

CONSIDERACIONES EPISTEMÓLOGICAS SOBRE LA FORMACIÓN INVESTIGATIVA DEL LICENCIADO EN CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN

FORMACIÓN INVESTIGATIVA EN CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN

AUTORES: Ekaterine Miriam Fergusson Ramírez¹
Antonio Salgado Castillo²
Isabel Alonso Berenguer³
Alexander Gorina Sánchez⁴

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: Facultad de Matemática y Computación. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba. E-mail: eka@csd.uo.edu.cu

Fecha de recepción: 12-05-2015

Fecha de aceptación: 20-07-2015

RESUMEN

La gran importancia que han cobrado en la actualidad las investigaciones en Ciencia de la Computación, junto a la complejidad y dificultades detectadas en su enseñanza, han contribuido a interesar a didactas e investigadores en el estudio de los procesos formativos que al respecto se llevan a cabo en esta ciencia. Consecuentemente, el presente trabajo tiene como objetivo develar, desde el punto de vista didáctico, las esencialidades del proceso de formación investigativa en la carrera de Licenciatura en Ciencia de la Computación, tomando en cuenta la contradicción dialéctica que se manifiesta entre la sistematización de la información proveniente de la situación problemática y la validación del correspondiente sistema de información computacional, la que debe dinamizar la lógica investigativa en la carrera, favoreciendo el desempeño profesional. De aquí que se fundamente la necesidad de crear una nueva propuesta didáctica para desarrollar la dinámica del proceso de formación investigativa, que considere la citada contradicción e involucre en su solución a todas las asignaturas

¹ Licenciada en Ciencia de la Computación. Máster en Ciencia de la Computación. Doctorante en Ciencias Pedagógicas. Profesora Auxiliar. Departamento de Computación. Facultad de Matemática y Computación. Universidad de Oriente. Cuba.

² Licenciada en Ciencia de la Computación. Máster en Neurociencias. Doctorante en Ciencias Pedagógicas. Profesor Asistente. Departamento de Informática. Hospital General “Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso”. Cuba. E-mail: asalgadocastillo@gmail.com

³ Licenciada en Matemática. Doctora en Ciencias Pedagógicas. Profesora Titular. Departamento de Matemática. Facultad de Matemática y Computación. Universidad de Oriente. Cuba. E-mail: ialonso@csd.uo.edu.cu

⁴ Licenciado en Matemática. Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor Titular. Departamento de Contabilidad y Finanzas. Filial Universitaria Contra maestre. Universidad de Oriente. Cuba. E-mail: gorina@contre.sum.uo.edu.cu

computacionales del currículo de la carrera, comenzando desde el primer año.

PALABRAS CLAVE: Ciencia de la Computación; formación investigativa; investigación.

EPISTEMOLOGICAL CONSIDERATIONS ABOUT THE INVESTIGATIVE FORMATION IN BACHELOR OF COMPUTER SCIENCE

ABSTRACT

The great importance which have become today's research in Computer Science, together with the complexity and difficulties encountered in their teaching, have contributed to a training analysts and researchers interested in studying the formation processes that take place regarding in this science. Consequently, this paper aims to reveal, from the didactical point of view, the essentials of the process of investigative formation in the Bachelor of Computer Science, taking into account the dialectical contradiction that occurs between the systematization of information from the problem situation and validating the corresponding computer information system, which should boost the research logic in the race, favoring professional performance. Hence the need for a new methodological approach to develop the dynamics of investigative formation, consider the aforementioned contradiction and its solution involving all computer subjects in the curriculum of the career, beginning from the first year.

KEYWORDS: Computer science; research formation; research.

INTRODUCCIÓN

Las nuevas condiciones tecnológicas de la actual sociedad informacional imprimen una nueva dinámica a la organización social, la que se inspira en la transformación de la información en conocimiento y de este último en innovación, como condición indispensable para modificar la realidad. Bajo estas condiciones cobran especial relevancia las ciencias computacionales, que tienen como objeto de estudio las bases teóricas de la información y la computación, así como su aplicación en sistemas informáticos (ACM, 2005). De manera que las citadas ciencias, a decir de R. Cañedo, R. Ramos y J. Guerrero (2005), buscan desarrollar un soporte lógico para hacer efectivo y eficiente el ciclo computacional de la información en las organizaciones y en la sociedad.

Frecuentemente se vinculan a otras áreas de investigación, pero se reconoce su existencia como ciencias independientes, en pleno desarrollo y con clases de problemas propios, que tienen un amplio rango de aplicabilidad a la solución de problemas de carácter complejo e interdisciplinario en diversos dominios (Arana, M., 2005; Baeza, R., 2001 y Denning, P. J., 2000).

Ahora bien, es su aplicabilidad a la solución de disímiles situaciones problemáticas que emergen del quehacer social lo que evidencia la gran importancia de estas ciencias, pues permiten automatizar sistemas en todas las esferas de actuación de la sociedad e intervenir de manera activa y proactiva en importantes sistemas computacionales (Lissabet, A., 2011).

Desde el punto de vista profesional la perspectiva interdisciplinaria de las ciencias computacionales es amplia y compleja, por las múltiples relaciones con otras disciplinas, contribuyendo no sólo a la solución de problemas de otras ciencias, sino al enriquecimiento de las teorías, modelos y algoritmos de estas, facilitando la transferencia de métodos de solución a clases de problemas en otros dominios, así como a la generalización de modos de abordar una solución.

Y es precisamente esta innegable relevancia de las ciencias computacionales la que ha creado la necesidad de formar profesionales altamente calificados para resolver problemas vinculados a situaciones sociales, científicas y técnicas; 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 Ciencia de la Computación, 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 a la misma como resultado de este procesamiento (Rosario, Y. y Ferrer, E. A., 2014).

La actividad profesional de este licenciado está dedicada a la realización de diversos procesos de formalización, modelación, construcción de algoritmos y de programas, para diseñar, realizar y analizar un sistema computacional. En síntesis, debe lograr una realización computacional mediante programas que serán ejecutados de manera eficiente por una computadora o redes de computadoras (MES, 2008).

De la caracterización de estos profesionales se deriva la importancia que tiene su formación para el desarrollo actual de la sociedad en todas sus esferas. Sin embargo, aún se confrontan serias dificultades; 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.

A tales insuficiencias se han referido numerosos investigadores que han profundizado en la formación investigativa de los estudiantes de carreras de perfil computacional; un ejemplo de ello es la profesora cubana I. Ross (2011), quien a partir de un diagnóstico sobre el trabajo científico estudiantil en la carrera de Ingeniería Informática de la Universidad Central "Martha Abreu" de Las Villas, concluyó que existen insuficiencias en el desarrollo de habilidades investigativas de los estudiantes, además de que no se ha logrado una concepción interdisciplinaria del trabajo científico estudiantil y que

se observa un predominio de trabajos que presentan productos tecnológicos sin la correspondiente fundamentación de su necesidad y pertinencia.

Asimismo las investigadoras cubanas Y. Rosario y E. A. Ferrer (2014) del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Holguín, realizaron un diagnóstico en la carrera de Ingeniería Informática, consistente en la revisión de informes de prácticas profesionales, proyectos de curso y trabajos de diploma. Dicho diagnóstico reveló que las habilidades investigativas no se forman con la profundidad necesaria y que todavía los docentes erróneamente consideran que los contenidos de Metodología de la Investigación, impartidos en el año terminal de la carrera, resuelven los problemas de los estudiantes con respecto a su formación investigativa.

Por otro lado, los investigadores B. A. K. Jesse y R. Fernández (2013) de la Universidad "Máximo Gómez Báez" de Ciego de Ávila, Cuba, plantean que existen deficiencias en el desempeño investigativo de los estudiantes de Ingeniería Informática, ya que adolecen de herramientas y conocimientos que les permitan llevar a feliz término sus trabajos de culminación de estudios.

Esta situación no es privativa de las universidades cubanas, ya que también los investigadores J. M. Londoño y C. A. Cortés (2004) de la Universidad de Manizales, Colombia, han detectado que incluso los estudiantes de carreras de perfil computacional como la Ingeniería en Sistemas y Telecomunicaciones y la Tecnología en Sistemas, que manifiestan un buen desempeño académico, al no poseer una buena formación investigativa no logran una solución computacional eficiente de los problemas profesionales que abordan, ya que para diseñar y desarrollar las aplicaciones sólo emplean conocimientos computacionales.

Teniendo en cuenta las insuficiencias planteadas por los diferentes investigadores, se realizó un diagnóstico en la carrera de Licenciatura en Ciencia de la Computación de la Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, (Fergusson, E. M., Alonso, I. y Gorina, A., 2014), para profundizar en sus manifestaciones. 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 (60,7% del total de dicha carrera). El análisis de los resultados obtenidos mediante el diagnóstico arrojó como principales insuficiencias:

- Los informes de los Trabajos de Diploma no contienen un adecuado diseño de investigación, con categorías científicas que orienten el camino 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 cuantitativos, que parten del problema ya formulado, obviando la etapa de indagación cualitativa de la situación problemática.

Estas dificultades indican que el problema esencial lo constituyen las insuficiencias en la comprensión de situaciones problemáticas, que se manifiestan en los limitados análisis y diseños teóricos realizados, lo que no favorece el desempeño profesional de los estudiantes de Licenciatura en Ciencia de la Computación.

Entre las causas fundamentales que provocan estas insuficiencias, obtenidas a través del diagnóstico, se destacan:

- Inadecuada concepción del proceso de investigación en la carrera de Licenciatura en Ciencia de la Computación, que desfavorece la correcta selección y aplicación de métodos de investigación científicos, sobre todo cualitativos, prevaleciendo el empleo de métodos cuantitativos.
- Insuficiente enfoque didáctico del proceso de formación investigativa, que es abordado priorizando sólo las herramientas computacionales, lo que limita el desarrollo de habilidades para el uso de resultados teóricos y metodológicos en las diferentes tareas de investigación.

Lo anterior apunta hacia la necesidad de perfeccionar el proceso de formación investigativa en la carrera de Licenciatura en Ciencia de la Computación, el cual se asume como objeto de la investigación.

El proceso de formación investigativa de la citada carrera ha sido estudiado por varios autores, los que han obtenido significativos resultados que fundamentan la importancia que tiene el mismo en la actualidad. Así la investigadora cubana G. L. 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 en dicha formación, no trasciende lo declarativo, pues no llega a develar una lógica didáctica que oriente a docentes y educandos sobre el carácter sistémico de los diversos aspectos del proceso de investigación.

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 carrera (UPES, 2007). Al respecto se considera que, aunque esta inclusión pudiera ser una alternativa

viable para dotar a los estudiantes de conocimientos y técnicas investigativas desde los primeros años, 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). Si bien se valora esta estrategia como acertada, se critica el hecho de responsabilizar 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 interdisciplinaria.

Una propuesta más atemperada es la de J. M. Londoño y C. A. Cortés (2004) de la Universidad de Manizales en Colombia, que aseguran que en la carrera de Ingeniería en Sistemas y Telecomunicaciones y en la de Tecnología en Sistemas, la investigación debe ser el eje articulador de todas las demás asignaturas del programa académico, permitiendo una visión holística y concreta de los problemas, sus alcances, su interacción con otras aplicaciones y la proyección de su solución computacional. Si bien esta propuesta reconoce el papel de la formación investigativa como eje integrador de los contenidos de las asignaturas, no se proponen las vías para hacerlo, ni las condiciones necesarias para llevar la formación investigativa a la práctica.

También los investigadores O. Estrada y S. Blanco (2014) de la Universidad de las Ciencias Informáticas de Cuba proponen un sistema de habilidades investigativas para estudiantes de las carreras de Ingeniería en Ciencias Informáticas, Licenciatura en Ciencia de la Computación e Ingeniería Informática, que persigue el desarrollo eficaz de los trabajos de diploma. Si bien este sistema constituye un significativo aporte para el perfeccionamiento de la formación investigativa de los citados estudiantes, es criticable que no brinde elementos que orienten a los docentes sobre cómo formar estas habilidades, en correspondencia con las especificidades de cada carrera.

Por otro lado, las investigadoras Y. Rosario y E. A. Ferrer (2014) del ISMMM de Holguín proponen una estrategia para la formación de competencias investigativas en estudiantes de la carrera de Ingeniería Informática, la que favorece el actuar eficiente del futuro profesional para la solución de problemas. Si bien se reconoce la pertinencia de esta propuesta, muy acorde a la necesidad actual de formación investigativa que tienen los estudiantes de las carreras de perfil computacional, la misma no contribuye a la formación de una lógica computacional efectiva que permita indagar, analizar

e integrar las diferentes etapas de desarrollo por las que transita un sistema computacional.

La sistematización epistemológica realizada ha permitido revelar las limitadas propuestas teóricas y metodológicas existentes en la dinámica del proceso de formación investigativa en la Ciencia de la Computación, las que aún no logran revelar las esencialidades didácticas de la misma, desde un sistema de relaciones que la caracterice y permita a los estudiantes desarrollar investigaciones de manera eficiente y con la calidad requerida.

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente trabajo se trazó como objetivo develar, desde el punto de vista didáctico, las esencialidades del proceso de formación investigativa en la carrera de Licenciatura en Ciencia de la Computación, tomando en cuenta la contradicción dialéctica que se manifiesta entre la sistematización de la información proveniente de la situación problémica y la validación del correspondiente sistema de información computacional, que debe dinamizar la lógica investigativa en la citada carrera, favoreciendo el desempeño investigativo – computacional de los estudiantes.

DESARROLLO

Una profundización en los procedimientos didácticos más relevantes del proceso de formación investigativa en Ciencia de la Computación, implica remitirse en primera instancia, al análisis de las particularidades distintivas de su proceso formativo y, en segundo lugar, al estudio de la didáctica de la formación investigativa en las ciencias computacionales. Se considera a estos aspectos necesarios en cualquier propuesta didáctica sobre la formación investigativa en Ciencia de la Computación.

1. El proceso de formación investigativa en Ciencia de la Computación

Las ciencias computacionales son aquellas que abarcan el estudio de las bases teóricas de la información y su aplicación a sistemas computacionales. Estas ciencias permiten automatizar sistemas de información en todas las esferas de actuación de la sociedad e intervenir en el desarrollo de importantes sistemas de información computacionales (ACM, 2013).

Consecuentemente 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 solución computacional. A tales efectos existen problemas relacionados con los diferentes niveles de representación de la información; el almacenamiento y organización de la misma en sus disímiles medios y niveles de abstracción computacional; su búsqueda (mediante algoritmos de acceso, recuperación y actualización de la información almacenada); su transmisión, almacenamiento, 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, O. y Blanco, S., 2014).

Así puede afirmarse que la Ciencia de la Computación tiene gran importancia por contribuir a la solución de problemas de otras áreas y al enriquecimiento de sus teorías, modelos y algoritmos; todo lo cual permite la transferencia de métodos de solución a clases de problemas en otros dominios, permitiendo la generalización de modos de abordar e investigar la solución de una situación problemática.

De manera que la investigación en esta ciencia requiere, en una primera instancia, de una actitud y una capacidad de observación que cree acciones puntuales frente a los retos que ella misma genera (González, H. S., 2011); y es precisamente esa actitud la que debe promoverse en el estudiante de Ciencia de la Computación para que aborde con disposición y compromiso los problemas que se le presentan.

Dicha actitud le permitirá desarrollar eficazmente el proceso de investigación científica, cuya función fundamental es el descubrimiento de la esencia de los hechos, fenómenos y procesos de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento; la cual se expresa en forma de regularidades, modelos, teorías, relaciones y leyes, que explican la realidad, enriqueciendo la cultura (Fuentes, H. C., Matos, E. C. y Cruz, S., 2004).

A propósito, una mirada dinámica y totalizadora al proceso de investigación científica es la que se aporta en H. C. Fuentes, E. C. Matos y S. Cruz (2004) desde la Teoría Holístico Configuracional, al interpretar el movimiento del mismo a través de eslabones, comprendidos como expresiones de los complejos estadios por los que transita este proceso de investigación científica y que determinan su lógica interna.

En el caso de Ciencia de la Computación, el proceso de investigación tiene especificidades que lo distinguen y le dan especial relevancia al estar dirigido a la descripción de las posibles soluciones computacionales de un problema, preparando las bases para su aproximación computacional, la modelación matemática del sistema de información, el análisis, diseño y desarrollo de los componentes fundamentales en el sistema de información computacional, tales como: bases de datos, rapidez de respuesta al usuario, precisión de los resultados y seguridad de la información procesada.

Lo anterior es reafirmado 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 además han asegurado que es una necesidad el desarrollo de habilidades investigativas en este tipo de

carreras, y que de manera particular deben estar dirigidas desde el proceso de desarrollo de sistemas computacionales (Estrada, O. y Blanco, S., 2014). De aquí que se requiera profundizar en dicho proceso, identificando los tres tipos de investigaciones que este involucra: la básica, la aplicada y la tecnológica (Ango, H., 2010; Vargas, Z., 2009).

La investigación básica para esta ciencia comprende la búsqueda de métodos alternativos de computación, como el cálculo cuántico, la teoría cuántica de la información y el trabajo con las bases teóricas de la información y la computación (Ango, H., 2010).

La investigación aplicada consiste en el desarrollo de trabajos que impliquen el procesamiento de la información para incidir en nuevos campos, conforme a nuevos procedimientos. Este tipo de investigación se concreta en el desarrollo de sistemas computacionales, la elaboración de metodologías, estrategias, modelos, estándares y pruebas ingenieriles de calidad (Vargas, Z., 2009).

La investigación tecnológica radica en la elaboración de nuevos programas de aplicación o mejoras notables en los sistemas de explotación, así como en la optimización de los procesos establecidos por la ingeniería de software, tales como modelos, metodologías, estrategias, pruebas ingenieriles y procesos de mejora y control al desarrollo de sistemas computacionales (García, F., 2009).

Ahora bien, para lograr sistemas computacionales eficientes se requiere de una formación investigativa, en correspondencia con la exigente complejidad inherente a la Ciencia de la Computación. La citada formación se define por M. E. Guerrero (2007) como 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.

En el pregrado ese desarrollo investigativo se sustenta en la actividad práctica, la que facilita que el estudiante reconozca el campo de acción de su profesión y pueda proponer soluciones computacionales acordes a los modos de actuación de la misma, es decir, que vaya desarrollando habilidades investigativas específicas (Díaz, M. V., 2009).

Aquí cabe precisar que, a decir de F. García (2009), para influir en el desarrollo de las habilidades investigativas, desde el pregrado de las carreras de ciencias computacionales, los estudiantes no requieren de la introducción ni generalización de los resultados obtenidos, pero sí deben elaborar acciones y exigencias para la aplicación de estos, a partir del despliegue del sistema computacional.

Así en la Ciencia de la Computación se deben desarrollar los procesos investigativos a partir del análisis de las situaciones problémicas, las que propician la obtención de abstracciones e idealizaciones adecuadas, conducentes a aislar las entidades, estructuras y procesos involucrados en las mismas. A la par con el desarrollo de este proceso se deberá ir formalizando la especificación de la citada situación problémica, con vista a su enfoque computacional, para decidir los posibles procedimientos de solución, su programación y complejidad computacional. Dicho de forma sintetizada, el profesional de Ciencia de la Computación deberá desarrollar habilidades para (ACM, 2013):

- Construir modelos pertinentes de las situaciones problémicas, auxiliado de sus conocimientos de modelación matemática y computacional.
- Programar los modelos, realizarlos y/o simularlos computacionalmente, de acuerdo con los requisitos de solución y los recursos computacionales disponibles.
- Analizar y tomar decisiones sobre los resultados de la aplicación del producto de software.

Además de estas habilidades, el citado profesional necesitará de conocimientos para realizar los diseños teóricos de sus investigaciones, para lo cual podrá auxiliarse de la Metodología de la Investigación, en estrecha relación con la Ingeniería de Software, disciplinas que brindan conocimientos teóricos y propician la formación de habilidades prácticas, necesarias para el desarrollo de un sistema computacional eficiente (Medina, M., 2012). Aquí la Ingeniería de Software es interpretada como la aplicación práctica del conocimiento científico al diseño y construcción de programas de computadora y a la documentación asociada, requerida para desarrollar, operar y mantener los mismos.

De lo anterior se puede inferir que para dar inicio a un proceso investigativo debe estar presente una situación problémica, que es revelada por un usuario que tiene la necesidad de un producto de software para perfeccionar uno o varios procesos. En principio el término usuario es el más difundido aunque se podría emplear también "cliente" o "consumidor de información", los tres términos representan las funciones que debe cumplir un sistema de información encargado de la recepción, tratamiento y difusión de la información con el fin de satisfacer las necesidades informativas de una determinada comunidad (Rojas, J. L., 2004).

Consecuentemente, para la formación investigativa en Ciencia de la Computación, los usuarios son considerados como aquellos sujetos que brindan información sobre la situación problémica a resolverse computacionalmente y se responsabilizan con la explotación del producto de software elaborado. De aquí que estos usuarios deban ser capaces de

interpretar sus propias necesidades y comprender los requerimientos, restricciones, exigencias y prestaciones del sistema computacional final.

Sin embargo, en opinión de los autores del presente trabajo, los usuarios no siempre tienen que ser sujetos, ya que pueden considerarse también como usuarios algunos sistemas que ofrezcan información válida y confiable para el desarrollo de un producto de software y sean parte de la explotación de dicho producto. Asumiendo como sistema, una entidad independiente y coherente, que se manifiesta como un todo organizado y complejo; es decir, un conjunto o combinación de partes que forman un todo complejo, unidos por alguna forma de interacción (Austin, T., 2000).

En esta dirección cabe precisar que es esencial entender que un sistema es, ante todo, una entidad independiente, no importa que a su vez pertenezca o sea parte de otro sistema mayor, ya que es al mismo tiempo un todo coherente que se puede analizar para mejorar la comprensión del fenómeno bajo estudio. Así, los sistemas según T. Austin (2000) se fundamentan según tres premisas básicas:

- Existen dentro de sistemas: cada sistema existe dentro de otro más amplio.
- Son abiertos: cada sistema que se examine, excepto el menor o mayor, recibe y descarga algo en los otros sistemas, generalmente en los contiguos. Los sistemas abiertos se caracterizan por un proceso de cambio infinito con su entorno, que son los otros sistemas. Cuando el intercambio cesa, el sistema se desintegra, esto es, pierde sus fuentes de energía.
- Las funciones de un sistema dependen de su estructura.

Ahora bien, los sistemas contentivos de las situaciones problemáticas deben ser bien comprendidos por los estudiantes, dada la necesidad de abordar dichas situaciones para implementar soluciones computacionales a las mismas; entendiendo la comprensión según R. Wiltrock (1990), como una representación estructural o conceptualmente ordenada de las relaciones entre las partes de la información que se debe aprender, y entre esa información y esas ideas y la base de conocimientos y experiencias del resolutor.

A su vez la información que se debe comprender se deriva de los datos, los que se definen como la mínima unidad semántica que se corresponde con elementos primarios de información. Representan así observaciones o hechos fuera de contexto, y por lo tanto, sin significado inmediato, por ello no pueden por sí solos aportar elementos para formar un juicio, ni para elaborar una interpretación o sustentar una decisión (Rodríguez, G., Gil, J. y García, E., 2008).

Los datos, a decir de A. Gorina (2010), son el resultado de la medición de características, rasgos y cualidades del objeto o situación problemática;

describen sucesos y entidades, refiriéndose en ocasiones a más de un hecho. Su importancia está en la capacidad de asociarse dentro de un contexto para convertirse en información que ofrezca sentido, conocimientos, ideas o conclusiones a partir del significado y sentido que pueda construir el investigador. Así, son pertinentes o relevantes cuando pueden ser utilizados para responder a preguntas.

Ahora bien, cuando al dato se le atribuye relevancia, intencionalidad y significado, se transforma en información, pues se le agrega valor. La información es entonces un conjunto de datos procesados, que tienen un significado (relevancia, propósito y contexto), y que por lo tanto son de utilidad para quien debe tomar decisiones, al disminuir su incertidumbre (Gorina, A., 2010). Esta definición es asumida por su cualidad orientadora en el procesamiento de los datos extraídos de las situaciones problemáticas que deben abordar los profesionales de la Licenciatura en Ciencia de la Computación.

La información ha adquirido diferentes connotaciones a lo largo del desarrollo de la humanidad; considerándose como el conocimiento que se descubre mediante la observación, la reflexión de manera fortuita o mediante un esfuerzo de estudio o de investigación (Guevara, M., 1995). En todas las épocas esta ha ocupado un lugar importante, hasta llegar a ser vital en estos días.

Consecuentemente, la síntesis de la información es vista como el proceso de integración de las partes esenciales de la información, de sus propiedades y relaciones, que forman un todo. Esta operación implica una superación respecto a la operación analítica, no representando sólo la reconstrucción mecánica de la información contenida en el todo, pues esto no permitirá avanzar en el conocimiento; implica llegar a comprender la esencia del mismo, conocer sus aspectos y relaciones básicas en una perspectiva de totalidad (Ruiz, R., 2007).

Otra categoría importante para la presente investigación es la sistematización, entendida como interpretación crítica de una o varias experiencias que a partir de su ordenamiento y reconstrucción descubre o explicita la lógica del proceso vivido, los factores que han intervenido en dicho proceso, cómo se han relacionado entre sí y por qué lo han hecho de ese modo. Es un proceso permanente y acumulativo de producción de conocimientos a partir de experiencias de intervención en una realidad social; como un primer nivel de teorización sobre la práctica. En los últimos años, el uso más frecuente de la sistematización está ligado a dos ámbitos (Jara, O., 1994):

- La sistematización de información: ordenamiento y clasificación, bajo determinados criterios, relaciones y categorías, de todo tipo de datos (ejemplo, la creación de bases de datos).

- La sistematización de experiencias: procesos desarrollados por diferentes actores en un período determinado de tiempo, envueltas en un contexto económico y social, en una institución determinada.

Por otro lado, integrando las definiciones de sistema e información se puede llegar a la concepción de un sistema de información, el que ha sido definido como un conjunto de información relevante para una organización, formado principalmente por los datos que se operan y las actividades necesarias para utilizarlos (Díaz, J. R., 2002). Esta definición es de suma importancia a los efectos de la presente investigación, ya que la formación investigativa de los profesionales de Ciencia de la Computación está en directa correspondencia con los sistemas de información, los que a decir de J. R. Díaz (2002) tienen dos funciones fundamentales y realizan cuatro actividades básicas. Las funciones según el citado autor son:

- Aceptar nueva información, que consiste en almacenar nueva información y relacionarla con la ya existente, así como garantizar que se mantenga la consistencia en el sistema, esto es, que la nueva información sea correcta y no entre en contradicción con la ya existente.
- Atender peticiones de información, la que radica en recuperar información del sistema; es decir, resolver peticiones sobre la información almacenada y ofrecer una respuesta. Esta recuperación puede estar asociada a la validación de algún hecho, a la realización de controles sobre las tareas habituales o a otras actividades.

Asimismo las cuatro actividades básicas que plantea dicho autor son: la entrada, almacenamiento, procesamiento y salida de información. Todas ellas deben ser dominadas por el estudiante de Ciencia de la Computación, los que reconocerán como entrada de información el proceso mediante el cual el sistema de información toma los datos que requiere para procesar la información. Y precisamente la calidad de esa entrada dependerá de lo bien concebido, diseñado y ejecutado que haya sido el proceso indagativo que se desarrolla a partir del usuario.

También deberá prestar atención al almacenamiento, ya que a través del mismo el sistema puede recordar la información guardada en la sección o proceso anterior. En esta dirección será necesario que adquiera habilidades para almacenar dicha información en estructuras denominadas archivos.

Por otra parte, el procesamiento de la información es la capacidad de un sistema para efectuar cálculos, de acuerdo con una secuencia de operaciones preestablecida. Los cálculos pueden efectuarse con datos introducidos recientemente en el sistema o con datos que estén almacenados. Así los estudiantes podrán valorar la transformación de los datos en información, la que podrá ser utilizada en la toma de decisiones. Finalmente, la salida es la capacidad del mencionado sistema para extraer la información procesada en

aras de socializarla, la que deberá ser validada para comprobar si responde o no al resultado esperado.

Lo anterior permite inferir que un sistema de información computacional es el que se encarga de concretar, a partir de herramientas tecnológicas, un determinado producto de software, para satisfacer las necesidades de un sistema de información. Entendiendo por producto de software aquel conjunto de documentos, diagramas y otro tipo de información que se necesita para representar el software en forma comprensible para las máquinas, los programadores y demás miembros del equipo de desarrollo, así como para los usuarios y otros interesados (Pressman, R., 2002).

Lo dicho connota la importancia de formar en el estudiante habilidades para desarrollar las diferentes etapas por las que debe transitar el software, es decir, para realizar el análisis, diseño, desarrollo, prueba, implantación y mantenimiento del mismo, proceso consistente con una investigación computacional. De manera que pueda apropiarse de la forma de hacer un análisis del sistema. Este lo llevará a cabo con el objetivo de identificar la necesidad del usuario, evaluar la viabilidad del sistema, realizar un análisis técnico y económico, asignar funciones al hardware, software, personal, bases de datos y otros elementos, establecer restricciones de presupuesto y planificación temporal, así como crear una definición del sistema que forme el fundamento de todo el trabajo de ingeniería.

También será preciso encaminar la formación del estudiante hacia el desarrollo de habilidades para realizar el diseño, proceso multifacético en el que se sintetizan representaciones de la estructura de datos, estructura del programa, características de la interfaz y detalles procedimentales desde los requisitos de la información. En la etapa de desarrollo deberá centrar la atención en cómo diseñar las estructuras de datos, implementar las funciones según la arquitectura del software, efectuar detalles procedimentales, caracterizar las interfaces, traducir el diseño a un lenguaje de programación y realizar la prueba (Pressman, R., 2002).

Luego de generar el código deberá aprender a realizar las pruebas del programa, para lo cual tendrá que centrarse en los procesos lógicos internos del software, asegurándose de que todas las sentencias y procesos externos funcionales se hayan comprobado. Tendrá que aprender a realizar las pruebas para la detección de errores, asegurándose de que las entradas produzcan resultados acordes a los requeridos.

Cabe precisar que la prueba del software es parte de la verificación y validación. La verificación referida al conjunto de actividades que aseguran que el software tiene correctamente implementada una determinada función, mientras que la validación da cuenta de diferentes actividades que aseguran que el software construido se ajusta a los requisitos del usuario (Drake J. M. y López, P., 2009).

En la etapa de implantación de un software el estudiante debe cerciorarse de que el sistema sea operacional, o sea, que funcione de acuerdo a los requerimientos del análisis. Así mismo, en la de mantenimiento se centrará en la corrección de errores, las adaptaciones requeridas y las modificaciones debidas a mejoras producidas por los requisitos cambiantes del usuario. Consecuentemente, en esta última etapa se vuelven a aplicar los pasos de la definición y el desarrollo, pero en el contexto del software ya existente. Durante la etapa de mantenimiento se encuentran cuatro tipos de cambios: corrección, adaptación, mejora y prevención (Pressman, R., 2002).

Ahora bien, a pesar de la importancia de la formación de habilidades para desarrollar las etapas de elaboración de un software, las que son básicas para la formación investigativa en Ciencia de la Computación, en la práctica existen insuficiencias que han llevado a que los docentes e investigadores dirijan su atención hacia el análisis de la esencialidad didáctica de dicha formación, estableciendo diferentes enfoques para desarrollarla, los que son valorados en la presente investigación por su relevancia en la apropiación de habilidades para la implementación de sistemas computacionales.

2. Didáctica de la formación investigativa en Ciencia de la Computación

En la formación investigativa de Ciencia de la Computación se destacan dos enfoques didácticos. El primero orientado a la inclusión de una asignatura de Metodología de la Investigación en determinados años, encontrándose los principales representantes de este enfoque en (CNA-Chile, 2012; UPES, 2007; Ferreira, G. L., 2005). El segundo, relacionado con una perspectiva intra e interdisciplinar, que propone llevar a cabo la formación investigativa durante la carrera, apoyándose en las prácticas laborales, sin desdeñar por completo la alternativa de una asignatura complementaria de Metodología de la Investigación en un año específico. En este segundo caso los fundamentales exponentes aparecen en (Estrada, O. y Blanco, S., 2014; Rosario, Y. y Ferrer, E. A., 2014; Jesse, B. A. K. y Fernández, R., 2013; Londoño, J. M. y Cortés, C. A, 2004).

Entre los promotores del primer enfoque aparece el Centro Nacional de Acreditación de Chile, el que propone incluir en el cuarto año del plan de estudio de Ciencia de la Computación una asignatura sobre Metodología de la Investigación (CNA-Chile, 2012); propuesta que si bien constituye un paso de avance en el reconocimiento de la importancia de la formación investigativa para los profesionales de la computación, es criticable por responsabilizar 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.

También es destacable la propuesta de plan de estudio hecha por la Universidad Politécnica de El Salvador, 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 carrera (UPES, 2007). Aunque esta inclusión pudiera ser una alternativa viable, pues intenta dotar a los estudiantes de conocimientos y técnicas investigativas desde los primeros años, no logra que dichos conocimientos se formen a partir de la contribución integrada de las diferentes asignaturas y disciplinas de la carrera.

En el mismo enfoque se destaca la investigadora cubana G. L. Ferreira (2005), la que afirma que aun cuando se han diseñado disciplinas integradoras en los planes de estudio de la carrera, todavía existen dificultades como: escasas relaciones interdisciplinarias, poca presencia de contenidos de Metodología de la Investigación e insuficiente vinculación con las nuevas tecnologías de la información; lo que refleja la necesidad de un modelo de organización curricular genérico, que resuelva estas insuficiencias a través de una disciplina que integre cualidades tanto académicas, laborales como investigativas. Proponiendo 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.

Al respecto se considera que esta estrategia es acertada, pues tiene en cuenta elementos importantes de dicha formación y se preocupa por el desarrollo de habilidades investigativas desde los primeros años. Sin embargo, no llega a develar el carácter sistémico y sistemático del proceso de investigación científica, ni a considerar la esencia inter e intradisciplinar de su desarrollo.

Entre los partidarios del segundo enfoque se puede señalar a los colombianos J. M. Londoño y C. A. Cortés (2004), los que aseguran que en las carreras de perfil informático, la investigación debe ser el eje articulador de todas las asignaturas del programa académico. Enfatizando además que la práctica es muy necesaria para lograr la formación de un buen investigador. Al respecto se coincide con estos autores, pues no basta con que los estudiantes tengan competencias en los elementos básicos de la investigación; sino que se requiere también, y en mayor medida, la sistemática actualización en el estado del arte de su objeto de estudio y el desarrollo de habilidades para la implementación eficiente de los sistemas de información computacionales. Sin embargo, es criticable que su propuesta no proponga las vías para lograr esa formación investigativa integradora de los contenidos de las asignaturas, ni precise las condiciones necesarias para llevarla a la práctica.

En este mismo orden de ideas, los investigadores cubanos O. Estrada y S. Blanco (2014) proponen que la formación investigativa en la Licenciatura en Ciencia de la Computación se lleve a cabo desde el proceso de desarrollo de software, el que consideran se debe sistematizar durante toda la carrera con la participación de la mayoría de las asignaturas. Al respecto la postulante

considera que esto es posible, pues desde el primer año los estudiantes tienen que desarrollar proyectos computacionales, trabajos extraclase y prácticas laborales, en los cuales tienen que investigar y enfrentarse a situaciones problémicas para proponer soluciones computacionales.

Los citados autores sugieren un sistema de habilidades básicas a formar para garantizar una buena calidad en los trabajos de diploma. Se reconoce esta propuesta como muy avanzada en cuanto a su contribución al perfeccionamiento de la formación investigativa de los estudiantes, pero se censura la ausencia de elementos orientadores sobre la forma de desarrollar estas habilidades, en correspondencia con las especificidades de la carrera.

Asimismo, las investigadoras cubanas Y. Rosario y E. A. Ferrer (2014) plantean que las habilidades relativas a la investigación no se forman con la profundidad necesaria en la carrera de Ingeniería Informática; manteniéndose todavía en los docentes la visión de que los contenidos de Metodología de la Investigación que se imparten, resolverán todos los problemas que presentan los estudiantes en su formación investigativa.

A partir del reconocimiento de lo desacertado de este enfoque, las autoras proponen el trabajo con los métodos de investigación científica en las diferentes disciplinas del currículo, desde etapas tempranas del desarrollo de la carrera; con lo que pretenden favorecer la formación de competencias investigativas a través de los distintos niveles de apropiación de la carrera. En este caso, si bien se reconoce la conveniencia de esta propuesta, muy coherente con la necesidad actual de la formación investigativa en las carreras de perfil computacional, la misma carece de elementos que faciliten la formación de una lógica computacional investigativa, promotora de procesos de indagación, análisis y corroboración de las diferentes etapas de desarrollo por las que transita la implementación de un sistema computacional.

Dentro del segundo enfoque también, los investigadores caribeños B.A.K. Jesse y R. Fernández (2013) reconocen que el proceso de formación investigativa es inherente al proceso de formación profesional y que su contenido fundamental está en correspondencia con la actividad científico-investigativa que desarrolla el estudiante durante la carrera, siendo un instrumento fundamental para la solución de problemas profesionales y desarrollándose a través de los trabajos de curso, trabajo de diploma y trabajos investigativos extracurriculares. Todo lo cual es regido por la Disciplina Principal Integradora, cuya función es lograr la integración de la formación académica, laboral e investigativa.

A partir de esta concepción, aseguran que no se ha concebido correctamente el desarrollo de la competencia investigativa en los estudiantes de Ciencia de la Computación, fundamentando que no se ha diseñado su proceso de investigación de forma que conduzca al desarrollo de competencias para

identificar y solucionar problemas, conectar diferentes saberes y darles sentido. En esencia estos autores proponen el desarrollo de un pensamiento científico en los estudiantes, a través del proceso formativo, desde todas las asignaturas y años, de forma sistémica y sistematizada.

Desde la intencionalidad de los postulantes se coincide con estos autores en la necesidad de formar un pensamiento científico, que considere el carácter sistémico y sistemático del proceso investigativo. Sin embargo, aun cuando reconocen y profundizan en la necesidad de lograr una formación investigativa que integre las diferentes disciplinas y tenga como eje central la Disciplina Principal Integradora, no brindan posibles vías o instrumentos de solución para llevarla a cabo de manera acertada.

Una vez analizados los dos enfoques que prevalecen en la formación investigativa de Ciencia de la Computación, resulta interesante analizar los instrumentos didácticos más trabajados en este proceso formativo, llegándose a develar como principales los sistemas de habilidades y las estrategias.

En el primer grupo se destacan los aportados por los investigadores O. Estrada y S. Blanco (2014), quienes brindan un sistema de habilidades investigativas para estudiantes de las carreras de Ingeniería en Ciencias Informáticas, Licenciatura en Ciencia de la Computación e Ingeniería Informática, el que constituye un significativo aporte para el perfeccionamiento de dicha formación, a pesar de que, como se ha dicho, no ofrece elementos que orienten a los docentes sobre cómo formar estas habilidades, en correspondencia con las especificidades de cada carrera.

En el segundo grupo se distingue la estrategia propuesta por las investigadoras Y. Rosario y E. A. Ferrer (2014) para la formación de competencias investigativas en estudiantes de la carrera de Ingeniería Informática, la que favorece el actuar eficiente del futuro profesional para la solución de problemas. Esta estrategia es muy coherente con la necesidad actual de formación investigativa que tienen los estudiantes de las carreras de perfil computacional. Sin embargo, la misma no contribuye a la formación de una lógica computacional efectiva que permita indagar, analizar e integrar las diferentes etapas de desarrollo por las que transita un sistema computacional, dado que, aun cuando fundamenta de manera acertada las competencias esenciales que deben distinguir al profesional de perfil informático, no da pautas para que los docentes puedan formar estas competencias de manera efectiva.

En resumen, a partir del análisis hecho, se reconoce la diversidad y validez de perspectivas didácticas existentes para la formación investigativa en Ciencia de la Computación. Sin embargo, desde la intencionalidad del presente estudio, que se centra en la dinámica del proceso de formación investigativa en la carrera de Licenciatura en Ciencia de la Computación, se

considera necesario proponer la elaboración de un sistema de procedimientos que, tomando en consideración las exigencias didácticas relativas al desarrollo de habilidades de abstracción para la comprensión de la situación problemática inherente al usuario y el diseño e implementación computacional de una solución, permita connotar la naturaleza esencialmente interpretativa del proceso de investigación científica en la citada carrera.

Consecuentemente deben proponerse instrumentos que logren que el estudiante se sitúe en el rol del intermediario o desarrollador de sistemas de información computacional, para que ejecute las funciones que llevaría a cabo un equipo de profesionales de computación encargado de crear un software; convirtiéndose en el agente que dinamiza el proceso de elaboración del mismo, al interpretar las necesidades del usuario y tratar de llevarlas al software, para luego devolver a dicho usuario las nuevas exigencias del sistema. A tales efectos el rol del intermediario puede ser asumido por un estudiante o grupo de estudiantes, orientados por el profesor. Este proceso puede ser explicado a partir de la Teoría del Aprendizaje Significativo de D. P. Ausubel (2002), la que facilita el estímulo de un pensamiento proyectivo en el intermediario, para que gestione la información relevante del usuario.

También se puede lograr desde la formación de un pensamiento sistémico, que es la actitud que se basa en la percepción del mundo real en términos de totalidades para su análisis, comprensión y accionar. El mismo permite la comprensión, simulación y manejo de sistemas complejos. La metodología del pensamiento sistémico ayuda a la optimización de los procesos, la obtención de metas y a la creación de una planeación estructurada para anticiparse al entorno donde se encuentra (García, P., 2014).

La caracterización epistemológica realizada en este epígrafe ha permitido que emerjan categorías esenciales del proceso de formación investigativa en Ciencia de la Computación, las que han de relacionarse para fundamentar el mismo, en estrecho vínculo con las teorías científicas que lo sustentan. Una de estas teorías es la hermenéutica o ciencia de la interpretación, cuyo principio clásico postula que toda realidad comporta un mensaje que debe interpretarse, con lo que se llegaría a una interpretación de esa realidad, siendo su eje esencial la relación sujeto-objeto (Capurro, R., 2000).

Reconocerla como un enfoque metodológico, interpretativo de la lógica del proceso de investigación en Ciencia de la Computación, permite penetrar en la esencia de los fenómenos, pues ofrece una vía para su interpretación desde niveles de observación, comprensión y explicación, que desarrollen la reconstrucción del objeto de investigación y su aplicación a la práctica social.

Así la hermenéutica, vista desde la semiótica, tiene tres momentos principales: sintaxis, semántica y pragmática. La sintaxis tiene en cuenta el significado textual, sin el cual no puede haber semántica ni pragmática. La

semántica tiene que ver con la conexión del texto con los objetos que designa y la pragmática puede entenderse como la traducción a la praxis de lo que pudo ser la intención del autor (Beuchot, M., 1997).

Una mirada más acorde a la presente investigación es la aportada por R. Capurro (2010), quien plantea que la hermenéutica actual, después de haber pasado por diferentes corrientes filosóficas, enfrenta el desafío teórico y práctico de la técnica digital, que converge en lo que se podría llamar una hermenéutica digital. La misma tiene como tarea la interpretación de la racionalidad digital, así como su auto-interpretación en el horizonte de dicha racionalidad. El avance científico y tecnológico producido por la invención de la computadora y la creación de la red digital mundial es un desafío para la hermenéutica, en tanto ella toma conciencia de la relevancia de los procesos digitales para la interpretación de sentido.

Si bien antiguamente la hermenéutica se encargaba de la interpretación de los textos bíblicos o jurídicos y posteriormente la hermenéutica filosófica se aplicaba al ser mismo del intérprete, en la actualidad la hermenéutica digital se define en el cruce del intérprete con los programas digitales y su hibridación con procesos naturales y productos artificiales. Una hermenéutica así, diferenciada por un medio, se relaciona desde su misma autodefinición con los problemas que surgen en otros medios.

En esta misma dirección, T. J. Froehlich (1994) ha expuesto las relaciones entre hermenéutica y los métodos computacionales de recuperación de la información, considerando que la hermenéutica puede proporcionar un marco más productivo para modelar sistemas de información y criterios sobre su uso. Este marco, a decir del citado autor, debe incluir:

- Una hermenéutica de usuarios, capaces de interpretar sus necesidades con relación a sí mismos, a intermediarios y al sistema.
- Una hermenéutica de la colección, que sea capaz de fundamentar los procesos de selección de documentos o textos y la forma en que estos son indexados y catalogados.
- Una hermenéutica del sistema intermediario, en la que tiene lugar el clásico matching (acople) al que se refiere el paradigma físico.

Justamente en el presente trabajo se propone asumir la hermenéutica digital como uno de los sustentos teóricos que faciliten la modelación de la dinámica del proceso de formación investigativa en Ciencia de la Computación, desde la interpretación computacional que se debe realizar de una determinada situación problémica, en aras de llegar a una solución computacional de la misma. Esta modelación tendrá la función de constituirse en sustento para la elaboración de un sistema de procedimientos didácticos que permita incidir en el perfeccionamiento de la citada dinámica.

CONCLUSIONES

El análisis epistemológico desarrollado ha permitido revelar insuficientes referencias teóricas y metodológicas a la formación investigativa en Ciencia de la Computación. Estas insuficiencias limitan la dinámica del proceso de formación investigativa de los estudiantes, lo que trae consigo una excesiva simplificación del proceso de sistematización de la información proveniente de la situación problémica, así como una insuficiente comprobación del correspondiente sistema computacional.

La sistematización realizada a partir de los referentes teóricos y metodológicos del proceso de formación investigativa en Ciencia de la Computación, permitió revelar el limitado tratamiento que se le brinda actualmente a la investigación, pues aunque se han realizado propuestas desde lo intra e interdisciplinar, sólo se han tenido en cuenta las asignaturas correspondientes a las prácticas laborales, no concibiéndose el mencionado proceso desde la integración y gestión de la mayoría de las asignaturas del currículo, comenzando desde primer año.

La caracterización realizada evidencia la necesidad de elaboración de un sistema de procedimientos didácticos para el proceso de formación investigativa de los estudiantes de la carrera de Licenciatura en Ciencia de la Computación. El sistema debe de servir como instrumento orientador a profesores y estudiantes para llevar a cabo la formación investigativa de manera eficiente.

REFERENCIAS

- ACM'05. (2005). ACM / IEEE – CS Computing Curricula 2005. The Overview Report. Disponible en: www.computer.org/education/cc2005/ironman/cc2005/index.html, 2005 [Consultado el 8 de Marzo de 2013].
- ACM'13. (2013). ACM / IEEE – Computer Science Curricula 2013. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science. Disponible en: <http://www.computer.org/education/cc2005/ironman/cc2005/index.html>, 2005 [Consultado el 12 de Enero de 2015].
- Ango, H. (2010). Metodología de la investigación científica. San Juan de la Frontera. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (Escuela de Postgrado). pp. 7. Perú.
- Arana, M. (2005). La Educación Científico-Tecnológica desde los Estudios de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación. Revista Tabula Rasa. Bogotá - Colombia, No. 3: 293-313.
- Austin, T. (2000). Teoría de sistemas y sociedad. Editorial Universidad "Arturo Prat" Sede Victoria. Disponible en: www.geocities.com/tomaustin_cl/index.html [Consultado el 22 de abril de 2011].
- Ausubel, D. P. (2002). Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. Edit. Paidós. Barcelona.
- Baeza, R. (2001). Diseñemos Todo de Nuevo: Reflexiones sobre la Computación y su Enseñanza. Revista Colombiana de Computación Vol. 1, No. 1, pp. 7-28.
- Beuchot, M. (1997). Tratado de hermenéutica analógica, México: UNAM.
- Cañedo, R., Ramos, R. y Guerrero, J. (2005). La Informática, la Computación y la Ciencia de la Información: una alianza para el desarrollo. Acimed 2005; 13(5). Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13_5_05/aci07505.htm [Consultado el 31 de julio de 2013].

Capurro, R. (2010). La hermenéutica frente al desafío de la técnica digital. *Revista Liinc (Laboratório Interdisciplinar em Informação e Conhecimento)*, Vol. 6, No. 2, Diciembre, 2010, Rio de Janeiro, p. 235-249. Disponible en: <http://www.ibict.br/liinc> [Consultado el 31 de julio de 2012].

CNA – Chile (2012). Comisión Nacional de Acreditación CNA-Chile. Universidad de Santiago de Chile. Facultad de Ciencias. Disponible en: <http://lcc.usach.cl/index.php/programas-de-estudio> [Consultado el 15 de abril de 2013].

Denning, P.J. (2000). *Computer Science: The Discipline*. Encyclopedia of Computer Science.

Díaz, J. R. (2002). *Sistemas de Información para la Gestión Empresarial*. Maestría en Ciencia de la Computación. Universidad Popular de Nicaragua, Facultad de Informática, Nicaragua.

Díaz, M. V. (2009). *La gestión formativa para la investigación en las instituciones de la educación superior*. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. CeeS “Manuel F. Gran”. Universidad de Oriente, Cuba.

Drake, J. M. y López, P. (2009). *Ingeniería software: Verificación y Validación*. Disponible en: http://www.ctr.unican.es/asignaturas/Ingenieria_Software_4_F/Doc/M7_09_VerificacionValidacion-2011.pdf [Consultado el 21 de abril de 2014].

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.

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. Vol. III, No. 1, Año 2014. ISSN 2307-7522. Cuba.

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.

Froehlich, T. J. (1994): *Relevance Reconsidered - Towards an Agenda for the 21st Century: Introduction to a Special Topic Issue on Relevance Research*. En: *Journal of the American Society for Information Science* Vol. 45, No. 3, pp.124-134.

Fuentes, H. C., Matos, E. C. y Cruz, S. (2004). *El Proceso de Investigación Científica desde un Pensamiento Dialéctico Hermenéutico*. Libro inédito CeeS “Manuel F. Gran”. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.

García, F. (2009). *La investigación tecnológica. Investigar, idear e innovar en Ingenierías y Ciencias Sociales*. México: Editorial Limusa. (pp. 45-100).

García, P. (2014). *Pensamiento Sistémico*. Revista ECURED. Disponible en: http://www.ecured.cu/index.php/Pensamiento_sist%C3%A9mico [Consultado el 20 de abril de 2015].

González, H. S. (2011). *Formación investigativa para la educación superior desde una perspectiva pedagógica*. Revista Científica no. 14, julio – diciembre, Bogotá, Colombia. [ISSN 0124 2253].

Gorina, A. (2010). *Dinámica del procesamiento de la información en las investigaciones sociales*. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. CeeS “Manuel F. Gran”. Universidad de Oriente, Cuba.

Guerrero, M. E. (2007). *Formación de habilidades para la investigación desde el pregrado*. Revista Acta Colombiana de Psicología Vol.10 No.2. Bogotá. July/Dec. [ISSN 0123-9155].

Guevara, M. (1995). *La información*. Ciencias Informáticas. 25(4):240-1.

Jara, O. (1994). *Para sistematizar experiencias*. Centro Editor Alforja, Costa Rica.

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.

Lissabet, A. (2011). *La Cultura Informática del Profesor de Computación en Cuba*. Revista Cuadernos de Educación y Desarrollo. Vol. 3, No. 23.

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.

Medina, M. (2012). Introducción a la ingeniería de software y sistemas de computación. Disponible en: <http://www.isittla12.blogspot.com/2012/11/unidad-1-introduccion-la-ingenieria-del.html> [Consultado el 16 de abril de 2013].

MES (2008). Plan de estudios de la carrera Licenciatura en Ciencia de la Computación. Comisión Nacional de Carrera. Ministerio de Educación Superior. Cuba.

Pressman, R. (2002). *Ingeniería de Software: Un Enfoque Práctico*. McGraw-Hill, Interamericana de España.

Rodríguez, G., Gil, J. y García, E. (2008). *Metodología de la investigación cualitativa*. Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba.

Rojas, J. L. (2004). *Tendencias de los servicios de información*. La Habana: Universidad de La Habana. Facultad de Comunicación, 2004.

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.

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

Ruiz, R. (2007). *Historia y evolución del pensamiento científico*. Edit. EUMEDNET. (Biblioteca Virtual de Derecho, Economía y Ciencias Sociales). Disponible en: www.eumed.net/libros/2007a/257/ [Consultado el 18 de diciembre de 2011].

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. El Salvador. Disponible en: <http://www.upes.edu.sv/facultades/ingenieria-y-arquitectura/ingenieria-en-ciencias-de-la-computacion.html?start=2> [Consultado el 15 de abril de 2013].

Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, Vol. XXXIII, No 1, pp. 155 – 165.

Wiltrock, R. (1990). *Comprensión y representación*. MacMillan Publishing Company.

