

**DINÁMICA DEL PROCESO DE FORMACIÓN INVESTIGATIVA EN LA CARRERA DE LICENCIATURA EN CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN**

DINÁMICA DEL PROCESO DE FORMACIÓN INVESTIGATIVA EN CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN

AUTORES: Ekaterine Miriam Fergusson Ramírez<sup>1</sup>  
Isabel Alonso Berenguer<sup>2</sup>  
Antonio Salgado Castillo<sup>3</sup>  
Alexander Gorina Sánchez<sup>4</sup>

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: E-mail: [eka@uo.edu.cu](mailto:eka@uo.edu.cu)

Fecha de recepción: 27 - 05 - 2015

Fecha de aceptación: 11 - 11 - 2015

## RESUMEN

Se presenta un informe de investigación doctoral que propone un modelo de la dinámica del proceso de formación investigativa en la carrera de Licenciatura en Ciencia de la Computación. Dicho modelo fue estructurado en tres dimensiones: hermenéutica computacional del sistema usuario, hermenéutica computacional del sistema intermediario y hermenéutica computacional del sistema de información, las que son expresión de los movimientos internos de la citada dinámica y permiten revelar su transformación, encaminada a la formación de un pensamiento sistémico-investigativo-computacional. La novedad del modelo propuesto radica en haber revelado la lógica integradora entre una sistematización de la información relevante del sistema usuario y una validación del sistema de información computacional, relación que a la vez da cuenta del tránsito hermenéutico computacional que tiene que llevar a cabo el estudiante de Ciencia de la Computación por los diversos sistemas (usuario-intermediario-de información) durante el proceso de investigación de una situación problemática.

PALABRAS CLAVE: formación investigativa; investigación computacional; situación problemática.

**DYNAMICS OF THE INVESTIGATIVE FORMATION PROCESS IN THE CAREER OF BACHELOR'S DEGREE IN COMPUTING SCIENCES**

---

<sup>1</sup> Licenciada en Ciencia de la Computación y Máster en Ciencias de la Computación, Profesora Auxiliar. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

<sup>2</sup> Licenciada en Matemática. Doctora en Ciencias Pedagógicas, Profesora Titular. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba. E-mail: [ialonso@csd.uo.edu.cu](mailto:ialonso@csd.uo.edu.cu)

<sup>3</sup> Licenciado en Ciencia de la Computación y Máster en Neurociencias. Profesor Asistente. Hospital General "Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso". Santiago de Cuba, Cuba. E-mail: [asalgadocastillo@gmail.com](mailto:asalgadocastillo@gmail.com)

<sup>4</sup> Licenciado en Matemática. Doctor en Ciencias Pedagógicas, Profesor Titular. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba. E-mail: [gorina.scu.cu@gmail.com](mailto:gorina.scu.cu@gmail.com)

## ABSTRACT

It is presented a doctoral research report that proposes a model of the dynamics of investigative formation process in the bachelor's degree in Computing Sciences. This model was structured in three dimensions: computational hermeneutic of the user system, computational hermeneutic of the intermediary system and computational hermeneutic of the information system, which is an expression of the inner movements of said dynamic and allow reveal its transformation, aimed at formation a systemic-investigative-computational thinking. The novelty of the proposed model lies in having revealed the integrative logic between a systematization of relevant information of the user system and a validation of the computational information system, relationship that reflects the computational hermeneutical transit that has to carry out the student of Computing Science by the systems (user-intermediary-information) during investigation of a problem situation.

**KEYWORDS:** investigative formation; computational investigation; problem situation.

## INTRODUCCIÓN

La Ciencia de la Computación trata diversos problemas que se abordan a partir de los principales procesos de información, para los cuales tiene que hallar soluciones computacionales. A tales efectos existen problemas relacionados con los diferentes niveles de representación de la información; el almacenamiento y organización de la misma en disímiles medios y niveles de abstracción computacional; su búsqueda, transmisión, procesamiento e intercambio en redes de computadoras; su recepción bajo diferentes medios y métodos de análisis a diferentes niveles de clasificación y de interpretación, así como los relacionados con la síntesis y emisión de información bajo diferentes medios y las dimensiones sintáctica y semántica (Estrada y Blanco, 2014; Ferreira, 2005). Así se manifiesta la gran importancia de esta ciencia, que contribuye a la solución de problemas de otras áreas y al enriquecimiento de sus teorías, modelos y algoritmos, mediante el desarrollo de investigaciones.

Lo anterior es reafirmado por reconocidas instituciones internacionales como la Asociación de Máquinas Computadoras (ACM: siglas en ingles), el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE: siglas en ingles), el Espacio Europeo de Educación Superior y la Junta de Acreditación de Ingeniería y Tecnología (ABET: siglas en ingles), las que además han asegurado que es una necesidad el desarrollo de habilidades investigativas en los profesionales de Ciencia de la Computación, y que de manera particular deben estar dirigidas desde el proceso de desarrollo de sistemas computacionales (Estrada y Blanco, 2014).

De todo lo anterior se deriva la importancia que tiene para el desarrollo actual de la sociedad, en todas sus esferas, la formación investigativa de los profesionales de Ciencia de la Computación. Sin embargo, aún se confrontan serias dificultades en este proceso; siendo una de las principales, 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).

Precisamente, para profundizar en las manifestaciones de estas dificultades se realizó un diagnóstico en la carrera de Licenciatura en Ciencia de la Computación de la Universidad de Oriente, Cuba. Dicho diagnóstico estuvo basado en el estudio del informe que resume el proceso de acreditación, realizado a la misma en abril del 2011 por el Comité Técnico Evaluador de Carreras de la Junta de Acreditación Nacional de Cuba, así como en la revisión y análisis del plan de estudio de la carrera y en la entrevista a una muestra de 17 profesores (lo que representa un 60,7% del total de dicha carrera) todos con categorías de Profesor Titular, Profesor Auxiliar o Asistente y con un promedio de más de 10 años de experiencia en la impartición de las asignaturas computacionales y en la investigación. Se empleó en este último caso un muestreo aleatorio simple.

El análisis de los resultados obtenidos mediante el diagnóstico reveló como principales insuficiencias:

- Las categorías del diseño metodológico que aparecen en los informes de los Trabajos de Diploma no orientan correctamente hacia una solución pertinente.
- Se manifiesta un insuficiente análisis de las situaciones problemáticas, lo que limita la correcta comprensión de las mismas y conduce a una mecanización de la solución que se propone.
- Se observa una reiteración en la aplicación de patrones de solución que parten del problema ya formulado en términos computacionales, pasando directamente a su implementación.

Estas insuficiencias en los análisis y diseños de las investigaciones han sido también confirmadas por investigadores cubanos como Ross (2011), Jesse y Fernández (2013), Rosario y Ferrer (2014), así como por los colombianos Londoño y Cortés (2004), quienes de una forma u otra reconocen que sus estudiantes no poseen una buena formación investigativa y por ello no logran una solución computacional eficiente de los problemas profesionales que abordan, ya que para diseñar y desarrollar las aplicaciones sólo emplean conocimientos computacionales. Sin embargo, sus propuestas investigativas no llegan a develar una lógica didáctica que oriente a docentes y educandos sobre el carácter sistémico del proceso de investigación científica.

Consecuentemente, el presente trabajo tiene como objetivo realizar una modelación de la dinámica del proceso de formación investigativa en la carrera de Licenciatura en Ciencia de la Computación; a partir de la cual se podrán construir instrumentos didácticos que permitan elevar a niveles cualitativamente superiores la actividad formativa del futuro egresado de la mencionada carrera.

## DESARROLLO

El estudio de la dinámica de este proceso de formación es de gran importancia pues permite revelar categorías, relaciones y regularidades que emergen en el desarrollo didáctico del mismo, con lo que se facilita la predicción de su movimiento desde una lógica integradora del procesamiento de la información, que se deriva del sistema usuario y se sintetiza en el sistema de información computacional, para potenciar el logro de una hermenéutica sistémica de la formación investigativa de los citados estudiantes.

El modelo de la citada dinámica está estructurado en tres dimensiones, las que permiten explicitar sus movimientos internos y revelar la transformación del mismo. Estas dimensiones se han denominado: hermenéutica computacional del sistema usuario, hermenéutica computacional del sistema intermediario y hermenéutica computacional del sistema de información.

### *Dimensión hermenéutica computacional del sistema usuario*

La profundización en el estudio de esta dimensión permite explicar las relaciones esenciales que se producen entre sus configuraciones y dan cuenta del movimiento interno de la misma, el que se sintetiza en la sistematización de la información relevante del sistema usuario, al ser ésta epítome de la contradicción que se establece entre el análisis del sistema usuario y el procesamiento de datos de dicho sistema.

De manera que la configuración de análisis del sistema usuario es la que da comienzo al movimiento de la dimensión y debe interpretarse como las reiteradas aproximaciones que debe llevar a cabo un estudiante para descomponer mentalmente el sistema usuario, fragmentándolo en sus partes y examinando detalladamente cada una de estas, con el propósito de comprender a profundidad todos los objetos, características y relaciones que las conforman, así como las funciones que desarrollan. Todo lo cual le permitirá determinar las más importantes a los efectos de la solución que se pretende alcanzar y representarlas a través de modelos matemáticos y computacionales que permitan abstraer sus características esenciales.

Aquí el docente debe conducir la actividad del estudiante hacia 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; enfatizando en que dicha información está regida por las exigencias cognitivas, sociales, del saber y de la comunicación.

En este proceso de análisis debe emerger en el estudiante una creciente y sistemática necesidad de búsqueda de información, que lo lleve a comprometerse con la actividad bajo estudio y a movilizar diversas fuentes. El acceso a dichas fuentes de información podrá lograrlo mediante la aplicación de métodos de investigación cuantitativos y cualitativos, articulándolos en aras de llevar a cabo una adecuada gestión de los datos. A tales efectos también será

muy útil el empleo de técnicas empíricas como: entrevistas, encuestas, análisis documental, observaciones planificadas, entre otras que pueden aplicarse.

Lograr una comunicación efectiva con el sistema usuario, con el objetivo de llegar a un profundo entendimiento de su composición y sus requerimientos, es la clave del éxito en la investigación computacional. Muchas veces los sistemas de información fallan por incongruencias entre lo que el usuario quiere, lo que realmente necesita, lo que interpreta el estudiante desarrollador del sistema y lo que es obtenido por éste como producto final. Aquí radica la importancia que tiene la identificación de los requerimientos del citado sistema como punto de partida en el proceso de desarrollo de un sistema de información computacional.

Sin embargo, este análisis no es suficiente si no se sustenta en un procesamiento de datos del sistema usuario, como su par dialéctico, expresión del proceso que lleva a cabo el estudiante para la interpretación de los datos, en aras de extraer información que sea relevante a los efectos de la solución que se persigue. Esto lo realiza a partir del empleo de métodos de investigación que le faciliten la representación de los datos para la identificación de nexos entre los objetos y relaciones que conforman el sistema usuario, el que va adquiriendo para él un sentido más pertinente y completo, con lo que logra darle un significado cualitativamente superior.

A tales efectos el profesor deberá enfatizar en la necesidad de que el estudiante haga una evaluación consciente de los datos observados (recolectados), así como del flujo y del contenido de la información extraída del sistema usuario. Toda esta evaluación permitirá profundizar en el conocimiento de las funciones y el comportamiento de dicho sistema. Debe tenerse en cuenta que el citado sistema será también el usuario final del producto computacional que se obtenga, por lo que este debe ser sistemáticamente consultado durante el procesamiento de los datos extraídos.

Es importante que los estudiantes conozcan suficientes métodos y técnicas cuantitativas y cualitativas, y que sepan articularlas para organizar y estructurar la información que extraigan de los datos. Dentro de estos métodos y técnicas se destacan las cuantitativas aportadas por la Estadística, la Teoría de Grafos y otras ramas de la Matemática. También pueden emplearse métodos cualitativos como el método tránsito de abstracto-concreto, el análisis-síntesis, inducción-deducción, genético y algunos otros que conducen a un procesamiento textual.

Toda la información obtenida con los métodos cuantitativos y cualitativos puede ser triangularizada para hacer más válidas y consistentes las conclusiones. Finalmente es muy común el uso de métodos de modelación matemática y computacional, prevaleciendo dentro de los computacionales, los diagramas de flujo de datos para representar la entrada, proceso y salida de las funciones del sistema usuario, diagramas de casos de uso y diagramas de actividad.

Entre las configuraciones análisis del sistema usuario y procesamiento de datos del sistema usuario, se instaura una relación dialéctica, a partir de reconocer que en la medida en que el estudiante va analizando el sistema usuario desde sus conocimientos computacionales, se va produciendo la captura y procesamiento de los datos provenientes del mismo; y a su vez, mediante este procesamiento se verifica la coherencia de dichos datos y su correspondencia o no con los requerimientos del problema contenido en el sistema usuario, dando lugar a una mayor comprensión del mismo. La contradicción se manifiesta porque un cambio en el análisis del sistema usuario implica una modificación en el procesamiento de los datos que este genera y una profundización en este último puede enriquecer el análisis del sistema, negando el que se había hecho.

Ahora bien, la relación que se establece entre estas dos configuraciones se sintetiza dialécticamente en la sistematización de la información relevante del sistema usuario, la que es concebida como un proceso mental (secuencial e intencional) que permite concretar en un modelo lógico las componentes, características y funciones esenciales del sistema usuario; el que servirá de base para generar las ideas que sustentarán el sistema de información computacional que debe crearse para resolver el problema contenido en el aludido sistema usuario.

La citada sistematización debe caracterizarse por la transformación de los datos en información relevante y útil, mediante el empleo de métodos y técnicas de investigación. Así el estudiante debe ser capaz de crear modelos que le permitan una mejor comprensión del flujo de trabajo del sistema usuario, para lo cual tendrá que definir previamente los objetos de datos observables, evaluar el flujo y contenido de la información, elaborar las funciones del futuro sistema de información computacional y profundizar en su comportamiento en el contexto del sistema usuario.

El docente debe resaltar la importancia de estos modelos, los que permiten visualizar y controlar la arquitectura del sistema de información computacional que debe crearse, siendo esenciales para garantizar la buena calidad de dicho sistema. Además debe insistir sobre el estudio de los principales tipos de modelos: lineal secuencial, de construcción de prototipos, de procesos evolutivos, incremental, en espiral, entre otros.

Además de lo anterior deberá precisar la relevancia del empleo del lenguaje estándar para visualizar, especificar, construir y documentar las actividades de un sistema que involucra gran cantidad de información, resaltando como más común el Lenguaje Unificado de Modelado (UML), por cubrir todas las vistas necesarias para desarrollar y luego desplegar los sistemas de información. Dicho lenguaje utiliza los diagramas para representar gráficamente diferentes elementos del sistema, lo que facilita la comunicación entre el estudiante desarrollador y el usuario. En esta etapa de desarrollo son importantes los diagramas de casos de uso y de actividad.

Las relaciones entre estas tres configuraciones permiten explicitar la dimensión hermenéutica computacional del sistema usuario como expresión del movimiento que se establece entre el análisis del sistema usuario y el procesamiento de datos del mismo, que se resume en una sistematización de la información relevante del sistema usuario, como un primer estadio de desarrollo en la dinámica del proceso de formación investigativa de los estudiantes de la carrera de Ciencia de la Computación.

Esta dimensión formula el carácter de integración y sistematización lógica, desarrollado por el estudiante para desplegar sus potencialidades en la aplicación de métodos de investigación que le permitan interpretar, explicar y traducir debidamente las necesidades del sistema usuario, lo que le llevará a lograr una modelación esencial y pertinente del mismo (ver figura 2.1).

A su vez la configuración síntesis, sistematización de la información relevante del sistema usuario, es generadora de otro movimiento del proceso, que a través de la dimensión de hermenéutica computacional del sistema intermediario expresa la relación que se establece entre el diseño

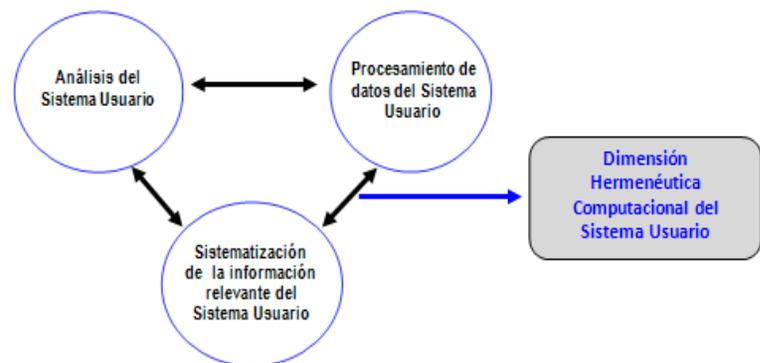


Fig. 2.1. Dimensión hermenéutica computacional del sistema usuario.

computacional del sistema de información y la implementación computacional del mismo.

#### *Dimensión hermenéutica computacional del sistema intermediario*

La configuración diseño computacional del sistema de información es interpretada como el estudio de las posibles alternativas de implementación del sistema de información computacional que ha de construirse, el que consiste en un software, un algoritmo computacional, una formalización conceptual, la paralelización de algoritmos o la construcción de software básicos como compiladores, intérpretes, etc., para lo cual se ha de decidir la estructura general que tendrá el mismo, estableciendo la forma en la que cumplirá con los requerimientos identificados inicialmente.

El citado diseño puede verse como un proceso que representa en su totalidad al sistema usuario. Mediante el mismo se va refinando cada detalle para proporcionar los criterios de construcción del sistema de información computacional. Así se define 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.

Consecuentemente, cuando un estudiante se enfrenta al proceso de diseño debe percibir que este es complejo y ha de realizarse de forma iterativa.

Además, deberá comprender que para tener éxito en el mismo, no sólo tiene que analizar sistemáticamente la entrada, transformación y almacenamiento de los datos, sino también la salida de información en el contexto del sistema usuario. Además, debe diseñar e implementar mejoras que puedan resultar provechosas al sistema usuario y al sistema de información computacional que se obtenga. Los métodos de investigación cualitativos análisis-síntesis y modelación serán muy importantes en esta etapa.

El sistema de información computacional que crea el estudiante no tiene el propósito de ser usado por este, sino por personas que no poseen los mismos conocimientos computacionales (usuarios). De aquí que el profesor deba insistir en la necesidad de diseñar sistemas de información que satisfagan las necesidades de los usuarios, para lo cual deberá propiciarse una participación activa y sistemática de los mismos en dicho diseño, lo que asegurará que aporten su experiencia, a la vez que vayan apropiándose de las funcionalidades que brindará el sistema de información computacional.

Otro aspecto a tener en cuenta en este proceso formativo es la relación entre los modelos utilizados en el análisis del sistema usuario y en el diseño del mismo. Los primeros representan los requisitos del usuario, mientras los segundos representan aquellas características del sistema que permitirán implementarlo de forma efectiva. Los diagramas asociados al Lenguaje Unificado de Modelado, utilizados en el diseño son los diagramas de clase, de colaboración, de secuencia, de estado y de despliegue.

Ahora bien, el diseño computacional del sistema de información por sí solo no garantiza la solución del problema y para lograrla deberá desarrollarse en estrecha relación con la implementación computacional del sistema de información, como configuración que garantiza la construcción de los componentes computacionales que conformarán el sistema resultante, a partir de la selección y empleo de herramientas adecuadas, así como de un entorno de desarrollo que facilite la creación del sistema y de un lenguaje de programación apropiado para el mismo.

Consecuentemente, deberán traducirse las clases de objetos y las relaciones, desarrolladas durante el diseño, a un lenguaje de programación concreto. A tales efectos será conveniente que el estudiante, antes de escribir el código o crear una tabla en la base de datos, haya comprendido bien el problema que se pretende resolver y aplique los principios básicos de diseño para construir un sistema de información computacional de buena calidad. Aquí prevalece el método investigativo de modelación computacional.

Por otro lado, deberá adquirir 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. De aquí que a la hora de programar tengan que procurar que el código resulte descifrable.

Finalmente, el profesor deberá 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. El diagrama asociado al Lenguaje Unificado de Modelado que se puede utilizar en esta etapa es el diagrama de componentes.

La interrelación entre las configuraciones de diseño e implementación computacional del sistema de información conforma un par dialéctico, que deviene en unidad indisoluble, ya que la lógica seguida por el estudiante para el diseño computacional del sistema de información debe constituirse en base para la implementación del mismo, al seleccionar las herramientas adecuadas, crear los módulos de trabajo y crear los modelos lógicos de los datos, dándole un sentido de organización a la implementación; y a su vez, la implementación computacional del sistema de información concreta el diseño realizado. La contradicción se manifiesta porque un cambio en el diseño del sistema de información computacional conlleva a una implementación diferente y la aparición de una implementación ineficaz implica un rediseño del sistema.

A partir de la relación explicada, en la dinámica formativa investigativa del estudiante se destaca una doble perspectiva, la que se dirige por un lado hacia la recuperación de información relevante que le facilite el diseño computacional del sistema de información; y por otro, a la retroalimentación constante de su intencionalidad computacional, para obtener un sistema de información que responda a los requerimientos del sistema usuario, a la vez que sea técnicamente pertinente. De aquí que la sistematización que realiza sirva de monitoreo para ejecutar la dinámica que se construye, convirtiéndose en un proceso que permita el autocontrol del estudiante sobre sus acciones computacionales.

Así la sistematización de la información relevante del sistema usuario es reinterpretada desde la relación que se establece entre el diseño e implementación computacional del sistema de información, ya que esta relación aporta nueva información que permite evaluarla a partir de la perspectiva del sistema intermediario, elevándola a un nivel computacional cualitativamente superior.

De esta manera se origina un nuevo movimiento de la dinámica del proceso de formación investigativo-computacional, a partir de las relaciones que se establecen entre las tres configuraciones explicadas, lo que deviene en un segundo nivel de esencialidad computacional que está

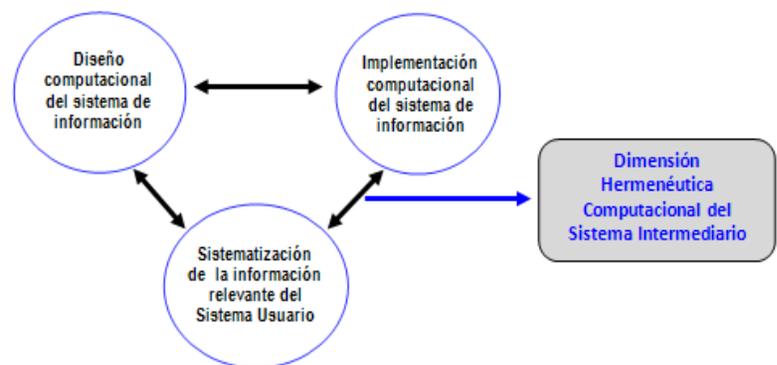


Fig. 2.2. Dimensión hermenéutica computacional del sistema intermediario.

dado por la dimensión hermenéutica computacional del sistema intermediario. Esta dimensión es concebida como expresión del proceso de interpretación, explicación y traducción del diseño lógico de las estructuras de datos creadas, a un lenguaje computacional concreto, a partir de la perspectiva del estudiante, como intermediario entre el sistema usuario y el sistema de información computacional resultante (ver figura 2.2).

El avance de la citada dimensión está en correspondencia con la precisión de las vías y procedimientos lógicos que desarrolle el estudiante, inmerso en un sistemático análisis de los objetos y relaciones matemáticas, así como de estructuras computacionales pertinentes.

#### *Dimensión hermenéutica computacional del sistema de información*

A consecuencia de la relación dialéctica que se establece entre el diseño e implementación computacional del sistema de información, se configura la validación del sistema de información computacional, la que es expresión del proceso de corroboración de la pertinencia y viabilidad del software, del algoritmo computacional, de la formalización conceptual, la paralelización de algoritmos o la construcción de software básicos como compiladores, intérpretes, etc., empleando métodos de investigación que permitan comprobar la coherencia entre los datos resultantes y las especificidades del sistema usuario, así como la aplicación de las mismas.

En esta etapa de validación del sistema de información computacional, el profesor debe enfatizar la realización de pruebas, en las que el método a emplear puede ser la consideración de conjuntos de datos (ficticios o reales) como entrada que generarán determinados resultados, los que deberán ser examinados con la finalidad de localizar discrepancias o anomalías en el desempeño de dicho sistema. Estas pruebas permiten detectar errores que se hayan podido cometer en etapas anteriores y, eventualmente, corregirlos.

Es importante que el estudiante amplíe sus conocimientos al complementar esta etapa de prueba con la etapa de implantación, frecuentemente obviada en el proceso formativo de Ciencia de la Computación, la cual contiene el entrenamiento de los usuarios, la instalación del sistema de información computacional y la construcción de los archivos de datos necesarios para utilizarlo. Para implantar el sistema de información se debe asegurar que el sistema sea operacional, o sea, que funcione de acuerdo a los requerimientos del análisis, lo que muestra su calidad y efectividad.

También debe conocer que, como parte de esta última etapa del proceso de validación, debe desarrollarse el mantenimiento a las aplicaciones. Si bien esta etapa tampoco es de frecuente observación durante el proceso formativo del citado profesional, debido a lo extensa de la misma en el tiempo, si es necesario que los estudiantes la conozcan y sepan su importancia para la vida del sistema.

La validación del sistema de información computacional trasciende al simple aprendizaje de la comprobación de anomalías en el desempeño de dicho sistema, encaminándose hacia la confirmación de la eficiencia y eficacia del mismo, contribuyendo a garantizar su funcionalidad y pertinencia.

En resumen, al sistematizar la relación dialéctica que se establece entre las configuraciones diseño computacional del sistema de información e implementación computacional del sistema de información, se potencia el surgimiento de la validación del sistema de información computacional,

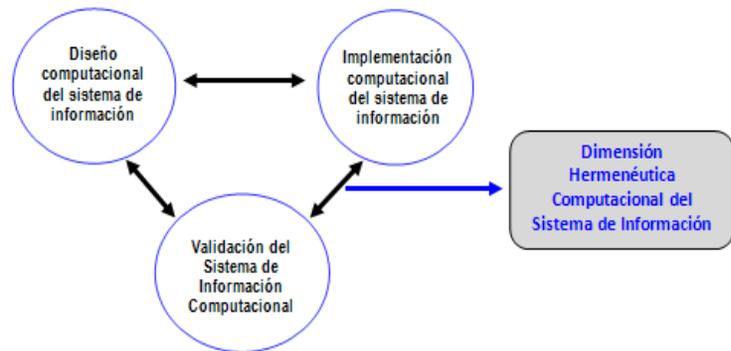


Fig. 2.3. Dimensión hermenéutica computacional del sistema de información.

dando lugar a la dimensión hermenéutica computacional del sistema de información, la que se constituye en interpretación, traducción y explicación del proceso de construcción del sistema de información computacional, expresando la verificación didáctica de la validez y pertinencia de las estructuras y herramientas computacionales empleadas, a partir de connotar la exactitud en el control de la lógica computacional desarrollada por el estudiante (ver figura 2.3).

Es así que esta dimensión garantiza la regulación y corrección de la solución propuesta, permitiendo al estudiante diseñar y crear algoritmos y/o software computacionales que permitan resolver una determinada problemática de manera eficiente y eficaz, acorde con los requerimientos de la misma, lo que deviene cualidad generalizadora que condiciona la confirmación de la funcionalidad y viabilidad de la lógica didáctica desplegada en el proceso de programación computacional.

Ahora bien, entre las configuraciones síntesis sistematización de la información relevante del sistema usuario y validación del sistema de información computacional existe una relación dialéctica que se manifiesta en la dinámica del proceso de formación investigativa en Ciencia de la Computación.

Esta relación se fundamenta al tener en cuenta que la sistematización de la información relevante del sistema usuario, en sus dos niveles, posibilita una hermenéutica computacional del sistema usuario y una hermenéutica computacional del sistema intermediario, que como cualidades emergentes dan cuenta de la regulación y perfeccionamiento de la citada sistematización, en función de su implementación computacional; sentando las bases para que, a partir de la validación del sistema de información computacional, emerja un nuevo nivel de esencialidad, el de la hermenéutica computacional del sistema de información, que garantiza que se haya realizado una adecuada

sistematización computacional a partir del análisis y diseño del sistema de información computacional resultante.

De lo anterior se deduce que la unidad de la citada relación dialéctica se manifiesta en el hecho de que no es posible realizar una validación del sistema de información computacional si no es a partir de la sistematización de la información relevante del sistema usuario, ya que esta se constituye en condición de partida para lograr validación. Pero una sistematización de la información relevante por sí sola no garantiza el éxito en la solución computacional porque si bien proporciona una aproximación a la misma, no asegura la especificidad computacional requerida para alcanzarla.

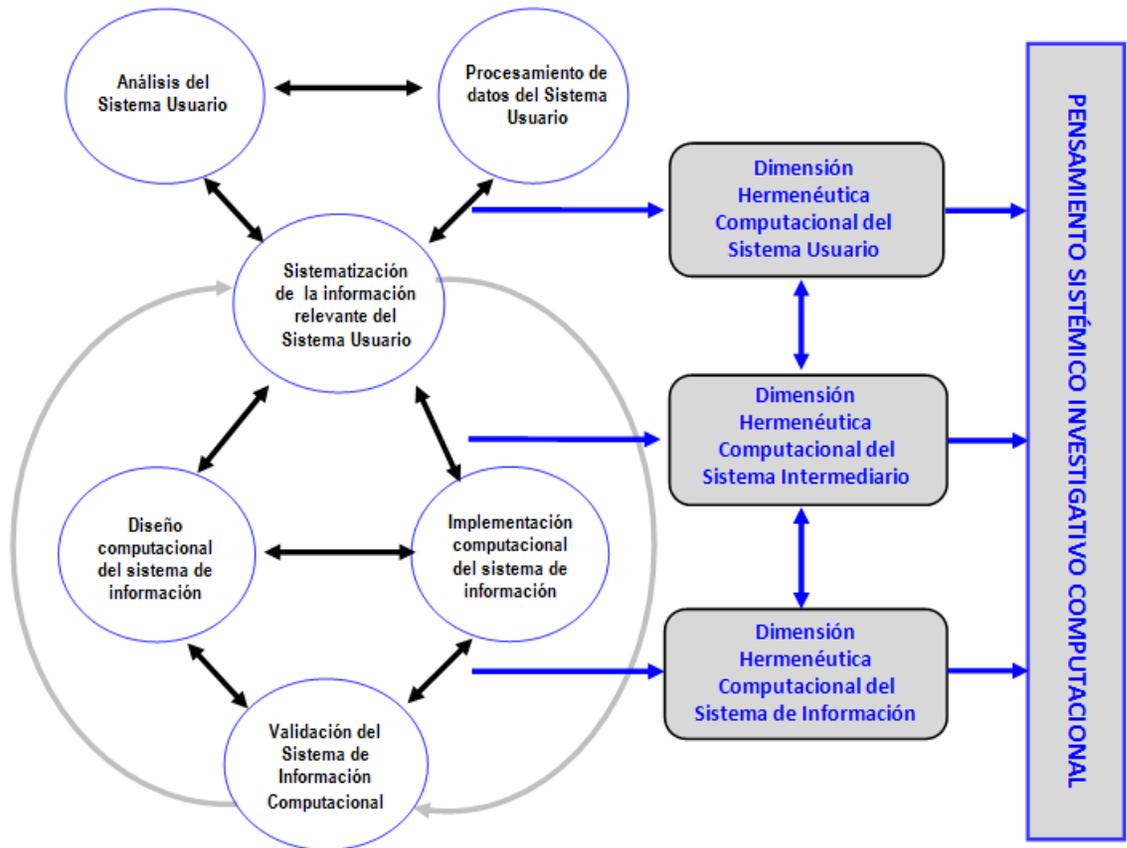
A su vez la contradicción se expresa en que un cambio en la sistematización de la información relevante del sistema usuario genera una transformación de la validación del sistema de información computacional, exigiendo una adecuación a las nuevas condiciones y, por otro lado, la aparición de errores, incoherencias y falta de pertinencia del sistema de información computacional, trae como consecuencia la aparición de inconsistencias que niegan la sistematización realizada inicialmente y exige que esta profundice más en el estudio de los objetos y relaciones que representan al sistema usuario.

La explicada contradicción entre las configuraciones síntesis es superada mediante la formación de un pensamiento sistémico investigativo computacional, el que a su vez es expresión de la relación que se establece entre las tres dimensiones de la modelación. Este pensamiento es entendido como un razonamiento lógico e integrador de los datos provenientes del sistema usuario, para extraer información relevante de los mismos, que pueda ser empleada en el diseño e implementación de un sistema de información computacional, todo lo cual dará lugar a una profundización en la sistematización de dicha información y en la relación que se establece entre esta y la validación del sistema de información computacional, garantía de la eficiencia y eficacia de este último (ver figura 2.4).

Ahora bien, de la modelación de la dinámica del proceso de formación investigativa del estudiante de Ciencia de la Computación, emerge un sistema de relaciones esenciales, que permite interpretar su comportamiento y transformación. Dicho sistema está integrado por las siguientes relaciones:

- La sistematización de la información relevante del sistema usuario como síntesis de la relación entre análisis del sistema usuario y el procesamiento de datos del mismo, lo que da lugar a un movimiento que genera la hermenéutica computacional del sistema usuario.
- El movimiento que da lugar a la hermenéutica computacional del sistema intermediario se origina de una sistematización de la información relevante del sistema usuario, que es síntesis de la relación entre el diseño computacional del sistema de información y su implementación computacional.

- La validación del sistema de información computacional, como síntesis de la relación entre el diseño computacional del sistema de información y la implementación computacional del mismo, es generadora del movimiento que conduce a una hermenéutica computacional del sistema de información.



*Figura 2.4: Modelo de la dinámica del proceso de formación investigativa en la carrera de Licenciatura en Ciencia de la Computación*

A partir de la profundización en el estudio de estas relaciones se devela entonces como regularidad, la lógica integradora entre la sistematización de la información relevante del sistema usuario y la validación del sistema de información computacional, como condición imprescindible para la formación de un pensamiento sistémico investigativo computacional.

Ahora bien, para llevar a la práctica el sistema de relaciones esenciales y la regularidad de la modelación realizada, se requerirá de la elaboración y aplicación de un sistema de procedimientos didácticos que oriente a los docentes en la formación del pensamiento sistémico investigativo computacional.

## CONCLUSIONES

Al profundizar en el proceso de formación investigativa que se lleva a cabo en la carrera de Licenciatura en Ciencia de la Computación de la Universidad de Oriente, Cuba, se evidenciaron dificultades en el proceso indagativo que debe realizarse en la misma para comprender a profundidad el contexto usuario y disponer de una relevancia y completitud informacional adecuadas, para que el diseño y el desarrollo de la investigación se encamine hacia el cumplimiento de los requisitos y condiciones de dicho contexto. También se presentaron insuficiencias con el carácter sistémico que deben tener los diagramas y las estructuras de datos, con la fundamentación de la selección que se hace de las herramientas computacionales y con la validación del sistema de información en términos computacionales, el exiguo empleo de métodos cualitativos y cuantitativos para la extracción de información del contexto usuario y la validación del sistema de información en términos del contexto usuario, todo lo cual dio origen a la necesidad de modelar la dinámica del proceso de formación investigativa en la citada carrera.

El modelo propuesto permitió revelar las configuraciones y relaciones esenciales entre los procesos que lo integran, dando lugar a que emergieran las dimensiones: hermenéutica computacional del sistema usuario, hermenéutica computacional del sistema intermediario y hermenéutica computacional del sistema de información, que en su relación dialéctica potencian la formación de un pensamiento sistémico-investigativo-computacional, imprescindible para el desarrollo de investigaciones eficientes y eficaces en Ciencia de la Computación.

La lógica integradora entre la sistematización de la información relevante del sistema usuario y la validación del sistema de información computacional se constituye en la regularidad esencial de la modelación realizada en esta investigación, la que desde el punto de vista didáctico rige el proceso formativo a desarrollar por el profesor, encaminado al logro de un pensamiento sistémico-investigativo-computacional.

El modelo de la dinámica del proceso de formación investigativa en la carrera de Licenciatura en Ciencia de la Computación se constituye en un adecuado sustento para la elaboración de instrumentos didácticos que orienten la formación del pensamiento algorítmico. Un caso particular de instrumento derivado de dicho modelo es el sistema de procedimientos didácticos que se implementará para materializar la formación del pensamiento sistémico-investigativo computacional.

## BIBLIOGRAFÍA

Fergusson, E. M., Alonso, A. y Gorina, A. (2014). *Estudio exploratorio sobre la formación investigativa de los estudiantes de licenciatura en ciencia de la computación*. Revista Colegio Universitario. Vol. 3, No. 1, Año 2014. ISSN 2307-7522. Consultada el 3 de julio de 2015, <http://ojs.uo.edu.cu/index.php/rcu/article/view/3818/3360>

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

presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Facultad de Matemática, Física y Computación, Departamento Ciencia de la Computación. Universidad Central “Martha Abreu” de las Villas, Cuba. Obtenida el 10 de mayo de 2014, de <http://www.bibliociencias.cu/gsd1/collect/tesis/index/assoc/HASH4c82.dir/doc.pdf>.

Estrada, O. y Blanco, S. (2014). *Habilidades Investigativas en los estudiantes de pregrado de carreras universitarias con Perfil Informático*. Pedagogía Universitaria. Vol. XIX, No. 2, 2014. Consultada el 5 de mayo de 2015, [http://cvi.mes.edu.cu/peduniv/index.php/peduniv/article/view/613/pdf\\_34](http://cvi.mes.edu.cu/peduniv/index.php/peduniv/article/view/613/pdf_34)

Jesse, B. A. K. y Fernández, R. (2013). *La formación de competencias investigativas en los estudiantes de informática mediante el uso de las tecnologías de la información y el conocimiento*. Estrategia y Gestión Universitaria. Vol.1, No.1, Julio-Diciembre de 2013. Consultada el 5 de mayo de 2014, [http://www.erevistas.csic.es/ficha\\_articulo.php?url=oai:ojs.10.18.17.15:article/18&oai\\_iden=oai\\_revista1214](http://www.erevistas.csic.es/ficha_articulo.php?url=oai:ojs.10.18.17.15:article/18&oai_iden=oai_revista1214)

Londoño, J. M. y Cortés, C. A. (2004). *El papel de la investigación en la formación de profesionales integrales en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Manizales*. Ventana Informática, No. 11 – Universidad de Manizales, enero – junio / 2004 – pp 157-167. Colombia. Consultada el 20 de abril de 2014, [http://www.umanizales.edu.co/publicaciones/campos/ingenieria/ventana\\_informatica/html/ventana11/InvestigacionenIngenieria.pdf](http://www.umanizales.edu.co/publicaciones/campos/ingenieria/ventana_informatica/html/ventana11/InvestigacionenIngenieria.pdf).

Rosario, Y. y Ferrer, E. A. (2014). *Estrategia para la Formación de Competencias Investigativas en estudiantes de la carrera Ingeniería Informática*. En Revista Didasc@lia D&E, Volumen V, no. 4, Octubre-Diciembre, Cuba, pp. 143-162. ISSN 2224-2643. Consultada el 11 de enero de 2015, <http://ojs.uo.edu.cu/index.php/Didascalía/article/viewFile/4503/3795>.

Ross, I. (2011). *Variable e indicadores para la evaluación del aprendizaje de la informática en los diferentes niveles educativos*. Memorias del evento internacional COMPUMAT 2011, Cuba.

