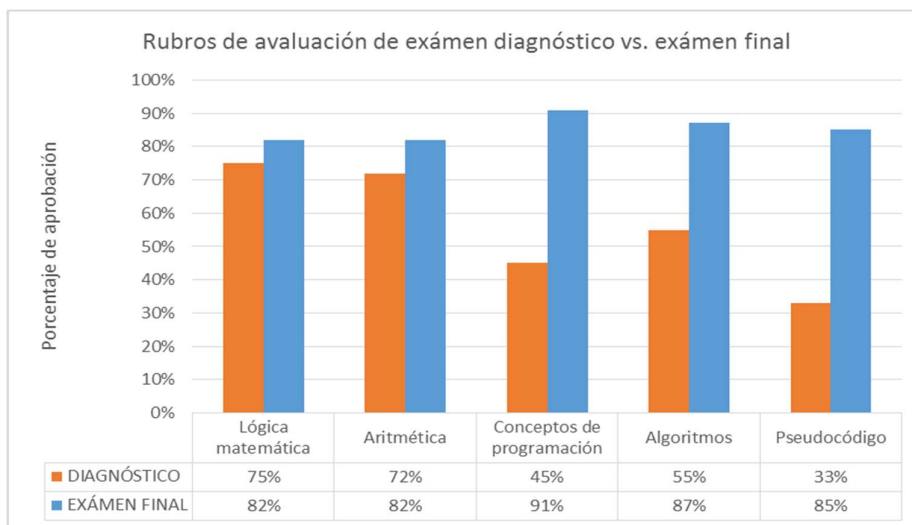


Fig. 8. Porcentaje de aprobación general en los rubros del examen diagnóstico.

Para la evaluación formativa, se muestra un notable avance en los temas de enfoque del curso; conceptos de programación, algoritmos y pseudocódigo.

El incremento de la evaluación formativa de los alumnos dependió del progreso del aprendizaje del alumno durante su formación en el curso, creando una sinergia con la evaluación sumativa, basada en el modelo por competencias, en donde se efectuaron las actividades y tareas descritas en la tabla I.



Tabla I. Actividades y tareas realizadas por los alumnos durante su formación.

| Tareas   | Actividades en equipo   | Actividades individuales   | Actividades grupales                 |
|--|---|--|--------------------------------------|
| 1. Habilidades de un programador                 | 1. Mapa conceptual de programación                              | 1. Investigación de conceptos  | 1. Foros de discusión                |
| 2. Curiosidades de la programación               | 2. Mapa mental de curiosidades de la programación               | 2. Análisis metodológico de investigaciones con enfoque a ingeniería (revisión de artículos científicos) | 2. Debates                           |
| 3. Aplicaciones de la programación en ingeniería | 3. Exposición sobre curiosidades de la programación             | 3. Solución de problemas básicos y de ingeniería   | 3. Solución analítica de problemas   |
| 4. Estructura de la computadora                  | 4. Solución analítica de problemas con enfoque a ingeniería     | 4. Elaboración de diagramas de flujo   | 4. Elaboración de diagramas de flujo |
| 5. Algoritmo para fabricar un avión de papel     | 5. Aplicación de algoritmos a problemáticas cotidianas          | 5. Elaboración de algoritmos   | 5. Elaboración de algoritmos         |
|  | 6. Aplicación de diagramas de flujo a problemáticas con enfoque | 6. Elaboración de pseudocódigo   | 6. Elaboración de pseudocódigo       |
|  | 7. Aplicación de pseudocódigo en problemáticas con enfoque a    | 7. Ejecución de programas en PSeInt  | 7. Ejecución de programas en PSeInt  |

En conjunto con las actividades y tareas, la evaluación sumativa comprendió de una ponderación para asistencia y una para examen, obteniendo los resultados de la figura 9, en donde se mostró un 95% de asistencia general, un 91% de entrega de tareas, actividades y prácticas y un 87% de aprobación del examen.

*b) Evaluación de competencias genéricas*

Para la evaluación de las competencias genéricas, se diseñó un cuestionario que se aplicó al finalizar el curso, junto con el examen final. Anteriormente, el facilitador, realizó un análisis grupal durante todo el curso y contestó el cuestionario dando un valor a su consideración, antes de conocer los datos preliminares de la estadística grupal. En este cuestionario se plantearon diez competencias genéricas con enfoque a ingeniería y programación, con valor de 0 a 10 como escala de medición, donde 0 es el valor mínimo y 10 el valor máximo. Los resultados se muestran en la figura 10.

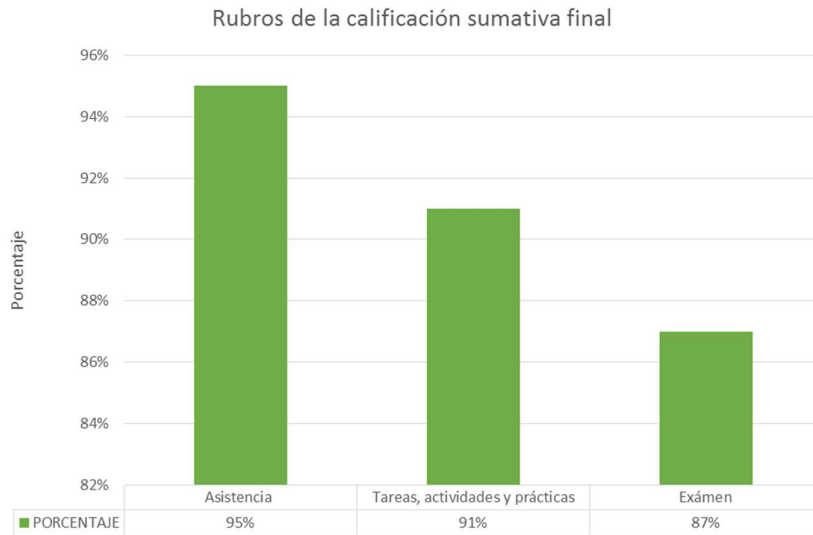


Fig. 9. Rubros en evaluación sumativa final grupal.

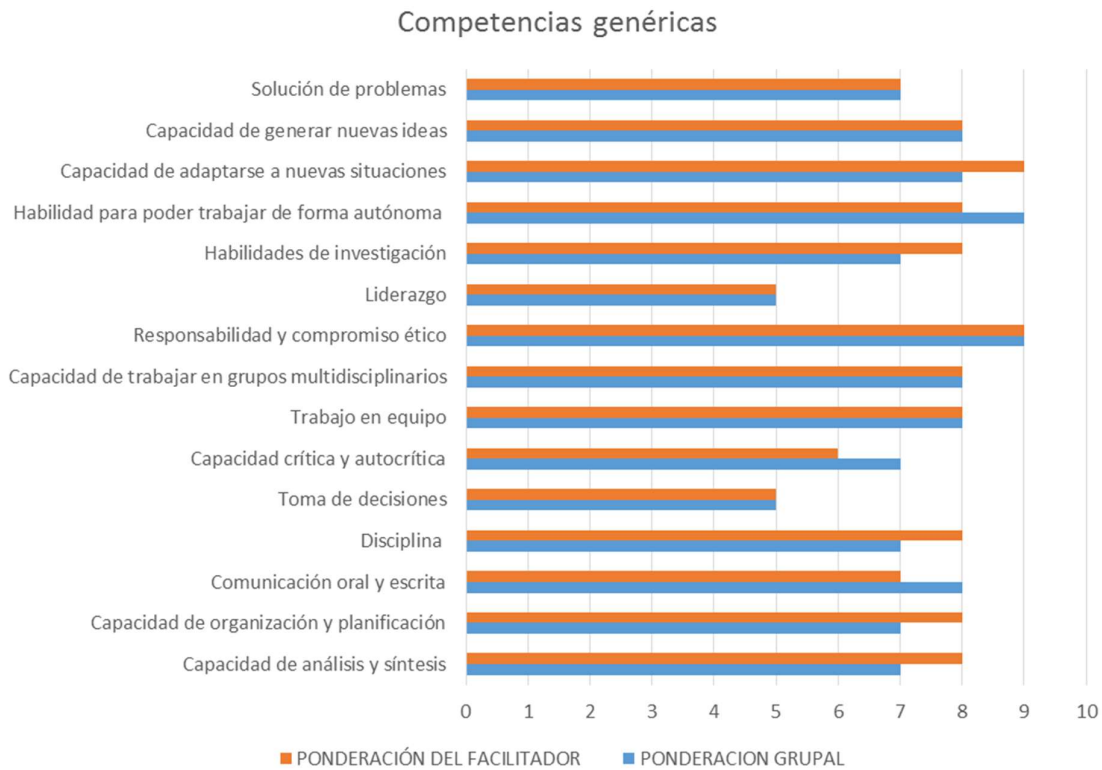


Fig. 10. Evaluación de competencias genéricas.

#### 4. CONCLUSIONES

1. Se puede tener un crecimiento porcentual considerable en competencias específicas, en un grupo propedéutico con enfoque a programación, si se realiza una combinación adecuada de una evaluación formativa y sumativa, que integre el modelo por competencias.
2. La integración de actividades y temáticas específicas, sobre todo en las actividades de aplicación del conocimiento; conceptos, investigaciones y solución de problemas con enfoque a ingeniería, mejoran de forma significativa el aprendizaje de los alumnos.
3. Las actividades individuales, en equipo y grupales, con enfoque al aprendizaje de competencias específicas, estimulan el desarrollo de competencias genéricas.
4. Se aconseja seguir trabajando con grupos multidisciplinarios, ya que tiene un impacto significativo en el desarrollo de las competencias genéricas, específicamente en la solución de problemas, la capacidad de generar nuevas ideas, capacidad de adaptarse a nuevas situaciones, trabajo en equipo y la capacidad de trabajar en grupos multidisciplinarios.
5. Se observó, que el trabajo en grupos multidisciplinarios tiende a generar conflictos en liderazgo y toma de decisiones, sobre todo cuando se someten a trabajos bajo presión derivados del factor tiempo. Los conflictos generados, son en la mayoría de los casos, por la propuesta de múltiples soluciones que llegan al mismo resultado, sin embargo, no existe una discrepancia por los integrantes, de cual o cuales podrían ser la mejor opción.
6. Se observó que la gestión y adquisición del conocimiento en el área de programación es efectivo en el área de las competencias específicas, ya que la metodología empleada por el Departamento de Desarrollo Académico del Instituto Tecnológico de Hermosillo, permite un aprendizaje escalonado y coherente, ya que primeramente se toma un curso de habilidades de pensamiento, posteriormente lógica y se finaliza con la introducción a la programación básica.
7. Se observó que la estructura del desarrollo del curso de programación, propuesto en las seis primeras fases de esta investigación, también genera un conocimiento escalonado y secuencial, por lo que se recomienda seguir con esta estructura en cursos posteriores.
8. La integración de *software* a cursos de programación es esencial para la integración y comprobación del conocimiento adquirido. El *software* PSeInt demostró ser una herramienta amigable, de fácil acceso y grado de operación básica, ideal para usuarios que se van adentrando al mundo de la programación.
9. Los autores proponen replicar esta investigación en cursos posteriores, incrementando la muestra, con la finalidad de obtener que puedan arrojar áreas de oportunidad en el desarrollo y actualización de los contenidos, la didáctica o la gestión del conocimiento en la búsqueda de un aprendizaje más eficiente en el área de la programación.

## 5. REFERENCIAS

- [1] Cerato, A. y Gallino, M. (2013). *Competencias genéricas en carreras de ingeniería, Ciencia y tecnología*, vol. ED-13, pp. 83-94.
- [2] Orozco, F. (2014). *La mecatrónica y la combinación de disciplinas independientes, Electrónica y servicio* 155 (1), 39.
- [3] Rodríguez, E., Sánchez, O. y Avendaño, J. (2016). *Análisis de competencias específicas en el desarrollo de proyectos integradores en Ingeniería Mecatrónica*. Revista I3+, 3(1), 24 – 41, 2016.
- [4] Castellanos, L., Hernández, A. y Goytisoló, R. (2011). *Como formar y evaluar las competencias a través de los proyectos formativos en las disciplinas de las carreras de ingeniería*. Latin american and caribbean journal of engineering education, 5(2), 6-14.
- [5] Cano, E. (2005). *Cómo mejorar las competencias de los docentes: guía para la autoevaluación y el desarrollo de las competencias del profesorado*, 1ª ed. GRAÓ, de IRIF, S.L. Barcelona, España.
- [6] JVargas, J. (2007). *Las reglas cambiantes de la competitividad global en el nuevo milenio: las competencias en el nuevo paradigma de la globalización*. Red Internacional de Investigadores, 1(1), 1-21.
- [7] PSICORE (2014). *Batería de competencias laborales nivel administrativo A*. 2ª ed. Editorial Psicore. Guatemala, Guatemala.
- [8] Navarro, G. (2015). *Construcción de conocimiento en educación superior: Educación de competencias genéricas en la Universidad de Concepción (Chile)*. (G. Navarro, Ed.) Concepción: Universidad de Concepción.
- [9] Del Pozo, J (2012). *Competencias profesionales: Herramientas de evaluación: el portafolios, la rúbrica y las pruebas situacionales*, 1ª ed. Narcea.
- [10] PSeInt, "PSeInt", Pseint.sourceforge.net, 2019. [En línea]. Recuperado de: <http://pseint.sourceforge.net/>.