

## ORIGINAL

**Una alternativa didáctica para perfeccionar las habilidades investigativas del licenciado en Ciencia de la Computación.**

Dr.C. Ekaterine Miriam Fergusson Ramírez, Prof. Titular. [ekaterine@uo.edu.cu]   
*Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.*

Dr.C. Isabel Alonso Berenguer, Prof. Titular. [ialonso@uo.edu.cu]   
*Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.*

Dr.C. Alexander Gorina Sánchez, Prof. Titular. [gorina@uo.edu.cu]   
*Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.*

**Resumen**

En el trabajo se propone un sistema de procedimientos didácticos para perfeccionar las habilidades investigativas de los estudiantes de Ciencia de la Computación. El mismo fue elaborado como parte de una tesis doctoral, empleando el Método Sistemático Estructural Funcional. Ha sido aplicado en la Universidad de Oriente (UO) por cinco cursos, con resultados que han confirmado que el sistema brinda suficientes evidencias sobre sus posibilidades de perfeccionar las habilidades investigativas de los citados estudiantes, al contribuir al desarrollo de un pensamiento investigativo computacional en estos.

**Palabras claves:** ciencia de la computación; habilidades investigativas; sistema de procedimientos didácticos; alternativa didáctica.

**Recibido:** 26/05/2020 | **Aceptado:** 12/09/2020

**A didactic alternative to perfect the investigative skills of the licentiate in Computer Science.****Abstract**

In the work, a system of didactic procedures is proposed to perfect the investigative skills of Computer Science students. It was prepared as part of a doctoral thesis, using the Functional Structural Systemic Method. It has been applied at the Universidad de Oriente (UO) for five courses, with results that have confirmed that the system provides sufficient evidence about its possibilities of improving the investigative skills of the aforementioned students, by contributing to the development of computational investigative thinking in them.

**Keywords:** computer science; research skills; system of didactic procedures; didactic alternative.

## **Introducción**

Actualmente se reconoce a la Ciencia de la Computación (CC) como aquella que trata disímiles problemas que se resuelven a partir de importantes procesos de información, para los cuales se requiere elaborar una solución computacional. La relevancia de esta ciencia se evidencia en su capacidad para automatizar procesos en todas las esferas de actuación de la sociedad e intervenir de manera activa en importantes sistemas computacionales (Lissabet, 2011).

Esta innegable relevancia ha introducido la necesidad de formar profesionales altamente calificados para resolver problemas sociales, científicos y técnicos; con suficientes conocimientos y habilidades para enfrentar el hallazgo e implementación computacional de sus soluciones. Dentro de estos profesionales juega un rol destacado el licenciado en CC, el que se ocupa de diseñar y analizar sistemas computacionales, es decir, sistemas que reciben información acerca de una situación problemática, la procesan y proporcionan soluciones como resultado de este procesamiento (Rosario y Ferrer, 2014).

Sin embargo, a pesar de esta necesidad, la formación investigativa de los profesionales de CC confronta aún serias dificultades; una de las principales es la falta de éxito que tienen los estudiantes de esta carrera 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), consta de 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 CC ha sido analizado por algunos autores, con resultados que fundamentan su importancia y la necesidad de perfeccionarlo. Una de estas investigaciones es la de Ferreira (2005), que propone potenciar la formación investigativa con 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. Esta propuesta tiene en cuenta elementos importantes para dicha formación, pero no trasciende lo declarativo, ni llega a develar una lógica didáctica orientadora 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 CC, que consistente en la inclusión de la asignatura Métodos y Técnicas de Investigación en el 2do año (UPES, 2007). Esta pudiera ser

una alternativa viable, pues intenta dotar a los estudiantes de conocimientos y técnicas investigativas desde los primeros años, pero no resulta suficiente, pues no logra que los conocimientos se formen a partir de la contribución de las diferentes asignaturas de la carrera.

También el Centro Nacional de Acreditación de Chile propone incluir en el plan de estudio de la carrera Licenciatura en CC una asignatura sobre Metodología de la Investigación en el cuarto año (CNA-Chile, 2012), lo que no es desacertado, pero al igual que en el caso anterior, responsabiliza a una sola asignatura con la formación de habilidades investigativas, sin tener en cuenta las especificidades y el carácter integrador de las investigaciones. Estas deben desarrollar el profesional de esta ciencia requeridas de una concepción más interdisciplinar.

A partir del análisis epistemológico realizado y de las diversas perspectivas con que los autores se han acercado al proceso de formación investigativa de los estudiantes de Licenciatura en CC, se han podido revelar insuficiencias en las propuestas teóricas y metodológicas existentes. Estas no logran explicitar las relaciones que se establecen en la dinámica del proceso de formación investigativa de la citada ciencia. Las 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 (Fergusson, Salgado, Alonso y Gorina, 2015).

Consecuentemente, el presente trabajo tiene como objetivo, exponer un sistema de procedimientos didácticos (SPD), elaborado con el fin de perfeccionar las habilidades investigativas de los estudiantes de CC, con el propósito de elevar a niveles cualitativamente superiores la formación investigativa del futuro egresado de esta carrera. El mismo ha sido validado y aplicado por cinco cursos en la UO (Fergusson, Gorina, Alonso y Salgado, 2018).

### **Población y muestra**

Para la aplicación del SPD se toma como población a los estudiantes de la carrera Ciencia de la Computación de la Universidad de Oriente, lo que coincide con la muestra que es también la totalidad de los estudiantes de esta carrera.

El SPD que se presenta para la formación investigativa en CC 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. Tiene como objetivo 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. Estas 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 aquí su carácter didáctico.

Se concibe como un sistema abierto, en constante cambio y mejoramiento. 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 conformadores, a la vez que dichos procedimientos logran su significado a partir de la integración sistémica. Esto garantiza su coherencia. La sinergia se expresa en el pensamiento investigativo computacional configurado 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 de los estudiantes para desarrollar un proceso investigativo coherente, así como por la resistencia de los profesores y estudiantes ante los cambios que el SPD introduce en la dinámica investigativa. El sistema requiere una mayor preparación para profundizar 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 SPD. También se puede potenciar mediante las prácticas laborales, los trabajos de curso y el trabajo de diploma. El autodesarrollo se expresa en su carácter flexible, abierto y dinámico, que facilita una sistemática adecuación, al permitir su progresivo perfeccionamiento y desarrollo.

### **Análisis de los resultados**

El sistema se estructura en tres procedimientos didácticos que interactúan durante la dinámica de la formación investigativa. Estos se han denominado: interpretativo del SU, traductor del sistema intermediario y valorativo del sistema de información computacional (Fergusson, Alonso y Salgado, 2016; Fergusson, 2016). 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 SPD.
- 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, sobre 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 SPD, es importante 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 incluidas en la tabla 1, seleccionadas porque facilitan el establecimiento de situaciones problemáticas a resolver computacionalmente.

**Tabla 1:** Asignaturas del plan de estudio vigente, responsabilizadas con la ejecución del SPD en cada año de la carrera de CC. *Fuente: elaboración propia.*

Año	Asignatura	Semestre	
		1	2
1.	Programación	X	X
	Práctica Laboral e Investigativa I		X
2.	Estructura de Datos y Algoritmos I	X	
	Estructura de Datos y Algoritmos II		X
	Sistema de Bases de Datos I		X
	Práctica Laboral e Investigativa II		X
3.	Sistemas de Bases de Datos II	X	X
	Ingeniería de Software	X	X
	Diseño y Análisis de Algoritmos	X	
	Compilación	X	X
	Metodología de la Investigación		X
	Práctica Laboral e Investigativa III		X
4.	Simulación		X

*Una alternativa didáctica para perfeccionar las habilidades investigativas del licenciado en Ciencia de la Computación.*

	Programación declarativa		X
	Complementos de Compilación	X	X
	Práctica Laboral e Investigativa IV		X
5.	Inteligencia Artificial	X	
	Sistemas de Información	X	
	Trabajo de Diploma		X

La sistematización debe estar a cargo del colectivo de año e incluirá la realización de un diagnóstico al inicio de cada semestre, empleando medios como entrevistas grupales y encuestas. A partir del segundo año puede incluir la revisión de informes de trabajos extraclase, de trabajos de curso y de práctica laboral e investigativa del año anterior. También será importante incentivar la formación de grupos científico-estudiantiles, en correspondencia con las líneas de investigación del departamento carrera.

El *procedimiento interpretativo del sistema usuario* tiene como objetivo, la orientación sobre la forma de concretar, en la dinámica del proceso de formación investigativa, las relaciones que se establecen entre la transposición didáctica de las exigencias informacionales del sistema usuario (SU), la comprensión significativa de los requerimientos computacionales del SU y la aplicación de métodos de captura y procesamiento de información del SU.

*Acciones a realizar por el profesor:* Debe propiciar la motivación de los estudiantes por la resolución de la situación problémica proveniente del SU, a partir de:

- Realizar actividades docentes propiciadoras del desarrollo de habilidades para la identificación, análisis y clasificación de la información contenida en el SU y destacar su importante rol 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 SU.
- Explicar la necesidad de vincular y potenciar la participación de los usuarios antes, durante y después de la creación del SIC. Esto es tan importante como los detalles técnicos de la elaboración del SIC, ya que, si los usuarios no están implicados, ni se les motiva en forma apropiada, por eficiente que resulte el sistema no funcionará conforme a las expectativas.
- Explicitar el proceso a llevar a cabo para la interpretación de los datos, con el propósito de extraer información relevante a los efectos de la solución perseguida. Debe facilitarse la apropiación de métodos de investigación cualitativos y cuantitativos, que permitan el

desarrollo de habilidades de búsqueda, análisis y procesamiento de información procedente de fuentes bibliográficas, entrevistas, encuestas, observaciones, etc.

- Enfatizar en la necesidad de hacer una evaluación consciente de los datos observados (recolectados), así como del flujo y del contenido de la información extraída del SU, para lo cual podrán emplearse métodos de investigación como el análisis-síntesis, inducción-deducción y de lo abstracto a lo concreto. Esta evaluación permitirá profundizar en la definición de los requisitos funcionales y no funcionales del SU, la definición de prioridades para las funcionalidades, en dependencia de las necesidades y crear datos representativos de cada funcionalidad para realizar futuras pruebas del SIC resultante.
- Destacar la importancia de mantenerse en permanente contacto con el SU (usuario final del SIC). Se deberá enfatizar la necesidad de documentar todas las funcionalidades extraídas, utilizando un lenguaje conciliado con el SU. Además, aprovechar los tipos de argumentos que brinda la Ingeniería de Software, tales como: historia de usuario, plantillas de casos de uso y manual de usuario.
- Insistir en el estudio de los principales tipos de modelos: lineal secuencial, de construcción de prototipos, de procesos evolutivos, incremental y en espiral. Esto potenciará la formación de habilidades en el estudiante para establecer una comparación entre la necesidad del SU y las facilidades que brinda cada tipo de modelo, con lo que aprenderá a escoger el idóneo, decidiendo si el proceso de desarrollo del SIC se realizará a corto o a largo plazo.
- Resaltar la importancia de utilizar modelos de flujo de trabajo del SU, diagramas de casos de uso y de actividad, para visualizar y controlar la arquitectura del SIC, siendo esenciales para garantizar la buena calidad de dicho sistema.
- Enseñar a definir las categorías del diseño de una investigación a partir del trabajo con diversas situaciones problemáticas, para que propongan dichas categorías y las fundamenten, empleando los correspondientes medios de diagnóstico. La asignatura Metodología de la Investigación deberá encargarse de profundizar en la fundamentación de las categorías. Se enseñarán métodos y técnicas de investigación para diagnosticar insuficiencias del SU.
- Realizar evaluaciones para medir habilidades de análisis e interpretación de la información relevante extraída del SU. Pueden ponerse ejemplos de indagaciones hechas en un determinado SU empleando técnicas de investigación como entrevistas, cuestionarios, etc., para propiciar el análisis de los datos extraídos, e interprete las necesidades del citado

sistema. También deben orientársele actividades para desarrollar un diagnóstico del SU, para lo cual tendrán que escoger o crear 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:

- Comprometerse con la investigación que desarrolla y aprender a movilizar diversas fuentes de información para obtener respuestas apropiadas a sus interrogantes.
- Apropiarse de métodos cuantitativos y cualitativos, así como de técnicas empíricas para facilitar la captura y procesamiento de los datos provenientes del SU.
- Lograr una comunicación efectiva con el SU, con el objetivo de llegar a un profundo entendimiento de su composición y sus requerimientos computacionales. Para ello deberá utilizar instrumentos como guías de observación, de entrevistas, entre otros.
- Representar los datos mediante procedimientos que faciliten la identificación de nexos entre los objetos y relaciones del SU, para ir adquiriendo un sentido más pertinente y completo, con lo que logrará darle un significado cualitativamente superior.
- Procesar datos empíricos recolectados, definiendo categorías, tabulándolos y ordenándolos para facilitar la evaluación de la información extraída del SU. Esto le permitirá profundizar en el conocimiento de las funciones y el comportamiento del sistema.
- Apropiarse de métodos y técnicas cuantitativas y cualitativas, para organizar y estructurar la información extraída de los datos. Dentro de estos métodos y técnicas se destacan las aportadas por la Estadística, la Teoría de Grafos y los diagramas de flujo de datos para representar la entrada, proceso y salida de las funciones del SU, los diagramas de casos de uso y los diagramas de actividad.
- Seleccionar una metodología idónea para posteriormente avanzar en el proceso de desarrollo del software y determinar el lenguaje de modelado a emplear.
- Crear modelos que permitan una mejor comprensión del flujo de trabajo del SU, para lo cual deberá definir previamente los objetos de datos observables, evaluar el flujo y contenido de la información, elaborar las funciones del futuro SIC.
- Comprender la relevancia del empleo del lenguaje estándar para visualizar, especificar, construir y documentar las actividades de un sistema de información con gran cantidad de información, destacando el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) como el más utilizado para cubrir todas las vistas necesarias durante el desarrollo y despliegue de los sistemas de información computacional.

- Identificar, durante la sistematización de la información proveniente del SU, las posibles modificaciones que pueden introducirse en el modelado inicial a partir de la aparición de nuevas funcionalidades esenciales del mismo.

*Criterio evaluativo para los profesores:* eficacia de la transposición didáctica realizada en la dinámica del proceso de formación investigativa, para que los estudiantes logren una adecuada aplicación de métodos de captura y procesamiento de información de dicho sistema.

*Patrones de logro para los profesores:* empleo de transposiciones didácticas apropiadas para favorecer la comprensión significativa de los requerimientos computacionales del SU. Desarrollo de actividades docentes que favorezcan la aplicación de métodos de captura y procesamiento de información proveniente del SU y el diseño de un sistema de evaluación que contribuya a potenciar la aplicación de métodos de captura y procesamiento de información del SU.

*Criterio evaluativo para los estudiantes:* nivel de comprensión significativa de los requerimientos computacionales del SU, evidenciado en los resultados de la aplicación de métodos de captura y procesamiento de información de dicho sistema.

*Patrones de logro para los estudiantes:* identificación de requerimientos computacionales esenciales para el SU. Apropiación de adecuados métodos de captura y procesamiento de información del SU, manifestado en su correcta selección y aplicación, así como una Sistematización de la información relevante del SU, comprobada en el resultado de las evaluaciones que se realizan.

El *procedimiento traductor 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 la orientación de herramientas para el diseño y la implementación computacional de un sistema de información, la asimilación de representaciones computacionales de un sistema de información y la sistematización de métodos para el diseño e implementación computacional de un sistema de información.

*Acciones a realizar por el profesor.* Deberá favorecer:

- La comprensión sobre la importancia de refinar cada detalle del desarrollo del SIC, para proporcionar criterios certeros. Para ello es conveniente mantener una comunicación sistemática con el SU, con lo que se podrán ir concretando las precondiciones y poscondiciones de cada funcionalidad del futuro SIC.

Dicho SIC puede ser un software, pero también puede ser un algoritmo computacional, la paralelización de algoritmos, la formalización conceptual o la construcción de software básicos como compiladores, intérpretes, etc.

- Explicar que, para tener éxito en el proceso de diseño, se deberá analizar sistemáticamente la entrada, transformación y almacenamiento de los datos, así como la salida de información en el contexto del SU. Enseñar a evaluar sistemáticamente el nivel de cubrimiento de las funcionalidades del software respecto a los requisitos del SU. Debe prevalecer el uso del método de modelación computacional.
- Velar porque se evite el uso de estructuras de control no ordenadas, se haga una selección cuidadosa de los identificadores de las variables a utilizar, así como de los algoritmos y estructuras de datos. Esto se puede potenciar desde las asignaturas de la tabla 1.
- Propiciar que se mantenga en la aplicación una lógica lo más sencilla posible, se comente adecuadamente el texto de los programas y se facilite la interpretación visual del código mediante el uso de sangrías y líneas en blanco que separen distintos bloques de código.
- Insistir en que el SIC creado por el estudiante no será usado por este, sino por personas de pocos conocimientos computacionales (usuarios); por ello deben tener presente la necesidad de diseñar sistemas de información que satisfagan las necesidades de los usuarios. Para ello deberá propiciarse una participación activa y sistemática de los mismos en dicho diseño, aportando su experiencia y apropiándose de las funcionalidades que brindará el SIC.
- Desarrollar actividades que faciliten la formación de habilidades de programación, para traducir las clases de objetos y las relaciones, desarrolladas durante el diseño, a un lenguaje de programación. Esto se puede potenciar desde las asignaturas incluidas en la tabla 1.
- Procurar que los estudiantes adquieran conciencia sobre su responsabilidad en cuanto a la documentación del programa y la explicación de la codificación, dada la gran importancia de estos aspectos para futuras pruebas y mantenimiento del sistema. Para ello, a la hora de programar, deberán garantizar un código descifrable. Crear el hábito de documentar el código del programa en los trabajos extraclase o de curso.
- Insistir en la correspondencia de las herramientas computacionales seleccionadas y usadas para crear el SIC con la infraestructura disponible por el SU. Garantizar tecnologías, gestores de bases de datos, arquitectura del SIC, lenguajes y paradigmas de programación que respondan al problema y a las condiciones objetivas del SU.
- Velar porque los estudiantes aprendan a seleccionar los tipos de patrones que se pueden utilizar para contribuir a la optimización de código. Esto se puede fomentar desde las

asignaturas Sistemas de Base de Datos I, Ingeniería de Software y Sistemas de Bases de Datos II, así como Complemento de Compilación y Diseño y Análisis de Algoritmos.

*Acciones a realizar por el estudiante:* encaminar su proceso de aprendizaje a:

- Percibir que el proceso de diseño es complejo y debe ser realizado de forma iterativa.
- 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 SU.
- Ser capaz de diseñar e implementar mejoras que puedan incorporarse al SU y resultar provechosas al emplear el SIC resultante.
- Tener presente la relación existente entre los modelos utilizados en el análisis del SU y en el diseño del mismo. Los primeros representan los requisitos del usuario (el qué), mientras los segundos representan características del sistema que permitirán implementarlo de forma efectiva (el cómo).
- Saber emplear para la representación computacional del SIC, los diagramas asociados al Lenguaje Unificado de Modelado. Para el diseño, los diagramas de clase, de colaboración, de secuencia, de estado y de despliegue.
- Comprobar antes de escribir el código, que se haya comprendido bien el problema a resolver y aplicar los principios básicos de diseño para construir un SIC de buena calidad.
- Saber seleccionar los tipos de patrones de diseño que se pueden utilizar para contribuir a la optimización de código.

*Criterio evaluativo para los profesores:* eficacia en la orientación de herramientas para el diseño y la implementación computacional de un sistema de información, encaminado al logro de una adecuada sistematización de métodos para el diseño e implementación.

*Patrones de logro para los profesores:* empleo de orientaciones didácticas apropiadas para favorecer la asimilación de representaciones computacionales de un sistema de información. El desarrollo de actividades docentes que favorezcan la sistematización de métodos para el diseño y la implementación computacional de un sistema de información, así como el diseño y aplicación de un sistema de evaluación que contribuya a potenciar la sistematización de métodos para el diseño y la implementación computacional de un sistema de información.

*Criterio evaluativo para los estudiantes:* nivel de asimilación de las representaciones computacionales de un sistema de información, evidenciado en los resultados de la sistematización de métodos para el diseño y su implementación computacional.

*Patrones de logro para los estudiantes:* desarrollo de representaciones computacionales pertinentes de los sistemas de información, a partir de información relevante, extraída del SU. Apropriación de acertados métodos para el diseño e implementación del SIC, manifestado en su correcta selección y aplicación. Sistematización de representaciones computacionales esenciales, comprobada en el resultado de las evaluaciones que se realizan.

El *procedimiento valorativo del SIC* 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 la evaluación de la confiabilidad y pertinencia del sistema de información computacional, la apropiación significativa de los elementos corroborativos del SIC y la valoración de métodos de comprobación y evaluación del SIC.

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

- Explicar cómo en la etapa de implantación o instalación del SIC se debe planificar el entorno de funcionamiento del hardware y software: equipos necesarios y su configuración física, redes de interconexión entre los equipos y de acceso a sistemas externos, sistemas operativos, bibliotecas y componentes suministrados por terceras partes, etc. Aquí debe aprovecharse 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 SIC. Usar ejemplos sobre modelación de un sistema desarrollado para observar sus componentes, relaciones y especificidades a tener en cuenta en estas etapas.
- Formar en el estudiante habilidades para llevar a cabo la evaluación del sistema, identificando sus puntos débiles y fuertes; teniendo en cuenta: la evaluación operacional, el impacto organizacional, la opinión de los administradores y el desempeño del desarrollo.
- Enseñar a confeccionar y aplicar listas de chequeo, para comprobar elementos esenciales en las etapas de desarrollo del sistema de información. El estudiante deberá analizar la información a chequear sistemáticamente en cualquier etapa de la elaboración del algoritmo o software, en dependencia de la necesidad del SU.
- Hacer énfasis en lo imprescindible de la etapa de prueba, donde se debe verificar el SIC, analizando si responde a las necesidades del SU y si mantiene los estándares de programación, para garantizar el correcto funcionamiento de dicho sistema. Se debe facilitar

al estudiante la formación de habilidades para crear programas o unidades de prueba, tales como pruebas: unitarias, funcionales, de integración y de despliegue, entre otras.

- Favorecer la ampliación de conocimientos al complementar la etapa de prueba con la de implantación, que contiene el entrenamiento de los usuarios, la instalación del SIC y la construcción de los archivos de datos necesarios.
- Transmitir la importancia de dar mantenimiento a las aplicaciones, las que una vez instaladas se emplean durante años. Sin embargo, las organizaciones y los usuarios cambian con el paso del tiempo, incluso el ambiente es diferente con el paso de las semanas y los meses.
- Fomentar en el estudiante la necesidad de presentar los resultados de su actividad científica-investigativa con un lenguaje claro y accesible. Enseñarles a elaborar informes de investigación y artículos científicos, así como a gestionar su publicación.

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

- Apropiarse de métodos que le 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 SU, 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 aportada.
- Tener en cuenta que, en la etapa de prueba del sistema de información creado, se debe emplear como entrada un conjunto de datos (reales o ficticios), para generar determinados resultados. Estos deberán ser examinados con la finalidad de localizar discrepancias o anomalías en el desempeño de dicho sistema. Esta etapa permite detectar los errores cometidos en etapas anteriores y, de ser posible, corregirlos.
- Apropiarse de la necesidad del mantenimiento, como forma de verificar el desempeño del software acorde a las especificaciones planteadas en la fase de diseño y de comprobar si los procesos que han sido integrados son efectivamente los adecuados; para, en caso contrario, hacer un nuevo diseño para ajustarlos.
- Hacer uso de los estándares de calidad para evaluar el desarrollo del software implementado, asegurando el cumplimiento de las necesidades del SU, así como con los requisitos de rendimiento, diseño, verificación para asegurar su calidad.

*Criterio evaluativo para los profesores:* eficacia de la evaluación realizada sobre la confiabilidad y pertinencia del SIC, para el logro de una apropiación significativa de los elementos corroborativos de dicho sistema.

*Patrones de logro para los profesores:* empleo de evaluaciones de la confiabilidad y pertinencia de sistemas de información computacional para favorecer la apropiación significativa de los elementos corroborativos de dichos sistemas. Desarrollo de actividades docentes que favorezcan la valoración de métodos de comprobación y evaluación de los sistemas de información computacional, así como el diseño y aplicación de un sistema de evaluación para potenciar la valoración de métodos de comprobación y evaluación de los SIC.

*Criterio evaluativo para los estudiantes:* nivel de apropiación significativa de los elementos corroborativos de los sistemas de información computacionales, evidenciado en los resultados de la valoración de métodos de comprobación y evaluación de estos sistemas.

*Patrones de logro para los estudiantes:* identificación de elementos corroborativos, relevantes a los efectos de un SIC. Apropiación de adecuados métodos de comprobación y evaluación de los sistemas de información computacional, manifestado en las valoraciones que realizan sobre la pertinencia y confiabilidad de dichos sistemas. Sistematización de los elementos corroborativos más eficientes para evaluar los sistemas de información computacional, comprobada en el resultado de las evaluaciones que se realizan.

## **Conclusiones**

1. La caracterización de la formación investigativa en la Licenciatura en CC evidenció limitaciones en cuanto a la disponibilidad de métodos y procedimientos didácticos para desarrollar una lógica investigativa, dirigida hacia el análisis de las situaciones problémicas que proporciona la realidad social y su eficaz resolución computacional; emergiendo la necesidad de elaborar instrumentos que permitan llevarla a cabo.
2. El SPD que se propone está conformado por tres procedimientos, contentivos de objetivos y acciones a desarrollar por profesores y por estudiantes, así como criterios evaluativos y patrones de logro para ambos, todo lo cual facilita el desarrollo de la dinámica modelada, en aras de formar en los estudiantes un pensamiento investigativo computacional.
3. La aplicación del SPD por más de cinco años ha sido exitosa, tomando en consideración el adecuado nivel de pertinencia, factibilidad y coherencia logrado.

## **Referencias bibliográficas**

CNA-Chile (2012). Comisión Nacional de Acreditación CNA-Chile. Disponible en: <http://lcc.usach.cl/index.php/programas-de-estudio>. 2012.

- 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), 1-12.
- Fergusson, E. M., Salgado, A., Alonso, I. y Gorina, A. (2015). Consideraciones epistemológicas sobre la formación investigativa del licenciado en Ciencia de la Computación. *Revista Órbita Pedagógica*, 2(2), 45-68.
- Fergusson, E. M., Alonso, I. y Salgado, A. (2016). Propuesta didáctica para perfeccionar la formación investigativa del Licenciado en Ciencia de la Computación. *Revista Maestro y Sociedad*, 13(2), 13-27.
- Fergusson, E. M. (2016). *Sistema de procedimientos didácticos para la formación investigativa en Ciencia de la Computación*. (Tesis de doctorado). Universidad de Oriente. Cuba.
- Fergusson, E. M., Gorina, A., Alonso, I. y Salgado, A. (2018). Perfeccionando los procedimientos didácticos para la formación investigativa de estudiantes de Ciencia de la Computación. *Revista Atenas*, 4(44), 28-45.
- Lissabet, A. (2011). La Cultura Informática del Profesor de Computación en Cuba”, *Revista Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 23(3).
- 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.
- Guerrero, M. (2007). Formación de habilidades para la investigación desde el pregrado. *Revista Acta Colombiana de Psicología*, 10(2): 15-24.
- 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), 143-162.
- 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. Disponible en: <http://www.upes.edu.sv/facultades/ingenieria-y-arquitectura/ingenieria-en-ciencias-de-la-computacion.html?start=2>