

Propuesta didáctica para perfeccionar la formación investigativa del Licenciado en Ciencia de la Computación

Didactic proposal to perfect the investigative formation in Bachelor of Computer Science

Ekaterine Fergusson-Ramirez^I, ekaterine@uo.edu.cu; Isabel Alonso-Berenguer^{II}, ialonso@uo.edu.cu; Antonio Salgado-Castillo^{III}, asalgadocastillo@gmail.com

^{I, II}Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba; ^{III} Hospital General “Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso”, Santiago de Cuba, Cuba

Resumen

Este artículo propone un sistema de procedimientos didácticos para perfeccionar la formación investigativa en la carrera de Licenciatura en Ciencia de la Computación. El mismo fue estructurado en tres procedimientos: hermenéutico computacional del sistema usuario, hermenéutico computacional del sistema intermediario y hermenéutico computacional del sistema de información, los que favorecen el desarrollo de un pensamiento sistémico investigativo computacional. La factibilidad y pertinencia del sistema de procedimientos fue corroborada mediante la realización de dos talleres de socialización con especialistas y la aplicación parcial del mismo en la carrera. Los resultados obtenidos con la corroboración permitieron concluir que el sistema brinda suficientes evidencias sobre sus posibilidades para perfeccionar la dinámica del proceso de formación investigativa en la carrera de Licenciatura en Ciencia de la Computación, así como contribuir al desarrollo de un pensamiento sistémico investigativo computacional en los estudiantes de la misma.

Palabras clave: computación, formación investigativa, sistema de procedimientos.

Abstract

This article proposes a system of teaching methods to improve research skills in students of Computer Science carrier. The same was structured in three procedures: computational hermeneutical of user system, computational hermeneutical of intermediary system and computational hermeneutical of information system, which supports the development of a computational systemic research thinking. The feasibility and relevance of the system of procedures was corroborated by two workshops and the partial implementation of it in the carrier. The results obtained allow to conclude that the system provides sufficient evidence of its potential to improve the dynamics of research skills in the Computer Science carrier and contribute to the development of a computational systemic research thinking in the students.

Keywords: computing, research skills, system procedures.

Introducción

La Ciencia de la Computación trata diversos problemas que se abordan a partir de los principales procesos de información, para los cuales debe hallarse una solución computacional. Así, existen problemas relacionados con la representación y organización de la información en sus diferentes niveles de abstracción computacional; así como con la búsqueda, transmisión, almacenamiento, procesamiento e intercambio en redes de computadoras (Estrada y Blanco, 2014). Todo esto es una muestra de la importancia de esta ciencia, que ha sido reafirmada por reconocidas instituciones internacionales como la Asociación de Máquinas Computadoras (ACM: siglas en inglés), el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE: siglas en inglés), el Espacio Europeo de Educación Superior y la Junta de Acreditación de Ingeniería y Tecnología (ABET: siglas en inglés), las que han asegurado que es una necesidad el desarrollo de habilidades investigativas en los profesionales de Ciencia de la Computación, dirigidas, de manera particular, al desarrollo de sistemas computacionales (Estrada y Blanco, 2014).

A pesar de esta reconocida necesidad, la formación investigativa de los profesionales de Ciencia de la Computación enfrenta aún serias dificultades; una de las principales es la falta de éxito que tienen los estudiantes en el diseño y solución de las situaciones problemáticas que abordan en sus investigaciones (Fergusson, Alonso y Gorina, 2014).

Este proceso de formación investigativa, a decir de Guerrero (2007), es un conjunto de acciones orientadas a favorecer la apropiación y sistematización de los conocimientos, habilidades y actitudes necesarios para que los estudiantes puedan desempeñar con éxito actividades productivas asociadas a la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación, ya sea en el sector académico o en el productivo.

Su desarrollo en la carrera de Licenciatura en Ciencia de la Computación ha sido estudiado por algunos autores, los que han obtenido significativos resultados que fundamentan la importancia que tiene el mismo en la actualidad. Así la investigadora cubana Ferreira (2005) propone la inclusión de temas de Metodología de la Investigación en el tercer año y la creación de guías metodológicas para conducir la investigación desde los primeros años, con el objetivo de potenciar la formación investigativa. Si bien esta propuesta tiene en cuenta elementos importantes para dicha formación, no trasciende lo declarativo, pues no llega a develar una lógica didáctica que oriente sobre el carácter sistémico del proceso de investigación científica.

También es destacable la propuesta de plan de estudio de la Universidad Politécnica de El Salvador (UPES), para la carrera de Ingeniería en Ciencias de la Computación, consistente en la inclusión de la asignatura Métodos y Técnicas de Investigación en el segundo año de la misma (UPES, 2007). La postulante considera que aunque esta inclusión pudiera ser una alternativa viable, pues intenta dotar a los estudiantes de conocimientos y técnicas investigativas desde los primeros años, no resulta suficiente, pues no logra que dichos conocimientos se formen a partir de la contribución integrada de las diferentes asignaturas de la carrera.

En esta misma dirección, el Centro Nacional de Acreditación de Chile propone incluir en el plan de estudio de la carrera Licenciatura en Ciencia de la Computación (aprobado en el 2012) una asignatura sobre Metodología de la Investigación en el cuarto año (CNA-Chile, 2012). Al respecto se considera que esta estrategia no es desacertada pero, al igual que la anterior, responsabiliza a una sola asignatura con la formación de habilidades investigativas, sin tener en cuenta que las especificidades y el carácter integrador de las investigaciones que debe desarrollar el profesional de esta ciencia requieren de una concepción interdisciplinar.

A partir del análisis epistemológico realizado y de tener en cuenta las diversas perspectivas con que los diferentes autores se han acercado al proceso de formación investigativa de los estudiantes de Licenciatura en Ciencia de la Computación, se han podido revelar insuficiencias en las propuestas teóricas y metodológicas existentes, las que no logran explicitar las relaciones que se establecen en la dinámica del proceso de formación investigativa de la citada ciencia. Estas insuficiencias no favorecen la precisión de métodos y procedimientos didácticos para desarrollar una lógica investigativa dirigida hacia un profundo análisis de las situaciones problemáticas que proporciona la realidad social y su eficaz resolución computacional. Este trabajo tiene como objetivo proponer un sistema de procedimientos didácticos para perfeccionar el proceso de formación investigativa en la carrera de Licenciatura en Ciencia de la Computación, con el propósito de elevar a niveles cualitativamente superiores la formación investigativa del futuro egresado de esta carrera.

Desarrollo

El sistema de procedimientos didácticos que se presenta para la formación investigativa en Ciencia de la Computación está formado por un conjunto de acciones, estructuradas

de manera lógica, que posibilitan el desarrollo de un pensamiento sistémico investigativo computacional. Se ha construido mediante el método Sistémico Estructural Funcional y es un instrumento de intervención didáctica, que tiene como objetivo general la orientación intencional a los profesores de la carrera para la conducción del proceso de formación investigativa. Su lógica promueve transformaciones formativas cada vez más relevantes, que contribuyen al perfeccionamiento de la investigación computacional, las que se convertirán en guía para el logro de una independencia cognoscitiva, a partir de un trabajo consciente y estable, que viabilice el auto-desarrollo formativo de los estudiantes, de aquí su carácter didáctico.

Se concibe como un sistema abierto, en constante cambio y mejoramiento, ya que promueve una dinámica que facilita su rediseño y perfeccionamiento sistemático, potenciado por las múltiples influencias externas a que está sometido, tales como los vertiginosos cambios de la teoría y la tecnología computacional, las nuevas teorías pedagógicas, la didáctica de la computación, entre otros.

Como todo sistema, presenta recursividad y sinergia, la primera manifestada en el sentido que obtiene de sus partes, o sea de los tres procedimientos que lo conforman, a la vez que dichos procedimientos logran su significado a partir de la integración sistémica, lo que garantiza su coherencia. La sinergia se expresa en el pensamiento sistémico investigativo computacional que se configura en la dinámica de la formación investigativa, como nueva cualidad totalizadora alcanzada en su implementación. Cuenta con una entropía asociada al proceso de comunicación, el que no siempre logra la eficiencia necesaria, provocada por las carencias que presentan los estudiantes para desarrollar un proceso investigativo coherente, así como por la resistencia que muestran profesores y estudiantes ante los cambios que el sistema de procedimientos introduce en la dinámica investigativa, el que requiere una mayor preparación metodológica y computacional, que demanda una profundización en las categorías, principios y leyes de la metodología de la investigación científica y la ingeniería de software.

La homeostasis se logra cuando el profesor reconoce la necesidad de perfeccionar la dinámica del proceso de formación investigativa y se empeña en favorecer el desarrollo de habilidades a partir de las acciones que se proponen en el sistema de procedimientos didácticos. También se puede potenciar mediante las posibilidades que ofrecen las prácticas laborales, los trabajos de curso y el trabajo de diploma. Su autodesarrollo se

expresa en el carácter flexible, abierto y dinámico que posee, que facilita su sistemática adecuación, al permitir su progresivo perfeccionamiento y desarrollo.

El sistema se estructura en tres procedimientos didácticos que interactúan durante la dinámica de la formación investigativa. Estos se han denominado: hermenéutico computacional del sistema usuario, hermenéutico computacional del sistema intermediario y hermenéutico computacional del sistema de información. Cada procedimiento consta de objetivos, acciones a realizar por el profesor y acciones a realizar por los estudiantes. Cuenta, además, con criterios evaluativos y patrones de logro para profesores y para estudiantes. Su aplicación requiere como condiciones:

- Experiencia del claustro en el desarrollo de investigaciones computacionales.
- Apropiada formación metodológica para aplicar el sistema de procedimientos didácticos.
- Plan de Estudio con objetivos en correspondencia con la formación investigativa, así como con ciertas flexibilidades que permitan realizar ajustes para llevar a cabo dicha formación.
- Existencia de recursos materiales mínimos (infraestructura computacional y bibliografía).
- Indicaciones de la dirección docente-metodológica, al establecerse la necesidad de desarrollar estrategias y procedimientos didácticos específicos para potenciar la formación investigativa.
- Adecuada motivación de estudiantes y profesores para el trabajo investigativo.

Una vez definidas las condiciones necesarias para la aplicación del sistema de procedimientos didácticos, cabe precisar las asignaturas del plan de estudio vigente que deben asumir la mayor responsabilidad con la ejecución del citado sistema en cada año de la carrera. A tales efectos se proponen las asignaturas: Programación, Práctica Laboral e Investigativa I, II, III y IV, Estructura de Datos y Algoritmos I y II, Sistema de Bases de Datos I y II, Ingeniería de Software, Diseño y Análisis de Algoritmos, Compilación, Metodología de la Investigación, Simulación, Programación declarativa, Complementos de Compilación, Inteligencia Artificial, Sistemas de Información y el Trabajo de Diploma. Estas asignaturas han sido seleccionadas porque facilitan el trabajo con situaciones problemáticas a resolver computacionalmente, transitando por un sistema usuario, un sistema intermediario y un sistema de información computacional.

La coordinación del trabajo de formación investigativa con dichas asignaturas debe realizarse en los dos niveles organizativos del proceso docente-educativo. En el nivel vertical las correspondientes disciplinas deben encaminar su trabajo metodológico a establecer situaciones problemáticas que desde sus asignaturas permitan aplicar el sistema de procedimientos didácticos. El nivel horizontal estará a cargo del colectivo de año, el que realizará un diagnóstico al inicio de cada semestre, empleando medios como entrevistas grupales y encuestas, entre otros. A partir del segundo año puede incluir la revisión de informes de trabajos extra-clases, de trabajos de curso y de práctica laboral e investigativa del curso anterior. En cada año deberá trabajarse la integración de actividades docentes y evaluaciones de las asignaturas. También será importante incentivar la formación de grupos científico-estudiantiles, en correspondencia con las líneas de investigación, para adquirir habilidades investigativas y disposición para el trabajo científico.

El procedimiento hermenéutico computacional del sistema usuario tiene como objetivo: la orientación a profesores y estudiantes sobre la forma de concretar, en la dinámica del proceso de formación investigativa, las relaciones que se establecen entre el análisis y procesamiento de datos del sistema usuario y la sistematización de la información relevante de dicho sistema.

Acciones a realizar por el profesor: Debe propiciar la motivación de los estudiantes por la resolución de la situación problemática proveniente del sistema usuario, a partir de:

- Realizar actividades docentes que propicien el desarrollo de habilidades para la identificación, análisis y clasificación cuidadosa de la información contenida en el sistema usuario, a la vez que destacar el importante rol que juega la misma en el diseño, implementación y operación de los sistemas de información. A tales efectos será importante enseñar al estudiante a confeccionar un cronograma de trabajo que transite por la etapa de análisis y procesamiento de los datos extraídos del sistema usuario, así como a aplicar los métodos de investigación cualitativos, fundamentalmente el análisis-síntesis, de lo abstracto a lo concreto, de inducción-deducción y el genético.
- Explicar la necesidad de vincular y potenciar la participación activa de los usuarios antes, durante y después de la creación del sistema de información computacional. Explicar que esto es tan importante como los detalles técnicos de la elaboración del sistema, pues si los usuarios no están implicados, por eficiente

que resulte el sistema no funcionará conforme a las expectativas. Será necesario enseñarles el uso de técnicas para interactuar con el sistema usuario, de forma principal: encuestas, entrevistas y observación planificada y análisis documental.

- Explicitar el proceso a desarrollar para la interpretación de los datos, con el propósito de extraer información relevante para la solución que se persigue. Debe facilitarse la apropiación de métodos de investigación cualitativos y cuantitativos, que permitan la formación de habilidades de búsqueda, análisis y procesamiento de información procedente de diferentes fuentes, tales como bibliográficas, entrevistas, encuestas, observaciones, entre otras.
- Enfatizar en la necesidad de hacer una evaluación consciente de los datos observados, así como del flujo y contenido de la información extraída del sistema usuario, empleando métodos de investigación como el análisis-síntesis, inducción-deducción y de lo abstracto a lo concreto. Esta evaluación permitirá profundizar en el conocimiento de las funciones, en el comportamiento del sistema y en la definición de los requisitos funcionales y no funcionales del sistema usuario. También posibilitará definir prioridades para las funcionalidades, en dependencia de la necesidad del sistema usuario. Además, podrá servir de apoyo para crear datos representativos de cada funcionalidad para realizar futuras pruebas del sistema de información computacional.
- Hacer comprender la importancia de mantenerse en permanente contacto con el sistema usuario, el que también será el usuario final del sistema de información computacional, por lo que debe ser consultado de forma sistemática. Para ello deberá enfatizarse la necesidad de documentar las funcionalidades extraídas, utilizando un lenguaje conciliado con el sistema usuario. Además de aprovechar los tipos de argumentación que brinda la Ingeniería de Software, tales como: la historia de usuario, las plantillas de casos de uso y el manual de usuario.
- Resaltar la importancia de utilizar modelos de flujo de trabajo del sistema usuario, diagramas de casos de uso y de actividad, para visualizar y controlar la arquitectura del sistema de información computacional a crear. Esto puede introducirse en la dinámica de la clase mediante el análisis de un trabajo de diploma en el que haya sido modelado un sistema. Se podrá discutir dicho modelado, valorándose el resultado de cada etapa y el resultado final, para llegar a conclusiones sobre la calidad que se aprecia en el sistema de información.

- Enseñar a definir las categorías del diseño de una investigación, a partir del trabajo con diversas situaciones problémicas para que propongan dichas categorías y las fundamenten, empleando los correspondientes medios de diagnóstico. Esto puede complementarse con el trabajo en grupos para la discusión y perfeccionamiento de las categorías, las que se deben comenzar a trabajar desde las asignaturas de primer año responsabilizadas con la aplicación del sistema de procedimientos didácticos. Luego, la asignatura Metodología de la Investigación deberá encargarse de precisar y profundizar en la definición y fundamentación de las categorías del diseño de una investigación y de los métodos de investigación para diagnosticar insuficiencias del sistema usuario.
- Realizar evaluaciones que midan habilidades de análisis e interpretación de la información relevante extraída del sistema usuario. Pueden ponerse ejemplos de indagaciones hechas en un determinado sistema usuario, empleando técnicas de investigación como entrevistas, cuestionarios, etc., para que el estudiante analice e interprete los datos extraídos. También deben desarrollar diagnósticos de sistemas usuario, escogiendo o creando los medios de diagnóstico.

Acciones a realizar por el estudiante. Deben realizar acciones dinamizadoras del razonamiento lógico investigativo propuesto, es decir, dirigir sus acciones hacia:

- Lograr una comunicación efectiva con el sistema usuario, con el objetivo de llegar a un profundo entendimiento de su composición y sus requerimientos, para desarrollar un eficiente sistema de información computacional. Aprender a utilizar instrumentos de investigación como guías de observación y entrevistas.
- Representar los datos mediante procedimientos que faciliten la identificación de nexos entre los objetos y relaciones que conforman el sistema usuario, el que debe adquirir un sentido más pertinente y completo, para logra un significado cualitativamente superior. Apropiarse de métodos de modelación analógica y teórica y el enfoque de sistema.
- Apropiarse de métodos y técnicas cuantitativas y cualitativas, que permitan organizar y estructurar la información que se extraiga de los datos, tales como los aportadas por la Estadística y la Teoría de Grafos, así como los diagramas de flujo de datos, los diagramas de casos de uso y los diagramas de actividad.

- Crear modelos mejorar la comprensión del flujo de trabajo del sistema usuario, al definir de forma previa los objetos de datos observables, evaluar el flujo y contenido de la información, elaborar las funciones del sistema de información computacional y profundizar en su comportamiento en el sistema usuario.
- Comprender la relevancia del empleo del lenguaje estándar para visualizar, especificar, construir y documentar las actividades de un sistema de información que involucra gran cantidad de información, al observar que el más utilizado es el Lenguaje Unificado de Modelado, por cubrir todas las vistas necesarias para desarrollar y desplegar los sistemas de información computacional.

Para medir la efectividad del sistema de procedimientos se proponen, asociado a cada procedimiento, criterios evaluativos y patrones de logros para profesores y estudiantes. Para el procedimiento hermenéutico computacional del sistema usuario estos son:

Criterio evaluativo para los profesores: Eficacia de la labor didáctica desarrollada en la dinámica del proceso de formación investigativa, para que los estudiantes logren una adecuada sistematización de la información relevante del sistema usuario, a partir de las relaciones que deben establecer entre el análisis y el procesamiento de datos provenientes de dicho sistema.

Patrones de logro para los profesores: Favorecer la formación de habilidades de análisis de los sistemas usuario a partir de métodos activos y medios apropiados. El desarrollo de actividades docentes que favorezcan la apropiación de métodos de procesamiento de datos provenientes del sistema usuario, así como el diseño y aplicación de sistemas de evaluación que contribuyan a potenciar la sistematización de la información relevante del sistema usuario.

Criterio evaluativo para los estudiantes: Nivel de apropiación de habilidades investigativas que evidencian los estudiantes en su dinámica formativa, dando cuenta de una adecuada sistematización de la información relevante del sistema usuario, a partir de las relaciones que deben establecer entre el análisis y el procesamiento de datos provenientes de dicho sistema.

Patrones de logro para los estudiantes: Desarrollo de habilidades de análisis del sistema usuario, evidenciadas en la calidad de los datos que logran extraer del mismo. Apropiación de adecuados métodos para el procesamiento de los datos, manifestado en la buena calidad de la información que obtiene con estos, así como una sistematización

de la información relevante del sistema usuario, comprobada en el resultado de las evaluaciones que se realizan.

El procedimiento hermenéutico computacional del sistema intermediario tiene como objetivo la orientación a profesores y estudiantes sobre la forma de concretar, en la dinámica del proceso de formación investigativa, las relaciones que se establecen entre el diseño, la implementación computacional del sistema de información y la sistematización de la información relevante del sistema usuario.

Acciones a realizar por el profesor. Deberá favorecerse:

- El refinamiento de cada detalle del desarrollo del sistema de información computacional, para proporcionar criterios certeros a la construcción del mismo. Para ello será conveniente mantener una comunicación sistemática con el sistema usuario, con lo que se podrán concretar las condiciones de cada funcionalidad del futuro sistema. Enfatizar en que el sistema de información computacional puede ser un software, al igual que un algoritmo computacional, la paralelización de algoritmos, la formalización conceptual o la construcción de software básicos como compiladores, intérpretes, entre otros.
- Evitar el uso de estructuras de control no ordenadas, velar la selección cuidadosa de los identificadores de las variables, algoritmos y estructuras de datos a utilizar. Esto se puede potenciar desde asignaturas como: Programación, Práctica Laboral e Investigativa I, II, III y IV; Estructura de Datos y Algoritmos I y II, Programación de Máquina I y II, Arquitectura de Computadoras, Compilación, Simulación, Programación Declarativa e Inteligencia Artificial.
- La formación de habilidades de programación desde las asignaturas Programación, Sistemas de Bases de Datos I, Compilación y Sistemas de Bases de Datos II, Programación Declarativa e Inteligencia Artificial. Procurar que los estudiantes adquieran conciencia sobre su responsabilidad con la documentación del programa y la explicación de la codificación, preocupándose porque el código resulte descifrable.
- Crear el hábito de documentar el código del programa en los trabajos extra-clase o de curso. Las asignaturas que más pueden contribuir a crear dicho hábito son: Programación, Práctica Laboral e Investigativa I, II, III y IV; Estructura de Datos y Algoritmos I y II, Programación de Máquina I y II, Arquitectura de

Computadoras; Compilación; Simulación, Programación Declarativa; Inteligencia Artificial. Insistir en que las herramientas computacionales que se seleccionen y usen para crear el sistema de información computacional se correspondan con la infraestructura disponible por el sistema usuario. Es importante identificar las tecnologías, gestores de bases de datos, arquitectura del sistema de información, lenguajes y paradigmas de programación que respondan al problema y a las condiciones objetivas del sistema usuario.

Acciones a realizar por el estudiante. Deberán dirigir su trabajo hacia:

- Definir cómo han de organizarse las estructuras de datos, implementarse los detalles procedimentales, caracterizarse las interfaces, traducirse el diseño en un lenguaje de programación y realizarse la prueba.
- Seleccionar o crear los algoritmos, técnicas y herramientas más adecuados para dar solución a las necesidades del sistema usuario.
- Precisar la relación existente entre los modelos utilizados en el análisis del sistema usuario y en su diseño. Los primeros representan los requisitos del usuario, mientras los segundos representan características del sistema que permitirán implementarlo de forma efectiva.
- Saber emplear los diagramas asociados al Lenguaje Unificado de Modelado (de clase, colaboración, secuencia, estado y despliegue) para el diseño.
- Comprobar (antes de escribir el código o crear una tabla en la base de datos) que se haya comprendido el problema a resolver, y aplicar los principios básicos de diseño para construir un buen sistema de información computacional.

Para el procedimiento hermenéutico computacional del sistema intermediario se definieron los siguientes criterios evaluativos y patrones de logros:

Criterio evaluativo para los profesores: Eficacia de la labor didáctica desarrollada en la dinámica del proceso de formación investigativa, para lograr una adecuada sistematización de la información relevante del sistema usuario, a partir de las relaciones que deben establecer entre el diseño y la implementación computacional del sistema de información.

Patrones de logro para los profesores: Emplear métodos activos y medios apropiados para favorecer la formación de habilidades para el diseño computacional del sistema de

información. El desarrollo de actividades docentes que favorezcan la apropiación de métodos para la correcta implementación computacional del sistema de información, así como el diseño y aplicación de sistemas de evaluación que contribuyan a potenciar la sistematización de la información relevante del sistema usuario.

Criterio evaluativo para los estudiantes: Nivel de apropiación de habilidades investigativas que evidencian los estudiantes en su dinámica formativa, dando cuenta de una adecuada sistematización de la información relevante del sistema usuario, a partir de las relaciones que deben establecer entre el diseño y la implementación computacional del sistema de información.

Patrones de logro para los estudiantes: Desarrollo de habilidades de diseño computacional del sistema de información, evidenciadas en la calidad de los procedimientos establecidos en las descripciones técnicas, especificadas para cada caso de uso y en su verificación a partir de instrumentos como las listas de chequeo. Apropiación de acertados métodos para la implementación computacional del sistema de información, manifestado en la buena calidad del código resultante. Sistematización de la información relevante del sistema usuario, comprobada en el resultado de las evaluaciones que se realizan.

El procedimiento hermenéutico computacional del sistema de información tiene como objetivo, la orientación a profesores y estudiantes sobre la forma de concretar, en la dinámica del proceso de formación investigativa, las relaciones que se establecen entre el diseño y la implementación computacional del sistema de información y la validación del sistema de información computacional.

Acciones a realizar por el profesor: Para llevar a cabo este procedimiento será preciso:

- Explicar que la instalación del sistema de información debe planificar los equipos necesarios y su configuración física, las redes de interconexión entre los equipos y de acceso a sistemas externos, los sistemas operativos, bibliotecas y componentes suministrados por terceras partes.
- Aprovechar el contenido de la asignatura de Ingeniería de Software, que brinda modelos de las componentes a tener en cuenta en cada etapa de desarrollo del sistema de información computacional. Usar ejemplos de la modelación de un sistema desarrollado para observar sus componentes, relaciones y especificidades a tener en cuenta en estas etapas.

- Enseñar a confeccionar y aplicar listas de chequeo, para comprobar elementos esenciales durante el desarrollo del sistema de información computacional. Analizar cuál es la información a chequear de forma sistemática en cualquier etapa de la elaboración del sistema, en dependencia de la necesidad del usuario.
- Enfatizar en lo imprescindible de la etapa de prueba para verificar el sistema de información computacional. Analizar si responde a las necesidades del sistema usuario y si mantiene los estándares de programación. Facilitar la formación de habilidades para crear programas o unidades de prueba, como pruebas unitarias, funcionales, de integración y de despliegue, entre otras.
- Hacer que el estudiante complemente esta etapa de prueba con la de implantación, la cual contiene el entrenamiento de los usuarios, la instalación del sistema y la construcción de los archivos de datos necesarios.
- Fomentar la necesidad e importancia de presentar de forma escrita, con un lenguaje claro y accesible, los resultados de su actividad científico-investigativa.
- Enseñar a elaborar informes de investigación y artículos científicos, así como a gestionar su publicación en revistas o memorias de eventos.

Acciones a realizar por el estudiante. Encaminar su proceso de aprendizaje a:

- Apropiarse de métodos que faciliten la corroboración de la pertinencia y viabilidad del citado sistema de información, a partir de la comprobación de la coherencia entre los datos resultantes y las especificidades del sistema usuario, así como de su aplicación.
- Realizar revisiones sistemáticas del código, la arquitectura y los patrones de diseño utilizados en la implementación, para comprobar su efectividad en la solución que se aporte.
- Conocer que en la etapa de prueba del sistema creado se debe emplear como entrada un conjunto de datos, que pueden ser ficticios, cuyos resultados deberán ser examinados para localizar discrepancias en el desempeño del sistema. Esto permite detectar errores cometidos en etapas anteriores y corregirlos.
- Hacer uso de los estándares de calidad para evaluar el desarrollo del software implementado, asegurándose de que cumpla con las necesidades del sistema

usuario, así como con los requisitos de rendimiento, diseño y verificación que garanticen su buena calidad.

Para el procedimiento hermenéutico computacional del sistema de información se definieron los siguientes criterios evaluativos y patrones de logros:

Criterio evaluativo para los profesores: Eficacia de la labor didáctica desarrollada en la dinámica del proceso de formación investigativa, para que los estudiantes logren una adecuada validación del sistema de información computacional, a partir de las relaciones que deben establecer entre el diseño y la implementación computacional del sistema de información.

Patrones de logro para los profesores: Emplear métodos activos y medios apropiados para favorecer la formación de habilidades para el diseño computacional del sistema de información. Desarrollo de actividades docentes que favorezcan la apropiación de métodos para la correcta implementación computacional del sistema de información, así como diseño y aplicación de sistemas de evaluación que contribuyan a potenciar la validación del sistema de información.

Criterio evaluativo para los estudiantes: Nivel de apropiación de habilidades investigativas, evidenciado por los estudiantes en su dinámica formativa, dando cuenta de una adecuada validación del sistema de información computacional, a partir de las relaciones que deben establecer entre el diseño y la implementación computacional del sistema de información.

Patrones de logro para los estudiantes: Desarrollo de habilidades de diseño computacional del sistema de información, evidenciadas en una adecuada correspondencia de los casos de uso modelados con las funcionalidades que brinda el sistema de información computacional. Apropiación de acertados métodos para la implementación computacional del sistema de información, manifestado en los resultados funcionales obtenidos a partir del diseño realizado. Validación del sistema de información computacional, comprobada en las evaluaciones.

Conclusiones

- 1. La caracterización de la formación investigativa en la Licenciatura en Ciencia de la Computación evidenció limitaciones en cuanto a la disponibilidad de métodos y procedimientos didácticos para desarrollar una lógica investigativa,*

dirigida hacia el análisis de las situaciones problemáticas que proporciona la realidad social y su eficaz resolución computacional; emergiendo la necesidad de elaborar instrumentos que permitan llevarla a cabo.

2. *El sistema de procedimientos didácticos que se propone está conformado por tres procedimientos, contentivos de objetivos y acciones a desarrollar por profesores y estudiantes, así como criterios evaluativos y patrones de logro para ambos, todo lo cual facilita el desarrollo de la dinámica del proceso de investigación, para formar un pensamiento sistémico investigativo computacional.*
3. *La corroboración y aplicación del sistema de procedimientos didácticos fueron exitosas, tomando en consideración el adecuado nivel de pertinencia, factibilidad y coherencia logrado.*

Referencias bibliográficas

1. ACM. (2013). *ACM/IEEE-Computer Science Curricula 2013. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science*. Recuperado de <http://www.computer.org/education/cc2005/ironman/cc2005/index.html>
2. CNA-Chile. (2012). *Comisión Nacional de Acreditación CNA-Chile*. Recuperado de <http://lcc.usach.cl/index.php/programas-de-estudio>
3. Drake, J. y López, P. (2009). *Ingeniería software: Verificación y Validación*. Recuperado de http://www.ctr.unican.es/asignaturas/Ingenieria_Software_4_F/Doc/M7_09_VerificacionValidacion-2011.pdf
4. Duarte, Y. et al. (2002). *La Interdisciplinariedad. Una propuesta interesante*. Recuperado de <http://www.ilustrados.com/tema/12134/Interdisciplinariedad-propuesta-interesante.html>
5. Estrada, O. y Blanco, S. (2014). Habilidades Investigativas en los estudiantes de pregrado de carreras universitarias con Perfil Informático. *Revista Pedagogía Universitaria*, 19(2), pp. 20-31.
6. Fergusson, E. M., Alonso, I. y Gorina, A. (2014). Estudio exploratorio sobre la formación investigativa de los estudiantes de Licenciatura en Ciencia de la Computación. *Revista Colegio Universitario*, 3(1), pp. 1-12.
7. Fergusson, E., Alonso, I., Gorina, A. y Salgado, A. (2015). Consideraciones epistemológicas sobre la formación investigativa del licenciado en Ciencia de la Computación. *Revista Orbita Pedagógica*, 2(2), pp.45-67.
8. Ferreira, G. L. (2005). *Modelo curricular para la disciplina integradora en las carreras de perfil técnico e informático y su aplicación en la carrera Ciencia de la Computación*. (Tesis de doctorado). Universidad Central "Martha Abreu", Villa Clara, Cuba.
9. Gorina, A y Alonso, I. (2012). Un sistema de procedimientos metodológicos para perfeccionar el procesamiento de la información en las investigaciones sociales. *Revista Didasc@lia*, 3(6), pp. 91-108.
10. Guerrero, M. (2007). Formación de habilidades para la investigación desde el pregrado. *Revista Acta Colombiana de Psicología*, 10(2), pp. 15-24.
11. Medina, M. (2012). *Introducción a la ingeniería de software y sistemas de computación*. Recuperado de <http://www.isittla12.blogspot.com/2012/11/unidad-1-introduccion-la-ingenieria-del.html>
12. Pressman, R. (2002). *Ingeniería de Software: Un Enfoque Práctico*. España: McGraw-Hill,
13. Rosario, Y. y Ferrer, E. A. (2014). Estrategia para la Formación de Competencias Investigativas en estudiantes de la carrera Ingeniería Informática. *Revista Didasc@lia*, 5(4), pp. 143-162.
14. UPES (2007). *Plan de estudios de la carrera de Ingeniería en Ciencias de la Computación*. Universidad Politécnica de El Salvador. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Recuperado de <http://www.upes.edu.sv/facultades/ingenieria-y-arquitectura/ingenieria-en-ciencias-de-la-computacion.html?start=2>