

Tipo de artículo: Artículo original

# Metodología de la Investigación Científica en Ingeniería en Ciencias Informáticas y carreras afines

## *Methodology of Scientific Research in Informatic and Software Engineering and related careers*

Tito Diaz Bravo<sup>1\*</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-8428-7461>

Iraida Paredes Sanchez<sup>2</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-5429-867x>

Leidys De la Luz Paredes<sup>3</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-3498-923x>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría”. [titodi@quimica.cujae.edu.cu](mailto:titodi@quimica.cujae.edu.cu)

<sup>2</sup> Universidad de las Ciencias Informáticas. [yraida@uci.cu](mailto:yraida@uci.cu)

<sup>3</sup> Gobierno Municipal de Marianao. La Habana. [delaluzparedes.leidys@gmail.com](mailto:delaluzparedes.leidys@gmail.com)

\* Autor para correspondencia: [titodi@quimica.cujae.edu.cu](mailto:titodi@quimica.cujae.edu.cu)

### Resumen

Los conocimientos de Metodología de la Investigación Científica (MIC), son requeridos como parte de la formación de los egresados de carreras universitarias. Sus contenidos (resumidos en Conocimiento, Ciencia, Innovación e Investigación, Problemática, Problema, Objeto, Campo, Objetivo, Métodos, Hipótesis, Tareas, Planificación, Estimados económicos y Proyectos de investigación, entre otros), los necesita todo aquel profesional enrolado al menos, en empeños laborales medianamente novedosos. En los Planes de Estudio (PE) de las carreras de ingeniería, se incluye como competencia comun la de resolver problemas, al aportar soluciones en sus campos de actividad. Las particularidades de los PE, signados por los criterios de quienes lo elaboran y el tiempo previsto para culminar los estudios, en ocasiones llevan a asumir o no una asignatura específica de MIC para el aprendizaje necesario en esta área del conocimiento. Aún cuando se llegara a incluir, el conjunto de las demás asignaturas del curriculum, tienen la potencialidad de tributar con efectividad a los contenidos aludidos. El objetivo del presente artículo, es identificar cuál es la situación de la presencia de la MIC, a modo de asignatura, declarados en PE de Ingeniería Informática y carreras afines, en universidades de varios países. Se aplicó el método de análisis y síntesis, a partir de un estudio documental en internet de información existente al respecto, conformando una muestra no aleatoria de documentos primarios relevantes, correspondientes a universidades con carreras que poseen de tres a seis años de duración. Se aprecia el predominio de la ausencia de MIC como asignatura.

**Palabras clave:** Metodología de la Investigación Científica; Planes de Estudio; Ingeniería Informática; Ingeniería de Software

### Abstract

*Knowledge of Scientific Research Methodology (SRM), is required as part of the training of graduates of university careers. Its contents (summarized in Knowledge, Science, Innovation and Research, Problematic, Problem, Object, Field, Objective, Methods, Hypotheses, Tasks, Planning, Economic Estimates and Research Projects, among others), are needed by every professional enrolled at least, in moderately innovative work endeavors. In the curriculum of the engineering careers, solving problems is included as a common competence, by providing solutions in their fields of activity. The peculiarities of the curriculum, marked by the criteria of those who prepare it and the time expected to complete the studies, sometimes lead to assuming or not a specific SRM subject for the necessary learning in this knowledge field. Even when included, the set of other subjects in the curriculum, have the potential to contribute effectively to the aforementioned content. The objective of this article is to identify what is the situation of the presence of the SRM, as a subject, declared in curriculum of Software Engineering and related careers, in universities of several countries. The method of analysis and synthesis was applied, based on a documentary study on the internet*

*of existing information in this regard, forming a non-random sample of relevant primary documents, corresponding to universities with careers that have duration of three to six years. The absence of SRM as a separated subject predominated in mostly of the acceded curricula.*

**Keywords:** *Scientific Research Methodology; Curriculum; Informatics Engineering; Software Engineering*

**Recibido:** 03/02/2022  
**Aceptado:** 28/03/2022

## Introducción

En Cuba existen dos carreras de cuatro años de duración muy semejantes: Ingeniería en Ciencias Informáticas (ICI), que se imparte solamente en la Universidad de las Ciencias Informáticas; y la Ingeniería Informática (IngInf), ofertada en numerosas universidades del país. En ambas se incluye la Metodología de la Investigación Científica (MIC), como asignatura del respectivo Plan de Estudio (PE). MES (2019) y (UTH, 2017).

Una de las referencias principales para diseñar los curriculum de las carreras de computación, agrupadas estas en: Ciencia de la Computación, Sistemas de Información, Ingeniería de Software (IngSoft), Ingeniería en Computación y Tecnología en Información (más las necesarias para disciplinas emergentes), ha sido el “Computing Curricula 2005 – The Overview Report”. La lectura del mismo permite precisar que la Metodología de la Investigación Científica (MIC), no se encuentra entre las áreas de conocimiento declaradas directamente en dicho documento. Sin embargo, deja una fuerte encomienda al respecto en varias de sus partes, como cuando se refiere a lo que deben ofrecer los programas de estudio, a las necesidades del estudiante de IngSoft (en inglés: Software Engineering, SE):

“... an SE program to serve students who have the intellectual and technical aptitude to excel as software developers and who want to become expert at developing large scale software, working in teams and producing robust products that meet customer needs.” (ACM, AIS and IEEE-CS, 2005, p. 45)

La actualización de recomendaciones para el curriculum de IngSoft se publica transcurrida una década. Los expertos de la ACM & IEEE-CS establecen diez áreas principales de conocimientos para su enseñanza: “computing essentials (CMP), mathematical and engineering fundamentals (FND), professional practice (PRF), software modeling and analysis (MAA), requirements analysis and specification (REQ), software design (DES), software verification & validation (VAV), software process (PRO), software quality (QUA), and security (SEC)”. (ACM & IEEE-CS, 2015, p. 26).

Más adelante en su documento, cuando desglosan cada una de las áreas principales declaradas antes, la MIC no aparece explícitamente en ninguna. Sin embargo, de modo transversal si está presente en la mayoría, como puede concluirse de un análisis detenido de dicha publicación. Por ejemplo, en la décima orientación para diseñar el curriculum, expresan:

Meeting client needs requires that students learn to solve many types of problems. The curriculum should emphasize the overall goal of providing software that is useful and help students move beyond the technical problems that they tend to be drawn to first. Students should learn to think about and solve problems such as analysis, design, and testing that are related directly to solving the clients' problem. They also need to address meta-problems, such as process improvement, the solutions of which will facilitate product-oriented problem solving. Finally, the curriculum should address areas such as ethical problems that are orthogonal to the other categories. (ACM & IEEE-CS, 2015, p. 43).

Puede añadirse a lo anterior, que en diversos momentos el estudiante se enfrenta a la necesidad de acercarse al estado del arte de las distintas cuestiones a las que se enfrenta, identificar cómo resolverlas, así como a hacer informes sobre los hallazgos encontrados y los resultados parciales que viene obteniendo, ocasiones estas en las que la MIC, junto a los contenidos principales que correspondan, le resulta una herramienta esencial.

En el valioso "CC2020 report" pueden consultarse aspectos actualizados de los nuevos aportes emergidos de la dinámica del desarrollo de la computación y de las carreras principales de pregrado (Ingeniería en Computación, Ciencia de la Computación, Ciberseguridad, Sistemas de Información, Tecnología de la Información e IngSoft), necesarias para la formación de los futuros profesionales universitarios, que deben dar respuesta a las necesidades de la sociedad en ese ámbito. (ACM & IEEE-CS, 2020).

El objetivo del presente artículo es identificar el estado de la presencia de la MIC, a modo de asignatura, declarados en Planes de Estudio de IngInf y carreras afines, en universidades de varios países. Se incluyen con carácter preliminar algunas cuestiones asociadas a la presencia de la formación en MIC, que requiere el futuro egresado de ICI y carreras afines, para desempeñarse exitosamente en su vida laboral. Posteriormente a esta parte del documento, se describe cómo se aprecia que los contenidos de MIC están presentes en los PE de carreras de distintas universidades, ya sea indirectamente desde diversas asignaturas y en una parte de estos como asignatura propia del PE.

Por carreras afines a la ICI se considerarán en lo adelante a la IngInf, IngSoft y otras, denominadas de formas diferentes, que tienen como objetivo común la formación de futuros profesionales para ser protagonistas del proceso de

informatización de la sociedad, desde el desarrollo y explotación de software, con atención a la seguridad de los sistemas informáticos y a las redes de interconexión que acrecientan la eficacia de su funcionamiento.

Numerosas publicaciones sobre MIC, están disponibles en la actualidad. Constituyen un valioso aval para el aprendizaje de esta temática, los libros de Bunge (1983); Hernández, Fernández y Baptista (2014), Hernández y Mendoza (2018), y Legrá (2018), entre otros. A la vez, existen publicaciones sobre Ingeniería de Software que marcan pautas como medios de enseñanza para la formación universitaria; dos de estas son las de Pressman (2001) y Sommerville (2011). Dichos autores se encargan de resaltar a lo largo de las mismas las múltiples ocasiones en las que resulta imprescindible llevar a cabo investigaciones para cumplir elementos trascendentes en el desarrollo de un software.

La formación en MIC del futuro Ingeniero Informático y carreras afines, se nutre de distintos campos de conocimientos que suelen estar en diversas asignaturas y proyectos de curso a lo largo de la carrera. Dos ejemplos presentes en todos los PE consultados, son: 1. En las asignaturas que tratan del desarrollo del software, se establecen las metodologías a seguir para llegar a obtener ese tipo de productos; dentro de estas, el área de la ingeniería de requisitos, ilustra cómo llevar a cabo la importantísima investigación dirigida a garantizar que el nuevo software cumpla con las funciones para las cuales se crea. 2. Las de calidad del software, entran en el campo de investigación experimental para asegurar determinados parámetros de funcionabilidad que deben cumplir los distintos artefactos que conforman el nuevo software en cuestión, así como el comportamiento de todos estos en su conjunto.

A lo anterior deben agregarse las asignaturas que se ocupan de la elaboración de proyectos, aquellas que corresponden a prácticas laborales de distinta índole y el Trabajo de Graduación, trascendente ejercicio formativo final, generalmente previsto en carreras de cuatro y más años de duración.

Por su parte, las asignaturas de las Ciencias Básicas incluidas con mayor o menor alcance en las carreras de ingeniería, en dependencia entre otros factores de los años de duración establecidos para los estudios, ejercen directa e indirectamente, una influencia decisiva en contenidos de MIC. De hecho, el importante y recursivo ejercicio de apropiarse de un nuevo conocimiento por parte del estudiante, tiene implícitos componentes principales de MIC; sus contenidos (resumidos en Conocimiento, Ciencia, Innovación e Investigación, Tipos de investigaciones, Problemática, Problema, Objeto, Campo, Objetivo, Métodos, Hipótesis, Tareas, Planificación, Estimados económicos y Proyectos de investigación, entre otros), se hacen presentes dentro de las distintas ciencias en circunstancias disímiles.

En la figura 1 se muestran algunas de las áreas es las que la MIC se requiere para llevar a buen término algún emprendimiento de desarrollo de un nuevo software.

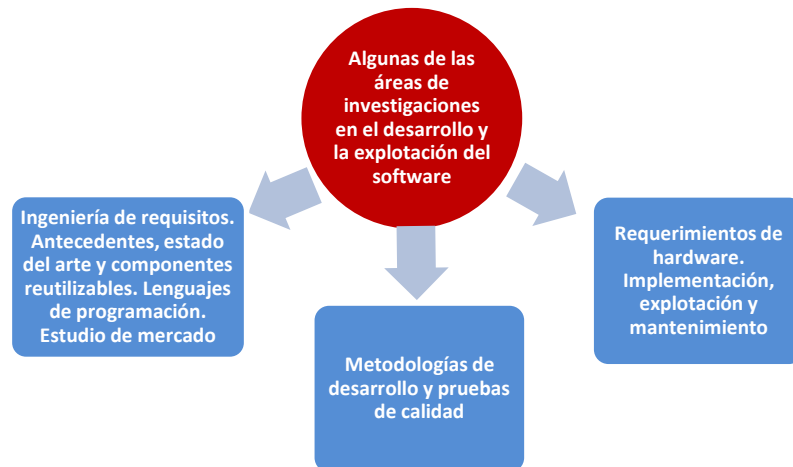


Figura 1. Áreas asociadas al desarrollo y explotación de un software, que requieren la presencia de la MIC

Sin desdeñar la importancia de la MIC, viene al caso mencionar el innecesario efecto negativo que causan algunos profesionales en no pocas ocasiones, durante etapas tempranas del acompañamiento de estudiantes de pre y posgrado en su formación, al poner inoportunamente aspectos formales de MIC por encima del valor de propuestas y resultados de trabajos de investigación, portadoras de destaque en su campo de actividad. Sin defender una posición simplista, los elementos claves de MIC, lo componen: 1. Conocimiento previo de las etapas que conforman el proceso de investigación. 2. Una apropiada formulación del Problema de investigación, sustentada en lo sustancioso, y un tanto extenso y profundo, que corresponde hacer para que cumpla los requisitos de novedad, pertinencia y factibilidad. 3. Establecimiento del Objetivo. 4. Planteamiento de Hipótesis si viene al caso. 5. Diseño de las tareas a realizar. 6. Realización de la investigación, introducción en la práctica y divulgación científica.

## Materiales y métodos

La mayor parte del trabajo se basó en una búsqueda documental en fuentes de internet, priorizando las informaciones correspondientes a los PE de las carreras de la familia de las IngInf e IngSoft a las que se pudo acceder. Para aquellos PE disponibles en la Web, cierta y agradablemente numerosos, se derivó la búsqueda hacia la inclusión de MIC como asignatura y también dirigida a los contenidos de las posibles variantes de asignaturas presentes en estos. La

investigación desarrollada fue sustancialmente descriptiva. El método prevaleciente lo constituyó el de análisis y síntesis.

Se conformó una muestra no aleatoria, ascendiendo a 20 universidades, buscando cierta representación de países de distintas áreas geográficas: 2 cubanas, 7 de otros países de América Latina, 5 de Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, y 6 de otros continentes.

Se asumió el criterio de la existencia de determinantes del mercado laboral profesional de este mundo globalizado, que inducen a las universidades a alcanzar un nivel apropiado de calidad de sus egresados, dentro de las esperadas diferencias en los PE vigentes en estas. Y que por tanto, la extensión de los contenidos de MIC estará muy relacionada con la calidad de la formación que puede alcanzarse, según sea la duración de la carrera en cuestión, así como a las experiencias de los encargados de elaborar esos planes. Este criterio apoya a que la búsqueda no se haga sujeta a la información que aportan los posicionamientos de calidad asumidos en los diversos rankings existentes al respecto, en los que las universidades de los países históricamente expoliadores de riquezas, es natural que ocupen los primeros lugares. En su defecto, predominó el de la facilidad de acceso a la información.

## **Resultados y discusión**

A continuación se presenta lo identificado en la búsqueda documental llevada a cabo, agrupando las respectivas carreras de informática según sus años de duración: dos y tres, cuatro y cinco y más. Se incluye en todos los casos un breve comentario sobre la presencia de asignaturas de Ciencias Básicas, un primer subgrupo que desde sus didácticas propias, aportan a los contenidos de MIC.

Como adelanto de los resultados del estudio realizado, se constata que en las asignaturas de Matemática de los PE, se incluyen mayormente las de Cálculo Diferencial e Integral. También, las de Métodos Numéricos, Probabilidades y Estadística, Álgebra Lineal y Matemática Discreta. Asimismo, se puede afirmar que esas asignaturas están presentes en prioridad inversa a esta enumeración. Con las de Física se aprecia que los contenidos existentes, son principalmente del campo de electricidad y magnetismo, y la microelectrónica, en atención a las necesidades latentes de formación.

Sobre el segundo subgrupo, considerado como las asignaturas de la especialidad, predominante como es de esperar en los PE, se aprecia mayor homogeneidad entre los contenidos que se atienden (Programación, Ingeniería y Gestión de Software, Calidad del Software, Seguridad Informática, Redes telemáticas, Ciencias Empresariales, Proyecto de Investigación, Práctica Profesional y Trabajo Final de Grado, entre otros). Es de esperar en todos los casos, que desde

este conjunto de asignaturas se refuercen apropiadamente los contenidos principales de MIC, y que asuman el protagonismo necesario, cuando no exista una asignatura para la misma en el PE de la carrera en cuestión.

## **Carreras de dos y tres años**

En el “Oakland Community College” (OCC), Estados Unidos de América, puede cursarse en dos años la *Ingeniería de Software*. De Ciencias Básicas, imparten Álgebra. No poseen asignatura de MIC. OCC (2021).

Con una duración de dos años y medio, se prevé alcanzar el “*Bachelor in Software Engineering*” en la “Washington State University” (WSU). Imparten cuatro Cálculos, Álgebra Lineal, dos Físicas y dos Químicas. No incluyen MIC. WSU (2021).

La Universidad de Calcuta (India) oferta el *Bachelor en Ingeniería Informática*. Incluyen dos asignaturas de Matemática y dos de Física. Se distingue su PE por la cantidad de asignaturas prácticas. No poseen asignatura de MIC. UCALCUTA (2021).

La Universidad Central (UC) de Costa Rica posee la carrera de *Ingeniería Informática* en ocho cuatrimestres. Incluyen dos Matemáticas, Métodos Estadísticos y dos asignaturas de Investigación de Operaciones. No incluyen MIC. UC (2021).

## **Carreras de Cuatro años**

En la Universidad Latina de Panamá (ULP) poseen la *Licenciatura en Ingeniería de Sistemas Informáticos*. En Ciencias Básicas incluyen dos Cálculos, Álgebra Lineal, dos Estadística, Ecuaciones Diferenciales, Matemática Financiera, Métodos Numéricos. De Física incluyen dos asignaturas. En su primer cuatrimestre imparten Métodos y Técnicas de Investigación, equivalente a MIC como sugiere el nombre. ULP (2021).

Con una duración de 9 semestres, el Instituto Tecnológico de Monterrey (ITM) de México, posee la carrera de *Ingeniero en Sistemas Computacionales (especialidad en Ingeniería de Software)*. Su objetivo es preparar un profesional “especializado en el desarrollo de software para mejorar la calidad de vida de la sociedad y apoyar la competitividad de las organizaciones y el desarrollo sustentable del país”. Incluyen seis asignaturas de Matemática y dos Físicas; no tienen de MIC. ITM (2021).

En la Universidad de la Florida (UF), Estados Unidos de América, puede obtenerse el *Bachelor of Science* en Ingeniería de Software. Imparten Matemática Discreta, dos asignaturas de Cálculo, Probabilidad y Estadística, y Álgebra Lineal. No incluyen la Física. No tienen asignatura de MIC aunque si dedican una asignatura a la Comunicación Técnica y Científica. UF (2021).

El *Bachelor of Science* en Ingeniería de Software, de la Universidad Tecnológica de Michigan (UTM), Estados Unidos de América, incluye dos Cálculos, Matemática Discreta, Álgebra Lineal y Estadística. No incluyen asignatura de MIC. UTM (2019).

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Waterloo (UW) de Canadá, posee el *Bachelor de Ingeniería de Software*. Integran contenidos amplios de Matemática, incluidos los de Métodos Numéricos y Matemática Discreta. Y en menor cuantía, de Física. No incluyen una asignatura de MIC. UW (2021).

La Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA) oferta el *Grado en Ingeniería Informática*. En sus Ciencias Básicas la Matemática ocupa un lugar preponderante, además de tener presente a la Física. No poseen MIC en su PE. UDIMA (2021).

En la Universidad de Hong Kong de Ciencia y Tecnología (UHKCT), China, puede obtenerse el *Bachelor de Ingeniería en Computación*, con un curriculum que incluye opciones troncales dirigidas a software o hardware, y menciones que se corresponden a ocho áreas del conocimiento: desde *Gráficos y Multimedia*, hasta *Sistemas entrelazados y Robótica*, incluyendo la de *Software y Bases de Datos*. Brindan una preparación fuerte en Matemática y opcional en varios campos de la ingeniería. No incluyen en sus asignaturas a la MIC. UHKCT (2020).

Lo anterior de opciones troncales y menciones de salida, es parte de las buenas prácticas en la educación superior y debería estar más difundido en tales estudios.

La *Ingeniería de Software* se oferta en la Universidad de Auburn (UA), Australia. Incluyen cinco asignaturas de Matemática y dos de Física. No poseen asignatura de MIC. UA (2021).

El *Bachelor en Ingeniería de Software* puede alcanzarse en la Universidad del Sur de Australia, en inglés con siglas UNISA, ya sea presencial o a distancia. No declaran formación en Ciencias Básicas. Poseen una asignatura al parecer muy cercana a MIC (le denominan *Research Directions in ICT*). UNISA (2021).



## **Carreras de Cinco años y más.**

La Universidad de Palermo (UP) de Argentina, ofrece la carrera *Ingeniería en Informática*. En las asignaturas de Ciencias Básicas se aprecia una presencia fuerte de Matemática y dedican una asignatura al Cálculo Numérico. Incluyen tres asignaturas de Física y una de Química. Pueden cursar hasta el 50% de la carrera *online*. Tienen concebido el título intermedio de *Analista Universitario en Sistemas*. No poseen asignatura de MIC. UP (2020).

En la Universidad Tecnológica del Perú (UT-Perú), se puede cursar la *Ingeniería de Sistemas e Informática*. En Matemática comienzan con Introducción a la Matemática para Ingeniería, continúan con Matemática para Ingenieros 1 y 2, incluyen Cálculo Aplicado a la Física 1 y 2, dos asignaturas de Estadística y una de Investigación Operativa. Además poseen Química General en su primer semestre del primer año. Tienen dos asignaturas de MIC: en el primer año, primer semestre, “Investigación Académica”; y “Formación para la Investigación - Sistemas” en el noveno semestre. UT-Perú (2020).

Es de destacar en el PE de la UT-Perú, la inclusión de seis certificaciones a lo largo de la carrera. Al culminar el segundo año, 1era Certificación: *Tutor STEM de Física*. Y, 2da Certificación: *Tutor STEM de Matemática*. Al finalizar el quinto semestre, 3era Certificación: *Tutor STEM de Algorítmica*. Terminado el tercer año, 4ta Certificación: *Excel Intermedio* y 5ta Certificación: *Soprote Técnico de Computadoras*. Concluyendo el semestre séptimo, 6ta Certificación: *Certificaciones Modulares CISCO*. Y al final del décimo semestre, 7ma Certificación: *Desarrollador de Aplicaciones Móviles*. UT-Perú (2020).

La buena práctica de emitir al menos una certificación en algún año intermedio de la carrera, debería ser asumida en todos los PE, dadas la ventajas y estímulo que representa para los estudiantes.

Con una duración de cinco años e igual cantidad de meses, se oferta la *Ingeniería Informática*, en la Universidad Politécnica y Artística del Paraguay (UPAP). En Matemática poseen cuatro Cálculos, otras dos de Cálculo Avanzado, Probabilidad y Estadísticas I, II y Aplicada, e Investigación Operativa I y II. Organizan los contenidos de Física en cuatro asignaturas, además de incluir dos asignaturas de Electrónica, dos de Instalaciones Eléctricas, Conservación de Energía y Ciencias del Ambiente. En su primer año incluyen MIC. UPAP (2021).

La Universidad Tecnológica de Panamá (UT-Panamá) posee la Licenciatura en Ingeniería de Software. De Matemática imparten los Cálculos I al III y Matemática Superior para Ingenieros, Estadística y Métodos Numéricos. En dos Físicas cubren contenidos de Mecánica y Electricidad y Magnetismo. En su cuarto año incluyen MIC. UT-Panamá (2021).

En la Universidad Complutense de Madrid (UCM), España, puede alcanzarse el *Doble grado en Ingeniería Informática y Matemáticas*. Conciben una vasta formación en Matemática que incluye la Investigación de Operaciones. En Física se circunscriben a Fundamentos de Electricidad y Electrónica. La MIC no está incluida en su PE. UCM (2019).

Del conjunto anterior de 20 universidades, MIC está presente como asignatura propia del PE, solo en 7 (35%). Y en 15 (75%) existe en sus ciencias básicas una cantidad significativa de asignaturas de matemática, incluidas las de física. Es de esperar que en las asignaturas de la especialidad se asuma con la prioridad requerida la formación en MIC, con preponderancia en las carreras en cuyos PE no se incluye a esta como asignatura independiente.

## Conclusiones

Existen pautas robustas de asociaciones profesionales internacionales para el diseño de los PE de carreras de IngSoft y afines, que resultan de valor significativo, aunque no se detienen a identificar de modo explícito el área de conocimientos a las que responde la asignatura MIC. Al parecer lo consideran como una habilidad transversal que resulta obvio que debe alcanzarse en la formación de los futuros egresados, con el concurso del conjunto de las asignaturas existentes en esos PE.

Se realizó el estudio de la presencia de MIC (o con otro nombre pero con similar finalidad), como asignatura propia en 20 universidades, mayormente del continente americano (14 de las 20); solo existe dicha asignatura en 7 de los PE accedidos.

Atendiendo a la contribución de las Ciencias Básicas al desarrollo de habilidades de investigación, simultáneamente se indagó sobre la presencia de asignaturas de Matemática, Estadística, Matemática Discreta e Investigación de Operaciones, así como de Física y Química. Se aprecia que en 15 de los 20 PE, existe fortaleza en este aspecto.

## Agradecimientos

A las Universidades Tecnológica de la Habana y de Ciencias Informáticas, así como al Gobierno del Municipio de Marianao, por estimular el desarrollo de sus profesionales y respaldar salarialmente el tiempo dedicado a esta investigación.

## **Conflictos de intereses**

No existen.

## **Contribución de los autores**

1. Conceptualización: Tito Díaz Bravo.
2. Curación de datos: Tito Díaz Bravo
3. Análisis formal: Iraida Paredes Sanchez
4. Adquisición de fondos: Tito Díaz Bravo, Iraida Paredes Sanchez y Leidys De la Luz Paredes
5. Investigación: Tito Díaz Bravo e Iraida Paredes Sanchez
6. Metodología: Tito Díaz Bravo e Iraida Paredes Sanchez
7. Administración del proyecto: Tito Díaz Bravo
8. Recursos: Tito Díaz Bravo, Iraida Paredes Sanchez y Leidys De la Luz Paredes
9. Supervisión: Tito Díaz Bravo
10. Validación: Iraida Paredes Sanchez y Leidys De la Luz Paredes
11. Visualización: Iraida Paredes Sanchez y Leidys De la Luz Paredes
12. Redacción – borrador original: Tito Díaz Bravo
13. Redacción – revisión y edición: Iraida Paredes Sanchez y Leidys De la Luz Paredes

## **Financiamiento**

Asumido por las instituciones en las que laboran los autores como parte de los salarios ordinarios.

## **Referencias**

ACM, AIS and IEEECS. Computing Curricula 2005. The Overview Report. [En línea]. 2005. [Consultado el 7 de diciembre de 2021]. Disponible en:  
<https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/cc2005-march06final.pdf>

- ACM & IEEE-CS. Software Engineering 2014. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering. [En línea]. Association for Computing Machinery and IEEE Computer Society. 2015. [Consultado el 7 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/se2014.pdf>
- ACM & IEEE-CS. Computing Curricula 2020. [En línea]. Association for Computing Machinery and IEEE Computer Society. 2020. [Consultado el 8 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/cc2020.pdf>
- BUNGE, M. La Investigación Científica. 2da. ed. Editorial Ariel, S.A. Barcelona. España. 1983. 933 p.
- HERNÁNDEZ, R.; Fernández, C. Y Baptista, M. Del P. Metodología de la Investigación. 6ta. ed. McGraw-Hill Education. México. 2014. 634 p.
- HERNÁNDEZ, R. y Mendoza, Ch. P. Metodología de la Investigación: Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta. McGraw Hill Education. México. 2018. 744 p. [Consultado el 2 de marzo de 2022]. Disponible en: [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf)
- ITM. Ingeniero en Sistemas Computacionales con especialidad en Ingeniería de software. [En línea]. Instituto Tecnológico de Monterrey. México. 2021. [Consultado el 13 de enero de 2022]. Disponible en: <https://admission.itesm.mx/folleto/isc>
- LEGRÁ, L. Elementos teóricos y prácticos de la investigación científico-tecnológica. [En línea]. Cuba. 2018. 657 p. [Consultado el 6 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.ismm.edu.cu/wp-content/uploads/2018/06/ETPICT-A2L2-2018-Final-08.pdf>
- MES. Plan de Estudio E. Carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas. Ministerio de Educación Superior, La Habana. 2019
- OCC. Ingeniería en software. Computer Information Systems Software Engineering Option. [En línea]. Estados Unidos de América. 2021. [Consultado el 16 de diciembre de 2021 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.oaklandcc.edu/programs/plans/cis.swe.aas.pdf>
- PRESSMAN, R. S. Ingeniería del Software. Un enfoque práctico. 7ma. ed. McGraw-Hill Interamericana. 2010. 810 p.
- SOMMERVILLE, I. Software Engineering. 9th. ed. Pearson Education, Inc. United States of America. 2011. 791 p.
- UA. Curriculum in Software Engineering. [En línea]. College of Engineering. Universidad de Auburn. Estados Unidos de América. 2021. [Consultado el 23 de enero de 2022]. Disponible en: <http://bulletin.auburn.edu/undergraduate/samuelginncollegeofengineering/departamentofcomputerscienceandsoftwareengineering/>

- UC. Plan de Estudios. [En línea]. Ingeniería Informática. Universidad Central. Costa Rica. 2021. [Consultado el 23 de enero de 2022]. Disponible en: <https://uc.ac.cr/wp-content/uploads/2021/02/UC-PLANDEESTUDIOS-INGINFORMATICA.pdf>
- UCA - Plan de estudio. Ingeniería en Informática. [En línea]. Universidad Católica de Argentina. 2022. [Consultado el 26 de enero de 2022]. Disponible en: <http://uca.edu.ar/es/facultades/facultad-de-ingenieria-y-ciencias-agrarias/carrera-de-grado/ingenieria-en-informatica/plan-de-estudio>
- UCALCUTA. Plan de estudio de Ingeniería Informática. [En línea]. Universidad de Calcuta. India. 2021. [Consultado el 22 de diciembre de 2021]. Disponible en: [http://cucse.org/btech\\_syllabus.htm#](http://cucse.org/btech_syllabus.htm#)
- UCM. Ingeniería Informática - Matemáticas Plan 2019. [En línea]. Grado y Doble Grado. Curso 2021/2022. Universidad Complutense de Madrid. España. 2019. [Consultado el 23 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.ucm.es/estudios/grado-informaticaymatematicas>
- UDIMA. Grado en Ingeniería Informática. [En línea]. Universidad a Distancia de Madrid. España. 2020. [Consultado el 23 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://landing.udima.es/eventos/grado-en-ingenieria-informatica>
- UF. *Bachelor* en Ingeniería de Software. [En línea]. College of Engineering and Science Universidad de la Florida. Estados Unidos de América. 2021. [Consultado el 22 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://catalog.fit.edu/content.php?catoid=9&navoid=396>
- UHKCT. Requisitos para el *Bachelor* en Ingeniería en Computación. [En línea]. Universidad de Hong Kong de Ciencia y Técnica. China. 2020. [Consultado el 10 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://prog-crs.ust.hk/ugprog>
- ULP. Licenciatura en Ingeniería de Sistemas Informáticos. [En línea]. Facultad de Ingeniería. Universidad Latina de Panamá. 2021. [Consultado el 26 de enero de 2022]. Disponible en: <https://ulatina.edu.pa/carreras-ingenieria/licenciatura-en-ingenieria-de-sistemas-informaticos/>
- UNISA. *Information Technology, Mathematics and Science*. [En línea]. Australia. 2021. [Consultado el 19 de enero de 2022]. Disponible en: <https://unisa.edu.au/study>
- UP. Plan de Estudios de Ingeniería Informática. [En línea]. Universidad de Palermo. Argentina. 2021. [Consultado el 18 de enero de 2022]. Disponible en: [https://www.palermo.edu/ingenieria/ingenieria\\_informatica/plan\\_estudio.html#37](https://www.palermo.edu/ingenieria/ingenieria_informatica/plan_estudio.html#37)
- UPAP. Plan de estudio de la carrera Ingeniería Informática. [En línea]. Universidad Politécnica y Artística del Paraguay. 2021. [Consultado el 10 de junio de 2021]. Disponible en: <https://upap.edu.py/wp-content/uploads/2021/07/upap-ingenieria-informatica-malla-curricular.pdf>

- UTH. Asignatura Metodología de la Investigación. Plan E. Facultad de Ingeniería Informática. Universidad Tecnológica de La Habana. 2017.
- UTM. *Bachelor of Science* en Ingeniería de Software. [En línea]. Universidad Tecnológica de Michigan. Estados Unidos de Norteamérica. 2019. [Consultado el 26 de enero de 2022]. Disponible en:  
<https://www.mtu.edu/cs/undergraduate/software/software-engineering-flowchart.pdf>
- UT-PANÁMA. Plan de Estudios -utp-sistemas-ing-software-2018. [En línea]. [Consultado el 25 de noviembre de 2021]. Disponible en:  
<https://fisc.utp.ac.pa/sites/fisc.utp.ac.pa/files/documentos/2018/pdf/utp-sistemas-ing-software-2018.pdf>
- UT-PERÚ. Malla curricular de la carrera Ingeniería de Sistemas e Informática. [En línea]. Universidad Tecnológica del Perú. 2020. [Consultado el 22 de noviembre de 2021]. Disponible en:  
<https://www.utp.edu.pe/sites/default/files/malla-curricular/Sistemas%20e%20Inform%C3%A1tica-2020.pdf>
- UW. *Bachelor of Software Engineering*. [En línea]. Undergraduate Studies Academic Calendar. Universidad de Waterloo. Canadá. 2021. [En línea]. [Consultado el 8 de enero de 2022]. Disponible en:  
<http://ugradcalendar.uwaterloo.ca/page/ENG-Software-Engineering>
- WSU. *Bachelor in Software Engineering*. [En línea]. Washington State University. Estados Unidos de América. 2021. [Consultado el 1 de marzo de 2022]. Disponible en:  
<https://catalog.monmouth.edu/undergraduate-catalog/science/computer-science-software-engineering/software-engineering-bs/>