

La enseñanza de la informática y de la matemática: ¿semejantes o diferentes?

Walfredo González-Hernández

Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad de Matanzas, Cuba. walfredogh@gmail.com

Resumen—El artículo expone los aspectos esenciales de la enseñanza de la informática y su diferencia con una de las didácticas particulares de la cual más se ha nutrido: la Didáctica de la Matemática. En el artículo se analiza la actividad informática destacando sus procesos distintivos que posteriormente servirán de base para destacar las diferencias con la enseñanza de la matemática.

Palabras Clave—enseñanza de la informática; aprendizaje de la informática; conceptos informáticos.

Recibido: 6 de noviembre de 2017. Revisado: 6 de marzo de 2018. Aceptado: 20 de marzo de 2018.

Informatics and mathematics teach: equals or different?

Abstract—The article presents the essential aspects of computer education and its difference with one of the individual teaching which has been nurtured over: The Teaching of Mathematics. The first theoretical approaches about teaching computers were taken from the teaching of mathematics, however, it will be shown in this article that is a reality that should be changed.

Keywords—teaching of computer; computer learning; computer concept.

1. Introducción

Las ciencias en su desarrollo histórico han elaborado un cuerpo teórico que permite explicar su objeto de estudio. En las ciencias relacionadas con el ser humano, en especial la didáctica, juega especial papel los procesos de representación social que posean los investigadores de su objeto de estudio y mucho más aquellos que inician el camino de las investigaciones en un área. Esta ciencia, al estudiar los procesos formativos en ambientes escolarizados, juega un papel esencial como sustento teórico para formar a las generaciones con el conocimiento humano. En las didácticas particulares, aquellas que se encargan de la enseñanza de una rama del saber humano, la representación social de su objeto de estudio es clara, sin embargo, lo que no es muy claro en algunas ocasiones radica en lo que se debe enseñar. En algunas ocasiones la representación que poseen de los investigadores acerca de la rama del saber humano a enseñar, en otras por investigar solamente el contenido de un programa de estudio en particular; múltiples pueden ser las razones. Por tanto, en el surgimiento de muchas de las didácticas particulares nace viciado de la representación

social que se tenga de aquellos investigadores piensan que es el contenido de enseñanza como se concibe en la didáctica cubana (Addine, 2010; Ginoris, 2006; Ginoris Quesada, Addine Fernández, & Turcaz Millán, 2006). Un caso en el cual se cumple la afirmación anterior se trata de la enseñanza de la Matemática y de la enseñanza de la informática, en este último caso se han calcado muchas de las experiencias en la enseñanza de la primera. Es importante en este artículo develar las diferencias entre la enseñanza de la matemática y de la informática.

2. Desarrollo

Durante la década de los 80 en Cuba se introducen algunos teclados inteligentes con un lenguaje de programación denominado MSX-Basic que permitía comenzar algunos pasos en la codificación de algoritmos para la enseñanza media. Se comienzan los estudios acerca de cómo enseñar a programar y una de las estrategias más usuales es la elaboración de algoritmos y su posterior codificación [1]. Esta forma de pensar para enseñar programación domina el pensamiento cubano sobre la enseñanza de la programación y ha sido reforzado después de la edición del libro de texto básico para la formación de maestros en la enseñanza general [2]. Este libro está fundamentado en la tesis de doctorado del autor y las investigaciones de sus seguidores en las cuales se fundamentan el concepto de formas regulares como aquellas regularidades que se pueden presentar en las clases de informática. Este concepto, necesario para tipificar aquellas invariantes que se repiten en la docencia de informática, fue sustraído del concepto de situaciones típicas para la enseñanza de la Matemática [3, 4]. Lo preocupante en sí no es el traslado del concepto sino también de sus representantes y tratamiento de la misma manera que en la ciencia de su surgimiento. De este traslado conceptual de una ciencia para otra ha llevado que en el ideario acerca de la enseñanza de la informática en Cuba [5-7]. Incluso en algunos autores [7] hacen referencia a la enseñanza de la Matemática para construcciones teóricas propias de la informática que poseen diferencias sustanciales entre ellas a las cuales se hará referencia posteriormente. Estas referencias a la enseñanza de

Como citar este artículo: González-Hernández, W., La enseñanza de la informática y de la matemática: ¿semejantes o diferentes?. Educación en Ingeniería, 13(26), pp. 20-26, Julio, 2018.

la Matemática en términos de situaciones típicas (formas regulares para la enseñanza de la informática) para la enseñanza de la informática son tres: formación de conceptos, tratamiento de procedimientos algorítmicos y resolución de problemas. El abordaje de cada uno de ellos incluso toma definiciones de la matemática que son trasladadas a la enseñanza de la informática [7]. Para un análisis desde la informática de lo falaz que pueden resultar estos traslados es importante comenzar el análisis de la informática como ciencia y su surgimiento y desarrollo.

2.1. La informática como ciencia

Dentro de las tecnologías que existen hoy entre las más importantes se destacan la informática y las comunicaciones marcando pautas e impactando en variadas esferas de la sociedad actual. El surgimiento y desarrollo de la informática ha estado dirigido por la unidad y lucha de contrarios entre el hardware y el software caracterizándose por los siguientes elementos: aumento de la velocidad de procesamiento, disminución del tamaño, renovación rápida, alto costo, gran capacidad de almacenamiento, agrupamiento en redes para la solución cooperativa de problemas: grid y otras tecnologías.

Estas soluciones han permitido a la informática una gran versatilidad que en la formación de los profesionales de esta ciencia ha constituido un reto. Uno de los más importante está enfrentar la obsolescencia de los contenidos informáticos una vez graduados. Otro de los problemas relacionados con ello se encuentra en la diversidad de sistemas informáticos para la informatización de los más diversos procesos y en los cuales no siempre se utiliza el mejor de ellos. En este sentido la informática se diferencia de la matemática puesto que en las empresas se aplican los contenidos matemáticos que son impartidos en la universidad como se demuestran en varios estudios [8,9]. Una solución a la obsolescencia de los contenidos informáticos se encuentra la construcción teórica denominada por el autor núcleo conceptual [10-12] definida como: todos aquellos conceptos que trascienden el marco de un sistema informático en particular y, por ende, tienen que ser abordados cuando se trate cualquier sistema perteneciente a una familia, conjuntamente con el sistema de operaciones a realizar con su expresión informática, expresa la preocupación por la solución a la problemática planteada. Sin embargo, no resulta suficiente expresar los conceptos más generales sin tener en cuenta la abstracción que sucede de la realidad hasta su implementación en un sistema informático. Este proceso ha conllevado a la formación de conceptos que tienen una connotación en la informática y se expresan en cada sistema de manera diferente. Tomaremos como ejemplo para ilustrar la exposición los conceptos de la programación orientada a objetos.

En la formación del concepto de herencia se pueden diferenciar el concepto real de herencia que los estudiantes poseen del concepto informático. La herencia biológica es generalizada en la concepción informática para expresar una relación entre clases en las cuales una o varias reciben las propiedades de otra o para ser ampliada una de ellas tomando como base la otra. Existen diversas restricciones para su implementación en cada lenguaje de programación, sin

embargo, el modelo es similar.

Sin embargo, ¿qué sucede cuando se introduce la enseñanza de los lenguajes de programación si los estudiantes conocen las bases de datos relacionales? La introducción del núcleo conceptual conlleva a la ruptura con el sistema de conocimientos anteriores lo cual hace que aumente el nivel de problemicidad. Es opinión de este autor que los niveles de abstracción, análisis – síntesis y generalización presentes en todo proceso de formación del concepto aumentan. De esta manera es necesario diferenciar los núcleos conceptuales que representan a todo un sistema de núcleos conceptuales como son los casos Objeto, Base de Dato Relacional, entre otros y aquellos que, siendo núcleos conceptuales, son representados por estos como son los casos de polimorfismo y encapsulamiento. Este autor propone denominar a los primeros núcleos conceptuales básicos y a los segundos núcleos conceptuales no básicos. Reconocer variaciones sustanciales de la esencia de la familia de sistemas en lo que se quiere obtener y, por ende, en el conjunto de núcleos conceptuales para la solución de este problema, implica la búsqueda de una nueva familia de sistemas y el conjunto de núcleos conceptuales que sustenta. Se comienza el tratamiento de los núcleos conceptuales básicos los cuales se pueden definir como aquellos núcleos conceptuales que expresan la esencia de la familia de sistemas informáticos implicando cambios en la forma de trabajo y pensamiento informático de los estudiantes para la solución de problemas y los núcleos conceptuales no básicos son todos aquellos que se derivan de estos en el proceso de enseñanza aprendizaje de la informática.

La determinación del núcleo conceptual básico conlleva a un modelo informático diferente dado por el sistema teórico que lo sustenta. Así, si se determina como núcleo conceptual básico Base de Datos Relacional, entonces la búsqueda de la solución se orienta hacia la determinación del Diagrama Entidad Relación, las normalizaciones y su implementación en un sistema gestor de bases de datos.

La división de los núcleos conceptuales en básicos y no básicos propicia la organización jerárquica de los niveles de contradicción que se puede encontrar en toda la enseñanza de la informática. La búsqueda de un núcleo conceptual básico implica una ruptura con el sistema de conocimientos que posee el estudiante e indica la estructuración de un nuevo sistema de conocimientos asociado al nuevo núcleo conceptual básico. La distinción entre el núcleo conceptual básico y el núcleo conceptual no básico radica, en el orden metodológico, en el nivel de problemicidad que se le propone al estudiante. Ello llega a implicar la modificación del sistema de hábitos y habilidades informáticas, formas de trabajo y pensamientos asociados, entre otras cuestiones; que serán objeto de apropiación por parte del estudiante. De lo anteriormente planteado es posible inferir que el proceso de formación de un núcleo conceptual básico es un proceso largo y complejo donde se involucran todo un sistema de clases constituyendo una arista del enfoque de sistema propuesto por el autor [10,11].

La distinción por parte del estudiante de la ruptura en el sistema de conocimientos depende de la estructuración del problema que origina la situación problemática, jugando en ello un papel fundamental el nivel de problemicidad planteado. Es

necesaria por parte del profesor la elaboración de un problema en el cual se represente los elementos distintivos del nuevo sistema de conceptos, así como las leyes objetivas que llevan a su surgimiento; desempeñando un papel fundamental las contracciones que se originan en el desarrollo de la informática. En este momento juegan un papel fundamental los núcleos conceptuales puesto que en dependencia del núcleo conceptual será el modelo informático a construir para la solución del problema. En el caso de la enseñanza de la informática lo buscado representa conceptos, definiciones, procedimientos, modelos, estructuras sintácticas, sistemas y/o algoritmos informáticos a obtener por los estudiantes en la búsqueda de la solución del problema que se expresa en la familia de sistemas y tiene las restricciones de ella y los sistemas que la componen.

La clasificación abordada anteriormente no es un sistema estático sino en relación dialéctica porque en un momento del análisis un núcleo conceptual puede ser básico mientras que en otro momento puede considerarse como un núcleo conceptual no básico, dependiendo del nivel de generalización que exista en el análisis realizado y el nivel de desarrollo alcanzado por los estudiantes. Mientras más núcleos conceptuales básicos se conviertan en parte del sistema de conocimientos de los estudiantes; logrado en el análisis realizado por el profesor y los estudiantes, mayor será el nivel de abstracción, análisis – síntesis y generalización que deban lograr. Avanzar en este sentido implica un reto para la enseñanza de la informática al tratar de implementar estos núcleos conceptuales, los cuales para este autor deben ser expresados en forma de proyectos complejos (González, 20013) a resolver por el estudiante. Esta es una solución que no es posible extrapolar a la enseñanza de la Matemática pues este proceso no existe.

En esta última ciencia las controversias están en su carácter de ciencia en lo cual este autor no tiene dudas, sin embargo, en varias publicaciones al respecto [13,14] se aborda como un sistema de lenguajes formales, lo cual se aleja un poco su carácter de ciencia. Este análisis lleva al autor a tomar posiciones en cuanto al carácter de ciencia asumiendo que es una ciencia que se dedica al estudio de las propiedades de los entes abstractos y de sus relaciones por lo que ello se refleja en su enseñanza. Este objeto de estudio se refleja en los resultados principales del estudio acerca de su enseñanza: las líneas directrices y las situaciones típicas. Es opinión de este autor que en estos resultados debe encaminarse la enseñanza de la informática como ciencia, sin embargo no debe ser un calco como ha sucedido en las investigaciones iniciales al respecto [2]. Existen hoy investigaciones [15-18] que apuntan hacia todo lo contrario. La enseñanza de la informática debe partir de la esencia de esta ciencia, sus métodos y formas de trabajo y pensamiento desarrolladas a lo largo de su devenir histórico en las cuales, a juicio de este autor, existen diversos puntos de contacto, pero no son iguales. Uno de estos puntos de contacto lo constituyen sin lugar a dudas el desarrollo de la personalidad de los estudiantes como fin, aunque las vías para su logro pueden ser totalmente diferentes. Para ello es importante el análisis de la informática como ciencia y su desarrollo actual.

La informática ha tenido, desde su surgimiento y que se ha acentuado en su desarrollo, una dualidad de comportamiento que ha llevado a la confusión en diversas publicaciones al

respecto [19-21]. En un momento es una ciencia que se encarga de la protección, transmisión y conservación de la información utilizando computadoras como se reconoce en la literatura al respecto [2]. Sin embargo, muchos de sus resultados más relevantes en las últimas décadas se han utilizado o devienen en tecnologías, cuestión esta que la diferencia de la Matemática y debe ser llevado a la enseñanza.

Considera el autor que el sistema informático es un mediador en la relación hombre – computadora si se asume que el rasgo fundamental de la actividad humana es su carácter mediatizado por el instrumento, que se interpone entre el sujeto y el objeto de la actividad. En el proceso de desarrollo histórico de la humanidad, entre las personas y la naturaleza "natural" se interponen, creados por el trabajo, objetos que constituyen la segunda naturaleza, la naturaleza social del hombre. Dichos objetos constituyen la cultura. Es por ello que la selección del sistema informático es importante puesto que constituye un mediador entre la computadora y el hombre para que esta última ejecute el modelo elaborado por el hombre tomándose como criterio de veracidad.

2.2. Comparación entre la enseñanza de la informática y de la matemática

Si se asume este criterio entonces existen algunos elementos discordantes entre la formación informática y la formación matemática. La formación matemática transcurre por regla general centrada en los procesos ya descritos, pero sin variabilidades significativas en sus contenidos de enseñanza, cuestión esta que no es así durante la enseñanza de la informática. En este sentido se vuelve a la obsolescencia de los contenidos informáticos al transcurrir el período de formación.

El análisis de la obsolescencia de los contenidos de enseñanza en la universidad depende de varias cuestiones. Hasta el momento sólo se ha abordado desde la arista informática y es necesario tener en cuenta los elementos hegemónicos y de ideología que están presentes en la producción informática hoy en día. Estos elementos hegemónicos y de ideología son determinantes para seleccionar el contenido de enseñanza. Estas afirmaciones implican una reflexión sobre las tendencias en el software propietario y software libre.

En las tecnologías informáticas existen dos filosofías de uso de herramientas que se extienden a la producción de conocimiento y otras herramientas. Para una de ellas es parte del conocimiento que puede ser vendido o utilizado para la obtención de ganancias. En otro caso, es parte del conocimiento acumulado por la humanidad y, por tanto, debe ser utilizado por todos. La decisión de qué herramientas enseñar, así como los conocimientos asociados a ellas es una de las primeras cuestiones que deciden los gobiernos o, en ausencia de esta decisión, quedar a la toma de decisión de las universidades, profesores o empresas que influyen en los procesos universitarios. En el caso de los países del tercer mundo es una alternativa interesante para el desarrollo informático puesto que es una herramienta confiable, segura y gratuita que garantiza soberanía tecnológica. Estas filosofías de desarrollo pues marcan pautas en cuanto a la formación de los estudiantes

puesto que asumir una u otra tiene un impacto significativo en la formación informática de los estudiantes, cuestión esta que no existe en la enseñanza de la Matemática.

Por ende, ya existe una primera transformación del contenido de enseñanza de la informática que no está presente en la enseñanza de la matemática y es la alternativa del tipo de herramienta a utilizar además de cómo gestionar el conocimiento. Sin embargo, otras transformaciones deben seguir adelante. Una de las soluciones propuestas [22-24] es llamada como núcleo conceptual y núcleo conceptual básico. En el núcleo conceptual se expresa la generalidad de los conceptos informáticos independientemente del sistema informático en el cual se expresan.

El proceso de selección de los núcleos conceptuales asociados a la informática lleva a la selección del sistema en el cual implementar los conceptos y modelos obtenidos durante la clase. Otros elementos a tener en cuenta son la interface y la facilidad para la escritura de los modelos. Asumir los núcleos conceptuales implica determinar los ejes de contradicción en el desarrollo de la informática y desarrollar con un carácter científico su enseñanza.

Estas etapas expresan la formación de un concepto informático y su definición como forma regular. Sin embargo, en la concepción de este autor como enfoque de sistema [25] se torna más complejo su estructuración metodológica y se expresa la concatenación de los conceptos y sus definiciones integrando un sistema complejo de núcleos conceptuales como componentes y las líneas directrices las relaciones entre ellos. Ello implica que el esquema planteado en este artículo se convierte en varios esquemas que se dan en la enseñanza de la informática a lo largo del currículo. La integración de los diferentes complejos de conceptos agrupados en las líneas directrices conlleva a una sistematización tanto de los conceptos, así como de su forma de obtención lo cual constituye un reto para la enseñanza de la informática en la actualidad.

Una vez analizado la solución propuesta para la obsolescencia de los contenidos informáticos es necesario continuar el análisis de las semejanzas y diferencias. Como se ha apuntado anteriormente, el compartir como objetivo el desarrollo de la personalidad de los estudiantes a partir de la enseñanza de sus respectivos contenidos, la enseñanza de la Matemática y la enseñanza de la informática comparten puntos comunes. Uno de ellos es la existencia de las situaciones típicas, llamadas formas regulares de la enseñanza de la informática definidas en la literatura [2]. Como se puede apreciar estas formas regulares son un extracto de las similitudes que en su época tenía la enseñanza de la programación, que ya no sucede de esta manera. Es opinión de este autor que si bien existen esas formas regulares descritas en la literatura existen otras que son propias de la informática como son: las estructuras sintácticas y semánticas de los sistemas y la modelación, entre otras.

Sobre las estructuras sintácticas y semánticas de los sistemas es importante recalcar que aún cuando ha sido pensada para la enseñanza de la programación esta debe ser generalizada para todos los sistemas pensando en las estructuras que aparecen en diferentes sistemas de aplicación [26]. Conjuntamente con ellos debe ser enseñada la modelación no sólo de sistemas sino de procesos de informatización de las

organizaciones, aspecto este de vital importancia.

De la representación anterior se puede inferir que el modelo obtenido es producto de la forma de organización fundamental en la informática que es el proyecto [23]. En el proyecto se estructuran las acciones y la labor que pueden desempeñar los profesionales de la informática. En este proceso de desarrollo los integrantes del equipo estructuran la comunicación con sus semejantes y dominan el lenguaje técnico propio de la profesión, las formas en que se representa la información y los procesos a informatizar, así como los resultados de la actividad informática. Por ende, en la concepción asumida en este artículo, las representaciones de las diferentes componentes de un sistema, así como de las actividades a desarrollar forman parte del modelo y constituyen uno de los productos fundamentales de la actividad informática. Al asumir el modelo como el mediador entre el cliente y el equipo de desarrollo es necesario destacar además que la modelación puede entenderse como el proceso de desarrollo de los modelos. Es necesario reconocer entonces que en la modelación juega un papel esencial las metodologías de desarrollo y los lenguajes de modelado.

Por otro lado, en los últimos años se ha venido introduciendo otras metodologías para proyectos diferentes. Estas metodologías orientadas a proyectos pequeños, de rápida variación de las condiciones iniciales, llamadas requisitos en la actividad informática, y de pocos integrantes se inscriben dentro de las llamadas ágiles. Sin embargo, en estas metodologías también es necesario la modelación.

Aun cuando en las metodologías ágiles no se construyen representaciones gráficas para la representación del producto, es importante destacar que se obtienen modelos. Si se asume que el modelo es la representación abstracta, el resultado de la actividad informática y el mediador entre el equipo de desarrollo y el cliente; entonces es lícito considerar la descripción de los productos en estas metodologías como modelo. A partir de estas consideraciones se asume que las historias de usuario constituyen el modelo del producto y el plan de entrega, iteraciones y pruebas bien pueden ser los modelos de los procesos en los cuales se representa la actividad de obtención del producto.

En estos procesos de desarrollo existe una primera etapa de levantamiento de requisitos en el cual se determinan las funcionalidades del sistema y las condiciones en las cuales debe operar. Estas primeras etapas en el desarrollo del sistema constituyen abstracciones que pueden ser escritos en dos formas diferentes: casos de uso del sistema o historias de usuarios. Siendo consecuente con la definición de modelo asumida en este artículo se considera entonces que estos dos artefactos que pueden ser resultantes del proceso levantar requisitos son modelos de carácter proyectivo, al anticipar a la realidad y proyectar el nuevo sistema a ser desarrollado.

De la misma manera sucede en el caso de la necesidad de almacenamiento de las informaciones una vez que concluya la ejecución del producto. En este caso es importante comenzar, al igual que en el caso de las modelaciones de las funcionalidades, con el dominio de la aplicación. Del dominio de la aplicación se pasa al diagrama de clases como medio de representar la estructura interna del sistema por medio de sus componentes

estructurales si se utiliza un modelo orientado a objetos. De este modelo se pasa, por medios de transformaciones informáticas, al modelo entidad relación, como modo relacional de representar la información a almacenar. Estas transformaciones incluyen procesos simbólicos entre los cuales están operaciones con conjuntos y otras de índole matemático e informático. Desde esta modelación de las bases de datos es que se realiza la posterior codificación en el lenguaje correspondiente. De esta manera se añade otras acciones de modelación cuando se realizan acciones de transformación de este modelo para obtener otro. En ello las bases de datos juegan un papel esencial en el almacenamiento de los datos para las representaciones informacionales de los procesos naturales [27].

Dentro de este sistema de conocimientos para la modelación es importante tener en cuenta el sistema de símbolos propio de cada metodología y la documentación que esta genera para expresar sus procesos y estructuras. La simbología elaborada en el proceso histórico de desarrollo de la informática como ciencia expresa la idea esencial de eliminar las ambigüedades en las representaciones, de tal manera que logre ser comprendida por todos los integrantes del proyecto. Sin embargo, no sólo el dominio de la simbología para cada proyecto garantiza una correcta representación del proceso o estructura sino también las relaciones entre ellos. Cada símbolo y su relación con los otros expresan ideas que deben ser representadas sin ambigüedades. La correcta colocación de los símbolos en dependencia de las ideas que se representen es esencial para que sea comprendido por el resto de los integrantes del proyecto.

De esta manera se concluye que la modelación es una actividad importante dentro del proyecto al marcar las pautas del desarrollo de un sistema, sin embargo, los sistemas no es el único resultado de la actividad informática. Cuando se trata de un proceso de informatización de una organización los flujos de información juegan un papel esencial. En este proyecto de informatización la elaboración de los niveles de acceso, los roles de las personas que pueden acceder a la información, así como las vías de tráfico de información son elementos necesarios para representar. Las representaciones de la red por donde debe viajar la información, los puntos de tráfico, así como los nodos de intercambio de información son necesarios para la comunicación en este tipo de proyecto. Esta representación también tiene sus signos y símbolos particulares que el profesional informático debe dominar para expresar las ideas esenciales del proceso.

De las consideraciones acerca del papel del modelo en la actividad informática se puede considerar este en dos direcciones: como punto de partida y como resultado. En el primer caso se comienzan a realizar un conjunto de procesos necesarios a partir de un modelo; en el segundo caso cuando el sistema de acciones de los integrantes del proyecto está dirigido a obtener el modelo. Este papel del modelo en la actividad informática tiene un carácter proyectivo dirigido a la informatización de procesos organizacionales. Otra característica esencial de los modelos informáticos es su carácter integrador. En dependencia del proyecto a realizar entonces se integran varios modelos en uno para representar todos los componentes del proceso o estructura. De ahí la

importancia de modelar como conocimiento propio de la informática.

Otro de los aspectos en los cuales la enseñanza de estas ciencias coincide se presenta en la enseñanza de la resolución de problemas. Sin embargo, en opinión del autor de este artículo vuelven a presentarse diferencias en el cómo realizarlo. En el caso de la enseñanza de la informática se puede asumir como problema la definición dada para la enseñanza de la matemática [28]. Sin embargo, debe aclararse que su solución se da en el marco de un proyecto. En una amplia bibliografía al respecto [17,18,23,26,29,30] por lo cual no será demostrado para poder abordar otras cuestiones en el número de páginas establecido. Para este autor su concreción se encuentra en un programa heurístico general para la enseñanza de la informática que sea resistente a la dicotomía clásica en la enseñanza de esta ciencia: los sistemas de aplicación y los lenguajes de programación y que logre formar a los estudiantes para la solución de problemas teniendo en cuenta la gran diversidad de sistemas diferentes para una misma actividad [23, 24, 30] propuesto por el autor. La estrategia heurística general: Construcción del modelo basándose en el núcleo conceptual básico expresada por el autor (González, 2013), es aplicable a la resolución de problemas informáticos en dependencia del nivel de los estudiantes. El autor considera que la estrategia planteada pertenece a un programa heurístico general para la enseñanza de la Informática. En estos procedimientos de la enseñanza de la informática aún dista mucho de la sólida estructuración científica de la enseñanza de la matemática en su desarrollo.

La propuesta expresada anteriormente, en opinión del autor, plantea que la solución en un sistema informático se basa, en última instancia, en la búsqueda del núcleo conceptual, que puede ser básico o no, y la construcción del modelo a partir de su expresión informática. De esta estrategia heurística general se derivan estrategias heurísticas particulares para las familias de sistemas. Por ejemplo, en la solución de problemas con tabuladores electrónicos es importante expresar el problema en términos de funciones o funcionalizar el problema. Si su solución implica bases de datos se trata de expresar el modelo entidad – relación del problema y en el caso del paradigma orientado a objetos se trata de construir clases que, siendo instanciadas, se comunican y resuelven el problema. Esto ha sido una producción teórica [10, 11] que ha marcado diferencia con aquellas relacionadas con aquellas aproximaciones de la enseñanza de la informática que han calcado elementos de la enseñanza de la Matemática. Un esquema que representa las relaciones contenidas en un programa heurístico general para la enseñanza de la informática se expresan en la Fig. 1:

Para este autor, la aplicación consecuente de las estrategias heurísticas planteadas anteriormente propicia en el estudiante el desarrollo de habilidades en la resolución de problemas informáticos como en los problemas matemáticos, aunque ambos posean diferentes conceptualizaciones. Considera el autor que en el programa heurístico propuesto (González, 2006) existen elementos a tener en cuenta en la elaboración de un programa heurístico general para la enseñanza de la Informática. Resultan importantes los pasos de análisis, diseño, obtención del algoritmo y codificación, entendido el último

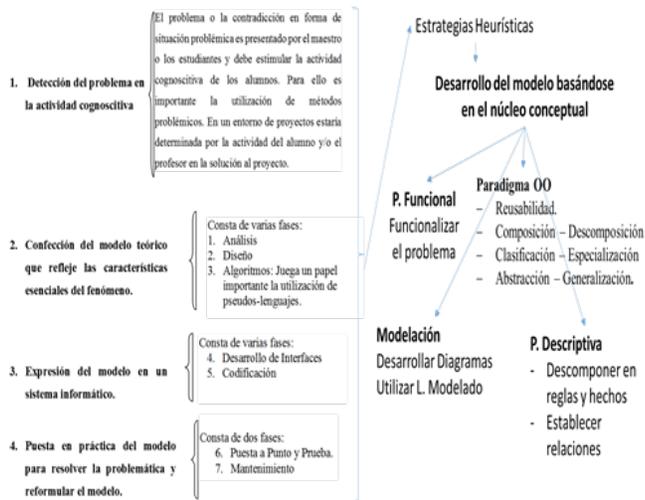


Figura 1. Programa heurístico general para la enseñanza de la informática.
Fuente: El autor.

cómo expresar en términos informáticos el algoritmo y/o el modelo obtenido. Para el tratamiento de estos elementos lo constituye la utilización en la enseñanza de la programación de los ambientes avanzados de desarrollo que permiten la obtención del código realizándose énfasis en los procesos de ingeniería. En este artículo es necesario apuntar que sería una integración en la estructuración docente que permite la continuidad y la sistematización necesaria para lograr una apropiación del sistema de conocimientos sin la existencia de la ruptura que presupone la contraposición de estos sistemas.

3. Conclusiones

La matemática y la Informática son dos ciencias que han desarrollado sus formas de trabajo y pensamiento a lo largo de su devenir histórico. Este desarrollo hace que su enseñanza también se vea impactado por estos procesos y se muestran las diferencias en la informática, así como las vías para lograrlo. Se ha demostrado que pueden y deben existir las líneas directrices y las formas regulares en la enseñanza de estas ciencias, pero existen diferencias sustanciales en cuanto su contenido y forma de expresarlas, cuestión esta que ha sido obviada en las construcciones teóricas al respecto en la construcción teórica de la enseñanza de la informática. Este aspecto es de vital importancia pues los contenidos de cada una de estas construcciones teóricas son sustancialmente diferentes para la enseñanza de cada una de estas ciencias. Se demuestra la necesidad del uso del enfoque de proyecto durante la enseñanza de la informática a partir de sus especificidades como ciencia y por las potencialidades demostradas.

Bibliografía

[1] Barrera-Jiménez, R., Barrera-Jiménez, A.D. y Hernández-Amaro, L.E., Algunas consideraciones en torno al desarrollo de habilidades profesionales del ingeniero informático y el rol de la comprensión de texto en la modelación de algoritmos computacionales, *Revista Científica Pedagógica Mendive*, 13(2), pp. 112-117, 2015.

[2] Expósito-Ricardo, C., *Elementos de metodología de la enseñanza de la informática*. Ciudad de la Habana: Editorial Pueblo y Educación, 2009.

[3] Santos, H., Gamboa, M.E. y Silva, N., Concepciones actuales para el aprendizaje de la geometría plana a través de sucesiones de indicaciones con carácter heurístico, *Revista Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 8(3), pp. 75-90, 2017.

[4] Ballester, S., Santana, H. Villegas, E. y Almeida, B., *Elementos de metodología de la enseñanza de la matemática*. Ciudad de la Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1993.

[5] Borrego-Lobo, J.M., Una alternativa para la enseñanza de los sistemas de gestión de bases de datos en el preuniversitario en Cuba, Tesis MSc., Departamento de Informática, ISP “Enrique José Varona”, La Habana, 1998.

[6] Bonne-Falcón, E., Modelo pedagógico para la enseñanza de los sistemas de aplicación y su papel en la formación informática del profesor de computación, Tesis Dr., Departamento de Informática, ISP Frank País García, Santiago de Cuba, 2003.

[7] López- de la Teja, L.J., Sarría-Stuart, Á. y Fernández-Álvarez, C.D., La formación de conceptos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los sistemas de gestión de bases de datos. *Revista Pedagógica de la Universidad de Cienfuegos*, 13(57), pp. 139-145, 2017.

[8] Torra-Bitlloch, I. y Esteban-Moreno, R.M., Presentación del monográfico: competencias docentes en la educación superior, *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 10(2), pp. 17-19, 2012.

[9] Rico, M.A. y Arandes, J.T., *Matemática borrosa: algunas aplicaciones en las ciencias económicas, administrativas y contables*, Contaduría Universidad de Antioquía, pp. 199-214, 2009.

[10] González-Hernández, W., Propuesta metodológica para el tratamiento de conceptos y definiciones informáticos, *Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa*, [en línea], 4(2), pp. 45-62, 2016. Disponible en: <http://runachayecuador.com/refcale/index.php/refcale/article/view/430/743>

[11] González-Hernández, W., Creativity development in informatics teaching using the project focus., *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 3(1), pp. 63-70, 2013. DOI: 10.3991/ijep.v3i1.2342

[12] González-Hernández, W., Sentí, V.E. y Llantada, M.M., El enfoque de sistema en la enseñanza de la informática para el desarrollo de la creatividad. *Revista Enseñanza Universitaria*, 32, pp. 45 - 56, 2006.

[13] Hauser, M.D. and Watumull, J., The universal generative faculty: the source of our expressive power in language, mathematics, morality, and music, *Journal of Neurolinguistics*, 43, pp. 78-94, 2017, DOI: 10.1016/j.jneuroling.2016.10.005.

[14] Barwell, R., Formal and informal mathematical discourses: Bakhtin and Vygotsky, dialogue and dialectic. *Educational Studies in Mathematics*, 92(3), pp. 331-345, 2016, DOI: 10.1007/s10649-015-9641-z

[15] Danielewicz-Betz, A. and Kawaguchi, T., Preparing engineering students for global workplace communication: changing the japanese mindsets, *International Journal of Engineering Pedagogy*, 4(1), pp. 55-68, 2014. DOI: 10.3991/ijep.v4i1.3297

[16] Maceiras, R., Cancela, Á., Sánchez, A. and Urréjola, S., B-Learning tools in engineering education., *International Journal of Engineering Pedagogy*, 3(2), pp. 36-40, 2013, DOI: 10.3991/ijep.v3i2.2451

[17] Minor, J.T. and Gewali, L.P., Pedagogical issues in programming languages. *Proceedings of the International Conference on Information Technology: coding and computing*, 2004.

[18] Verdú, E., Regueras, L.M., Verdúa, M.J., Leal, J.P., de Castro, J.P. and Queirós, R., A distributed system for learning programming on-line, *Computers & Education*, 58(1), pp. 1-10, 2012. DOI: 10.1016/j.compedu.2011.08.015.

[19] Lilburne, L., Hewitt, A. and Webb, T., Soil and informatics science combine to develop S-map: A new generation soil information system for New Zealand, *Geoderma*, 170, pp. 232-238, 2012, DOI: 10.1016/j.geoderma.2011.11.012.

[20] Avouris, N.M. and Page, B., *Environmental informatics: methodology and applications of environmental information processing*, vol. 6, Springer Science & Business Media, 2013.

[21] Sahinoglu, M., *Cyber-risk informatics: engineering evaluation with data science*, John Wiley & Sons, 2016.

- [22] Karpova, E., Marcketti, S. and Kamm, C., Fashion industry professionals' viewpoints on creative traits and, strategies for creativity development, *Thinking Skills and Creativity*, 10, pp. 159-167, 2013. DOI: 10.1016/j.tsc.2013.09.001.
- [23] González-Hernández, W., Creativity development in informatics teaching using the project focus, *iJEP*, 3(1), pp. 63-70, 2013, DOI: <http://dx.doi.org/10.3991/ijep.v3i1.2342>
- [24] González-Hernández, W., Estrada-Sentí, V. y Martínez-Llantada, M., El enfoque de sistema en la enseñanza de la Informática para el desarrollo de la creatividad. *Revista Enseñanza Universitaria*, 32, pp. 45-56, 2006.
- [25] González-Hernández, W., Propuesta metodológica para el tratamiento de conceptos y definiciones informáticos., *Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa*, 4(2), pp. 33-44, 2016.
- [26] González-Hernández, W., *Apuntes sobre didáctica de la informática*. Ciudad de la Habana: Editorial Universitaria, 2015.
- [27] Núñez, R., El aprendizaje de la física en el preuniversitario y su concepción desarrolladora., *Revista EDUSOL*, 8, pp. 123-29, 2015.
- [28] Ballester-Pedroso, S., El transcurso de las líneas directrices en los programas de matemática y la planificación de la enseñanza. La Habana, 2002.
- [29] Williams, B. and Figueredo, J., From academia to start-up: a case study with implications for engineering education, *International Journal of Engineering Pedagogy*, 4, pp. 24 - 31, 2014. DOI: 10.3991/ijep.v4i1.3236
- [30] González-Hernández, W., La implementación de procesos de informatización en organizaciones como competencia en la formación del profesional informático., *e-Ciencias de la Información*, 6(2), pp. 1-18, 2016.

W. González-Hernández, recibió el título de Licenciado en Educación Especialidad de Matemática y Computación en el año 1995, de MSc. en Didáctica Mención Didáctica de la Matemática en 2003, en la Universidad Pedagógica Juan Marinello y de Dr. en Ciencias Pedagógicas en 2004 en la Universidad Pedagógica Enrique José Varona. De 1995 al 2001 trabajó como profesor de informática en la Universidad Pedagógica Juan Marinello. Se vinculó a la Universidad de Matanzas en el año 2001 hasta la fecha. En el año 2006 fue coordinador del Laboratorio de Tecnologías en la Educación de la universidad y desde el año 2014 es el coordinador de la Carrera Licenciatura en Educación Especialidad Informática en el Departamento de Informática. Sus intereses investigativos incluyen: enseñanza de la informática, enseñanza a distancia, creatividad en la informática y diseño curricular del ingeniero informático.

ORCID: 0000-0001-8974-3721