



# LA EXPERIMENTACIÓN COMO DISPOSITIVO PARA EL LOGRO ÁGIL DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE EN PROGRAMAS DE INGENIERÍA

**Luis E. Peláez <sup>(1)</sup>, Miguel A. Cohuó <sup>(2)</sup>, Fabio A. Vargas <sup>(3)</sup>, Iván A. Delgado <sup>(4)</sup>, Ana M. Sarria Palacio <sup>(5)</sup>**

**<sup>(1)</sup> Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia <sup>(2)</sup> Tecnológico Nacional de México, Campus Calkiní (ITESCAM), Calkiní, México, <sup>(3)</sup> Tecnológico de Antioquia, Medellín, Colombia, <sup>(4)</sup> Fundación Universitaria Juan De Castellanos, Tunja, Colombia, <sup>(5)</sup> Universidad Tecnológica del Chocó, Quibdó, Colombia**

## Resumen

Los programas de ingeniería declaran y definen sus resultados de aprendizaje en el contexto de sus competencias y teniendo como elemento orientador el perfil de egreso. Estos resultados de aprendizaje exigen un despliegue a través de planes de estudio y microcurrículos que comprenden el desarrollo de competencias blandas y duras; dicha comprensión lleva, de manera común, a que se logren de manera parcial, tal vez aislada, unos resultados de aprendizaje descuidando otros desde la evaluación.

Este trabajo presenta la manera como los programas de ingeniería pueden tener un escenario para el logro integral de los resultados de aprendizaje a través de la implementación de ejercicios de experimentación y cuasi experimentación desarrollados entre estudiantes, profesores y algunos grupos de interés para el campo de estudio que se esté tratando.

Una vez se instala este escenario de experimentación y resultados de aprendizaje, se triangula con el proceso de acreditación en alta calidad para validar el aporte efectivo de la experiencia con las exigencias, en términos de condiciones de calidad, factores o características, de un modelo de autoevaluación con fines de acreditación.

La hipótesis es que la experimentación ayuda a lograr de manera más ágil y óptima los resultados de aprendizaje, y, por defecto, facilita la acreditación en alta calidad soportada académica y curricularmente en los mismos resultados de aprendizaje.

**Palabras clave:** experimentación; resultados de aprendizaje; acreditación en alta calidad; experimentación en programas de ingeniería

### **Abstract**

*Engineering programs declare and define their learning outcomes in the context of their competencies and with the graduation profile as a guiding element. These learning outcomes require deployment through curricula and microcurricles that include the development of soft and hard skills; this understanding leads, in a common way, to the achievement of partial, perhaps isolated, some learning outcomes neglecting others from the evaluation. This paper presents how engineering programs can have a scenario for the integral achievement of learning outcomes through the implementation of experimentation and quasi-experimentation exercises developed among students, teachers and some stakeholders for the field of study being treated. Once this scenario of experimentation and learning outcomes is installed, it is triangulated with the high-quality accreditation process to validate the effective contribution of the experience with the requirements, in terms of quality conditions, factors or characteristics, of a self-assessment model for accreditation purposes. The hypothesis is that experimentation helps to achieve learning outcomes in a more agile and optimal way, and, by default, facilitates accreditation in high quality supported academically and curricularly in the same learning outcomes.*

**Keywords:** experimentation; learning outcomes; accreditation in high quality; experimentation in engineering programs

## **1. Introducción**

Es necesario mantener vigente la relación entre la actividad experimental, la ciencia y la educación (Morcillo Molina, 2016); pues el reconocimiento de la experimentación, el conocimiento que se desprende de ella y la posibilidad de aprendizaje que la reviste, resultan estratégicos para el logro de resultados de aprendizaje en programas que se desprenden de las ciencias exactas como las carreras de ingeniería.

La formación de ingenieros alrededor del mundo se enfrenta a identificar y adoptar nuevos mecanismos o acciones que impacten la formación académica de los estudiantes en el aula y fuera de esta dentro de un contexto real del campo laboral; entonces, se requiere de dispositivos que permitan conocer las habilidades, capacidades y desempeños de los estudiantes, aun estando todavía en escenarios formativos.

Los organismos acreditadores de la alta calidad establecen habilidades y destrezas que deben desarrollar los estudiantes. Actualmente, se exige la definición, declaración y evaluación de los



resultados de aprendizaje y que a través de estos se puedan establecer las competencias blandas o duras propias de la disciplina. Para los programas de ingeniería, se hace necesario contemplar la competencia de trabajar en equipo, identificando diversos roles, y también comunicarse de manera oral y escrita en diversos escenarios de despliegue de la profesión; entonces, esto, sumado a la necesidad de hacer que el futuro ingeniero pueda resolver problemas aplicando conocimientos científicos y de ingeniería, hace necesario abordar prácticas formativas y evaluativas que permitan evidenciar el desarrollo de las competencias y el logro de los resultados de aprendizaje.

Para programas de ingeniería de sistemas, o en general, los asociados al campo de estudio de las Tecnologías de Información - TI, resulta importante implementar actividades de experimentación para que los participantes logren problematizar sobre las relaciones de trabajo en equipo mientras logran diseñar e implementar soluciones computacionales.

Este trabajo aborda la experimentación como estrategia para desarrollar competencias y lograr resultados de aprendizaje en programas de ingeniería en el campo de las TI, particularmente de sistemas, software, informática o similares. Se compone de cuatro capítulos así: en un primer momento, se desarrollan fundamentos de experimentación y la manera como se asocian con carreras de ingeniería; luego, la experimentación en un campo específico del desarrollo de software y el aseguramiento de la calidad; posteriormente, la manera como se logran impactar las competencias y los resultados de aprendizaje; y, por último, algunas conclusiones a manera de reflexión para la alta calidad de los programas académicos.

La importancia de un elemento de investigación empírica en la ingeniería de software, nos referimos a la experimentación considerándola como elemento estratégico para desarrollar de una manera ágil las habilidades y destrezas de los alumnos que estudian carreras en las ciencias computacionales establecidos como resultados de aprendizaje y su valor significativo del cumplimiento de los objetivos educacionales en el campo laboral dos elementos relevantes para el cumplimiento de requisitos de los órganos acreditadores de calidad de la ingeniería, por tal motivo se llevó a cabo la aplicación de un proceso de experimentación en un ambiente académico, pero con la participación de estudiantes y profesionistas en la industria, para mapear las habilidades y destrezas que la experimentación requiere o se desarrolla y que permiten cumplir los aspectos claves de los órganos acreditadores de calidad en la ingeniería.

El artículo se encuentra organizado en una primera etapa de los antecedentes de la formación de estudiantes en programas de ingeniería y la experimentación en ingeniería de software; en la segunda etapa se abordan los elementos claves de la experimentación y sus principales retos y oportunidades; la tercera parte consiste en la operación del experimento y por último establecer los elementos claves para replicar los experimentos.

## **2. La experimentación en programas de ingeniería**

En una visión simplista, la experimentación es un ejercicio que permite poner a prueba algo en un escenario controlado. El propósito es que los elementos puestos a prueba en un ambiente vigilado permita recolectar información sobre la manera como un fenómeno o una nueva situación se



comportaría frente al impacto que ejercen ciertas variables independientes sobre las dependientes (de Oliveira Neto et al., 2019; Genero Bocco & Cruz Lemus, 2015; Guéhéneuc & Khomh, 2019).

Las variables de medición pueden estar representadas por acciones de personas o por la actuación de la tecnología en un proceso. Para el caso que nos ocupa, las personas son los estudiantes de programas de ingeniería de sistemas y la tecnología es el proceso de desarrollo de software. Y la experimentación, el dispositivo mediante el cual se mide el desarrollo de competencias y se logran resultados de aprendizaje con la puesta a prueba de un nuevo sistema de información para asegurar la calidad del software.

Una manera de desarrollar habilidades es a través de la experimentación, siendo este el mejor método para propiciar aprendizaje y la investigación (Berrio, 2009). Por lo tanto, hoy en día el Aprendizaje Autónomo cobra un gran significado en nuestra sociedad; buscando cambiar el paradigma en la forma de adquirir conocimiento por medio de estrategias que ayuden a los alumnos en la apropiación del conocimiento y en el desarrollo de habilidades y destrezas del pensamiento en la que se problematice entre todos los sujetos que hacen parte del aprendizaje.

Cuando se tiene la necesidad de comprobar una idea, evaluar un modelo nuevo o existente en Ingeniería de software a través un proceso científico riguroso podemos utilizar los métodos: científico, Ingeniería, analítico y empírico (Guéhéneuc & Khomh, 2019). Cuando se diseña un proceso de experimentación se define el método mediante el que se quiere buscar apropiación de conocimiento en un determinado campo de estudio (Pelález & Toro, 2016).

Los científicos en procesos de investigación en ingeniería de software han realizado esfuerzos para analizar sistemáticamente los resultados de estudios empíricos en los últimos años (studylib, 2010) y han identificado la falta de métodos estadísticos sólidos (de Oliveira Neto et al., 2019) que permitan tener mayor validez en sus procesos de experimentación o, en su caso, hacer interpretaciones incorrectas por el uso inadecuado de supuestos estadísticos con los resultados obtenidos (Juristo & Moreno, 2001).

Así como desde los métodos científicos que se apropian con naturaleza en las carreras de las ciencias naturales como la biología, la biofísica, etc. En la ingeniería de sistemas se cuenta con un proceso para construir software (comúnmente apropiando metodologías) y uno para hacer experimentos que también se definen y estructuran mediante fases: el inicio, la definición, el diseño, la ejecución y el análisis de los datos (Gómez, 2013). De esta forma, se busca que los estudiantes tengan un escenario de investigación formativa, o de formación investigativa, en donde el propósito no sea investigar sino aprender con la práctica lo que deben apropiarse para su disciplina (Montoya Ferrer & Pelález Valencia, 2013).

La Ingeniería del Software Experimental le traslada entonces a la Ingeniería de sistemas o a la ingeniería del software (IS) el paradigma experimental que ha sido aplicado con éxito en otras áreas; desde allí, estudiantes y profesores, en sus escenarios naturales de formación, podrán modelar en forma de laboratorio las características de un fenómeno o una realidad para estudiarla, manipularla y caracterizarla para, al final, concluir sobre lo bueno y lo no tan bueno de un ejercicio de experimentación (Genero et al., 2015).



### **3. En los programas de Ingeniería de Sistemas computaciones y de software: un camino trazado hacia el aseguramiento de la calidad del software**

En un mundo cambiante con la tecnología y entes digitales que emergen día a día, el ingeniero en sistemas computacionales debe estar preparado técnica y científicamente para demostrar que sus artefactos o proyectos de software tienen un impacto significativo para sus grupos de interés dentro de una industria competitiva a nivel global. Bajo este contexto la experimentación en ingeniería de software se convierte en un camino para la demostración con un rigor científico para la industria y para la academia, dos elementos que deben converger en la misma coordenada para favorecer los procesos de formación, para asegurar su pertinencia con el sector productivo y para conducir las prácticas hacia procesos de mejora continua o de acreditación en alta calidad (Valencia et al., 2020).

La ingeniería de software (IS) se enfrenta a retos para estar a la altura de otras disciplinas en un proceso de investigación rigurosa (Genero et al., 2015), para ello, es necesario considerar que las personas que ingresan al proceso de investigación en este campo contemplan habilidades y destrezas para analizar, recopilar e interpretar datos que permitan confirmar o refutar teorías subyacentes, dominar los elementos de la investigación empírica, conocer y aplicar todas las técnicas de investigación cuantitativa con el propósito de pasar de una idea tecnológica y probarla en un proyecto a construir una verdadera ingeniería con elementos sólidos sobre estudios cuidados y repetibles para incrementar la creación de productos o servicios de calidad en la industria (Juristo & Moreno, 2001)

En el proceso de experimentación (Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M.C., Regnell, B., Wesslén, 2012) establece las siguientes etapas: alcance, planeación, operación, análisis e interpretación y por último presentación y empaquetado, mientras (Juristo & Moreno, 2001) establece: definición de los objetivos de experimentación, diseño, ejecución del experimento y por último análisis de los resultados.

Notablemente, estas etapas se relacionan también con el proceso de desarrollo de software, donde normalmente se implementa un modelo de ciclo de vida de software que responde a etapas de análisis, diseño desarrollo, implementación y pruebas mantenimiento. Esto hace que, en términos de objeto de estudio, la experimentación no se muestre como un proceso ajeno a los programas de ingeniería de sistemas computaciones o de software.

De manera particular, como campo específico de la ingeniería de software, el aseguramiento de la calidad del software (SQA por sus siglas en inglés) se convierte en un proceso de fácil implementación y medición mediante procesos de experimentación desde los que (Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M.C., Regnell, B., Wesslén, 2012) propone establecer una idea, luego un producto a probar, la determinación del alcance y, finalmente, los instrumentos sobre los que se podrá medir si hubo o no aportes en el contexto del SQA (Duarte et al., 2012; Ferrari et al., 2010).



#### 4. Impacto en el logro de los resultados de aprendizaje: el caso de un experimento

Para que la experimentación que se diseñe y desarrolle logre impacto positivo en el programa a partir del éxito del mismo experimento, es necesario tener presente varios factores. El primero de ellos, los objetivos de programas y los resultados de aprendizaje que se han definido y con los que se quiere llevar una comparación o medición entre lo planeado y lo logrado.

Se debe considerar el objeto de estudio, siendo este, un producto, un proceso, una técnica, un modelo o una métrica en particular, se establece el propósito del experimento, es decir, la intención, así como el enfoque de calidad desde el punto de vista de la efectividad, costo o rendimiento (Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M.C., Regnell, B., Wesslén, 2012); en esa misma línea, la perspectiva del experimento para determinar el punto de vista de los resultados y la manera como deben ser interpretados desde el contexto; es decir, su entorno de ejecución, determinando los sujetos que participan (estudiantes y profesores) y los objetos o artefactos utilizados en el experimento (el sistema, el producto o el procedimiento que hace parte del objeto de estudio).

El programa sobre el que se experimentó es Ingeniería de Sistemas. En una primera etapa, en la Tabla 1. se determinan los objetivos de programa y resultados de aprendizaje relacionados con el experimento.

Tabla 1. Objetivos de programa y Resultados de Aprendizaje

Objetivos de programa		Resultados de Aprendizaje	
OP1	...	RA1	Diseñar casos de pruebas y experimentación sobre nuevos sistemas de información
OP2	...	RA2	...
OP3	Apropiar las diferentes pruebas de software en entornos de experimentación.	RA3	Interactuar e interrelacionarse de manera interdisciplinaria a través de proyectos de tecnologías de información
OP4	...	RA4	...
OP5	Propiciar el trabajo en equipo alrededor de la formación investigativa	RA5	...
		RA6	Desarrollar artefactos para mejorar procesos que son objeto de solución computacional
		RA7	...

La segunda etapa, consisten en el diseño de la experimentación por parte de los investigadores teniendo en cuenta: el contexto, las hipótesis, la selección de variables, selección y caracterización de sujetos, tipo de diseño, instrumentos a utilizar, análisis y sistematización de los datos para evaluar la validez interna y externa. Para efectos del propósito que nos ocupa en este trabajo, y con el ánimo de respetar las políticas de extensión del trabajo completo, el detalle de esta etapa es objeto de una publicación aparte y se pondrá a disposición de los participantes al momento de la socialización. Sin embargo, la Tabla 2. Relaciona los roles que participaron y que estuvieron representados en los 66 sujetos del experimento.



Tabla 1. Objetivos de programa y Resultados de Aprendizaje

Id	Caracterización	Cantidad
I01	Investigadores	2
I02	Investigadores auxiliares	4
P01	Profesionales independientes de la industria del software	20
E01	Estudiantes de programas de Ingeniería de Sistemas	20
S01	Profesionales vinculados a la industria del software a través de PYMES.	20

La Tercera etapa consiste en la operación del experimento que contempla las etapas de preparación, ejecución y validación de los datos, es decir el investigador debe tener las habilidades de la investigación empírica y dominar técnicas cualitativas y cuantitativas (García Velázquez & Hernández Gracia, 2013; Sampieri, 2014; Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M.C., Regnell, B., Wesslén, 2012). Para esta etapa se conformaron 20 equipos experimentales de tres personas cada equipo (1 profesional independiente, 1 estudiante y 1 profesional de PYME)

La siguiente etapa se han establecidos discusiones entre los diferentes autores para establecer los elementos claves para replicar los experimentos, así como la disponibilidad de los datos, y el manejo adecuado de las técnicas estadísticas; se refiere esto a la etapa de análisis e interpretación que contemplan tareas como estadística descriptiva, reducción del conjunto de datos y prueba de hipótesis tal como lo contempla (Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M.C., Regnell, B., Wesslén, 2012).

El rol de los investigadores, a la vez profesores del programa objeto de la experimentación, fue diseñar y validar los instrumentos que permitieron relacionar el trabajo de los estudiantes con los resultados de aprendizaje que previamente fueron asociados con este ejercicio formativo.

## **5. Conclusiones: resultados a manera de reflexiones sobre el papel de la experimentación en los programas de ingeniería**

La experimentación se encuentra fuertemente vinculada a las habilidades de diseñar, implementar y evaluar una solución computacional que cumpla con un conjunto de requisitos computacionales en el contexto de la disciplina o el objeto de estudio del programa con el cual se está formando el estudiante. Es una forma práctica también de incorporar su actuar con los cursos de ciencias básicas como son matemáticas, probabilidad y estadística.

Al finalizar el ejercicio, los investigadores concluyeron que RA1, RA3 y RA6, lograron ser desarrollados con amplitud toda vez que los estudiantes participantes como sujetos experimentales demostraron agrado, satisfacción y voluntad de aportar su conocimiento, tiempo y actitud para problematizar desde el primer momento del experimento. Los profesores lograron evidenciar que los estudiantes mejoraron su nivel de lectura y pensamiento crítico frente a su rol en el ejercicio experimental en comparación con pruebas evaluativas clásicas que ellos mismos frecuentaban.

Un efecto colateral de la experimentación ha sido la manera como esta le aporta a los procesos de autoevaluación y mejoramiento continuo con fines de acreditación en alta calidad. La Tabla 3.



Muestra los criterios que fueron detectados como satisfactorios desde un ejercicio formativo como la experimentación desarrollada en este trabajo.

Tabla 3. Factores y criterios relacionados con la acreditación en alta calidad

<b>Id</b>	<b>Factor</b>	<b>Criterio</b>
01	Estudiantes	Capacidad del programa para despertar interés en el trabajo creativo e innovador de los estudiantes
		Incorporación de los estudiantes a los procesos investigativos liderados por sus profesores
02	Investigación e innovación	Número de estudiantes que participan en proyectos de investigación liderados por los profesores o los grupos de investigación
		Capacidad para desarrollar formación investigativa según la naturaleza del programa
		Producción académica y científica con la participación de estudiantes y profesores.
03	Profesores	Capacidad del cuerpo docente para llevar a la clase sus proyectos y productos de investigación
04	Aseguramiento de la calidad	Impacto de la investigación en el logro de los objetivos del programa y los resultados de aprendizaje.

(Tebes et al., 2019) propone métodos estadísticos robustos, así como el uso e interpretación de gráficos de densidad de núcleo para determinar la distribución de los datos para poder aplicar e interpretar de manera adecuada las técnicas estadísticas paramétricas y no paramétricas. Sin embargo, y teniendo presente la necesidad de que los futuros ingenieros de sistemas o software aprendan y dominen el uso de paquetes estadísticos para incrementar el nivel de apropiación de las ciencias básicas, le corresponde entonces a los profesores investigadores saber detectar la robustez de los métodos que deben quedarse con ellos como investigadores y la flexibilidad con la que deben hacer llegar a los estudiantes los elementos estadísticos propios de su rol como sujeto que aprende sin dejar en riesgo la calidad de sus investigaciones. Para el caso del experimento desarrollado, se hizo uso de paquetes informáticos como *SPSS*, *StatGraphics*, *Mitab Statical Software* y *R studio*; elementos que resultaron de gran utilidad para promover la interacción de estudiantes e investigadores con el pretexto de la apropiación del análisis estadístico.

El ejercicio de experimentación ha logrado ser presentado y empaquetado; esto es, una experiencia redistribuible que ya varios programas de ingeniería han podido animarse a implementar y sobre los que se está haciendo actualmente medición de resultados de aprendizaje y objetivos de programa. Los hallazgos vienen siendo parte de nuevos trabajos de investigación y publicación y se han encontrado nuevas formas de replicar y hacer reproducible los ejercicios en contextos de laboratorio mediante trabajos de investigación que sean útiles para la academia y para la industria (Peláez & Toro, 2016). Esto nos lleva a que los estudiantes deben desarrollar habilidades y destrezas para comunicarse de manera eficaz en una variedad de contextos profesionales, reconociendo las responsabilidades profesionales y poder emitir juicios informados en la práctica de las ciencias de la computación con un sentido ético y legal (Ernesto & Ángel, 2020).

En todas las etapas de la experimentación, el estudiante logra apropiarse formas de desarrollar habilidades para trabajar en equipo asumiendo el rol de miembro o líder y poniendo a prueba





actividades y elementos propios de su disciplina. Esto no solo ha resultado de gran utilidad para estudiantes y profesores, sino que el programa académicos ha logrado incorporar también una serie de criterios que le permiten evaluar la calidad del programa desde la interacción entre estudiantes y profesores a partir de los ejercicios de formación investigativa e investigación en estricto sentido (Montoya Ferrer & Peláez Valencia, 2013; Valencia et al., 2020); cosa que, en condiciones de implementación de instrumentos o herramientas tradicionales de evaluación, no le ha resultado tan sencillo.

## 6. Referencias

- Berrio, A. T. (2009). *La experimentación dirigida como metodo eficaz de la investigación y del aprendizaje significativo*.
- de Oliveira Neto, F. G., Torkar, R., Feldt, R., Gren, L., Furia, C. A., & Huang, Z. (2019). Evolution of statistical analysis in empirical software engineering research: Current state and steps forward. *Journal of Systems and Software*, 156, 246–267. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2019.07.002>
- Duarte, F. J., MacHado, R. J., & Fernandes, J. M. (2012). Software Quality. Process Automation in Software Development. *Lecture Notes in Business Information Processing*, 94, 39–58. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84855919783&partnerID=tZOtx3y1>
- Ernesto, C. E., & Ángel, C.ávila M. (2020). Un modelo de implementación de nueva tecnología utilizando un enfoque de pensamiento sistémico A model of new technology implementation using a systems thinking approach. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, XXI (número 1), 1–17. <https://www.revistaingenieria.unam.mx/numeros/2020/v21n1-04.pdf>
- Ferrari, R., Miller, J. A., & Madhavji, N. H. (2010). A controlled experiment to assess the impact of system architectures on new system requirements. *Requirements Engineering*, 15(2), 215–233. <https://doi.org/10.1007/s00766-010-0099-3>
- García Velázquez, M. del R., & Hernández Gracia, T. J. (2013). Metodología de la investigación. *Boletín Científico de Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA*, 2(3). <https://doi.org/10.29057/icea.v2i3.61>
- Genero Bocco, M., & Cruz Lemus, J. A. (2015). *Experimentación en Ingeniería de Software*. 1–33. [http://www.kybele.etsii.urjc.es/mtisi/METDOC/9.Experimentacion en IS.pdf](http://www.kybele.etsii.urjc.es/mtisi/METDOC/9.Experimentacion%20en%20IS.pdf)
- Genero, M., Cruz-Lemus, J., & Piattini, M. (2015). *Métodos de investigación en ingeniería del software*. 7–9.
- Gómez, O. S. (2013). *Aplicando Experimentación Científica a la Ingeniería del Software*. 39, 46.
- Guéhéneuc, Y.-G., & Khomh, F. (2019). Empirical software engineering. In *Handbook of Software Engineering* (pp. 285–320). Springer.
- Juristo, N., & Moreno, A. M. (2001). Basics of Software Engineering Experimentation. *Basics of Software Engineering Experimentation*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3304-4>
- Montoya Ferrer, J., & Peláez Valencia, L. E. (2013). Investigación Formativa e Investigación en Sentido Estricto: una Reflexión para Diferenciar su Aplicación en Instituciones de Educación Superior. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 7(13), 20–25. <http://biblioteca.ucp.edu.co/OJS/index.php/entrecei/article/view/588>
- Morcillo Molina, C. (2016). *La experimentación en la enseñanza de las ciencias para docentes en formación inicial: un caso en microbiología. Una mirada desde la historia de las ciencias*. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/9496>
- Peláez, L., & Toro, A. (2016). Ingeniería de Requisitos: de la especificación de requisitos de software al aseguramiento de la calidad. Cómo lo hacen las Mipymes desarrolladoras de software de la ciudad de Pereira. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 10(20), 117–123.



- <https://doi.org/10.31908/19098367.3032>
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación*.
  - studylib. (2010). *La experimentación en Ingeniería del Software*. <https://studylib.es/doc/4960303/1.-la-experimentación-en-ingeniería-del-software>
  - Tebes, G., Peppino, D., Becker, P., & Olsina, L. (2019). Especificación del modelo de proceso para una revisión sistemática de literatura. *XXII Ibero-American Conference on Software Engineering, CIBSE 2019*, 391–404.
  - Valencia, L., Trefftz, H., & Delgado-González, I. (2020). Acreditación Internacional de Carreras de Ingeniería. *Educación En Ingeniería*, 15(29), 28–33. <https://educacioneningeneria.org/index.php/edi/article/view/1044>
  - Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M.C., Regnell, B., Wesslén, A. (2012). Experimentation in Software Engineering. In *IEEE Transactions on Software Engineering: Vol. SE-12* (Issue 7). <https://doi.org/10.1109/TSE.1986.6312975>

## Sobre los autores

- **Luis Eduardo Peláez Valencia**, Magister en Ingeniería de Software, Doctor (C) en Proyectos línea de Tecnologías de la Información y la Comunicación, Investigador Asociado, Evaluador de Acreditación en alta calidad nacional e internacional. [luiseduardo.pelaez@gmail.com](mailto:luiseduardo.pelaez@gmail.com)
- **Miguel Ángel Cohuo Ávila**, Magister en Tecnologías de la Información, PhD en Sistemas Computacionales, Investigador en el Instituto Tecnológico Nacional de México en Calkiní (Campus ITESCAM)
- **Fabio Alberto Vargas**, Doctor en Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Nacional de Colombia. Profesor Titular de Facultad de Ingeniería del Tecnológico de Antioquia, [fvargas@tdea.edu.co](mailto:fvargas@tdea.edu.co)
- **Iván Andrés Delgado González**, Ingeniero de Sistemas, Magister en Sistemas Computacionales, Investigador Asociado, Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas de la Fundación Universitaria Juan de Castellanos y Evaluador de Acreditación en alta calidad nacional e internacional. [idelgado@jdc.edu.co](mailto:idelgado@jdc.edu.co)
- **Ana Mercedes Sarria Palacio**, Magister en planificación urbana y regional, Doctor en ciencias de la educación, docente investigador de grupo estudios ambientales de la Universidad Tecnológica del Chocó [ana.sarria@utch.edu.co](mailto:ana.sarria@utch.edu.co)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2021 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

