

## **Evolución histórica del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura ingeniería de software I**

### **Historical evolution of the teaching-learning process of the subject software engineering I**

*Grettel Susel Incencio Piñeiro*<sup>1</sup>

*Lisbet Milagros Guerra Cantero*<sup>2</sup>

*José Luis Lissabet Rivero*<sup>3</sup>

#### **Resumen**

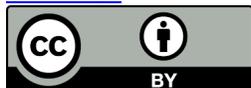
En el artículo se presentan los resultados de la evolución histórica del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Ingeniería de Software I en la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Granma, que responde a la solución del problema de investigación: insuficiencias en el tratamiento de metodologías para el ciclo de vida de desarrollo de software, que limitan su aplicación en las etapas de requerimiento y análisis de software en la solución de problemas relacionados con el desarrollo de sistemas informáticos. Tiene como objetivo caracterización la evolución histórica del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Ingeniería de Software I, donde se determinan las características a cada una de las etapas definidas, para lo cual se precisan tres etapas marcadas por hitos y orientadas por tres indicadores. Se ha tomado como eje central de análisis y reflexión la aplicación del método histórico-lógico y a la técnica de investigación cualitativa análisis de contenido. El estudio permite profundizar en las

---

<sup>1</sup> Ingeniera en Ciencias Informáticas, Profesor Asistente. Universidad de Granma y profesora de la carrera de Ingeniería Informática, Cuba. Correo electrónico: [gincenciop@udg.co.cu](mailto:gincenciop@udg.co.cu), registro ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6835-4695>.

<sup>2</sup> Ingeniera en Ciencias Informáticas, Profesor Asistente. Universidad de Granma y profesora de la carrera de Ingeniería Informática, Cuba. Correo electrónico: [lguerrac@udg.co.cu](mailto:lguerrac@udg.co.cu), registro ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4626-6392>.

<sup>3</sup> Licenciado en Educación, especialidad de Matemática. Doctor en Ciencias Pedagógicas. Master en Investigación Educativa y Profesor Titular e Investigador del Centro de Estudios de Educación de Granma. Universidad de Granma, Granma. Cuba. Correo electrónico: [jlissabetr@udg.co.cu](mailto:jlissabetr@udg.co.cu), registro ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3095-4924>.



transformaciones ocurridas en cada una de las etapas en correspondencia con las particularidades de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Granma.

*Palabras clave:* características, enseñanza-aprendizaje, evolución, ingeniería de software

### **Abstract**

The article presents the results of the historical evolution of the teaching-learning process of the Software Engineering I subject in the Computer Engineering career of the University of Granma, which responds to the solution of the research problem: insufficiency in the treatment of methodologies for the software development life cycle, which limit their application in the software requirement and analysis stages in the solution of problems related to the development of computer systems. Its objective is to characterize the historical evolution of the teaching-learning process of the Software Engineering I subject, where the characteristics of each of the defined stages are determined, for which three stages marked by milestones and guided by three indicators are required. The application of the historical-logical method and the qualitative research technique of content analysis have been taken as the central axis of analysis and reflection. The study allows to delve into the transformations that occurred in each of the stages in correspondence with the particularities of the Computer Engineering career at the University of Granma.

*Keywords:* characteristics, teaching-learning, evolution, software engineering

### **Introducción**

La presente investigación tiene sus antecedentes desde que la especialidad de Ingeniero en Sistemas Automatizados de Dirección Técnico Económico (SAD-TE) fue creada en 1976 (Sánchez et al, 2017), con el objetivo de formar un especialista que comenzaba a ser necesario a la economía del país (García, 2013) y debido a la cantidad de máquinas computadoras

## EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

electrónicas y otros medios técnicos de computación, que se preveía fuesen introducidos paulatinamente en ministerios, empresas y unidades presupuestadas, con el fin de hacer más eficiente la dirección y la gestión productiva y de servicio de estos. Desde el principio se concibió a este especialista con un perfil amplio en su formación, que pretendía abarcar todo lo relacionado con la automatización de los sistemas de información y de toma de decisiones para la gestión y los procesos tecnológicos.

Los primeros planes de estudios estuvieron basados en la experiencia de los países socialistas, la realidad cubana del momento, la influencia de la Facultad de Ingeniería Industrial del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE) y del Centro de Estudios de Ingeniería y Sistemas (CEIS) enclaves en donde estaban ubicadas especialidad y la experiencia de los que la diseñaron (Ministerio de Educación Superior [MES], 2002).

Con el perfeccionamiento de la Educación Superior actualmente la carrera Ingeniería Informática abarca nuevas reformas curriculares. Es por ello que se están realizando cambios sustanciales en los programas y planes de estudios, dando particular atención a los problemas dominantes del aprendizaje significativo, la flexibilidad curricular, el tiempo lectivo y electivo, la incorporación de nuevas tecnologías de avanzadas y los nuevos valores éticos que se desean fortalecer.

El proceso de formación de profesionales en la carrera de Ingeniería Informática exige de una enseñanza que considere como requisito esencial su carácter contextualizado, un enfoque sistémico y dinámico, y que asuma, como componente curricular los problemas profesionales que debe resolver el futuro egresado. Esta realidad impone un reto a la dirección del proceso enseñanza-aprendizaje de la Ingeniería Informática y, por tanto, a sus actores principales que son los profesores y estudiantes.

La Ingeniería de Software I es una asignatura fundamental dentro del plan de estudio en la formación de los profesionales de la Ingeniería Informática. Los conocimientos y habilidades que se deben desarrollar mediante el estudio de esta asignatura contribuyen a la preparación del estudiante para enfrentarse al ejercicio de su profesión. La asignatura puede considerarse como uno de los subsistemas fundamentales del proceso de enseñanza-aprendizaje, pues en su desarrollo el estudiante va formando su personalidad a la vez que se apropia del contenido de la enseñanza bajo la guía del profesor y además contribuye a la sistematización vertical y horizontal de los contenidos, al pertenecer a una disciplina y desarrollarse conjuntamente con otras en el año académico.

Hoy en día se hace necesario buscar otras alternativas educacionales que motiven a los docentes y estudiantes, incentiven la creatividad y propicien la participación interactiva en el proceso de enseñanza-aprendizaje, más necesario aun cuando se trata de asignaturas básicas tan importantes para el ingeniero informático. En consecuencia, en el desarrollo del artículo se revelan las características en la evolución histórica del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Ingeniería de Software I de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Granma, que demuestran la existencia de insuficiencias y revelan la necesidad de contribuir a su perfeccionamiento.

### **Desarrollo**

#### **Materiales y métodos**

Para realizar el estudio de la evolución histórica del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Ingeniería de Software I de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Granma, se parte de determinar como criterio: Tratamiento didáctico que ha recibido el

desarrollo de los sistemas de gestión de información en la carrera Ingeniería Informática, lo que posibilitó precisar los siguientes indicadores:

1. Indicaciones metodológicas para el tratamiento del desarrollo de software.
2. Estructuración didáctica del tratamiento de metodologías para el ciclo de vida de desarrollo de software.
3. Sistema informático empleado para la elaboración de sistemas de gestión de información.

Las etapas se determinan desde el momento en que inicia el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Ingeniería de Software I de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Granma como fenómeno social, cultural y pedagógico, por lo que se tomaron aquellos acontecimientos, sucesos o hechos relevantes que determinaron el comportamiento de este proceso y le imprimieron nuevas características que constituyeron un viraje o ruptura con respecto a la línea de desarrollo que manifestaba dicho proceso y, que marca una nueva etapa a partir de hitos tales como la implementación de los diferentes planes de estudio por lo que ha transitado la carrera de Ingeniería Informática de la Universidad de Granma, desde el Plan de estudio C perfeccionado hasta el actual Plan E.

Lo anterior permitió establecer como período del estudio desde 2003 hasta el 2020 y precisar las siguientes etapas:

- Primera etapa (2003-2007): Génesis del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Ingeniería de Software I en la carrera Ingeniería Informática.
- Segunda etapa (2007-2018): Perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Ingeniería de Software I en la carrera Ingeniería Informática.

-Tercera etapa (2018-2020): Ajustes en el proceso de enseñanza-aprendizaje con mayor esencialidad y menor duración.

### **Resultados y discusión**

A continuación, se presenta la evolución histórica del objeto de la investigación en cada una de las etapas. En la Primera etapa (2003-2007): Plan de estudio C perfeccionado. Los primeros pasos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Ingeniería de Software I en la carrera Ingeniería Informática. El desarrollo vertiginoso de la informática obliga a que los planes de estudio de la carrera de Ingeniería Informática sean sumamente flexibles para que sean capaces de asimilar los cambios tecnológicos que tienen lugar. Esto obliga a que en las asignaturas se nombren las temáticas con gran generalidad de forma tal que dichas temáticas sean válidas aun cuando existan cambios importantes.

A partir del curso 2002-2003 se produjo un importante cambio cuantitativo y cualitativo en el escenario de la formación de Ingenieros Informáticos en el país. Para dar respuesta a la formación de los ingenieros informáticos en este nuevo escenario se realizó un profundo trabajo metodológico para ajustar el plan de estudio, modificar el modelo del profesional, los objetivos y contenidos esenciales de las disciplinas y el total de horas del plan de estudio aprobado por el MES.

La estrategia para ajustar del Plan de Estudio, aprobada en mayo del 2002 por la Comisión Nacional de Carrera de Ingeniería Informática (Llanes, 2016), posee los elementos siguientes:

-Disminuir el componente académico en no más de un 10% del total de horas del plan originalmente aprobado.

## EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

- Incrementar el componente laboral e investigativo en no más de un 10% del total de horas del plan, para mejorar la formación de las habilidades profesionales.
- Incrementar el estudio independiente, asistido por las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).
- Incrementar la flexibilidad para cursar el plan de estudio.

La columna vertebral de esta carrera estaba compuesta por las asignaturas que conforman las disciplinas de Técnicas de Programación de Computadoras e Ingeniería y Gestión de Software; las cuales se imparten a lo largo de toda la carrera. Las asignaturas integradoras de la carrera forman parte de estas disciplinas y deben llevar el peso principal del trabajo docente e independiente del estudiante, logrando su resultado más acabado en la etapa de práctica profesional al final de cada curso.

En cuanto a la implementación del plan se concibe la integración de las asignaturas de forma más completa incluyendo también los proyectos de curso y los trabajos que se hacen en la práctica profesional. Se refuerza la formación de actividades propias del grupo de proyecto de una empresa de software como las de: integrador, documentador y asegurador de la calidad.

Las asignaturas de Ingeniería y Gestión de Software integran en 4to y 5to año de forma similar. El carácter de la disciplina Ingeniería y Gestión de Software es abarcador e integrador lo que se refleja en el hecho de que en los proyectos de la disciplina de Técnicas de Programación de Computadoras se incluyen técnicas de análisis, diseño y otros elementos de Ingeniería de Software (Departamento de Informática, 2019), incidiéndose fuertemente en la documentación de programas y en el uso de herramientas de análisis y diseño. Las asignaturas de estas disciplinas son las que encabezan trabajo docente e independiente del estudiante,

## EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

específicamente a partir del primer semestre de la carrera, por lo que también esto se refleja en el peso que las mismas tienen en el sistema de evaluación de cada semestre (MES, 2002).

En las indicaciones metodológicas de la disciplina se orienta que las asignaturas Ingeniería de Software I y II y III, deben ser impartidas después de haberse concluido el ciclo de asignaturas de Programación, durante el 4to. Año, así como las asignaturas Administración de Empresas I y II. Existe una estrecha relación con las asignaturas de Administración de Empresas I y II que se imparten en cuarto año al mismo tiempo que Ingeniería de Software I y II y con Investigación de Operaciones I y II y Sistemas de Base de Conocimientos I y II que se integran en los proyectos de curso. En las asignaturas de la disciplina, la forma de evaluación principal será el proyecto de curso. Los proyectos de cursos asociados a Ingeniería de Software I y II integran el conocimiento conjuntamente con la Práctica Laboral de cuarto año.

Las indicaciones metodológicas de la asignatura Ingeniería de Software I ubican al proceso de enseñanza-aprendizaje en función del entorno sociocultural comunitario, que se integra por el vínculo que establece la necesidad social a resolver a través del contenido y la mediación del plan de estudio, fundamentalmente en los problemas que plantea la sociedad, sin embargo retienen el carácter profesional de las acciones de determinación, planificación y ejecución de actividades afines al sector industrial de la localidad.

Para impartir las clases se utilizan las indicaciones metodológicas publicadas por el Ministerio de Educación Superior, estas orientan al profesor la forma de tratar el contenido, realizar las demostraciones, los trabajos de laboratorio y resolver los problemas propuestos en la bibliografía básica de cada año; pero no ofrecen sugerencias concretas para efectuar el tratamiento de metodologías para el ciclo de vida de desarrollo de software.

## EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Es poco sistematizado el empleo de métodos y procedimientos que respondan a las condiciones del proceso de elaboración de sistemas de gestión de información. Por consiguiente, el estudiante de Ingeniería Informática, soluciona problemas relacionados con la elaboración de sistemas de gestión de información sin una suficiente comprensión de la labor que realiza, lo que limita el cumplimiento de los objetivos del año. En los objetivos de la asignatura se orienta el desarrollo de sistemas mediante el uso de instrumentos CASE (Computer Aided Software Engineering, Ingeniería de Software Asistida por Computadora).

El análisis de la etapa permitió revelar las siguientes características:

-Las indicaciones metodológicas declaradas en los programas de disciplinas y asignaturas son insuficientes, pues están estructuradas en función del contenido, aspecto que no propició el desarrollo de las habilidades para el tratamiento del desarrollo de sistemas de gestión de información.

-La estructuración didáctica del tratamiento de metodologías para el ciclo de vida de desarrollo de software carece de una concepción didáctico-metodológica, provocando que el estudiante realice el proceso de elaboración de sistemas de gestión de información sin una suficiente comprensión e interpretación de la labor que realiza.

-No se especifica qué tipo de herramienta CASE se debe utilizar para auxiliarse durante todo el ciclo de vida de desarrollo de software, aspecto que propició que no se lograron los niveles deseados en el desarrollo de sistemas de gestión de información. Segunda etapa (2007-2018): Plan de estudio D. Perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Ingeniería de Software I en la carrera Ingeniería Informática.

El Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Informática desde su último diseño en la variante de Planes C, se ha caracterizado por un conjunto apreciable de modificaciones causadas

## EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

en primera instancia por el enriquecimiento y la variación del objeto de estudio en sí, que ha motivado ajustes relacionados con el entorno universitario local y las relaciones con las entidades productivas y de servicio.

La disciplina Ingeniería y Gestión de Software surge en el plan D como resultado de la integración de las disciplinas consideradas como integradoras en el plan de estudio C perfeccionado: Técnicas de Programación de Computadoras (TPC) e Ingeniería y Gestión de Software (IGS).

Los elementos que componen ambas disciplinas estuvieron presentes desde el primer plan de estudio elaborado para la especialidad de Ingeniería en Sistemas Automatizados de Dirección. La disciplina Técnicas de Programación de Computadoras estuvo presente desde el primer plan y la disciplina Ingeniería y Gestión de Software aparece con ese nombre a partir del plan C perfeccionado, sin embargo, desde el primer plan se impartieron sus elementos básicos. La disciplina de Sistemas Informáticos, incluida en el plan de estudio C, dio una gran importancia a las técnicas de Ingeniería de Software, logrando sistematizar los conocimientos acerca de metodologías de desarrollo de sistemas, resultando vital la impartición de las asignaturas como análisis y diseño de Sistemas Informáticos. Ya con el plan C perfeccionado se introdujeron las asignaturas Ingeniería de Software I, II y III y Gestión de Software que no solo profundizaron más en los temas de análisis y diseño, sino que abordaron otras fases del proceso de desarrollo. Las asignaturas de ambas disciplinas, mediante sus proyectos de cursos han servido de sólido soporte a la integración de las habilidades terminales del profesional al mismo tiempo que resuelven problemas reales de la realidad nacional.

En las últimas décadas se ha demostrado que resulta imprescindible el uso de las mejores técnicas de Ingeniería y Gestión de Software; por lo tanto, la formación como programador de

## EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

nuestros graduados, no puede carecer de las mejores prácticas de la Ingeniería de Software, de ahí que resultó imprescindible integrar los conocimientos y las habilidades de las asignaturas de estas dos áreas de conocimiento (MES, 2007). Así, el diseño del Plan de Estudios D se fundamenta en las transformaciones que han acontecido en el país y que impusieron el perfeccionamiento de los planes de estudio, con un énfasis marcado en los siguientes aspectos:

- La creación del Ministerio de la Informática y las Comunicaciones (MIC).
- Las transformaciones de la economía cubana en las últimas décadas.
- Las tendencias internacionales en el desarrollo informático y su relación con otras tecnologías emergentes y en la enseñanza universitaria cubana.

El trabajo metodológico a desarrollar se dirige a la integración de los contenidos de las asignaturas que se imparten en el año y con las disciplinas integradoras. De la misma forma, se debe garantizar la integración entre los diferentes años de la carrera a través de sus objetivos y la vinculación de los contenidos afines de diferentes asignaturas y disciplinas. En las indicaciones metodológicas el empleo de métodos de enseñanza-aprendizaje y sus procedimientos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Ingeniería de Software I se refleja desde los inicios de la etapa. Ya que los métodos que emplea el profesor para impartir el contenido carecen, en gran medida, de procedimientos específicos, lo que conduce a insuficiencias en el tratamiento de situaciones de enseñanza-aprendizaje y limita la preparación teórica y práctica de los estudiantes.

En el programa de la asignatura, aunque se plantea estudiar una metodología moderna de análisis y diseño de software y aplicarla en la ejecución de las etapas tempranas de un proyecto informático resulta poco intencionada su formulación, ya que los problemas profesionales, objetivos y contenidos profesionales carecen de precisión. Se recomienda utilizar herramientas

CASE para el estudio del sistema que será objeto de automatización, la captura de requisitos y análisis de un software.

El estudio de la etapa permitió revelar las siguientes características:

-Las indicaciones metodológicas y de organización de la disciplina no cumplen las expectativas para una adecuada concepción y planificación de las clases, limitando la adquisición y fijación de los conocimientos necesarios para el desarrollo de los sistemas de gestión de información.

-La estructuración didáctica del tratamiento de metodologías para el ciclo de vida de desarrollo de software cuenta con escasas acciones didácticas que tengan en cuenta las peculiaridades de la carrera, limitando la aplicación de metodologías de desarrollo de software en las etapas tempranas de un sistema de gestión de información.

-Al no especificar qué tipo de herramientas CASE se debe utilizar para el estudio del sistema de gestión de información que será objeto de automatización, la captura de requisitos y análisis del mismo, se limita la construcción de los artefactos correspondientes a cada flujo de trabajo.

Tercera etapa (2018-2020): Plan de estudio E. Ajustes en el proceso de enseñanza-aprendizaje con mayor esencialidad y menor duración. El diseño del Plan de estudio E se fundamenta en las transformaciones que han acontecido en el país y que impusieron el perfeccionamiento de los planes de estudio, con un énfasis marcado en los siguientes aspectos:

-La conceptualización del modelo económico cubano y el plan de desarrollo económico social hasta el 2030.

-Las experiencias relacionadas con definir una etapa de preparación para el empleo aplicable a todos los graduados universitarios.

## EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

- Las tendencias a considerar una formación de pregrado con una mayor esencialidad y menor duración y las necesidades de formación de técnicos de nivel universitario.
- La necesidad de reconsiderar un enfoque de formación del profesional hacia la solución de problemas más frecuentes del entorno social y productivo con una necesidad de ajuste al desempeño en el eslabón de base de la profesión.
- Las tendencias internacionales en el desarrollo informático y su relación con otras tecnologías emergentes y en la enseñanza universitaria cubana.

El trabajo metodológico a desarrollar se dirige a la integración de los enfoques de las disciplinas que se imparten en el año y con la identificación de las componentes de mayor complejidad y de carácter integrador. De la misma forma, se garantiza la integración entre los diferentes años de la carrera a través de sus objetivos y la vinculación de los contenidos afines de diferentes disciplinas, materializando estrategias de relacionamiento consciente de los enfoques y conocimientos recibidos previamente. Se prioriza el uso de planteamientos formales (ya sea matemáticos, artefactos de Ingeniería de Software, diagramas y otros) como vía para documentar y argumentar las soluciones planteadas (MES, 2017).

Para el Plan E, dentro de la disciplina de Ingeniería y Gestión de Software se propone un conjunto de transformaciones fundamentales dentro de las cuales se encuentra incorporar las nociones de captura de requisitos funcionales desde las primeras asignaturas de programación. En esta etapa se recomienda utilizar herramientas CASE, para el modelado en correspondencia con la metodología de desarrollo de software empleada.

El estudio de la etapa permitió revelar las siguientes características:

- Las indicaciones metodológicas carecen de orientaciones didácticas-metodológicas para guiar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Ingeniería de Software I, lo que trae consigo que los

programas de las asignaturas presenten carencias para lograr las aspiraciones plasmadas en el modelo del profesional.

-La estructuración didáctica del tratamiento de metodologías para el ciclo de vida de desarrollo de software carece aún de indicaciones didácticas y metodológicas, limitando la adquisición de conocimientos, habilidades, valores, métodos de la ciencia y de la profesión, y su aplicación a la solución de problemas relacionados con la elaboración de sistemas de gestión de información.

-No se especifica qué tipo de herramienta CASE se debe utilizar para el modelado en correspondencia con la metodología de desarrollo de software empleada, limitando la mejora de la calidad y la productividad en el desarrollo de sistemas de información.

Este estudio de la evolución histórica explicado es uno de los elementos fundamentales del diagnóstico del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Ingeniería de Software I de la carrera Ingeniería Informática, lo que permitió comprenderlo en su historia, en su desarrollo y en su lógica; y por tanto precisar, fundamentar y formular el problema de la investigación enunciado en la introducción.

### **Conclusiones**

El estudio de la evolución histórica realizado ofrece una periodización, determinada por hitos, que permite delimitar etapas del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Ingeniería de Software I de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Granma.

El análisis histórico-lógico que se realiza sobre la evolución histórica del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Ingeniería de Software I de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Granma, permite identificar las características que justifican la naturaleza científica del proceso.

### Referencias

- Departamento de Informática. (2019). *Programa de la disciplina Ingeniería y Gestión de Software de la carrera Ingeniería Informática*. Universidad de Granma, Cuba.
- García, R. D. (2013). La evaluación en el sistema de asignaturas optativas en la Facultad Regional " Mártires de Artemisa" de la Universidad de las Ciencias Informáticas. *VARONA*, (57), 26-30.
- Llanes, J. (2016). Concepción didáctica del proceso de formación en Derecho Informático de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Informática. Estrategia para su implementación, en la Universidad de Pinar del Río. (Tesis de maestría).  
<https://rc.upr.edu.cu/bitstream/DICT/3316/1/Julio%20Llanes%20Robaina.pdf>
- Ministerio de Educación Superior. (2002). *Plan de estudio C perfeccionado*. Carrera Ingeniería Informática. Ministerio de Educación Superior, La Habana, Cuba.
- Ministerio de Educación Superior. (2007). *Plan de estudio D*. Carrera Ingeniería Informática. Ministerio de Educación Superior, La Habana, Cuba.
- Ministerio de Educación Superior. (2017). *Plan de estudio E*. Carrera Ingeniería Informática. Ministerio de Educación Superior, La Habana, Cuba.
- Sánchez, G. O., Alonso, C. M. y Salas, I. (2017). Asignaturas optativas para la carrera Ingeniería Informática en la Universidad de Guantánamo. *EduSol*, 17(58), 1-10.
- MES. (2017). *Plan de estudio E*. Carrera Ingeniería Informática. Ministerio de Educación Superior, La Habana, Cuba.