

UNIVERSIDAD DE LA HABANA
Facultad de Matemática y Computación



**Sistema de actividades para favorecer el Pensamiento
Computacional desde la Matemática Discreta en la
Universidad de las Ciencias Informáticas.**

**Tesis presentada en opción al título académico de
Máster en Ciencias Matemáticas
Mención: Enseñanza de la Matemática**

**Autor: Ing. Leandro Daniel Pérez Tamayo
Tutor: MSc. Alién García Hernández**

La Habana, Cuba

2018

Dedicatoria

A mi abuela Ada.

A mis padres y mi hermano por enseñarme a enfrentar la vida. Pensando en ellos he luchado por cumplir este sueño.

A toda mi familia, por estar pendiente de mí siempre, ser mis inspiradores y confiar en mí.

A mis amigos y todos los que han dejado una huella importante en mí.

Agradecimientos

A mi querida abuela Ada, gracias por todo el cariño, por todo el sacrificio, por tu dedicación hacia mí y para con los tuyos, gracias por ser el pilar fundamental en nuestra bella familia.

A mis padres, que han sido todo esfuerzo a lo largo de mi vida; me han dado motivos suficientes para estar orgulloso de ellos; por estar siempre ahí para dar el apoyo incondicional que tanto se necesita. A mi hermano, por hacerme salir adelante, por perdonarme mis errores, y por estar siempre ahí.

A Manuel Enrique Peiso Cruz, por acompañarme todos estos años. A mi familia que ha sido siempre mi motivación mayor.

A los amigos los que están cerca y a los que por razones ajenas se encuentran lejos en estos momentos. En especial a mis preciosas amigas de la maestría, Maydelin, y Ana, Adriana y a todos los demás gracias por ser tan especiales.

A todo el claustro de la maestría en ciencias matemáticas de la Universidad de La Habana, a los compañeros de trabajo que he conocido a lo largo de estos años y que me han ayudado a ser mejor cada día; unos desde el aula y otros desde su enseñanza y ejemplo, todos han sido importantes en cada momento.

A Frank Alain Castro Sierra, gracias por todo el apoyo incondicional.

A mi tutor, Alién García Hernández, Sin su apoyo, sacrificio y capacidad de transmitir energía positiva en cada momento hoy no sería posible este logro. Le agradezco por su sencillez y su gran corazón.

A todos los héroes anónimos que de una forma u otra han aportado su granito de arena para que hoy este sueño se haga realidad.

Resumen

La Universidad de las Ciencias Informáticas es una institución docente de nivel superior que forma profesionales de la Informática que contribuyen a la informatización de la sociedad cubana. Dentro de las asignaturas que se imparten está la Matemática Discreta (MD). El Proceso de Enseñanza – Aprendizaje de la MD tiene la misión de contribuir al modo de actuación de estos profesionales, que deben caracterizarse por la capacidad de la implementación de los conceptos básicos de las ciencias de la computación para resolver problemas cotidianos, diseñar sistemas domésticos y realizar tareas rutinarias.

A partir de observación pedagógica al Proceso de Enseñanza Aprendizaje, aplicar el Test de Pensamiento Computacional: diseño y psicometría general y otros indicadores, se identificaron varias dificultades, las cuales indican que existen estudiantes del primer año de la UCI que no poseen un pensamiento algorítmico básico. Hay una forma específica de pensar, de organizar ideas y representaciones, que es terreno abonado y que favorece las competencias computacionales y en otras esferas. Se trata de una forma de pensar propicia para el análisis y la relación de ideas, para la organización y la representación lógica. Se trata del desarrollo de un pensamiento específico: El Pensamiento Computacional (PC) definido por la Revista de Educación a Distancia (RED) en 2015 como una metodología basada en la implementación de los conceptos básicos de las ciencias de la computación para resolver problemas.

Por tal motivo, el objetivo de la investigación es elaborar un Sistema de actividades para favorecer al PC desde la enseñanza de la Matemática Discreta (MD), desde el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje de la MD, que contribuya al desarrollo de un Pensamiento Computacional de los estudiantes de primer año de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

En el trabajo se analizan y se contextualizan los referentes teóricos que sustentan el PC, desde el enfoque sistémico-estructural-funcional. Se caracteriza el proceso de enseñanza-aprendizaje de la MD. Se explicita la concepción, ejecución y valoración de un sistema de actividades docentes para contribuir al desarrollo de un PC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta, se exponen ejemplos de las tareas creadas. Se enuncian los resultados de un pre-experimento desarrollado durante el curso 2017-2018 en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas de la Universidad de Ciencias Informáticas. Finalmente se sintetizan las experiencias y los resultados de aplicación de la propuesta.

Palabras claves: Pensamiento Computacional; Algoritmización; Pensamiento Lógico.

Índice de contenidos

Introducción.....	6
Capítulo I: Marco teórico-contextual del Pensamiento Computacional en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática	16
1.1 Caracterización del Pensamiento Computacional.....	16
1.2 Importancia del “Pensamiento Computacional” para los profesionales de la computación.....	21
1.3 Análisis del estado actual del Pensamiento Computacional y el aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI.	28
1.4 Conclusiones del Capítulo	31
Capítulo II: Propuesta de sistema de actividades para favorecer el Pensamiento Computacional desde la Matemática Discreta en la Universidad de las Ciencias Informáticas.	33
2.1 Fundamentación teórica del sistema de actividades para favorecer el Pensamiento Computacional desde la Matemática Discreta en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.	33
2.2 Propuesta de sistema de actividades para favorecer el desarrollo de un Pensamiento Computacional desde la Matemática Discreta en la Universidad de las Ciencias Informáticas.	38
2.3 Conclusiones del Capítulo	52
Capítulo III: Implementación del sistema de actividades y valoración de su efectividad	54
3.1 Análisis de los resultados de la consulta a expertos acerca de la factibilidad del sistema de actividades para favorecer el PC desde la Matemática Discreta en la Universidad de las Ciencias Informáticas.	54
3.2 Introducción parcial en la práctica del sistema de actividades para para favorecer el Pensamiento Computacional desde la asignatura Matemática Discreta en la Universidad de las Ciencias Informáticas.	55
3.3 Análisis de los resultados del pre-experimento pedagógico.	61
3.4 Conclusiones del Capítulo	63
Conclusiones	64
Recomendaciones.....	65
Bibliografía	66
ANEXOS.....	66

Introducción

La Matemática ha estado históricamente en función del bienestar y el indeleble desarrollo de la humanidad, de ahí su importancia. Si bien la Matemática que antecedió al siglo XIX no deja de ser compleja, es innegable que este período vino, según no pocos eruditos y estudiosos del tema, a complejizar aún más la ciencia que ya se había consolidado. Se habían creado las condiciones para el surgimiento de un nuevo período: la Matemática moderna, en el cual aún la humanidad está inmersa (Castellanos & Badía, 2015). Es válido resaltar que esta se ha asociado a la abstracción y las estructuras, fe de ello lo dan las disímiles disciplinas en las cuales se ha descompuesto, donde ocupa un lugar especial la Matemática Discreta (MD).

Según Rosen (2004) la MD es la disciplina que se encarga, del estudio de los objetos discretos, si se entiende por discreto a los elementos distintos o inconexos. La misma se desarrolla, entre otros factores, a partir de la impetuosa necesidad de ir más allá en la era de la computación, es decir, ofrecer un cuerpo teórico - conceptual sólido de la abstracción que acompaña el funcionamiento de una computadora. Es evidente la importancia que ha alcanzado para todos el impetuoso avance de la Matemática; pues a partir de esta se optimizan los procesos, se profundiza en el razonamiento lógico de los fenómenos sociales y entre otros ejemplos es relevante enunciar que se solucionan problemas ingenieriles que en otras etapas tendrían un costo de tiempo y esfuerzo humano muy elevado.

Las formas de enseñar la Matemática a partir de su desarrollo, han de reevaluarse. El autor Javier de Lorenzo en la conferencia impartida el 21 de noviembre de 2001 en la Universidad de Sevilla (Ferreiros, 2005) alienta a ese cambio impostergable al exponer:

Marginada la corriente constructivista durante varios años, la aparición del ordenador, del intruso en el ecosistema matemático, conduce a replantear ese mismo ecosistema y obliga a desarrollar un Análisis computacional, un Álgebra computacional, un nuevo enfoque en cuanto a la posible resolución de las ecuaciones diferenciales, un manejo de series de Fourier al estilo de diferencias finitas... Y cabe considerar la aparición de un nuevo tipo de Hacer, calificable de Hacer computacional... De aquí que pueda considerarse que el Hacer computacional se constituye a partir del establecimiento de reglas operatorias con carácter básicamente numérico, orientadas a la obtención de valores con una aproximación dada. El ordenador posibilita, ciertamente, convertir esas reglas en algoritmos de computación. En lugar de fórmulas, algoritmos; en lugar de teoremas, procesos computacionales, y se puede pasar a manejar demostraciones ayudadas por ordenador, por ejemplo.

La cita anterior invita a enunciar el “hacer computacional”, que desde hace ya tres décadas se ha impuesto en la enseñanza de la Matemática, y sobre la necesidad de un ingeniero en utilizar las ventajas que brinda la ciencia de la computación para resolver problemas matemáticos, existe una forma específica de pensar, de organizar ideas y representaciones, que es terreno abonado y que favorece las competencias computacionales. Se trata de una forma de pensar propicia para el análisis y la relación de ideas, para la organización y la representación lógica. Esas habilidades se ven favorecidas con ciertas actividades y con ciertos entornos de aprendizaje.

Se trata del desarrollo de un pensamiento específico: el **Pensamiento Computacional** (PC) definido por la Revista de Educación a Distancia (RED) en 2015 como una metodología basada en la implementación de los conceptos básicos de las ciencias de la computación para resolver problemas cotidianos, diseñar sistemas domésticos y realizar tareas rutinarias. Esta nueva forma de abordar los problemas nos permite resolver con eficacia y éxito problemas que de otra forma no son tratables por una persona.

La principal promotora del Pensamiento Computacional, Wing (2006, 2008), introduce esta nueva forma de abordar los problemas basados en el potencial que ofrece la computación, tanto cuando se realiza con la ayuda de los ordenadores o en las propias personas. Esta se puede potenciar mediante la MD cuyo objetivo fundamental es desarrollar la habilidad para entender y crear argumentos matemáticos, al operar de forma individual. Esta es de vital importancia para la formación de los ingenieros en ciencias informáticas como profesionales de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), por su capacidad de fomentar el desarrollo lógico necesario en esta rama. Además, constituye “la base matemática a muchos cursos de ciencias computacionales, incluyendo estructuras de datos, algoritmos, teoría de base de datos, teoría de autómatas, lenguajes formales, teoría de compiladores, seguridad informática y sistemas operativos” (Rosen, 2004). Lo cual nos conduce a la siguiente interrogante ¿Por qué contribuir al Pensamiento Computacional desde la asignatura de Matemática Discreta?

Primero en el Pensamiento Computacional se complementan y combinan el pensamiento matemático con la ingeniería. Al igual que todas las ciencias, la computación tiene sus fundamentos formales en las matemáticas. La ingeniería nos proporciona la filosofía base de que construimos sistemas que interactúan con el mundo real (Zapata, 2015).

Además se ha demostrado que la formación lógica de la MD puede hacer más inteligentes y meticulosos a los estudiantes de computación (Flores, 2011). Es conocido que un estudiante que tiene la capacidad de pensar lógicamente no concibe las respuestas superficiales para problemas computacionales. De relevante importancia puntualizar que el pensamiento lógico no es un proceso mágico o una cuestión de herencia genética, sino un sabio proceso mental que se imparte en el

proceso formativo de la misma asignatura. Este ha sido acuñado para describir la forma como piensa un científico computacional.

Finalmente se ha convertido en una habilidad fundamental, clasificado junto a la lectura, la escritura y la aritmética, que se puede encontrar en todas las temáticas. En las ciencias computacionales, puede ayudar a las personas a comprender y construir un sistema informático para resolver un problema determinado. Los estudiantes deben desarrollar una gran variedad de habilidades que van más allá de la simple codificación de un programa, pues implica aprender a entender un problema (abstraer, modelar, analizar), plantear soluciones efectivas (reflexionar sobre una abstracción, definir estrategias, seguir un proceso, aplicar una metodología, descomponer en problemas más simples), manejar lenguajes para expresar una solución (codificar, entender y respetar una sintaxis), utilizar herramientas que entiendan esos lenguajes (programar, compilar, ejecutar, depurar), probar que la solución sea válida (entender el concepto de corrección y de prueba) (Yadav, Zhou, Mayfield, Hambrusch, & Korb, 2011).

“...la solución de problemas mediante la programación de computadoras demanda de los estudiantes encontrar diversas maneras de abordar problemas y de plantear soluciones. Además, desarrollar habilidades para visualizar rutas de razonamiento divergentes, anticipar errores y evaluar rápidamente los diferentes escenarios mentales” (Stager, 2004).

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en el informe emitido en abril de 2015, llamado Informe de Seguimiento de la Educación Para Todos en el Mundo (UNESCO, 2015) enuncia que la calidad de la educación no depende solo de los insumos, sino también de los procesos. En el Marco de Acción Dakar (Dakar, 2000) se instó a mejorar las prácticas de enseñanza y aprendizaje. Esta labor tiene cuatro aspectos: un plan de estudios que sea pertinente e inclusivo; un enfoque pedagógico eficaz y adecuado; el uso de la lengua materna; y el uso de tecnologías adecuadas.

Cita este mismo informe que el único país que cumplió las metas propuestas fue Cuba, nación que se ha empeñado desde 1959 en proporcionarles a sus ciudadanos una educación de calidad, para lo cual se impone dotarlos de los métodos y medios que propicien este objetivo. El Comandante Fidel Castro en el 2002, con el fin de lograr estas aspiraciones propone la creación de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), proyecto nacido para estructurar y perfeccionar la rama de la Informática en la sociedad cubana, a partir de la búsqueda de mecanismos más eficientes que permitan estimular los conocimientos, habilidades, capacidades, la creatividad, lo volitivo y la motivación en los estudiantes, es decir, todas sus potencialidades.

La disciplina Matemática en el perfil del Ingeniero en Ciencias Informáticas toma como base la disciplina de igual nombre para el perfil de ingeniero informático con sus adecuaciones, teniendo en cuenta las recomendaciones que también se han formulado para la elaboración del Plan E: Ingeniería en Ciencias Informáticas se recoge que solucionar problemas de pequeña complejidad utilizando adecuadamente los contenidos del cálculo infinitesimal, el álgebra lineal y las estructuras discretas, aplicando correctamente los procesos lógicos del pensamiento abstracto, con énfasis en el razonamiento inductivo y deductivo, la modelación y la algoritmización debe ser una prioridad en la asignatura.

También se expone en el Programa de la disciplina Matemática en la UCI, que ligado al campo de acción del ingeniero en ciencias informáticas, esta disciplina aporta algunos fundamentos teóricos: modelación, lógica matemática, procesos algorítmicos, métodos, técnicas y herramientas, propios de alguna de las áreas del conocimiento de la Informática Aplicada necesarios para desarrollar un software aplicado competitivo.

El programa analítico de la asignatura plantea que la matemática discreta es la asignatura que debe asegurar consolidar la concepción científica del mundo para la modelación y simulación de estructuras y procesos que intervienen en la solución computacional de problemas. Además desarrollar la capacidad de análisis mediante el uso de la abstracción o idealización de condiciones para investigar estructuras y procesos, así como su capacidad para representar y razonar sobre sus propiedades y relaciones.

La presente investigación está dirigida a contribuir al desarrollo un Pensamiento Computacional desde el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta (MD), asignatura que se imparte en el primer año de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). Pues es la MD la asignatura que se dice desarrolla el pensamiento lógico. A partir de un diagnóstico pedagógico realizado en este año escolar se identificaron insuficiencias en el logro del pensamiento algorítmico que contribuya con el Pensamiento Computacional de los estudiantes de esa carrera.

El análisis bibliográfico realizado por el autor, revela trabajos trascendentes en el ámbito del PC e incluso se evidencian estudios recientes que aportan presupuestos esenciales desde sus posiciones específicas, pero no se observa la existencia de un sistema de actividades que permita establecer un tratamiento desde la Matemática Discreta para favorecer un Pensamiento Computacional de acuerdo con las particularidades, realidades y posibilidades del primer año de la UCI.

Después de realizadas observaciones frecuentes al Programa Enseñanza-Aprendizaje (PEA) (Ver los Anexos 1 y 2), un análisis documental al trabajo Docente-Metodológico en cuanto a programas analíticos, preparación de asignaturas e informes de control a clases (ver Anexo 3) en el estudio

durante el curso 2017-2018, la aplicación de un Test de Pensamiento Computacional: diseño y psicometría general y el análisis de algunos indicadores como la nota del examen de ingreso, sexo y opción en la que seleccionaron la carrera, así como la sistematización de la experiencia profesional del autor y otros profesores que imparten la asignatura de Matemática Discreta se pudo constatar:

- Existen estudiantes del primer año de la UCI que no poseen un pensamiento algorítmico básico.
- Los estudiantes desarrollan las habilidades de forma memorística o mecánica.
- Deficiente preparación de los profesores para contribuir al desarrollo de un pensamiento computacional desde la asignatura Matemática Discreta del primer año de la UCI.

Aunque se aprecia una adecuada disposición y compromiso de los profesores para contribuir con el desarrollo del Pensamiento Computacional desde el Proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA) de la MD. Del análisis teórico y empírico realizado se devela una contradicción fundamental entre la de solucionar problemas aplicando el razonamiento inductivo y deductivo, la modelación y la algoritmización en el primer semestre del primer año de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informática y la carencia de un sistema de actividades que contribuya al Pensamiento Computacional (PC).

Esta situación conlleva al descubrimiento del siguiente **problema científico**: ¿Cómo contribuir al desarrollo del Pensamiento Computacional desde el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta del primer año de la Universidad de las Ciencias Informáticas?

Se determinó como **objeto de estudio de la investigación** El desarrollo del Pensamiento Computacional. Como **objetivo de la investigación se define**: Elaborar un sistema de actividades que contribuyan al desarrollo del Pensamiento Computacional desde la Matemática Discreta del primer año en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

En consonancia con este objetivo se delimita como **campo de acción**: El desarrollo del Pensamiento Computacional desde el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta del primer año en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Para el desarrollo de este trabajo se formularon un conjunto de preguntas y tareas científicas dadas por:

Preguntas científicas:

1 ¿Cuáles son los referentes teóricos y metodológicos que sustentan el desarrollo del Pensamiento Computacional desde el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta?

2. ¿Qué caracteriza el estado actual del desarrollo del pensamiento computacional desde el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta del primer año en la Universidad de las Ciencias Informáticas?
3. ¿Cómo contribuir al desarrollo del Pensamiento Computacional desde la asignatura Matemática Discreta del primer año de la Universidad de las Ciencias Informáticas?
4. ¿Qué factibilidad de aplicación tiene el sistema de actividades para el desarrollo del Pensamiento Computacional desde la asignatura Matemática Discreta del primer año de la Universidad de las Ciencias Informáticas?

A partir del objetivo de estudio concebido se determinaron las siguientes **tareas de investigación**:

1. Sistematización de los referentes teóricos y metodológicos que sustentan el desarrollo del Pensamiento Computacional desde el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta.
2. Caracterización del desarrollo del Pensamiento Computacional desde el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta del primer año en la Universidad de las Ciencias Informáticas.
3. Elaboración de un sistema de actividades para contribuir al desarrollo del Pensamiento Computacional desde la asignatura Matemática Discreta del primer año de la Universidad de las Ciencias Informáticas.
4. Constatación de la factibilidad de aplicación y validación de la propuesta de sistema de actividades mediante la consulta a expertos y un pre-experimento pedagógico.

La investigación se basa en el enfoque sistémico-estructural-funcional, dialéctica materialista, sobre la base de la metodología de la investigación educativa; desde el enfoque histórico cultural de Vigotsky; que a partir de un campo teórico y metodológico sólido se enriquece con los aportes de la psicología y de la pedagogía cubana. La misma se basó esencialmente en la determinación de los componentes y las estructuras de las fases del PC del proceso de enseñanza-aprendizaje desde la Matemática Discreta.

La población de la investigación se enmarca en la Facultad Introdutoria a las Ciencias Informáticas de la UCI y comprende los estudiantes del primer año del primer año de la carrera en el curso 2017-2018 (895), realizando un muestreo aleatorio por cuotas y la definición de las variables a tener en cuenta, quedó seleccionada la muestra de la investigación determinada tres estudiantes por grupo docente (120 estudiantes) desglosados por bloques académicos, por tanto las variables a tener en cuenta serán: bloque, sexo y rendimiento académico, provincia de procedencia, opción en que seleccionaron la carrera.

Para realizar el pre-experimento se seleccionaron 4 profesores de MD, y dos grupos lectivos con diferentes resultados académicos (50 estudiantes), esta muestra se escogió de manera intencional, ha sido seleccionada por los profesores que pertenecen a la facultad donde labora el investigador de acuerdo con las particularidades y características conocidas por el mismo.

Dentro de los principales métodos del nivel teórico que se utilizan en la ejecución de la investigación se pueden citar:

Histórico-lógico: para el análisis de los antecedentes y tendencias del PC en el proceso de enseñanza -aprendizaje de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, lo que facilitó apreciar su evolución y sistematizar los fundamentos teóricos y metodológicos de la propuesta.

Análítico-sintético: en la etapa exploratoria, para la identificación de las fases del PC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la MD y la búsqueda de diferentes vías para potenciarla. También para el análisis de la información recopilada y el estudio de los diferentes criterios planteados por los autores que han tratado el tema.

Inductivo-deductivo: como procedimiento para hacer las inferencias y establecer las relaciones pertinentes en la estructuración del sistema de actividades para el tratamiento de las relaciones interdisciplinarias desde la MD.

Enfoque de sistema: para establecer las relaciones entre cada una de las partes del objeto, el cual posee una estructura determinada y cuyos componentes están estrechamente interrelacionados para contribuir a integrar la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje a las exigencias de la sociedad.

Con la aplicación de métodos y técnicas del nivel empírico se cuenta con:

Análisis documental: para profundizar en los referentes teóricos existentes sobre el objeto de estudio de la investigación. Además para la revisión bibliográfica, la revisión de las fuentes primarias de la tesis, el estudio de documentos normativos, como la Resolución del Ministerio de Educación Superior cubano, el plan de estudio, los programas analíticos, programas de las disciplinas, de las asignaturas, orientaciones metodológicas e informes del trabajo docente-metodológico.

Observación: para revelar el nivel de desarrollo del PC desde la MD en el primer año de la carrera y en su posterior análisis de las implicaciones educativas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además para constatar el estado actual del trabajo metodológico y el tratamiento de las relaciones interdisciplinarias en los diferentes niveles organizativos.

Encuestas: con el propósito de indagar acerca de las opiniones y los criterios de los docentes permitiendo valorar el dominio que poseen los profesores y estudiantes acerca del tratamiento

interdisciplinario. Además para recoger datos y criterios que permitieron mantener actualizado el diagnóstico de la situación problemática durante diferentes momentos del proceso investigativo.

Criterio de expertos: mediante el método Delphi, para obtener criterios valorativos en relación con la concepción empleada para la elaboración del sistema de actividades y su inserción en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la MD.

Se empleó también como métodos del nivel estadístico.

Estadística descriptiva: para mostrar los resultados obtenidos con la aplicación de los instrumentos utilizados.

Correlación: Para cuantificar la dependencia lineal entre dos variables.

Regresión Lineal: Para aproximar la relación de dependencia entre una variable dependiente Y , las variables independientes X_i y un término aleatorio ϵ .

De la investigación se espera como resultado un sistema de actividades que favorezca el Pensamiento Computacional desde la MD. Dicha asignatura ha sido propuesta por Castro (2014) como mediadora entre las asignaturas (Matemática I (MI), Introducción a la Programación (IP), Álgebra Lineal (AL), Introducción a las Ciencias Informáticas (ICI), Seguridad Nacional (SN) y Educación Física I (EFI)) presentes en el primer semestre del primer año de la UCI. Lo cual permitirá ubicar los estudiantes en diferentes escenarios mentales donde deban desarrollar diferentes habilidades matemáticas tales como abstracción, modelación e identificación y reconocimiento de patrones.

Las principales contribuciones científicas que se realizan en la tesis son las siguientes:

En el plano teórico:

- Un sistema de actividades que favorezca el Pensamiento Computacional desde la asignatura Matemática Discreta en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

En el plano práctico:

- Orientaciones metodológicas que posibiliten la implementación del sistema de actividades para el desarrollo del Pensamiento Computacional de la asignatura Matemática Discreta en la Universidad de las Ciencias Informáticas.
- Un modelo matemático para predecir el rendimiento académico a partir de variables caracterizadoras de la población.

Por su propia naturaleza la propuesta presenta una significación práctica dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas. Al introducir el sistema de actividades diseñado, no solo se está perfeccionando el trabajo interdisciplinario del año, en el cual se maximiza el rol mediador de la Matemática Discreta, sino que su resultado trasciende al trabajo metodológico que se realiza en el año. Además facilita el Pensamiento Computacional de los estudiantes de primer año desde las diferentes asignaturas del currículo.

La investigación se encuentra estructurada en: introducción, tres capítulos, conclusiones parciales y finales, recomendaciones, bibliografía y anexos. El primer capítulo está dedicado a la fundamentación teórica, relacionando los elementos teóricos que sustentan el Pensamiento Computacional en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática para el desarrollo de un pensamiento algorítmico, en particular desde la asignatura Matemática Discreta en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

En el segundo capítulo se presenta la propuesta del sistema de actividades diseñado como solución al problema científico revelado, se describen los subsistemas diseñados y algunas orientaciones metodológicas que deben tomarse en cuenta para su implementación, teniendo en cuenta el enfoque pedagógico asumido. En el tercer capítulo se muestra la implementación del sistema de actividades propuesto y se exponen los resultados de la constatación de la factibilidad y validación de la propuesta a través del método de consulta a expertos y un pre-experimento.



CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO-CONTEXTUAL DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA



“son los niños los que tienen que educar a los ordenadores no los ordenadores los que tienen que educar a los niños” (Papert, 1980)

Capítulo I: Marco teórico-contextual del Pensamiento Computacional en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática

En el presente capítulo se realiza una caracterización epistemológica del objeto de estudio de la investigación. A propósito se hace una valoración crítica del problema de la investigación, donde se reflejan sus principales manifestaciones y posibles causas. Se particulariza en el desarrollo de un Pensamiento Computacional desde la Matemática Discreta en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas. Esto se realiza según el posicionamiento de diversos autores nacionales y foráneos y se hace énfasis en los momentos que se deben tener en cuenta para contribuir al desarrollo del Pensamiento Computacional. Se ofrecen los resultados del diagnóstico aplicado en la etapa de constatación de la investigación y se analizan posibles causas que influyen en el limitado desarrollo del Pensamiento Computacional en la carrera.

1.1 Caracterización del Pensamiento Computacional

Las tecnologías de la información son la infraestructura base para que el mundo, tal cual lo conocíamos hace una hora funcione. En este contexto social, la educación, como cualquier sector productivo o de servicios, se ve afectada por la tecnología (Toffler, 2001). Se trata de poner encima de la mesa la recurrente idea de que se está formando a los profesionales del futuro con las metodologías, las herramientas y las estrategias del pasado.

Resulta de significativa importancia la idea de una correcta gestión curricular para la enseñanza de la matemática teniendo en cuenta la especialidad o rama de la ciencia en la que se enseña. No se puede perder de vista que cuando se forma un ingeniero eléctrico ya está en la mano que tiene que trabajar con equipos de mando automático, que cuando se forma un ingeniero agrónomo este debe estar familiarizado con las tecnologías de punta que se incorporan en el país para el desarrollo de esta importante rama de la economía (Adler & Kim, 2017). En general tienen necesidades comunes de enfrentarse al uso de las tecnologías, por lo que se hace necesaria una alfabetización digital en nuestras universidades.

En este sentido los estudiantes de ingeniería deben desarrollar una gran variedad de habilidades que van más allá de la codificación de un programa, pues implica aprender a entender un problema, para lo cual es necesario abstraer, modelar y analizar para llegar a ser capaces de: plantear soluciones, descomponer en tareas más simples y probar que la solución sea válida entre otras (Pei, Weintrop, & Wilensky, 2018).

Esta formación relacionada con la informática debe entenderse en las dos vertientes de la educación: la informática educativa señalado por Llorens, García *et al* (2017). Hasta ahora el esfuerzo se ha orientado mayoritariamente a convertir a los profesionales en usuarios de herramientas informáticas.

Esto ha pasado de ser necesario a ser insuficiente, porque el uso de aplicaciones de software es un lenguaje digital que queda obsoleto en un tiempo que no es proporcional, en esfuerzo, al que se invirtió en adquirir las destrezas.

Por ello, el reto está en preparar a los futuros profesionales para enfrentarse al mundo en el que les tocará vivir, dotándoles de las herramientas cognitivas necesarias para desenvolverse con éxito en el mundo digital, es decir, en lugar de enseñarles solo la sintaxis de un lenguaje cambiante, se les debe instruir en las reglas que permiten conocer cómo se construye el lenguaje digital. Surge así el Pensamiento Computacional como paradigma de trabajo y la programación como herramienta para resolver problemas (José & Peñalvo, 2016.; J. Wing, 2006; Zapata, 2015) . Esta nueva forma de utilizar las ventajas que nos brindan los recursos de la informática para enfrentarse a la resolución de problemas, que de otra forma no serían tratables, por un ser humano con o sin ayuda de un ordenador (Wing, 2006), han sido discutidas en diferentes escenarios y son múltiples las iniciativas presentadas en el mundo al respecto.

El Pensamiento Computacional ha sido descrito como una habilidad esencial que todos deberían aprender y, por lo tanto, se puede incluir en su conjunto de habilidades. Papert (1980) se acredita como la concreción del Pensamiento Computacional en 1980 pero Wing (2006) popularizó el término en 2006 y lo trajo a la comunidad internacional. Desde entonces, se ha aumentado el enfoque y la atención en el Pensamiento Computacional y cada vez se realizan más investigaciones sobre el Pensamiento Computacional en la educación.

En su artículo seminal Wing (2006) describió cómo el Pensamiento Computacional (PC) representa "una actitud y habilidades de aplicación universal para todos... estaría ansioso por aprender y usar". Ella cree que a todos los niños se les debería enseñar PC, colocándolos junto a leer, escribir y aritmética en términos de su importancia. Si bien los académicos desde entonces no lograron ponerse de acuerdo sobre una definición, ella afirma que "implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, recurriendo a los conceptos fundamentales de la informática". Afirma que no es programación y que significa "más que poder programar una computadora". Requiere pensar en múltiples niveles de abstracción". En 2008 Wing dio una descripción más detallada de PC (Wing, 2008). Discutió cómo PC está influyendo en la investigación a través de disciplinas y que es una habilidad que está siendo y debe ser utilizada y enseñada a todos. Ella da dos visiones que son las siguientes:

- PC será instrumental para nuevos descubrimientos e innovaciones en todos los campos de la actividad.
- PC será una parte integral de la educación infantil.

Siguiendo con este grupo de definiciones, de corte genérico, cuatro años más tarde (Aho, 2012) declara que el PC es “el proceso de pensamiento involucrado en la formulación de problemas de tal manera que sus soluciones puedan ser representadas como pasos computacionales discretos y algoritmos” por lo que el pensamiento computacional es el proceso de reconocimiento de aspectos de la informática en el mundo que nos rodea, y aplicar herramientas y técnicas de la informática para comprender y razonar sobre los sistemas y procesos tanto naturales como artificiales (The Royal Society, 2012).

Así se puede acotar en la investigación que “El pensamiento computacional es un enfoque o aproximación particular a la solución de problemas, de manera que éstos puedan ser formulados y resueltos con la ayuda de un ordenador o partir de determinados procedimientos algorítmicos (...). A través del desarrollo del pensamiento computacional, los estudiantes adquieren un conjunto de conceptos tales como la abstracción, la recursividad, y la iteración, que utilizan para procesar y analizar datos, y para crear artefactos tanto físicos como digitales. En resumen, el pensamiento computacional es una metodología de solución de problemas que puede ser automatizada, transferida y aplicada a lo largo de las distintas materias y asignaturas” (Barr & Stephenson, 2011).

Conscientes de la importancia de las habilidades digitales se llevan años emprendiendo acciones conjuntas para introducirlo en la enseñanza en los centros educacionales de varios países. Con este fin, se llevó a cabo una revisión literaria sistemática para ver cómo otros países y las instituciones han incluido el Pensamiento Computacional en sus contextos (Rosamond, 2018). La esperanza es que este trabajo de diploma beneficie a otros educadores, investigadores, profesores que desean introducir esta habilidad vital del siglo XXI a la próxima generación.

Una de las primeras fue la redacción en el año 2014 de la declaración “Por la inclusión de asignaturas específicas de ciencia y tecnología informática en los estudios básicos de la enseñanza secundaria y bachillerato”(AENUI & CODDII, 2014). Una de las últimas ha sido la conferencia inaugural y su posterior mesa redonda con debate dedicada a la “Educación en informática para todos” en las Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI, 2016).

Distintas publicaciones han dedicado números especiales al tema del Pensamiento Computacional, como es el caso del número 46, de septiembre de 2015 de la revista RED que está dedicado íntegramente al tema de “Pensamiento Computacional” (Zapata-Ros & Bender, 2015).

Existe una amplia variedad de temáticas en los trabajos, así como de procedencia de los autores, siendo tanto profesores universitarios como de enseñanzas no universitarias. Pero todos hacen referencia a experiencias aplicadas y aplicables a niveles no universitarios. Otros como (Segredo, Miranda, & León, 2017) proponen la inclusión del PC como un mecanismo inteligente para el

desarrollo de habilidades como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la creatividad, la innovación y la alfabetización digital. Realizan también una revisión de iniciativas, proyectos y herramientas que pueden ayudar al profesorado a incorporar el Pensamiento Computacional como un mecanismo de aprendizaje en sus entornos inteligentes.

Por su parte, Gutiérrez y Estelles (2017) de la Universidad Politécnica de Valencia, en el artículo “La ética como puerta a la informática en la educación primaria” presentan una propuesta de acercamiento de la informática a estudiantes de los primeros cursos de primaria, apoyándose en el uso de la ética, con criterios como “Emplear las nuevas tecnologías desarrollando valores sociales y cívicos en entornos seguros”. Gracias a esta puerta de entrada se puede acercar a los alumnos la visión de la informática, y que puede ser transversal a la totalidad de las asignaturas del currículo.

Siguiendo con los aspectos sociales de la tecnología, los autores Argente y Fornes (2017) de la Universidad Politécnica de Valencia, en “Educando en privacidad en el uso de las redes sociales” nos cuentan su experiencia en el marco de la Escola d’Estiu 2016 con niños de entre 12 y 15 años. Mediante un conjunto de juegos propuestos, los niños interactúan y aprenden a detectar acciones de riesgo que de llevarse a cabo en una red social pública podrían comprometer su privacidad. Además otros exponen cómo en actividades cotidianas aplicamos conocimientos de gestión de proyectos, aunque muchas veces no somos conscientes de ellos. Así, plantean que los jóvenes saben más de gestión de proyectos de lo que ellos mismos creen y ayudarles a sacar este conocimiento a la luz les ayudará a gestionar un proyecto de forma natural cuando lleguen a la universidad (Ramos et al., 2017).

Un segundo grupo de artículos trata sobre experiencias en la enseñanza secundaria y la formación profesional. En algunos se analiza el origen y evolución de Python, las principales características que lo configuran como un lenguaje adecuado, así como una revisión y clasificación de herramientas disponibles en su ecosistema (García Monsálvez, 2017). Y en otros se encuentran algunas experiencias en el aprendizaje de lógica digital mediante técnicas de gamificación en un instituto de Barcelona en el contexto de la asignatura de Tecnología Industrial (Díez Rioja, Besora Bañerez, & Vizern Serra, 2017).

Por su parte, García y Almenara (2017) describen el proceso de diseño del material didáctico Web Apps Project, basado en el currículum del módulo Aplicaciones Web del Ciclo Formativo de Grado Medio de Sistemas Microinformáticos y Redes. Se trata de un recurso educativo bajo un enfoque que requiere del estudiante el desarrollo del pensamiento crítico, la resolución de problemas y el aprendizaje significativo. Además Ferrer (2017) nos presenta VirPLC: una metodología para el desarrollo de capacidades, habilidades y autoestima mediante la estimulación de la lógica con una herramienta sencilla, funcional y dinámica. Esta herramienta no pretende convertir al usuario en

experto en automatización, sino facilitar un primer contacto entre el alumno y la lógica, mediante el planteo de problemas en sistemas de control práctico, cercano y real.

Existen varias revisiones de estilo literario y resúmenes escritos sobre el estado actual de PC en las escuelas en países específicos, así como sugerencias de marcos para PC. La siguiente sección presenta varios de estos documentos que se encontraron durante el proceso de búsqueda. Algunas conclusiones que pueden extraerse de estos documentos son las siguientes:

- La visualización del resultado de la programación ayuda a los estudiantes a aprender PC (Lye & Koh, 2014).
- Tener un proceso de andamiaje y dar a los estudiantes un problema auténtico ayuda a los estudiantes (Lye & Koh, 2014).
- La inclusión de aspectos de PC en el currículum es relevante en todos los países (Mannila, 2014).
- Los conceptos de PC se pueden enseñar a través de varias materias (Mannila, 2014).
- Las cinco habilidades principales relacionadas con el PC, como se encuentran en la literatura, son (Kalelioğlu, Gülbahar, & Kukul, 2016):
 1. abstracción
 2. pensamiento algorítmico
 3. resolución de problemas
 4. reconocimiento de patrones
 5. pensamiento basado en el diseño

Los ejemplos de los temas y cómo dicen que están vinculados a las matemáticas incluyen:

- Representación de números - polinomios
- Reducción y composición: dados los lados de un triángulo, ¿es un triángulo válido?
- Aproximación - errores de redondeo - ecuación cuadrática

Estas son las 4 fases del Pensamiento Computacional (Román-González, 2016):

I. Descomposición de un problema o tarea en pasos discretos

II. Reconocimiento de patrones (regularidades)

III. Generalización de dichos patrones y abstracción (descubrir las leyes o principios que causan dichos patrones)

IV. Diseño algorítmico (desarrollar instrucciones precisas para resolver el problema y sus análogos)” (Education, 2015).

Un ejemplo parecido se cuenta al ilustrar el genio precoz de Carl Friedrich Gauss a la hora de enfrentar problemas matemáticos:

“Carl Friedrich Gauss (1777-1855), gran matemático alemán, fue un niño precoz que destacó sobremanera en las matemáticas. De origen humilde, se cuentan de él anécdotas geniales. Una de ellas es que de niño en el colegio, el profesor puso a los alumnos la tarea de sumar todos los números del 1 a 100. Al cabo de muy poco tiempo Gauss ya tenía la respuesta. Y no porque hubiera sumado muy rápido sino porque razonó de forma muy particular, como tuvo que explicar al sorprendido profesor: $1 + 2 + 3 + \dots + 99 + 100 = (1+100) + (2+99) + (3+98) + \dots + (49+52) + (50+51) = 5050$. La forma general de expresar esta progresión sería: $1+2+\dots+n = (1+n)(n/2)$ ”* (Jiménez Fernández, 2014).

Parece, pues, que el Pensamiento Computacional es un proceso cognitivo que aspira a ser desarrollado, en mayor o menor medida, en todos los sujetos (no sólo en los más capaces, aunque precisamente en éstos pueda aparecer de forma espontánea, tal y como se ilustra en el episodio de Gauss) (Andrea, 2018). Ello parece ineludible en una época en la cual ser capaz de formular los problemas en términos *algorítmicos* (y, por tanto, susceptibles de ser convertidos luego en *programas* informáticos a través de un determinado *código*) nos pone en situación de aprovechar toda la potencia computacional de nuestros ordenadores, cada vez más presentes, cada vez más veloces (Román-González, 2016).

1.2 Importancia del “Pensamiento Computacional” para los profesionales de la computación

Veamos que algunas habilidades propias del Pensamiento Computacional no tienen por qué estar vinculadas a los ordenadores. Hay un ejemplo de interés en este sentido (en una época en que no había ordenadores), se trata de un proceso de análisis de datos hecho por un lego, un médico especializado en epidemias, para resolver un problema crucial. Hoy probablemente esto no podría haber sucedido así. Los programadores no tienen conocimientos de epidemiología, y los epidemiólogos no tienen por lo general Pensamiento Computacional (Koch & Denike, 2009). En 1854, un médico de Londres llamado John Snow ayudó a sofocar un brote de cólera que había matado a 616 vecinos. Dejando de lado la teoría predominante de la época, la Teoría miasmática de la enfermedad, que aseguraba que las enfermedades se producían por emanaciones surgidas del terreno, indagó las costumbres y los rasgos de la forma de vivir de los enfermos. En un mapa levanto columnas con la ubicación de los muertos, la frecuencia (¿no nos recuerda un infograma?): Observó que las columnas crecían alrededor de una bomba de agua en Broad Street en el Soho que además

estaba cerca de un pozo negro con fugas. La hipótesis que formuló es que la causa de la enfermedad estaba en el agua. Implícitamente estaba aplicando principios que ahora son clásicos de Pensamiento Computacional entraron: Cruzar dos conjuntos de datos para obtener un conocimiento nuevo (cruzar la ubicación de las muertes con las ubicaciones de las bombas de agua), contrastar el resultado por iteraciones sucesivas y el reconocimiento de patrones. Cuando se clausuró la bomba el brote cesó.

Además de Pensamiento Computacional hay otros procedimientos para abordar tareas complejas que igualmente se pueden considerar como propias de este pensamiento, como son el análisis ascendente, y todo lo que constituye la heurística, el pensamiento divergente o lateral, la creatividad, la resolución de problemas, el pensamiento abstracto, la recursividad, la iteración, los métodos por aproximaciones sucesivas, el ensayo-error, los métodos colaborativos (Zapata, 2015).

Recordemos que el “Pensamiento Computacional” es una forma de pensar que no es sólo para programadores. Wing (2006) plantea una vez más “que esas son habilidades útiles para todo el mundo, no sólo para los científicos de la computación”. En ese mismo artículo describe una serie de rasgos que nos van a ser muy útiles para establecer nexos en el aprendizaje basado en el Pensamiento Computacional para la presente investigación. Así por ejemplo se dice:

- En el Pensamiento Computacional son fundamentales las habilidades no memorísticas o no mecánicas. –Memoria significa mecánico, aburrido, rutinario. Para programar los computadores hace falta una mente imaginativa e inteligente. Hace falta la emoción de la creatividad. Esto es muy parecido al pensamiento divergente, tal como lo concibieron (Polya & Zagazagoitia, 1965) y (Bono, 1994).
- En el Pensamiento Computacional se complementa y se combina el pensamiento matemático con la ingeniería.- Ya que, al igual que todas las ciencias, la computación tiene sus fundamentos formales en las matemáticas. La ingeniería nos proporciona la filosofía base de que construimos sistemas que interactúan con el mundo real.
- A partir de una serie de rasgos en el contexto de un análisis y de una elaboración interdisciplinar, es de suma importancia ver las implicaciones que tienen estas ideas para una redefinición de un dominio teórico específico dentro de las teorías del aprendizaje (Wing, 2006).

Es importante plantearlo en el contexto de un análisis y de una elaboración interdisciplinar, ver las implicaciones que tienen estas ideas para una redefinición de un dominio teórico específico dentro de las teorías del aprendizaje. Así pues se ha encontrado las siguientes componentes del Pensamiento Computacional.

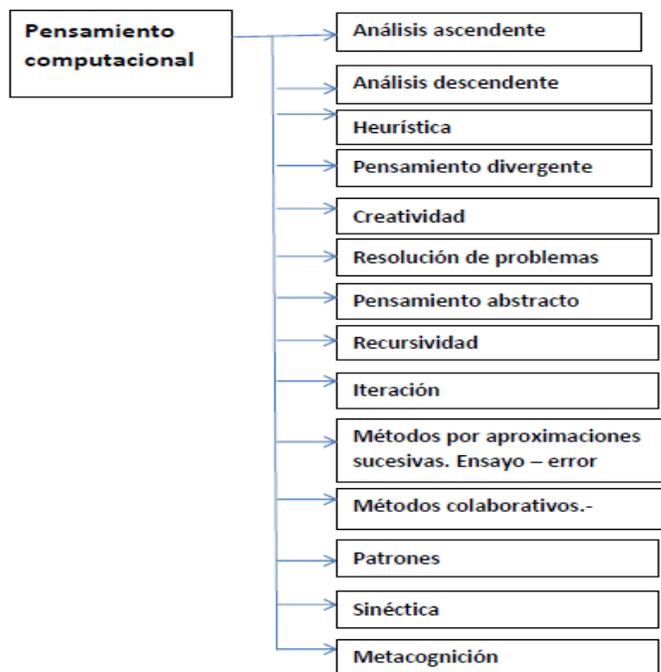


Figura 1. Componentes del Pensamiento Computacional (Wing, 2006).

Conviene decir que estas componentes no están perfectamente delimitadas ni conceptual ni metodológicamente. No son excluyentes, y según en qué contexto se empleen pueden tener significados distintos (Durak & Saritepeci, 2017). De hecho ni tan siquiera se puede decir que constituyan elementos de una taxonomía o que correspondan a un mismo nivel operativo o conceptual. Es perfectamente posible que en métodos o procedimientos que se cataloguen por ejemplo como resolución de problemas haya elementos de análisis ascendente, o descendente, y es difícil que un análisis descendente no tenga elementos de recursividad (Zapata-Ros & Bender, 2015).

Análisis descendente: La obtención de un método general de resolución, de un algoritmo, implica un proceso de análisis descendente que puede llevar al diseño de sub métodos de resolución, o bien de módulos de resolución de problemas distintos y auxiliares, o bien a definir acciones concretas, modelos o funciones matemáticas auxiliares.

Análisis ascendente: A la hora de plantear un problema complejo una de las formas de abordarlo es resolver primero los problemas más concretos, para pasar después a resolver los más abstractos. Es decir, vamos de lo más concreto a lo más abstracto. Esta forma de plantearlo recibe el nombre de análisis ascendente.

Heurística: Habitualmente se define Heurística como un saber no científico, pero que se aplica en entornos científicos y que se refiere técnicas basadas en la experiencia para la resolución de problemas, al aprendizaje y al descubrimiento de propiedades o de reglas. Los métodos heurísticos no tienen el valor de la prueba sobre los resultados obtenidos con ellos, tienen más bien el valor de la conjetura o de la “regla de oro”, ni tienen tampoco la garantía de que la solución que se obtiene es única ni es la óptima. Este saber se obtiene frecuentemente mediante la observación, el análisis y el registro, como un conocimiento derivado del estudio de los hábitos de trabajo de los científicos (en ese sentido es un arte, una técnica o un conjunto de procedimientos prácticos o informales) para resolver problemas. Cada uno de los procedimientos que constituyen ese saber es un heurístico.

Un heurístico es cada una de las reglas metodológicas, no necesariamente formuladas como enunciados formales, en las que se propone cómo proceder y cómo evitar dificultades para resolver problemas y conjeturar hipótesis. Tiene cada vez más sentido la heurística por dos razones: Para orientar la búsqueda de soluciones en este tipo de procesos y también cuando la búsqueda exhaustiva es poco práctica porque tiene ramas poco probables o porque conducen a soluciones inviables (Gadanidis, Clements, & Yiu, 2018). Entonces los métodos heurísticos son utilizados para acelerar el proceso de encontrar una solución satisfactoria a través de atajos cognitivos, para aliviar la carga de tomar una decisión.

Los ejemplos de este método incluyen el uso de una regla de oro, una conjetura, un juicio intuitivo, el Principio de Parsimonia (“Navaja de Occam,” 2008) o ciertos estereotipos (no sociales) que se forman en el devenir de los trabajos de los investigadores o creativos. También se considera de forma consensuada que la heurística es un rasgo propio de los humanos. No es un producto original sino derivado otros procesos como son la creatividad y de lo que se conoce como pensamiento lateral o pensamiento divergente.

Pensamiento lateral y pensamiento divergente: El pensamiento lateral (lateral thinking) es: El pensamiento lógico, selectivo por naturaleza, ha de complementarse con las cualidades creativas del pensamiento lateral (Bono, 1970, 1994). Esta evolución se aprecia ya en el seno de algunas escuelas, aunque la actitud general hacia la creatividad es que constituye algo bueno en sí pero que no puede cultivarse de manera sistemática y que no existen procedimientos específicos prácticos a ese fin. Este libro, que tiene como tema el pensamiento lateral, o conjunto de procesos destinados al uso de información de modo que genere ideas creativas mediante una reestructuración perspicaz de los conceptos ya existentes en la mente.

El pensamiento convergente es el pensamiento que sirve para estructurar los conocimientos de una forma lógica y para aplicar sus leyes. Por decirlo de forma simplificada es el que se mide por los test de coeficiente intelectual, y es condición indispensable para establecer modelos donde se resuelven

los problemas bien definidos, que tienen soluciones validables, mediante un procedimiento sin ambigüedades. Pero hay otro pensamiento, es el que guía la acción investigadora hacia las soluciones, y sobre todo el que conduce a unas soluciones no convencionales, e implica fluidez y capacidad para generar una gran cantidad de visiones e ideas sobre el problema que se trabaja, para cambiar de unas a otras, y para establecer asociaciones inusuales (Rosamond, 2018).

Es el pensamiento divergente, donde se combina la capacidad de orientar la indagación, fluidez, facilidad para generar ideas, para cambiar de marco y para establecer asociaciones inusuales— son las que se tienen en cuenta y se miden en los test de creatividad, y las habilidades que se trabajan en la mayoría de los talleres de creatividad. Pero hay otros factores que también tienen que ver en la forma como se organiza la atención docente. Nos referimos por ejemplo a la valoración de las opciones que se eligen o de las soluciones para los problemas. Es importante que, en un sistema orientado a captar más la creatividad, un alumno cuyo pensamiento sea fluido, flexible y generador de soluciones originales, tiene más probabilidad de ofrecer creaciones.

Pensamiento abstracto: Es la capacidad para operar con modelos ideales abstractos de la realidad, abstrayendo las propiedades de los objetos que son relevantes para un estudio. Una vez obtenido el modelo abstracto de la realidad se estudian sus propiedades, se extraen conclusiones o reglas que permiten predecir los comportamientos de los objetos. El pensamiento abstracto por excelencia es el pensamiento matemático.

Modelo de desarrollo del Pensamiento Computacional.

Presentamos un modelo de desarrollo del PC nacido en el contexto escolar estadounidense, en el que las Ciencias de la Computación no tienen entidad de asignatura obligatoria y continuada en su currículum, detallamos el 'Modelo transversal de desarrollo del PC de Barr & Stephenson' (Barr & Stephenson, 2011).

Modelo transversal de desarrollo del PC de Barr & Stephenson.

Según estos autores estadounidenses, los estudiantes de hoy en día viven, y vivirán, en sociedades fuertemente influenciadas por la computación; y muchos de ellos trabajarán en campos que están implicando progresivamente procesos computacionales en mayor o menor medida. En ese sentido, afirman que los estudiantes “deben comenzar a adquirir habilidades de solución algorítmica de problemas, y a trabajar con métodos y herramientas computacionales desde las etapas de escolarización obligatoria” (Barr & Stephenson, 2011, p.49)

El objetivo de sus trabajos de investigación es articular un conjunto de conceptos computacionales clave que puedan ser impartidos y aplicados de manera transversal en las distintas disciplinas del currículum, “destacando las habilidades de solución algorítmica de problemas y las aplicaciones de

la computación a través de las distintas disciplinas y asignaturas (...) ayudando a integrar los métodos y herramientas de la computación en las diversas áreas de aprendizaje” (Barr & Stephenson, 2011, p. 49) que marca el currículum obligatorio de los Estados Unidos; en el que las Ciencias de la Computación no tienen entidad de asignatura propia. Para abordarlo, parten de la siguiente definición de partida sobre el Pensamiento Computacional:

Partiendo de la definición acotada para la investigación de Pensamiento Computacional, detallada algo más arriba; (Barr & Stephenson, 2011) enuncian un modelo de integración transversal de los distintos conceptos y capacidades que componen el PC a través de las distintas áreas del currículo. Dicho modelo se resume en la Tabla 1, donde se presenta el Modelo transversal de desarrollo del PC de (Barr & Stephenson, 2011).

Tabla 1. Modelo transversal de desarrollo del PC de (Barr & Stephenson, 2011).

Concepto/ Capacidad Del PC.	Área Curricular				
	Informática y Tecnología	Matemáticas	Ciencias Naturales	Ciencias Sociales	Lengua y Literatura
Recogida de datos					
Recogida de datos	Encontrar una fuente de datos para un problema o conjunto de problemas	Encontrar una fuente de datos para un tipo de problemas, por ejemplo, el ‘lanzamiento de monedas’ o ‘el lanzamiento de dados’	Recoger datos de un experimento	Analizar/estudiar las estadísticas de una batalla, o los datos demográficos	Realizar análisis lingüísticos de frases
Análisis de datos	Escribir un programa para hacer cálculos estadísticos básicos sobre un conjunto de datos	Contar las ocurrencias de aparición de caras en el lanzamiento de monedas y dados, y analizar los resultados	Analizar los datos provenientes de un experimento	Identificar tendencias en los datos estadísticos de un fenómeno social	Identificar patrones para distintos tipos de frases y estructuras sintácticas
Representación de datos	Utilizar estructuras de datos como matrices, listas vinculadas, apilamientos, gráficos de dispersión, etc...	Utilizar histogramas, gráficos de barras y de sectores, para representar los datos. Utilizar listas y apilamientos para alojar datos	Sintetizar/resumir los datos de un experimento	Sintetizar/resumir y representar tendencias de fenómenos sociales	Representar los patrones detectados en distintos tipos de frases y estructuras sintácticas
Descomposición de problemas	Definir objetos y métodos; definir funciones	Aplicar el orden de las operaciones en una expresión	Hacer una taxonomía de especies		Escribir un esquema

Abstracción	Utilizar procedimientos para encapsular un conjunto de órdenes que se repiten frecuentemente en una función; utilizar condicionales, bucles, recursividad	Utilizar variables en álgebra; identificar los hechos esenciales en un problema expresado verbalmente; estudiar funciones de álgebra y compararlas con funciones equivalentes en programación	Construir un modelo de alguna entidad o fenómeno físico	Sintetizar/resumir hechos; deducir conclusiones de los hechos	Utilizar símiles y metáforas; escribir una historia con ramas y bifurcaciones
Algoritmos & Procedimientos	Estudiar algoritmos clásicos; diseñar e implementar un algoritmo para resolver un determinado tipo de problema	Realizar factorizaciones para resolver divisiones grandes; acarrear en las operaciones de adición y sustracción	Llevar a cabo un procedimiento experimental		Escribir un conjunto de instrucciones
Automatización		Utilizar herramientas como: geometer sketch pad ²¹⁵ , star logo ²¹⁶	Utilizar 'probeware' ²¹⁷	Utilizar críticamente Excel	Utilizar críticamente un corrector ortográfico
Paralelización	Dividir los datos y disponerlos en diferentes hilos para que puedan ser procesados en paralelo	Resolver sistemas de ecuaciones lineales; realizar multiplicaciones matriciales	Ejecutar simultáneamente varias réplicas del mismo experimento con diferentes parámetros de configuración		
Simulación	Animación algorítmica; Uso de 'parámetros de barrido'	Representar dinámica y gráficamente una función en un plano cartesiano, modificando los valores de las variables	Simular el movimiento del Sistema Solar	Jugar críticamente a 'Age of Empires' ²¹⁸	Hacer una representación o recreación de una historia

En orden a promover una cultura de aula que potencie el Pensamiento Computacional, (Barr & Stephenson, 2011) identifican una serie de estrategias generales que serían beneficiosas para lograr dicho objetivo:

- Incremento del uso, tanto por parte de estudiantes como de profesores, de vocabulario computacional apropiado ('algoritmo', 'iteración', 'paralelización', etc...); que les permita describir correctamente problemas y soluciones en términos computacionales.

- Aceptación, tanto por parte de estudiantes como de profesores, de los intentos fallidos de solución de un problema; reconociendo que un fallo temprano nos sitúa a menudo en el camino correcto hacia una solución exitosa.

Trabajo en equipo de los estudiantes, con uso explícito de:

- ‘Descomposición’: fraccionar los problemas en partes más pequeñas, lo que hace más sencilla su resolución.
- ‘Abstracción’: simplificar de lo concreto a lo general a medida que las soluciones están siendo desarrolladas.
- ‘Negociación’: los distintos sujetos y grupos, trabajando juntos y en equipo, deben unir las diferentes partes de la solución en un todo que funcione.
- ‘Construcción de consensos’: trabajar construyendo solidariamente alrededor de una idea y una solución común.

1.3 Análisis del estado actual del Pensamiento Computacional y el aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI.

En este acápite se busca caracterizar el estado actual del Pensamiento Computacional y el aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI. En la primera parte de este estudio se realizó un análisis preliminar de la correlación existente entre las variables que a consideración del autor pudieran influir en el aprendizaje de la MD. Antes de esto se procedió a describir las variables del modelo.

Tabla 2. Descripción de las variables independientes.

Variable independiente	Escala de medida	Descripción
S: Sexo	nominal	1: hombre 0: mujer
P: Provincia	nominal	1: La Habana 0: resto del país
PI_M: Prueba de ingreso de matemática	intervalo	1: de 60 a 69 puntos 2: de 70 a 79 puntos 3: de 80 a 89 puntos 4: de 90 a 100 puntos
O_C: Opción en que solicitaron la carrera	intervalo	1: de primera a tercera opción 2: de cuarta a sexta opción 3: de séptima a décima opción
Pensamiento Computacional	nominal	1: Respuesta correcta 0: Respuesta incorrecta

En segundo lugar, se utilizó un modelo de regresión lineal con datos de corte transversal, técnica estadística utilizada para explorar y cuantificar cómo influyen una o varias variables sobre otra, o incluso para predecir el valor de una variable basado en el conocimiento de otra u otras variables. Mediante la regresión lineal múltiple por el método de mínimos cuadrados ordinarios se pretende crear un modelo matemático que permita pronosticar el bajo rendimiento académico en Matemática Discretas en la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas a partir de otras variables independientes. La ecuación general utilizada es:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_{1i} + \beta_2 \cdot X_{2i} + \dots + \beta_k \cdot X_{ki} + \varepsilon,$$

Donde y_i representa la variable dependiente que se desea pronosticar (bajo rendimiento académico), X_{ki} es la puntuación de cada participante i en cada variable predictora k , β_k denotan la magnitud del efecto que las variables explicativas (x) tienen sobre la variable dependiente (y) y ε los términos de residuos o errores (Chatterjee & Scheiner, 2015).

Resultados

En la siguiente tabla 2 se muestran los estadísticos que describen la población. El 63% de los sujetos de la población son hombres y el 34% pertenecen a La Habana. Vale señalar que el sexo sigue una distribución asimétrica negativa y la provincia asimétrica positiva. En cuanto a la prueba de ingreso de matemática la media es de 2.73, no obstante, la moda es que los estudiantes tengan entre 70 y 75 puntos en dicho examen de ingreso. Es la moda que los estudiantes soliciten la carrera entre la primera y la tercera opción, lo cual indica a priori una alta motivación. La prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov arroja que todas las variables siguen una distribución normal.

Tabla 3. Resumen del análisis estadísticos que describen la población.

		Estadísticos				
		Sexo	Provincia	Nota Exám. I	Opción	TOTAL
N	Válido	120	120	120	120	120
	Perdidos	0	0	0	0	0
Media		,63	,34	2,73	1,58	16,80
Mediana		1,00	,00	3,00	1,00	15,00
Moda		1	0	4	1	15
Desviación estándar		,484	,476	1,115	,752	4,597
Varianza		,234	,227	1,243	,566	21,136
Asimetría		-,560	,676	-,250	,885	1,013
Error estándar de asimetría		,221	,221	,221	,221	,221
Curtosis		-1,715	-1,569	-1,312	-,675	,617
Error estándar de curtosis		,438	,438	,438	,438	,438
Mínimo		0	0	1	1	10
Máximo		1	1	4	3	28

Del estudio correlacional de las variables se extrae que las variables más correlacionadas con el rendimiento académico son: la prueba de ingreso de matemática, la provincia y el sexo; lo cual indica

una relación directa entre estas variables y el rendimiento académico final. De igual manera muestran una correlación significativa y de mayor cuantía las variables asociadas a las pruebas parciales. Los otros pares de variables tienen unas correlaciones bajas y no significativas estadísticamente (Tabla 4). Ninguna de las correlaciones llega a valores superiores a 0,90, lo que indica que no existe multicolinealidad entre las variables.

Tabla 4. Resumen del análisis correlacional de las variables independientes y el rendimiento académico.

Variables independientes	Rendimiento académico
Sexo	.017
Provincia	.313**
Prueba de ingreso de matemática	.016
Pensamiento computacional	.725**

*Notas: Los coeficientes en negrita son significativos en **: $p < .001$.*

En este apartado de la investigación se realizó un análisis econométrico cuyo objetivo es detectar las variables predictoras del rendimiento académico. Se decidió desarrollar la regresión con todas las variables para identificar cómo se relacionan, además de comprobar la significación estadística de cada una de ellas.

Los estadísticos del modelo predictor se exponen en la Tabla 5, los resultados muestran que el modelo cumple unos mínimos de robustez y significatividad en los parámetros estimados que lo hacen aceptable para realizar la predicción. El coeficiente de determinación R^2 ajustado (0,413) indica una alta capacidad explicativa del modelo.

Tabla 5. Resumen del modelo predictivo. Estimación del bajo rendimiento académico.

Variables involucradas	R	R^2	R^2 ajustado	Error estándar de la estimación
13	.648	.420	.413	.615

Los resultados detallados de la regresión para el modelo obtenido se exponen en la Tabla 6. Del análisis de los coeficientes Beta estandarizados se podría afirmar que las variables influyentes en el rendimiento académico en MD son las asociadas a la provincia ($B = .198$) y Pensamiento Computacional ($B = .432$). Lo que denota que estudiantes que no son de la Habana están propensos a tener un mayor rendimiento en MD. La variable de mayor significatividad es la de Pensamiento Computacional, mientras mayor sea su valor mayores probabilidades de obtener un mejor rendimiento académico. Las demás variables no tienen ningún valor predictivo, nótese como su significación es mayor que .005.

Tabla 6. Resultado de la regresión en el modelo planteado.

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Significación
	B	Error estándar	Beta		
(Constante)	1,878	.266		7,064	.000
Sexo	.107	.073	.064	1,471	.142
Provincia	.395	.087	.198	4.553	.000
Opción en que se solicitó la carrera	-.045	.050	-.039	-.896	.371
Nota de acceso de matemática	.236	.032	.011	7.224	.120
Pensamiento computacional	.063	.080	.432	.785	.000

Variable dependiente: Rendimiento académico en MD

1.4 Conclusiones del Capítulo

En el capítulo se exponen las determinaciones esenciales del Pensamiento Computacional en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática y sobre esa base se pudieron constatar importantes investigaciones relacionados con la misma y su aplicación en diferentes subsistemas educacionales. Sin embargo, no se evidenciaron trabajos que trataran el cómo contribuir al Pensamiento Computacional desde las disciplinas docentes del currículo universitario y en particular desde la disciplina Matemática en la formación de Ingenieros en Ciencias Informáticas.

El diagnóstico inicial realizado reflejó que, a pesar de las transformaciones que desde hace varios años se vienen experimentando en la formación del Ingeniero en Ciencias Informáticas, no siempre los profesores de MD de la institución formadora conocen las potencialidades que tienen los contenidos de esta asignatura para favorecer el Pensamiento Computacional para la formación de un profesional más capaz, pues carecen de información teórica y práctica. Lo cual impide que se pueda favorecer el Pensamiento Computacional en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la MD y las diferentes asignaturas del currículo en el año de la UCI.

Relacionada con el modelo predictivo la variable de mayor significatividad es la de Pensamiento Computacional, mientras mayor sea su valor mayores probabilidades de obtener un mejor rendimiento académico.



CAPÍTULO II
PROPUESTA DE SISTEMA DE
ACTIVIDADES PARA PARA
FAVORECER AL PENSAMIENTO
COMPUTACIONAL DESDE LA
ASIGNATURA MATEMÁTICA
DISCRETA EN LA UNIVERSIDAD DE
LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS



Capítulo II: Propuesta de sistema de actividades para favorecer el Pensamiento Computacional desde la Matemática Discreta en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

En este capítulo se ofrece la fundamentación teórico-metodológica del sistema de actividades para favorecer el Pensamiento Computacional desde la asignatura Matemática Discreta en la UCI. Se sigue con los fundamentos epistemológicos del enfoque sistémico-estructural-funcional de la investigación. Se presenta el sistema diseñado y las sugerencias teórico-metodológicas para su implementación en la práctica en el primer semestre del primer año de la UCI.

2.1 Fundamentación teórica del sistema de actividades para favorecer el Pensamiento Computacional desde la Matemática Discreta en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

El sistema de actividades que se propone desde el vínculo estrecho entre docentes y estudiantes, teniendo en cuenta la relación que existe de la MD con las asignaturas del primer año y del ciclo profesional del estudiante, las actividades diseñadas permitirán situar al estudiante ante simulaciones de problemas de la vida real lo cual le permitirá desarrollar un Pensamiento Computacional, se le propician las condiciones necesarias para que los estudiantes generen nuevos conocimientos en beneficios propios según sus necesidades, intereses e inquietudes en la vida práctica. Donde la máxima aspiración sea lograr su plena autorrealización como profesionales de las ciencias informáticas.

El sistema de actividades está guiado por los postulados del enfoque sistémico-estructural-funcional de la investigación, desde este enfoque es que se proyecta favorecer el Pensamiento Computacional y por ello se constituye en un referente modélico esencial para esta investigación. Además de contemplar el conocimiento de los fenómenos de las ciencias generales, particulares y de la informática, así como la solución de los problemas que tienen lugar en la vida profesional cotidiana.

En el sistema de actividades se tiene en cuenta, los fundamentos **filosóficos**, donde se asume la dialéctica-materialista, tanto en su concepción de la teoría del conocimiento como las concepciones teóricas y prácticas acerca de las contradicciones como fuentes de desarrollo. El favorecer un Pensamiento Computacional en estudiantes del primer año de la UCI, resulta la unidad dialéctica que se establece entre sus subsistemas para conformar un sistema de actividades con características cualitativamente superiores a cada uno de ellos por separado.

Se organiza a partir, no solamente, de los niveles de desarrollo actual y potencial de los estudiantes, sino también del proceso de interacción que se produce en la comunicación grupal. La dialéctica en dicha investigación implica una mirada abarcadora, el comprender los hechos en la multiplicidad del

fenómeno con que se presenta. Cuando se refiere a una mirada abarcadora se quiere decir que no se percibe solo con una única impresión, se trata de ver las otras cosas que se confluyen en el fenómeno o en la situación que se está analizando.

Los principios de la dialéctica son tratados en la propuesta de investigación, tal es el caso del principio de la objetividad. A partir de él se tiene en cuenta favorecer el desarrollo de un PC desde la MD como un objeto y existe objetivamente e independientemente del sujeto que la conoce o que la ignora, es decir, el Pensamiento Computacional existe no solo cuando se le está prestando atención o se percibe, ya que en la dialéctica los fenómenos, las situaciones no transcurren de manera objetiva por aquella persona que en el momento la está estudiando; sino que existe por sí sola.

Según el principio del desarrollo universal, se asume que el movimiento es el cambio general. El movimiento, es independiente de la dirección y el resultado que este cambio tenga. Todas las cosas, todo el mundo, todo lo que sucede, está en constante movimiento. Para favorecer el Pensamiento Computacional desde la MD se tiende a que este movimiento sea un movimiento progresivo y de crecimiento, pero también el movimiento puede ser un movimiento regresivo de detenimiento. Ambos forman parte de la totalidad.

En el principio de la concatenación universal, se contempla no solo la interrelación entre las diferentes disciplinas del currículo en el primer semestre del primer año de la UCI, sino que mediante él se puede percibir los objetos, fenómenos y procesos que están vinculados entre sí, están indisolublemente ligados con diferentes grados de dependencia y condicionalidad. Significa que cuando se observan asignaturas que aparentemente no tienen nada que ver unas con otras, si se investiga a profundidad, se puede ver que tienen algún tipo de relación, como sucede con todos los fenómenos en la naturaleza.

En el caso del principio del análisis concreto de los fenómenos, se percibe su significado cuando se quiere entender el desarrollo del Pensamiento Computacional desde la MD a través del sistema de actividades que se propone. A saber de dicho principio, el PC se deben analizar en las condiciones históricas del momento, en las cual este fenómeno sucede o se produce. En particular, en los diferentes contextos donde se proporcionan y sistematizan las asignaturas que imparte el profesor y asimilan los estudiantes; entender al sujeto en sus condiciones concretas de existencia. Este principio es útil de aplicar ya que devela la necesidad del análisis concreto de los fenómenos siempre remitidos al contexto, a la situación histórica. Es importante no quedarse aislado con el fenómeno y perder la situación contextual, pues la apreciación puede perder objetividad.

Desde los referentes **sociológicos**, se contempla la construcción de la sociedad cubana sobre la base de que los fines y objetivos de la educación se subordinan a las necesidades, intereses y perspectivas sociales. En ello la universidad asume una gran responsabilidad, la que propicia egresados del nivel superior en general y en particular ingenieros en ciencias informáticas que faciliten desde su desempeño profesional la transformación participativa de los procesos que demanden sus funciones.

En el desempeño laboral del profesional en ciencias informáticas se precisan del estudio de varias áreas del conocimiento. Del que se espera que dominen las mismas de una manera íntegra para así poder enfrentar de una mejor manera los grandes retos de la informatización de la sociedad cubana, además deben enfrentar con alto nivel de creatividad diferentes problemáticas para brindar soluciones óptimas. Dicha aspiración social puede lograrse teniendo en cuenta la concepción del proceso pedagógico en el que se tenga en cuenta que el desarrollo de un Pensamiento Computacional puede hacer más creativos e inteligentes a los especialistas de cualquier área de las ciencias. Donde se acerque a los estudiantes, desde su formación, a la realidad que tendrán una vez graduados.

En ello radica la demanda social, de egresar profesionales cada vez más preparados y con disposición a colaborar en proyectos sociales con herramientas que les permitan afrontar los retos que la profesión le imponga, en pos de un objetivo socialmente deseado. Donde se contemple la relación que se establece entre el profesor-estudiante, profesor-grupo, estudiante-grupo, profesor-profesor y estudiante-estudiante que contribuyen a elevar la calidad de la actividad y favorecer la relación individual y colectiva.

La relación colectiva para el desarrollo de la informática y en ello las habilidades a desempeñar deben estar presentes en los estudios de la carrera. Los ingenieros en ciencias informáticas desde los primeros años de la carrera se insertan en la producción de software, la que está guiada por metodologías que implican el trabajo en grupo. No se concibe un producto de software sin la colaboración de grupos heterogéneos de especialistas de la carrera, es decir, grupos de profesionales especializados en determinadas funciones para la creación del software, en donde cada uno da su aporte en la construcción y desarrollo del mismo. Resulta vital el desarrollo de estos grupos de trabajo en su desempeño estudiantil y laboral (Álvarez, 2018).

En el orden **psicológico**, el sistema de actividades se sustenta en el enfoque socio-histórico cultural de (Vigotsky, 1987) y seguidores, basados en el Materialismo Dialéctico. Cuyos aportes son analizados en la investigación a partir de los postulados de la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) y su significado en el aprendizaje de los sujetos y las consideraciones sobre la relación entre

aprendizaje y desarrollo psíquico. Destacando su importante repercusión en la psicología del desarrollo y en la pedagogía.

Según (Vigotsky, 1987), planteado por (Sanz, 2012), existe una diferencia entre lo que el estudiante es capaz de realizar por sí solo y lo que puede efectuar con ayuda del profesor o de otros compañeros. Lo primero indica el nivel evolutivo real del estudiante, el nivel de desarrollo de las funciones mentales que ya han madurado, es decir, los productos finales de desarrollo; mientras que lo segundo revela aquellas funciones que se encuentran en proceso de maduración. Como planteó (Sanz, 2012), definido por (Vigotsky, 1987), la ZDP es “la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un profesor o en colaboración con otros compañeros más capaces”.

Para el trabajo investigativo este concepto es un instrumento que permite conocer el estado actual de desarrollo del estudiante, como sus potencialidades, dando la posibilidad de dirigir su desarrollo. Mientras que la enseñanza, por tanto, no está orientada hacia aquellas funciones que ya han madurado, hacia ciclos concluidos del desarrollo, sino que se dirigen a las funciones que están en proceso de maduración, tendiendo de esta manera a una enseñanza desarrolladora.

Desde estos sustentos se asume a cada estudiante como ser social e individual, formado en la actividad y en la unidad cognición-afectividad que se desarrolla en las interrelaciones con los otros sujetos. Vistos como agentes educativos, donde se logre la ZDP en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la asignatura MD, donde se posibilite soluciones integradoras que faciliten la transformación creativa de la realidad desde lo que aprenden e investigan como un todo orgánico.

Es válido concebir la existencia de múltiples potencialidades para el desarrollo desde el marco de la carrera. En la cual desde la actividad docente, el tiempo de máquina y otras relacionadas con las de extensión universitaria, el estudiante recibirá diversas influencias que se constituyen en niveles de ayuda para alcanzar sus nuevas ZDP. Es por ello que debe verse como motivación, realización profesional y espiritual y creatividad devenida en potencialidad.

Por su parte, la teoría de la actividad iniciada por el propio (Vigotsky, 1987) y otros, entre ellos (Leontiev, 1975) constituye un proceso que mediatiza la relación entre el hombre y la realidad objetiva. Para este autor, el desarrollo de la psique y de la conciencia humana tiene lugar a través del desarrollo del plano objetual de la actividad.

La concepción de la propuesta es analizada en los dos momentos fundamentales que plantea este autor, primero, que durante el desarrollo de la práctica histórico-social se produce un proceso de “objetivación” de las capacidades humanas, que se encuentra en los diferentes objetos materiales y

espirituales creados por la humanidad, pero a la vez se produce también un proceso inverso de “desobjetivación”; es decir, de apropiación individual, se produce el tránsito del objeto a su forma subjetiva. En segundo lugar la actividad que se desarrolla, se hace cada vez más compleja y diferenciada en su estructura, planteándole al psiquismo humano exigencias mayores.

Por su parte, es analizado además el vínculo de la actividad externa y la interna. Donde la actividad externa se interioriza, se convierte en interna, ideal; sin embargo, esta actividad psíquica no es opuesta a la externa, sino sigue representando la actividad, mostrándose como dos formas de un todo único: la actividad. En esto radica el principio de la psique y de la actividad como ha sido planteada por (Leontiev, 1975) y considerada en esta investigación.

Desde la perspectiva **pedagógica**, el sistema de actividades diseñado toma las consideraciones citadas en (Sanz, 2012), autor que formula un conjunto de principios pedagógicos que, según su criterio, responden a las exigencias de la escuela contemporánea y se apoyan en los planteamientos de (Vigotsky, 1987). En ellos se concibe el aprendizaje no solo como un proceso de realización individual, sino también como una actividad social, como un proceso de construcción y reconstrucción por parte del sujeto que se apropia de conocimientos, habilidades, actitudes, afectos, valores y sus formas de expresión.

Se aprecia que este aprendizaje se produce en condiciones de interacción social en un medio socio-histórico concreto. Es de considerar como esencial el trabajo metodológico durante todo el proceso de la actividad docente, la que se concibe en el papel significativo de la relación didáctica-metodológica, como actividades vinculadas en lo proyectivo, lo regulador o el balance propio de la actividad pedagógica.

A partir de esta concepción de aprendizaje y del carácter rector de la enseñanza en el desarrollo psíquico del estudiante, se organiza el proceso de enseñanza-aprendizaje teniendo en cuenta los siguientes aspectos planteados en (Sanz, 2012):

- Formulación de los objetivos o propósitos a lograr a partir de las acciones que debe desarrollar el estudiante en el marco de las métricas específicas y de las funciones que estas se desempeñan en el perfil del egresado en ingeniería en un nivel de enseñanza determinado.
- Selección de aquellos contenidos que garanticen la formación de los conocimientos y de las características de la personalidad necesarios para la realización de los diferentes tipos de actividad. Estructuración de estos contenidos esenciales sobre la base de un enfoque sistémico, de forma que se revelen las condiciones de su origen y desarrollo.

- Organización y desarrollo del proceso de aprendizaje del estudiante, teniendo en cuenta los componentes funcionales de la actividad; orientación, ejecución y control.
- Establecimiento de una relación alumno-profesor, donde la función principal de este último es la de guiar y orientar el proceso de aprendizaje del estudiante, tomando en cuenta sus intereses y potenciando sus posibilidades de desarrollo.

Es a través de la actividad conjunta entre estudiantes y profesores y entre los propios estudiantes, del desarrollo de una adecuada comunicación pedagógica y de un clima afectivo, que se propicia trabajar con la ZDP (Smagorinsky, 2018). De manera que sea posible formar en los estudiantes los conocimientos, habilidades, intereses, cualidades de la personalidad, afectos y formas de comportamiento deseados.

Un análisis de lo planteado hasta el momento permite comprender no solo la vigencia y las posibilidades que muestra la obra de Vigostky para el trabajo pedagógico. Sino que fundamenta además que esto es posible gracias al enfoque sistémico-estructural-funcional y dialéctico de la investigación que a partir de un campo teórico y metodológico sólido se enriquece con los aportes de la psicología y de la pedagogía contemporánea (Yadav, Zhou, Mayfield, Hambrusch, & Korb, 2011).

2.2 Propuesta de sistema de actividades para favorecer el desarrollo de un Pensamiento Computacional desde la Matemática Discreta en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

El sistema de actividades que se propone tiene como objetivo favorecer el desarrollo de un Pensamiento Computacional en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la MD del primer en de la UCI, atendiendo a los sujetos, condiciones, procesos, contextos y resultados, a partir del trabajo metodológico con que opera el sistema.

El autor asume la concepción de sistema dadas por los siguientes autores, Martinez, Gonzalez y Perdomo (2012), considera un sistema como “una construcción analítica más o menos teórica que intenta la modificación de la estructura de determinado sistema pedagógico real (...) y/o la creación de uno nuevo, cuya finalidad es obtener resultados superiores en determinada actividad”. Tiene las siguientes cualidades generales que lo describen desde la teoría científica, a saber: “componentes del sistema, principio de jerarquía del sistema, estructura del sistema y relaciones funcionales del sistema” (Pérez, 1996, p. 90)

Sobre la base de los fundamentos teóricos asumidos y el objetivo que se persigue con el sistema de actividades que se diseña, se considera que todo proceso debe partir de un estudio integral del proceso pedagógico en todas sus dimensiones. De donde resulta el subsistema número uno

nombrado, teórico-conceptual para favorecer el desarrollo de un Pensamiento Computacional desde las MD.

Como base previa para el logro de la implementación objetiva en el proceso pedagógico de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas se presenta el subsistema número dos, metodológico-instrumental para favorecer el desarrollo de un Pensamiento Computacional desde la MD. Este en plena relación con el anterior sienta las bases para lograr una valoración objetiva del proceso, lo que facilita la concepción del subsistema número tres nombrado, práctico-PC para favorecer el desarrollo de un Pensamiento Computacional desde la MD. Este último facilita la implementación de la acción en los diferentes contextos que permita concretar la labor proyectada y ejecutada que se materializa en logros tangibles para el desarrollo de la institución y la sociedad (ver figura 2).



Figura 2. Subsistemas para favorecer el Pensamiento Computacional desde la MD.

2.2.1 Descripción de los subsistemas y los componentes que integran el sistema de actividades.

El sistema de actividades se proyecta de forma flexible en correspondencia con las posibles y constantes adecuaciones que puede soportar su accionar y por la necesaria correlación que se establece entre sus componentes. Tiene en cuenta el accionar del profesor para favorecer el PC, de manera que se propicien las condiciones necesarias para que los estudiantes desarrollen su creatividad y pensamiento lógico en ambientes cotidianos y que modelen problemas a los cuales se enfrentarán en su vida profesional.

Se muestra como un sistema abierto, que interactúa con el medio y permite analizar los componentes de los subsistemas, en forma recursiva, que va de lo más pequeño hasta lo más grande. Sobre la base de estas precisiones se presenta a continuación la descripción y funcionalidad de cada uno de los subsistemas diseñados.

Subsistema teórico-conceptual para favorecer el desarrollo de un PC desde LA MD.

Este subsistema se sintetiza en el análisis teórico necesario para lograr favorecer el desarrollo del Pensamiento Computacional desde la MD del primer año de la UCI, mediante el cual se promueve el enriquecimiento mutuo y recíproco en los marcos conceptuales de las asignaturas del semestre y

en los profesores y estudiantes. Además de definir y proyectar los nexos que se puedan establecer entre la MD y las demás asignaturas del año lectivo.

El autor de la presente investigación es del criterio que previo a cualquier proceso de tratamiento metodológico se hace necesario una fundamentación teórica que facilite el trabajo a realizar y conlleve a un exhaustivo análisis de las IV Fases del PC que deben ser tratados. Por lo que se hace necesario definir como componentes esenciales de este subsistema: la determinación de las bases teóricas y metodológicas para favorecer el PC desde la MD, el análisis de Análisis de las IV fases definidas para favorecer el desarrollo de un PC y el diseño de las agendas de Diseño de las agendas de desarrollo de PC. (ver figura 3).

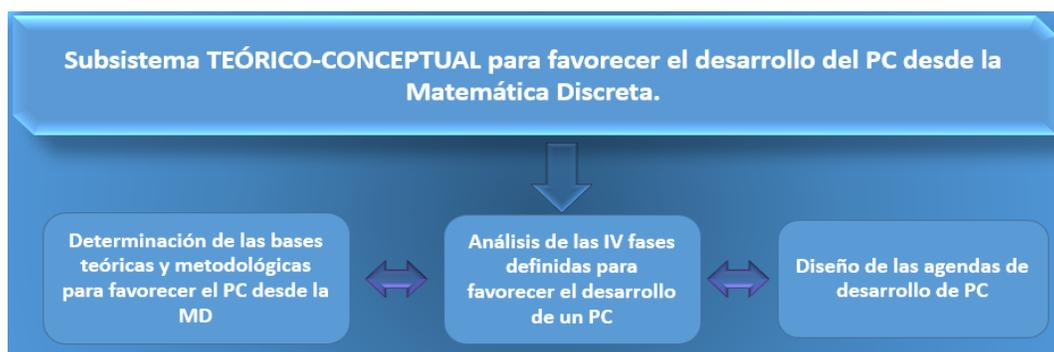


Figura 3. Componentes del Subsistema teórico-conceptual para favorecer el desarrollo de un PC desde la MD.

El primer componente está concebido para analizar las tendencias teóricas y metodológicas para favorecer el PC desde la MD en el primer semestre del primer año de la UCI. Las acciones realizadas son dirigidas por el jefe de asignatura de MD y en el mismo participa todo el claustro de profesores de la asignatura.

Se hace notorio en el desarrollo de este componente abordar trabajos investigativos relacionados con el PC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática. Así como también, se analicen y contextualicen las prácticas actuales en el mundo para lograr desarrollar este tipo de pensamiento algorítmico en los estudiantes.

Ninguna actividad humana consciente puede prescindir de un análisis previo de acciones a acometer en aras de concretar lo que se desea obtener en un proceso y en un plazo de tiempo determinado. Es por ello que resulta vital analizar las acciones que se deben ejecutar en el sistema de actividades para favorecer el PC desde la MD. Por ello todos los profesores de la asignatura que participan en el proceso de enseñanza-aprendizaje deben adquirir conocimientos del sistema para que su implementación fluya de manera consiente y el consenso entre todos sea oportuno.

Lo anterior revelado en el trabajo colectivo sustenta la concepción de la determinación de las bases teóricas y metodológicas para favorecer el PC desde la MD como componente que abre la modelación y ejecución de este proceso.

El segundo componente del subsistema facilita el análisis de las IV fases definidas para favorecer el desarrollo de un PC, y así ponerlos en práctica desde la MD del primer año de la UCI. Constituye una acción base para el proceso de apropiación de esta habilidad en los estudiantes y la interconexión que se da entre los fenómenos y procesos del objeto de estudio.

En este componente se hace necesario realizar un trabajo de mesa del Colectivo de asignatura, donde el jefe de asignatura de MD conduce el encuentro. En el mismo se han definir como se le dará salida a las IV fases definidas para favorecer el PC, donde primen voluntades y deseos de transformación de la enseñanza y el aprendizaje en este período lectivo. Para ello es importante detectar cuáles contenidos ofrecen posibilidades de vinculación, en muchas ocasiones son vistos de manera aislada por cada asignatura.

Para realizar la definición de las IV fases del PC, sugeridas por (Román-González, 2016) y como estas son tratadas mediante ejemplos en la disciplina de matemática.

I. Descomposición: o la capacidad para fraccionar una tarea minuciosa y detalladamente en los pasos que la forman, de manera que luego podamos explicar unívocamente el proceso a una tercera persona o a un ordenador, o incluso como notas de procedimiento para uno mismo. Descomponer un problema frecuentemente conduce a un posterior reconocimiento y generalización de patrones, y así en última instancia a la capacidad para diseñar un algoritmo.

Ejemplo: En matemáticas, podemos *descomponer* un número, como 256,37, de la siguiente manera:

$$2*10^2 + 5*10^1 + 6*10^0 + 3*10^{-1} + 7*10^{-2}$$

II. Reconocimiento de patrones: o la capacidad para percibir similitudes o diferencias comunes que nos ayudan a hacer predicciones y nos conducen hacia ‘atajos’ o ‘accesos directos’ al núcleo de un problema. El reconocimiento de patrones es frecuentemente la base para el diseño algorítmico y la resolución de problemas.

Ejemplos: En matemáticas, podemos seguir un *patrón* para explicar la lógica que subyace a que el producto de dos números negativos es un número positivo:

$$(-3) * (3) = -9$$

$$(-3) * (2) = -6$$

$$(-3) * (1) = -3$$

$$(-3) * (0) = 0$$

$$(-3) * (-1) = 3$$

$$(-3) * (-2) = 6$$

En geometría, al calcular la mayor área posible para un rectángulo de un perímetro dado, podemos observar *patrones* que involucran el alto, ancho y área del mismo como:

- *En la medida que el alto y el ancho se aproximan el uno al otro en sus valores, el área se incrementa.*
- *En la medida que aumenta la diferencia entre los valores del alto y del ancho, el área se reduce.*
- *Este patrón nos conduce a la conclusión de que el rectángulo con el área mayor es un cuadrado.*

III. Generalización de patrones y abstracción: o la capacidad para filtrar e ignorar toda la información que no es necesaria para resolver un cierto tipo de problema, y de generalizar la que sí es necesaria. La generalización de patrones y la abstracción nos permiten representar una idea o un proceso en sus términos generales-formales de manera que podemos utilizar dicha representación para resolver problemas análogos de similar naturaleza.

Ejemplo: En matemáticas, escribimos fórmulas generalizadas en términos de variables, en vez de con números; de manera que podemos utilizarlas para resolver distintos problemas con valores diferentes: por ejemplo, $[(a+b) * (a-b) = a^2 - b^2]$

IV. Diseño algorítmico: o la capacidad de desarrollar una estrategia ‘paso por paso’ (secuencia de instrucciones perfectamente definida) para resolver un problema. El diseño algorítmico está basado a menudo en la descomposición previa de un problema y en la identificación de los patrones que ayudan en su resolución. En Ciencias de la Computación, así como en matemáticas, los algoritmos suelen escribirse de manera abstracta, utilizando variables en el lugar de números específicos.

Ejemplo: En matemáticas, por ejemplo, cuando calculamos el ‘cambio porcentual’ entre dos números, seguimos el siguiente *algoritmo* a lo largo de las siguientes líneas:

- Si el número original es mayor que el nuevo número, entonces usar la ecuación siguiente para calcular el ‘cambio porcentual’: [Disminución porcentual = $100 * (\text{original} - \text{nuevo}) / \text{original}$]

- Si el nuevo número es mayor que el número original, entonces usar la ecuación siguiente para calcular el 'cambio porcentual': [Incremento porcentual = $100 \cdot (\text{nuevo} - \text{original}) / \text{original}$]
- Si ninguna de las anteriores es cierta, entonces el número original y nuevo tienen el mismo valor, y el 'cambio porcentual' es cero

Para realizar esta actividad el jefe de asignatura de MD explicará en qué consisten estas fases y cómo se pueden determinar. Por lo que el autor supone su uso para posterior al mismo continuar con el análisis relacional hasta lograr obtener los contenidos donde se crucen elementos que incluyan conocimientos y habilidades asociados del mismo con la mayor cantidad de asignaturas posibles del semestre.

Es importante en este momento enfatizar que para cada fase se analice las precedencias, las interrelaciones, la base conceptual, las habilidades relacionadas, la terminología, la bibliografía y los problemas de los textos relacionados con la fase en cuestión. Estas fases permiten una estructuración sistémica de la disciplina, facilitan la precisión de los objetivos y ayudan a determinar las habilidades generales y específicas a lograr, así como las actividades a desarrollar en cada momento.

El tercer componente del subsistema posee como objetivo diseñar las agendas de desarrollo de PC desde la MD. Por lo que los profesores deben proyectar las actividades que se desarrollarán para favorecer el desarrollo del PC, donde se conciba la combinación adecuada del trabajo individual y colectivo, en función de las necesidades e intereses de cada estudiante y del grupo, del contenido, los espacios curriculares y de los propósitos que se desean lograr en el proceso.

El diseño de las agendas es realizado por el Colectivo de disciplina, los jefes de asignaturas y el jefe de asignatura de MD del primer semestre del primer año, que es quien organiza la actividad. Se hace clave detectar cuáles actividades ofrecen un tratamiento relacionado y sistematizado en el tiempo, la definición de los momentos adecuados, según los espacios curriculares en que se impartirán los diversos tipos de clase, las formas y las vías de ejecución de cada actividad. Además de delimitar las responsabilidades de los integrantes de las actividades y que de ser posible, sean compartidas y fluya la cooperación entre todos por alcanzar un mismo objetivo. En la cual se tengan en cuenta favorecer el Pensamiento Computacional de los participantes en el encuentro del Colectivo pedagógico, según la necesidad de las relaciones definidas por las IV fases del PC a partir de los temas que los incluyen en el período curricular analizado.

Las actividades anteriores son manifestadas en el desarrollo del Colectivo de asignatura y en el cual se actualizará y rediseñarán, en caso de ser necesario, los elementos de las agendas. Este

componente contribuye al desarrollo de la didáctica del proceso de enseñanza-aprendizaje del semestre, planificada sobre la base de un análisis sistémico de los contenidos que se imparten en el primer año de la UCI. La estructura de las agendas estará guiada por los aspectos mencionados (ver Anexo 4).

Subsistema Metodológico-Instrumental para favorecer el desarrollo del PC desde la MD.

Este subsistema revela los procedimientos metodológicos, que son utilizados por el profesor para facilitar el trabajo individual y colectivo como parte de la atención a la diversidad de necesidades, intereses e inquietudes que tienen los estudiantes. El desarrollo de este subsistema permite dar cumplimiento en gran medida al objetivo propuesto en la investigación, sobre los cuales se seleccionan los contenidos, los métodos, las formas de organización, los medios y la evaluación en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El subsistema y su concepción tienen como propósito esencial preparar las condiciones tanto humanas, como materiales para favorecer el PC desde la MD. Para el logro de este objetivo se debe partir de un Diagnóstico de las potencialidades y limitantes para favorecer el PC desde MD, como componente número uno, que posibilite el desarrollo del Colectivo de asignatura formándose como componente número dos; que sienta las bases para un tercer componente centrado en preparar metodológicamente a los profesores de MD para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje para favorecer el PC desde la MD. Para el logro de este objetivo se hace necesario de un trabajo metodológico tanto de manera individual como colectiva (Ver Figura 4).



Figura 4. Componentes del Subsistema metodológico-instrumental para favorecer el desarrollo de un PC desde la MD.

El componente diagnóstico de las potencialidades y limitantes para favorecer el desarrollo del PC tiene como objetivo detectar las potencialidades y limitaciones del proceso de enseñanza-aprendizaje en el primer año de la UCI como vía para favorecer el PC desde la MD. Desde esta idea es necesario realizar un diagnóstico a partir de dimensiones e indicadores delimitados por el jefe de

asignatura de MD y el jefe de colectivo de año quienes dirigen el proceso y participa el claustro de profesores del semestre. A través de dicho componente se hace necesario:

- Comprender la actuación pedagógica profesional que los profesores llevan a cabo para dirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje, de modo que favorezca la sistematización de los contenidos, las habilidades y los valores.
- Analizar el clima general del grupo de estudiantes, el estado cognitivo y la orientación motivacional afectiva de estos hacia las actividades.
- Determinar en el desempeño didáctico del profesor y en el desempeño de los estudiantes el dominio de los objetivos y del contenido, la aplicación de métodos, procedimientos, formas de organización y uso de medios de enseñanza para favorecer el PC.
- Determinar las necesidades, intereses e inquietudes de los estudiantes para así contribuir al desarrollo de un modo de actuación profesional pedagógico.
- Analizar los tipos evaluación empleados en el proceso de enseñanza aprendizaje.
- Acelerar la identificación de la búsqueda, localización y procesamiento de posibles nexos entre la MD y demás asignaturas del semestre.

Cada colectivo debe ajustar el diagnóstico según sus propias características y al momento en se va a aplicar. Este componente nutre de conocimiento la preparación metodológica de los profesores, al ser una herramienta importante para el perfeccionamiento de la misma.

El segundo componente del subsistema, Tratamiento de los elementos del PC en colectivo de asignatura, tiene como objetivo dar a conocer los modelos de desarrollo del pensamiento computacional conocidos en el mundo. Este colectivo podrá agrupar a los profesores de la asignatura del primer semestre del primer año de la UCI o una aparte de él, según se establezca en la proyección de las agendas para favorecer el desarrollo del PC desde MD desde las IV fases de trabajo propuestas y el espacio curricular. Se recomienda que este colectivo sea dirigido por el jefe de asignatura de MD. Profesor con vasta experiencia y maestría pedagógica que pueda situar a la MD como asignatura mediadora en el proceso que se desea implantar en el semestre.

El Colectivo de asignatura tendrá como principales funciones:

- El logro del mejor desarrollo del proceso docente educativo de la asignatura, garantizando el cumplimiento de sus objetivos educativos e instructivos.
- La actualización permanente de sus contenidos.
- Un enfoque metodológico adecuado para su desarrollo, teniendo en cuenta el papel que ella desempeña en cada una de las estrategias curriculares así como los vínculos con otras asignaturas de la propia disciplina y con las restantes disciplinas de la carrera.

- La eliminación de las deficiencias detectadas en el cumplimiento de los objetivos generales de la asignatura y la propuesta de acciones para lograr el mejoramiento continuo de la calidad de dicho proceso.

La RM 210¹ en su Artículo 37 plantea que: El colectivo de asignatura responde por el trabajo metodológico en este nivel organizativo. Agrupa a los profesores que desarrollan la asignatura. El propósito fundamental de este colectivo es lograr el cumplimiento con calidad de los objetivos generales educativos e instructivos de la asignatura, en estrecho vínculo con los de la disciplina y del año en el cual se imparte. Pueden constituirse tanto en la sede central como en las sedes universitarias, según sea necesario y su conducción corresponde al jefe del colectivo de asignatura.

El tercer componente del subsistema posee como objetivo preparar metodológicamente a los profesores de MD para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje para favorecer el PC desde la MD. Para el logro de este objetivo se hace necesario de un trabajo metodológico tanto de manera individual como colectiva. Para el logro de este objetivo se hace necesario de un trabajo metodológico tanto de manera individual como colectiva.

La preparación metodológica colectiva se ha de desempeñar como una reunión metodológica de los profesores de MD, dirigida por el jefe de asignatura de MD, que debe ser un profesor de vasta experiencia y elevada maestría pedagógica. En este encuentro los profesores deben tener voluntades de transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje en función de establecer nexos con las demás asignaturas del semestre.

Los elementos de la preparación metodológica que deben tener en cuenta los profesores, para ubicarse dentro de lo que se pretende lograr desde las clases de MD se vinculan con:

- Análisis de los documentos normativos vigentes para la formación de los estudiantes de primer año de la UCI, a saber: modelo del profesional, indicaciones metodológicas, plan de estudio, estrategias curriculares (programas directores), libros de texto, software y sitios web educativo; los nodos interdisciplinarios de los programas docentes del primer semestre y su metodología; así como las agendas de tratamiento para favorecer el PC desde la MD.
- Impartición de clases prácticas para el entrenamiento de los profesores en la aplicación de las relaciones interdisciplinarias.
- Proyectar los contenidos de MD que contribuyan al desarrollo de conocimientos, habilidades, capacidades y actitudes propias de los estudiantes a partir del establecimiento de relaciones de dependencia y complementariedad entre los contenidos de otras asignaturas del semestre.

[1] Esta resolución ha sido derogada, la actual del 21 de junio de 2018 RESOLUCIÓN No. 2/2018 Sección primera: De la realización del trabajo metodológico, Artículo 31.

- Seleccionar los contenidos, los métodos, las formas de organización, los medios y la evaluación desde el proceso de enseñanza-aprendizaje de la MD para favorecer el PC, siempre que sea posible.
- Concebir en los sistemas de clases la impartición de los contenidos de MD que contemplen las fases del PC, las indicaciones del Colectivo de asignatura y la proyección de las agendas para favorecer el PC desde la MD.
- Garantizar el alcance de los objetivos de las clases en los que el estudiante para su cumplimiento tenga que recurrir a diferentes áreas del conocimiento y medios de información que le permitan relacionar y sistematizar contenidos de diferentes asignaturas del semestre.
- Analizar las habilidades generales, de caracteres intelectuales y específicos que contribuyan al desarrollo del pensamiento lógico y modo de actuación del profesional en Ciencias Informáticas que debe desarrollar en el año.
- Garantizar la realización de actividades en las que se conjuguen lo individual y lo colectivo, potenciando la realización de talleres, seminarios, prácticas de laboratorio y otras actividades que se puedan realizar como parte de la práctica laboral o la actividad extensionista.
- Planificar actividades en que no todos los estudiantes realicen las mismas tareas, mientras que unos por ejemplo permanecen en el aula, otros realizan actividades en el laboratorio o la biblioteca, garantizando la atención a las diferencias individuales.
- Planificar la realización de trabajos investigativos en equipos como parte de la actividad extraclase en los que se evidencien nexos interdisciplinarios y la aplicación de procedimientos para la búsqueda y el procesamiento de la información, así como la utilización de algunas de las herramientas computacionales para la presentación de los resultados.
- Garantizar la posibilidad del trabajo en grupo no solo entre los estudiantes, sino con personas de otras instituciones y la comunidad.
- Aprovechar las potencialidades de los asistentes matemáticos (matlab, WxMaxima, entre otros) y de los objetos de aprendizajes (objetos de aprendizajes interactivos y experimentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la MD en la UCI) para su aplicación en las clases.
- Proyectar la evaluación continua o sistemática de los conocimientos y habilidades de forma relacionada con otras asignaturas, siempre que el contenido matemático que se va evaluar lo permita.

La preparación metodológica individual del profesor estará basada en la autopreparación que realiza el profesor en los contenidos a tratar en las clases, en aspectos científico-técnicos, pedagógicos, didácticos, filosóficos, psicológicos, sociológicos y políticos e ideológicos, requeridos para el desarrollo de su labor docente. Donde se tenga presente el análisis del tratamiento de relaciones interdisciplinarias para favorecer el Pensamiento Computacional y su puesta en práctica. Para ello ha de seguir todas las orientaciones y ejecutar las actividades planteadas en la preparación metodológica colectiva. Es en este momento donde el profesor contextualizará las orientaciones metodológicas para el desarrollo de la clase para favorecer el PC desde la MD.

El desarrollo de este componente permite la preparación de los docentes en la didáctica del proceso de enseñanza-aprendizaje de la MD desde una visión interdisciplinar. Mediante la cual se facilitará la toma de decisiones oportunas, la concreción más adecuada para la implementación del componente y constituirá la base para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje para favorecer el PC desde la MD.

Surge como cualidades esenciales: las orientaciones metodológicas para implementación del sistema de actividades para favorecer el PC desde la asignatura MD en la UCI y las precisiones del trabajo del Colectivo de asignatura y su análisis sistémico como nivel organizativo del trabajo metodológico.

Subsistema Práctico-pc para favorecer el desarrollo del PC desde la MD.

Este subsistema y su concepción tienen como propósito esencial concretar en la práctica el desarrollo del PC desde la MD, asignatura del primer semestre del primer año de la UCI. Para ello es necesario el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje que contemple favorecer el PC desde la MD, formándose el componente número uno; que posibilita una valoración de los logros de este sistema de actividades, dando lugar al componente dos y último del subsistema.

El primer componente tiene como objetivo desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje para favorecer el desarrollo del PC, en cada modalidad de estudio, el profesor debe utilizar adecuadamente las posibilidades que brinda cada tipo de clase para contribuir al logro de los objetivos educativos formulados en el programa analítico de la asignatura y del año académico en que se desarrolla.

La concepción didáctica de cómo llevar a vías de hecho el proceso de enseñanza-aprendizaje precisa en claridad en los objetivos que deberán alcanzar docentes y estudiantes, así como respecto al contenido y sus componentes. De igual manera es preciso una breve referencia a otras categorías didácticas tales como los métodos y procedimientos, las formas de organización y la evaluación del proceso.

Mediante el desarrollo de este componente del sistema se pretende solamente presentar algunas referencias necesarias para los profesores y la puesta en práctica del desarrollo del PC desde la MD en el primer semestre del primer año de la UCI. Siendo consecuente con lo anterior, los profesores de MD en sus clases deben precisar respecto a los objetivos; las potencialidades que tienen cada uno de los temas del programa de las asignaturas que contribuyen al cumplimiento de los objetivos del año y a favorecer el PC desde la MD.

Además, garantizar el alcance de los objetivos en los que el estudiante para su cumplimiento tenga que recurrir a diferentes áreas del conocimiento y necesiten de búsqueda bibliográfica y de otros medios de información que le permitan relacionar y sistematizar contenidos de diferentes asignaturas del semestre. Por otra parte, concebir objetivos que propicien un desarrollo del PC reflejado hacia el desarrollo del interés por el estudio y la investigación, donde se facilite el trabajo en grupo. Como seguimiento para el desarrollo de las clases los profesores al concebir el tratamiento de los contenidos de MD, se propone que tomen en consideración:

- Determinar los tipos de actividades correspondientes al sistema de clases valorado, teniendo en cuenta, la interrelación entre los conocimientos y habilidades de la MD entre sí y demás asignaturas que complementan nodos interdisciplinarios en el contenido que se esté tratando; las diferentes formas de representación o presentación de los contenidos y las situaciones en las cuales resulta formativo para la educación integral de los estudiantes y para su formación profesional la aplicación de los contenidos.
- Aplicar tareas diseñadas para favorecer el PC para que desde el PEA de la MD, teniendo en cuenta las fases del desarrollo del Pensamiento Computacional (ver Anexo 5).

Se ha de concebir dentro del sistema de clases métodos de enseñanza que propicien la participación activa de los estudiantes en el proceso de aprendizaje, la reflexión colectiva y el incentivo por aprender e indagar sobre aquellos contenidos más importantes y sus posibles aplicaciones, se propone:

- Utilizar con sistematicidad los métodos productivos.
- Garantizar el empleo de métodos que conlleven a que los estudiantes consulten diferentes fuentes de información y los resultados de la búsqueda se integren y los comuniquen a partir de la orientación de tareas concretas previamente planificadas y que favorecen el desarrollo de un PC desde la asignatura (ver Anexo 6).
- Emplear el método investigativo para la realización de tareas en las que se vinculen los contenidos de MD y otras asignaturas del semestre y con su profesión.

Teniendo en cuenta las formas de organización, el profesor ha de organizar la actividad docente de manera que utilice diferentes formas en estrecha relación con los métodos que permita cumplir con los objetivos propuestos. En este sentido debe crear las condiciones que le permitan al estudiante trabajar de forma independiente, en dúos o en equipos no solo en el contexto del aula, a partir de la orientación de tareas que lleven al estudiante a investigar, aplicar, resolver problemas donde los contenidos de la MD se puedan vincular con los de otras asignaturas.

Desde esta perspectiva la evaluación como componente del proceso ha de permitir evaluar de forma sistemática al estudiante a partir de los objetivos que ha de ir alcanzando paulatinamente, ha de ser una evaluación formativa, desarrolladora, que le permita al profesor a partir de una misma actividad evaluar los contenidos de MD en vinculación con contenidos de otras asignaturas, para ello se propone:

- Proyectar la evaluación continua o sistemática de los conocimientos, habilidades y hábitos de forma relacionada con otras asignaturas, siempre que el contenido de MDI que se va evaluar lo permita.
- Concebir la realización de trabajos prácticos, ya sea individual o por equipos, en el que se vinculen contenidos de al menos dos asignaturas del semestre.
- Concebir la forma de presentación de las tareas extraclases teniendo en cuenta diferentes variantes como resúmenes, informes, presentaciones informáticas, lo que requiera para ello de la utilización de programas, libros de textos, software educativos y otras fuentes de información que contribuyan al desarrollo del profesional desde la atención a las diferencias individuales.

Lo anterior revelado en la impartición de los sistemas de clases para favorecer el PC desde la modelación de los componentes didácticos del proceso de enseñanza-aprendizaje desde la MD, expresados en este componente como sugerencias para el profesor. Por lo que a partir del mismo se contemplan los contenidos de la MD como un todo armónico y relacionado con otras asignaturas, que propicia en los estudiantes una comprensión relacionada y sistematizada de los contenidos que le son impartidos en el semestre.

El segundo componente y último del sistema, posee como objetivo valorar los resultados del sistema de actividad y los logros del sistema de actividades para favorecer el desarrollo del pensamiento computacional desde la MD en el primer semestres del primer año de la UCI. Mediante el cual los profesores obtendrán información oportuna y confiable para descubrir aquellos elementos de su práctica que interfieren en el proceso de enseñanza-aprendizaje, de tal manera que puedan reflexionar en torno a estos para mejorarlos y reorientarlos.

Como acciones a realizar para el cumplimiento del objetivo previsto es necesario realizar un balance con los profesores y estudiantes de los aspectos positivos y las deficiencias que se detectaron en el proceso, intercambiar experiencias y aportar nuevas ideas en aras de realizar las mejoras necesarias para el empleo futuro de la actividad de aprendizaje. Además es vital analizar cómo hacer un seguimiento minucioso a las diferencias detectadas y constatar en la práctica el desarrollo que va alcanzando.

Los resultados obtenidos de manera particular en cada componente del sistema y de manera general, con la aplicación del mismo, servirán, de retroalimentación para rectificar los errores y perfeccionarlo. Para su evaluación es aconsejable realizar un estudio comparativo de los resultados obtenidos antes y después de su aplicación. La evaluación se debe estructurar en correspondencia con su carácter continuo y basado fundamentalmente en el grado de sistematización de los objetivos a lograr en cada momento del proceso.

Lo anterior revelado en el trabajo del Colectivo de asignatura, posibilita una comparación de la efectividad del proceso luego de implementado el presente Sistema de Actividades. Este componente facilita la determinación de los niveles de sincronía, de dependencia y de interrelación alcanzados mediante el sistema de actividades para favorecer el PC desde la MDI en la UCI, por lo que funge como base a una regulación constante de dicho sistema.

Mediante el subsistema descrito se realiza la puesta en práctica del sistema de actividades para el tratamiento de las relaciones interdisciplinarias desde la MD en el primer año de la UCI. El cual, sustentado por el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, posibilita la implementación del sistema de actividades propuesto y la valoración de los logros del desarrollo del PC en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la MD. El sistema de actividades propuesto representa la estructura de unidad y todo integrado por los subsistemas y sus componentes que mantienen relaciones funcionales de coordinación y subordinación, en que el subsistema práctico se subordina al subsistema metodológico y este a su vez al subsistema teórico. Se aprecia cómo el examen de una o alguna de sus partes en forma aislada, no puede explicar o predecir la conducta del todo (Ver Figura 5)



Figura 5. Sistema de Actividades para favorecer el desarrollo del pensamiento computacional desde la Matemática Discreta.

2.3 Conclusiones del Capítulo

Los presupuestos teóricos proyectados en este capítulo ofrecen una base educativa encaminada a plantear un sistema de actividades para favorecer el PC desde la MD, sustentado en el enfoque sistémico estructural-funcional para su construcción epistémica y la dialéctica-materialista como guía metodológica esencial. Además de asumir el enfoque socio-histórico cultural de Vigostky, la concepción de la pedagogía cubana y la didáctica general para la formación general e integral de los estudiantes del primer año de la UCI.

El sistema de actividades diseñado manifiesta las categorías de todo y sus partes y su correlatividad, en que las características, propiedades y cualidades del objeto conforman un todo y a la vez una parte de un todo de mayor jerarquía, que son los subsistemas y estos a su vez una parte de otro todo de mayor jerarquía que es el sistema que funciona como un todo íntegro. Es por ello, que son elementos dependientes, interrelacionados dialécticamente, conformando el sistema en su dinámica.

El sistema de actividades revela relaciones y cualidades en cada uno de sus subsistemas, el Teórico-Conceptual permite el determinismo teórico-conceptual para favorecer el desarrollo del PC desde la Matemática Discreta.. El Metodológico-Instrumental facilita la proyección metodológico-instrumental para favorecer el desarrollo del PC desde la MD. El Práctico-PC ofrece la concreción para favorecer el desarrollo del PC desde la MD.



CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ACTIVIDADES PROPUESTO Y VALORACIÓN DE SU EFECTIVIDAD



Capítulo III: Implementación del sistema de actividades y valoración de su efectividad

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en el sistema de actividades para favorecer el pensamiento computacional desde la MD en la UCI. Así como, la constatación de la factibilidad de aplicación de los presupuestos teóricos del modelo y la pertinencia del sistema de evaluación que muestran los resultados del criterio de expertos. Luego se presentan los principales resultados de la implementación del sistema de actividades. El capítulo finaliza con un pre-experimento pedagógico para conocer el grado de efectividad de la propuesta de investigación.

3.1 Análisis de los resultados de la consulta a expertos acerca de la factibilidad del sistema de actividades para favorecer el PC desde la Matemática Discreta en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

En la validación teórica del sistema de actividades de la propuesta se utilizó el criterio de experto, mediante el método Delphi (Ruppert & Duncan, 2017), con el objetivo de valorar el estado de opinión de un conjunto de especialistas sobre la calidad y efectividad de la solución propuesta en la investigación. Según (Adler & Ziglio, 1996)¹ antes de aplicar el método Delphi se deben responder tres interrogantes: ¿Qué tipo de consulta de expertos se desea en aras de explorar el problema definido?, ¿Quiénes son los expertos con competencia para ello y dónde se encuentran? y ¿Cuáles son las técnicas alternativas disponibles y qué resultados se esperan obtener razonablemente con su aplicación?

En consonancia con las respuestas a estas tres preguntas se selecciona la metodología propuesta por (Ramírez & Toledo, 2001) que concibe los siguientes pasos: elaboración del objetivo, selección de los expertos, elección de la metodología, ejecución de la metodología seleccionada y procesamiento de la información.

Para la selección de los expertos se confeccionó un listado de 25 profesores con varios años de experiencia vinculados a la formación del Ingeniero en Ciencias Informáticas o carreras afines y que, a criterio del autor, cumplen los requisitos como expertos. Se tomaron en consideración los siguientes aspectos: título universitario, categoría docente y científica, años de experiencia docente, nivel de dominio sobre el tema y las fuentes de argumentación. Para los expertos se tuvo en cuenta además sus conocimientos sobre ciencias pedagógicas, las ciencias de la educación y la enseñanza de la MD. A los candidatos seleccionados les fue enviado un cuestionario para determinar el nivel de competencia que poseían sobre la temática que se investiga (ver Anexo 7).

[1] Traducido del inglés en el sitio web: www.iit.edu/~it/delphi.html

Posterior al procesamiento de la encuesta quedaron seleccionados 19 expertos atendiendo a sus coeficientes de competencia (ver Anexo 8).

El 78.94%(15) de los expertos seleccionados poseen títulos asociados directamente con la Matemática. El 21.09%(4) poseen grado científico de doctor y el resto son máster, de ellos el 47,36%(9) son graduados en Ciencias Pedagógicas, el 21.09%(4) en Ciencias de la Educación, el 36,84%(7) en Ciencias Técnicas, de reconocida experiencia profesional y de profundos conocimientos acerca del objeto de investigación (ver Anexo 9). En tanto 14 son profesores de la UCI con amplios resultados en su trabajo como profesores en la universidad y el resto pertenecen a la Universidad de Granma y la Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

La experiencia promedio de estos expertos oscila entre los 8 y los 15 años de labor, lo que permite aseverar que el promedio de años en la docencia es de 13,55, según se muestra en (ver anexo 10). La categoría docente de los expertos concibe el grado del profesor universitario, la más frecuente en los expertos es la de Profesor Asistente con un 52,63(10) seguida la de Profesor Titular con un 10,52 (2), y la de Profesor Auxiliar con un 26,31(5). Fueron excluidos de la muestra 6 profesionales, uno en atención al bajo interés demostrado y cinco por el bajo coeficiente de conocimiento sobre el tema particular de la consulta.

Una vez seleccionados los expertos para la valoración del sistema de actividades para favorecer el PC desde la MD en la UCI, se les envió una copia del sistema diseñado, descrito en el capítulo 2, el cual se tabuló siguiendo el procedimiento de la metodología de la comparación por pares (Ramírez & Toledo, 2001). El objetivo de esta aplicación se centró en el análisis de la concepción asumida para construir el sistema de actividades para favorecer el PC desde la MD en la UCI.

Como resultado de la primera ronda de consulta a los expertos, resultó recurrente la consideración de estos especialistas acerca de que el sistema propuesto para favorecer el PC desde la MD las siguientes: (ver Anexo 11).

Al analizar el balance entre los subsistemas, en sentido general, se apreció buena relación entre estos como partes del sistema y, en particular, entre los componentes de cada uno de ellos; se estimó por los expertos una adecuada relación de subordinación entre los subsistemas y sus componentes como un todo centrado en la obtención del resultado final.

3.2 Introducción parcial en la práctica del sistema de actividades para para favorecer el Pensamiento Computacional desde la asignatura Matemática Discreta en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

El sistema de actividades se implementó en la asignatura de MD durante el curso 2017-2018. Se escogió una muestra intencional de 8 docentes del primer año de la Facultad Introdutoria a las

Ciencias Informáticas de la UCI. Fue de considerar que los profesores poseen diferentes niveles de experiencia, pero con un desempeño profesional satisfactorio y buena actitud ante el trabajo y además de pertenecer a la facultad del investigador en dicho curso académico; aspectos que contribuyen con la introducción en la práctica.

Para la implementación en la práctica del sistema diseñando se asumieron como etapas metodológicas esenciales sus subsistemas, en tanto se presentan tres etapas: Determinismo teórico-conceptual para favorecer el desarrollo del PC desde la MD; Proyección metodológico-instrumental para favorecer el desarrollo del PC desde la MD y Concreción PRÁCTICO-PC para favorecer el desarrollo del PC desde la MD.

Determinismo teórico-conceptual para favorecer el desarrollo del PC desde la MD.

En esta etapa se efectuó un encuentro con todo el claustro de profesores dirigido por el jefe de la asignatura de MD. Se realizó una exposición oral durante 30 minutos por parte el autor de la investigación a los participantes, con un resumen de los principales aspectos que justifican la necesidad de desarrollar el proceso de enseñanza aprendizaje para favorecer el PC en el primer año desde la MD y la significación del trabajo metodológico para lograrlo.

Además se analizó en este encuentro los principales fundamentos teórico-metodológicos y análisis tendencial que sustentan el proceso de enseñanza-aprendizaje de la MD en la UCI. Así como, las definiciones y fundamentos que deben guiar el trabajo para favorecer el PC desde la MD, donde se expusieron las definiciones fundamentales de Pensamiento Computacional, las fases del mismo que se deben tener en cuenta.

Se expuso por otra parte los fundamentos teóricos y las acciones que se deben ejecutar en el sistema de actividades para favorecer el PC desde la MD. Se dieron a conocer las responsabilidades del grupo de profesores en cada una de sus etapas, donde los mismos expusieron sus criterios para la puesta en práctica. De esta manera se logró que los profesores adquirieran conocimientos del sistema y así posibilitar que su implementación fluya de manera consiente y a partir del consenso de todos.

A partir de lo anterior se estableció un amplio debate, en el que se realizaron 8 preguntas que fueron respondidas. En el intercambio los participantes emitieron diversos criterios relacionados con las fortalezas y debilidades de la propuesta, así como sugerencias y recomendaciones que resultaron valiosas para su instrumentación y puesta en práctica.

Considerando lo anterior se pasó al análisis de las 4 fases del PC definidas por (Román-González, 2016) y los programas docentes de las diferentes asignaturas del semestre en el año, a través de

dos sesiones de trabajo de mesa con los jefes de colectivo de cada disciplina y de asignaturas, en el que el jefe de la asignatura de MD condujo el encuentro. En el mismo se analizaron los contenidos que se debían tratar en las clases de MD para ver sus posibles interconexiones con contenidos que se debían impartir en las demás asignaturas del semestre, teniendo en cuenta en la medida de lo posible las coincidencias de los espacios curriculares.

En esta búsqueda se realizaron debates en la que cada profesor pudo abordar sus contenidos desde sus puntos de vista existiendo voluntades y deseos de transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se tuvo en cuenta las características propias del año y los análisis teóricos realizados con anterioridad. Además de analizar tareas que transitan por las 4 fases del PC, la precedencia, las interrelaciones entre las asignaturas, la base conceptual, las habilidades relacionadas, la terminología común a usar por todos, la bibliografía y los problemas de los textos relacionados con situaciones de la vida real.

Se determinaron como contenidos para a tratados para favorecer el PC desde la MD: Conjuntos, Operaciones del álgebra de conjuntos, Relaciones binarias, Dominio de una relación binaria, Imagen de una relación binaria, Relaciones funcionales, Lógica proposicional, Operadores lógicos, Tablas de verdad, Estructura deductiva, Reglas de Inferencia, Equivalencias lógicas, Implicaciones lógicas, Demostraciones, (Algoritmos, Circuitos lógicos y Máquinas de Turing).

Posterior a este análisis se encuentran las bases sentadas para el diseño de la agenda para favorecer el PC desde la MD. El jefe de asignatura de MD organizó la actividad donde se diseñó la agenda realizada por el Colectivo pedagógico y los jefes de asignaturas.

Proyección metodológico-instrumental para favorecer el desarrollo del PC desde la MD.

En esta etapa se hizo necesario el análisis de las potencialidades y limitantes para favorecer el PC desde la MD. Mediante el cual se determinó que no siempre los profesores de MD de la institución formadora conocen las potencialidades que tienen los contenidos de esta asignatura para este fin, pues carecen de información teórica y práctica y de trabajo cooperativo.

Colectivo pedagógico funge como órgano metodológico rector de este proceso. En el mismo se dio a conocer la proyección para favorecer el PC según las actividades precedentes y cuya intencionalidad y sistematicidad se derivaron en una adecuada preparación metodológica a los profesores para este fin.

Como parte de la preparación metodológica se desempeñó una reunión metodológica colectiva de los profesores de MD, dirigida por el jefe de asignatura de MD, profesor de vasta experiencia en el

colectivo. En la misma se consultaron los documentos normativos vigentes como la Resolución 210/07 del Ministerio de Educación Superior del Trabajo Metodológico y los establecidos para la formación de los estudiantes de primer año de la UCI, tales como: modelo del profesional, indicaciones metodológicas, plan de estudio, estrategias curriculares (programas directores), libros de texto, las fases definidas para favorecer el PC; así como las agendas de tratamiento para favorecer el PC, donde se determinó:

- Seleccionar los contenidos, los métodos, las formas de organización, los medios y la evaluación de las clases asociadas a las fases del PC relacionados con la lógica.
- Garantizar el alcance de los objetivos de las clases en los que el estudiante para su cumplimiento tenga que recurrir a diferentes áreas del conocimiento y medios de información que le permitan relacionar y sistematizar contenidos de diferentes asignaturas del semestre.
- Proyectar los contenidos relacionados con la lógica que contribuyan al establecimiento de relaciones de dependencia y complementariedad entre los contenidos de otras asignaturas del semestre.

Concreción PRÁCTICO-PC para favorecer el desarrollo del PC desde la MD.

La impartición de las clases para favorecer el PC, se desarrollaron en un grupo experimental, a partir de los supuestos del sistema diseñado para el logro de este objetivo. En una clase de tipo, clase práctica que pertenece al tema de Lógica se planteó el siguiente objetivo: Realizar ejercicios a partir de los conceptos y procedimientos de la lógica para modelar problemas matemáticos, de la vida real y el universo computacional.

El objetivo planteado está acorde con el tema de Lógica, los estudiantes para su cumplimiento tienen que recurrir a diferentes áreas del conocimiento y necesitan de la búsqueda bibliográfica y de otros medios de información diferentes a los usados en la asignatura, además de propiciar un enfoque profesional.

Se pusieron de manifiesto las fases del PC: descomposición de un problema o tarea en pasos discretos, reconocimiento de patrones (regularidades), generalización de dichos patrones y abstracción (descubrir las leyes o principios que causan dichos patrones) y diseño algorítmico (desarrollar instrucciones precisas para resolver el problema y sus análogos)” Se puede ejemplificar mediante el siguiente ejercicio:

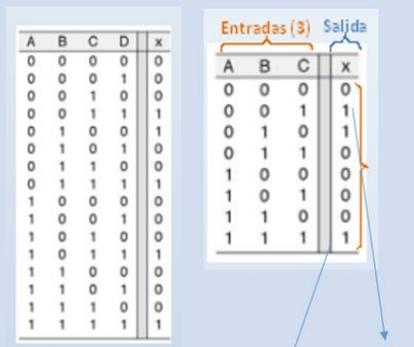
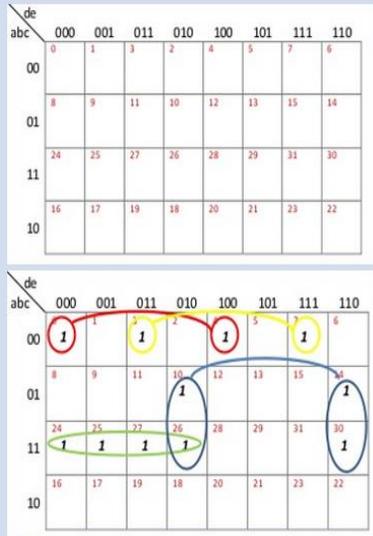
Cuba avanza en la perforación del pozo petrolero horizontal más profundo de América Latina.

Los trabajos de perforación en Cuba en el pozo horizontal de alcance extendido Varadero Oeste 1008, el más profundo de América Latina, superaron los seis mil metros de profundidad, y pretenden llegar este año al récord de 8.240 metros.

Para la explotación del crudo la empresa cuenta con un sistema automatizado con cuatro motores de propulsión, y el sensor de viscosidad, la extracción se podrá efectuar si:

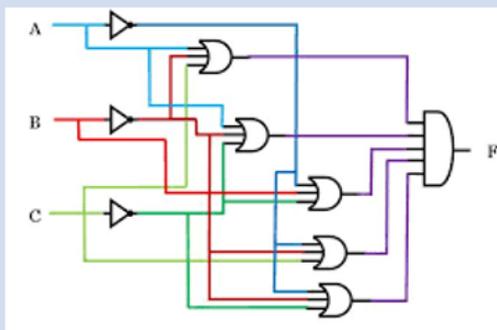
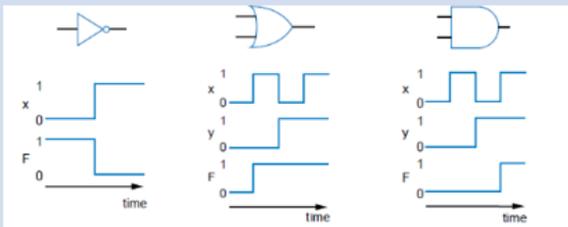
- El sensor de viscosidad no se encuentra activo.
- Al menos dos motores de propulsión se encuentran bombeando.
- Cuando el primer o segundo motor de forma independiente estén activos pues estos tienen mayor potencia.

Diseñe el circuito lógico más reducido.

I Descomposición	II Reconocimiento de Patrones
<ul style="list-style-type: none"> • Fraccionar una tarea minuciosa y detalladamente en los pasos que la forman. • Saber explicar unívocamente el proceso a una tercera persona o a un ordenador • Análisis del cómo llevar un problema al lenguaje matemático. <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p style="margin-top: 10px;">$s_1 \cong [p \wedge q] \vee [p \wedge \neg r] \vee [p \wedge q] \vee [p \wedge q]$</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer predicciones que nos conducen hacia 'atajos' • Reconocer los patrones del contenido de reducción de circuitos lógicos mediante el método de mapas de Karnaugh. <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div>

III Generalización de patrones y abstracción

- la capacidad para filtrar e ignorar toda la información que no es necesaria para resolver un cierto tipo de problema
- Modelar, abstraer, predecir comportamientos de propagación de enfermedades, lecturas sistémicas, toma decisiones, etc...



IV Diseño de algoritmos

- Capacidad de desarrollar una estrategia 'paso por paso'
- Secuencia de instrucciones perfectamente definida



Por otra parte, se identificaron en el diseño de la agenda para favorecer el PC (corresponde al primer subsistema de la propuesta) como un aspecto en el que se tuvo dificultades para su ejecución, el que pudiera tener más precisión, componente imprescindible que no fue ampliamente abordado en la propuesta. Esta recomendación es considerada oportuna por el autor de la investigación para enriquecer el trabajo.

Los criterios emitidos durante el trabajo realizado en grupo, reconocieron la significación de la propuesta elaborada como resultado de la investigación para favorecer el PC desde la MD en el primer año de la UCI.

Resumen de los resultados de la puesta en práctica del sistema de actividades.

En el colectivo pedagógico:

- Se apreciaron conocimientos y habilidades en la instrumentación para favorecer el PC desde la MD.
- El Colectivo pedagógico se funcionó como el nivel organizativo del trabajo metodológico para favorecer el PC desde la MD.
- Establecimiento de enfoques coherentes en la relación y sistematización de contenidos de diferentes disciplinas.
- Sistemas de clases con marcado tratamiento a las fases del PC.

Como parte de los resultados alcanzados por los estudiantes se contempla:

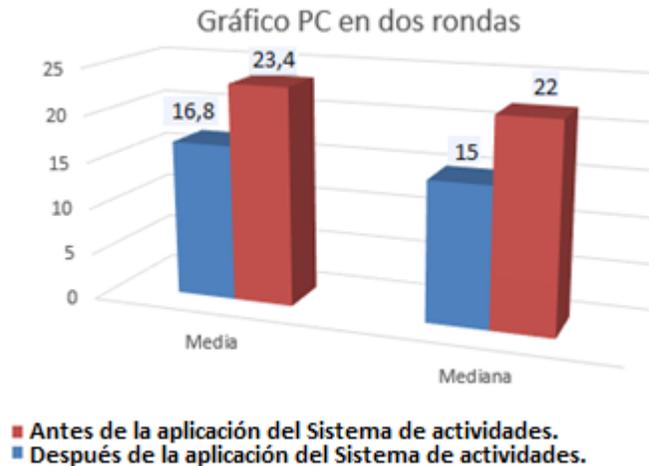
- Mayor análisis del cómo llevar un problema al lenguaje matemático.
- Mejor organización, planificación, control y valoración de los resultados, al reconocer los patrones del contenido.
- Mejor concentración para modelar, abstraer, predecir comportamientos de propagación de enfermedades, lecturas sistémicas, toma decisiones.
- La capacidad para filtrar e ignorar toda la información que no es necesaria para resolver un cierto tipo de problema aumentó.

3.3 Análisis de los resultados del pre-experimento pedagógico.

Se realizó un pre-experimento con una muestra de 120 en el primer año de la UCI. A estos se les aplicó un Test de Pensamiento Computacional diseñado por (Román-González, 2016) ampliamente descrita en su tesis de maestría, profesor este adjunto a la Universidad Nacional de Educación a Distancia de España. Dicha encuesta se efectuó “antes” de la introducción parcial en la práctica de la propuesta de investigación, en la quinta semana del primer semestre del curso escolar 2017-2018;

y “después” de su aplicación, en la penúltima semana, la quince del curso. La comparación de los resultados se muestra en la siguiente gráfica:

Gráfica 1. Comparación del estado del Pensamiento Computacional, antes y después de aplicado el Sistema de Actividades.



En esta se muestra como aumentó la media de respuestas correctas de un 16,80 a un 23,40 lo cual representa un aumento en el pensamiento computacional de los estudiantes, y la mediana de 15 respuestas correctas aumentaron hasta 22 respuestas correctas, lo cual también evidencia que el pensamiento computacional aumentó.

De la misma forma la totalidad (100%) de los profesores mostraron favorecer un clima psicológico agradable hacia el aprendizaje, dando la posibilidad a los estudiantes de expresar sus opiniones y juicios para contribuir al desarrollo del modo de actuación del profesional y una adecuada relación profesor- estudiante y estudiante-estudiante. Así como se evidenció que todos los profesores aprecian conocimientos y habilidades en la asignatura de MD que puedan ser tratados para favorecer el PC e incluso antes de implementar el sistema.

También los profesores reflejaron que los estudiantes demostraron después de implementado el sistema de actividades la realización de las actividades, la aplicación de conocimientos y habilidades de la MD mostraron mayor motivación por la clase.

Después de los resultados obtenidos se concluye que el sistema de actividades aplicado a partir de su adaptación a las condiciones actuales permitió constatar en la práctica la factibilidad del mismo para favorecer el desarrollo del PC desde la MD en el primer año de la UCI.

3.4 Conclusiones del Capítulo

La valoración por parte de los expertos para un 95,5% se ubicó en el rango de Muy Adecuado por lo que consideran pertinente el sistema de actividades para favorecer el PC desde la MD en el primer año de la UCI. Este se caracteriza por su flexibilidad a partir de la concepción de los subsistemas y acciones, lo que permite su actualización y rediseño en correspondencia con el contexto.

La propuesta que se realiza constituye una alternativa para la solución del problema científico estudiado y resulta novedoso para el trabajo metodológico para favorecer el PC desde la MD, lo cual es susceptible de adaptación y aplicación en el primer año de la UCI quedado evidenciado en la introducción parcial en la práctica educativa. La efectividad de la misma se demuestra a partir de la realización de un pre-experimento que evidenció que el sistema de actividades favorece el PC desde la MD en primer año de la UCI.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación permiten al autor plantear como conclusiones:

1. La sistematización realizada a los referentes teóricos del desarrollo del Pensamiento Computacional desde la Matemática Discreta, posibilitó al autor identificar el enfoque histórico-cultural, el Pensamiento Computacional y las fases del desarrollo del Pensamiento Computacional, como los fundamentos esenciales del sistema de actividades propuesto.
2. El análisis de los resultados de los instrumentos aplicados en el diagnóstico del proceso de enseñanza de la Matemática Discreta en la UCI reveló, entre otros elementos que las dificultades para favorecer del PC desde la MD en el primer año de la UCI son el resultado de carencias metodológicas, el limitado trabajo cooperativo y el insuficiente dominio de las funciones y tareas a desarrollar por el Colectivo pedagógico.
3. Los métodos estadísticos utilizados permitieron constatar que el Pensamiento Computacional es una variable que influye de forma directa en el rendimiento académico de los estudiantes en Matemáticas Discretas.
4. Los resultados del proceso de abstracción desarrollado por el autor alrededor del objeto de estudio y del campo de acción, le permitieron la fundamentación y el diseño de un sistema de actividades para favorecer el Pensamiento Computacional desde la Matemática Discreta.
5. La evaluación de los subsistemas, componentes y estructura del sistema de actividades se ubicó en el rango de Muy Adecuado por parte de los expertos, lo que evidenció la factibilidad de la propuesta presentada. El pre-experimento pedagógico demostró la validez del sistema diseñado, lo que fue corroborado por los resultados alcanzados durante la etapa experimental.

Recomendaciones

- Aplicar el sistema de actividades para favorecer el PC desde el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en el primer año de la UCI.
- Analizar la posibilidad de instrumentar el sistema de actividades elaborado desde otras asignaturas de la disciplina y de ser posible desde otras disciplinas de la carrera.

Bibliografía

- Abtahi, Y. (2018). Pupils, tools and the Zone of Proximal Development. *Research in Mathematics Education*, 20(1), 1–13. <https://doi.org/10.1080/14794802.2017.1390691>
- Adler, R. F., & Kim, H. (2017). Enhancing future K-8 teachers' computational thinking skills through modeling and simulations.
- AENUI & CODDII. (2014). Por la inclusión de asignaturas específicas de ciencia y tecnología informática en los estudios básicos de la enseñanza secundaria y bachillerato. Retrieved from <http://coddii.org/wp-content/uploads/2015/06/declaración-CODDII-AENUI.pdf>
- Aho, A. (2012). Computation and computational thinking. *The Computer Journal*.
- Álvarez-espinoza, A. (2018). El concepto dialéctico de internalización en Vygotski: aproximaciones a un debate, 8(1), 5–35.
- Andrea, A. (2018). Computational Literacy and “ The Big Picture ” Concerning Computers in Mathematics Education Computational Literacy and “ The Big Picture ” Concerning. *Mathematical Thinking and Learning*, 20(1), 3–31. <https://doi.org/10.1080/10986065.2018.1403544>
- Argente, E., Vivancos, E., Alemani, J., & García-Fornes, A. (2017). Educando en privacidad en el uso de las redes sociales” nos cuentan su experiencia en el marco de la Escola d’Estiu 2016 con niños de entre 12 y 15 años. Mediante un conjunto de juegos propuestos, los niños interactúan y aprenden a detectar acciones de ri.
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing Computational Thinking to K-12: What is Involved and What is the Role of the Computer Science Education Community? *ACM Inroads*, 2(1), 48–54. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929905>
- Bono, E. (1970). Lateral Thinking: A Textbook of Creativity. *Penguin Books*, 3(416), 6–30. <https://doi.org/11.0002/bies.10094>
- Bono, E. De. (1994). El pensamiento lateral: Manual de creatividad, 464.
- Castellanos, Y., & Badía, V. (2015). *Gestión del conocimiento en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática Discreta*. Universidad de La Habana.
- Chatterjee, K., & Scheiner, J. (2015). Understanding changing travel behaviour over the life course: Contributions from biographical research. In: 14th International Conference on Travel Behaviour Research. Retrieved from [http://eprints.uwe.ac.uk/28177/11/Chatterjee and Scheiner IATBR resource paper version 161015.pdf](http://eprints.uwe.ac.uk/28177/11/Chatterjee%20and%20Scheiner%20IATBR%20resource%20paper%20version%20161015.pdf)

- Corballis, M. C. (2017). El pensamiento recursivo.
- Dakar, M. de A. (2000). Educación para todos: Cumplir nuestros compromisos comunes, aprobado por el Foro Mundial sobre la Educación, Dakar, Senegal, 26 a 28 de abril de 2000.
- Díez Rioja, J. C., Besora Bañerez, D., & Vizern Serra, M. (2017). Experiencia de gamificación en Secundaria en el Aprendizaje de Sistemas Digitales. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 18(2), 85. <https://doi.org/10.14201/eks201718285105>
- Durak, H. Y., & Saritepeci, M. (2017). Analysis of the relation between computational thinking skills and various variables with the structural equation model. *Computers & Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.09.004>
- Education, G. for. (2015). Exploring Computational Thinking. Retrieved from <https://www.google.com/edu/resources/programs/exploring-computational-thinking/>
- Ferreiros. (2005). Del Hacer matemático, su historia y su plasmación educativa. *La Gaceta de La RSME*, 8.2, 397–417.
- Ferrer Rojas, A. (2017). VirPLC: una metodología para el desarrollo de capacidades, habilidades y autoestima mediante la estimulación de la lógica con una herramienta sencilla, funcional y dinámica. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 18(2), 59. <https://doi.org/10.14201/eks20171825969>
- Flores, A. (2011). Desarrollo del Pensamiento Computacional en la Formación en Matemática Discreta. *Lámpsakos*, (5), 28–33. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3661956&info=resumen&idioma=PO R>
- Gadanidis, G., Clements, E., & Yiu, C. (2018). Group Theory, Computational Thinking, and Young Mathematicians. *Mathematical Thinking and Learning*, 20(1), 32–53. <https://doi.org/10.1080/10986065.2018.1403542>
- García Marcos, C. J., & Cabero Almenara, J. (2017). El diseño instruccional inverso para un recurso educativo abierto en la Formación Profesional española: El caso de Web Apps Project. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 18(2), 19. <https://doi.org/10.14201/eks20171821932>
- García Monsálvez, J. C. (2017). Python como primer lenguaje de programación textual en la Enseñanza Secundaria. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 18(2), 147. <https://doi.org/10.14201/eks2017182147162>
- Gutiérrez, O., Vicente, J., Simon, G., José, F., & Estelles Miquel, S. (2017). La ética como puerta a la informática en la educación primaria. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 18(2), 71. <https://doi.org/10.14201/eks20171827183>
- JENUI. (2016). Educación en informática para todos.

- Jiménez Fernández, C. (2014). *El Desarrollo Del Talento : Educación Y Alta Capacidad*.
- José, F., & Peñalvo, G. (n.d.). La evolución de los sistemas software educativos: Los ecosistemas tecnológicos de aprendizaje.
- Kalelioğlu, F., Gülbahar, Y., & Kukul, V. (2016). A Framework for Computational Thinking Based on a Systematic Research Review. *Baltic J. Modern Computing*, 4(3), 583–596.
- Koch, T., & Denike, K. (2009). Crediting his critics' concerns: Remaking John Snow's map of Broad Street cholera, 1854. *Social Science and Medicine*, 69(8), 1246–1251. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2009.07.046>
- Lee, V. R., & Recker, M. (2018). Paper Circuits: A Tangible, Low Threshold, Low Cost Entry to Computational Thinking. *TechTrends*, 62(2), 197–203. <https://doi.org/10.1007/s11528-017-0248-3>
- Leeder, D., Boyle, T., Morales, R., Wharrad, H., & Garrud, P. (2004). To boldly GLO-towards the next generation of Learning Objects. *In World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*, 1, 28–33.
- Leontiev, A. N. (1075). *El pensamiento. En Superación para profesores de Psicología*. La Habana.
- Llorens Largo, F., García Peñalvo, F. J., Molero Prieto, X., & Vendrell Vidal, E. (2017). La enseñanza de la informática, la programación y el pensamiento computacional en los estudios preuniversitarios. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 18(2), 7. <https://doi.org/10.14201/eks2017182717>
- Lye, S. Y., & Koh, J. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12? *Computers in Human Behavior*, 41, 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.09.012>
- Mannila, L. (2014). ITiCSE '14: Proceedings of the 2014 Conference on Innovation & Technology in Computer Science Education.
- Martinez de Armas, N., Gonzalez Lorences, J., & Perdomo Vázquez, J. M. (2012). CARACTERIZACIÓN Y DISEÑO DE LOS RESULTADOS CIENTÍFICOS COMO APORTES DE LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA., p.10. Retrieved from <http://files.especializacion-2012.webnode.com.co/200000152-80d3f81ccc/CARACTERIZACIÓN Y DISEÑO DE LOS RESULTADOS CIENTÍFICOS COMO APORTES DE LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA..pdf>
- Navaja de Occam. (2008), 2008(15–junio). Retrieved from http://es.wikipedia.org/wiki/Navaja_de_Occam
- Papert, S. (1980). MINDSTORMS Children, Computers, and Powerful Ideas. Retrieved from <http://www.arvindguptatoys.com/arvindgupta/mindstorms.pdf>
- Pei, C. (Yu), Weintrop, D., & Wilensky, U. (2018). Cultivating Computational Thinking

- Practices and Mathematical Habits of Mind in Lattice Land. *Mathematical Thinking and Learning*, 20(1), 75–89. <https://doi.org/10.1080/10986065.2018.1403543>
- Pérez, G. (1996). *Metodología de la investigación educativa (Primera Parte)*. (E. P. y E. Ed., Ed.).
- Polya, G. (1965). *How to solve it*. Princenton University Press.
- Polya, G. (George), & Zagazagoitia, J. (1965). Como plantear y resolver problemas. *Serie de Matemáticas*, 1–109.
- Popper, K. (1934). *La lógica de la investigación científica*. Traducido por Víctor Sánchez de Zavala (1ª edición).
- Ramírez, L., & Toledo, A. (2001). Algunas consideraciones acerca del método de evaluación utilizando el criterio de expertos. Documento monográfico digital del Instituto Superior Pedagógico "Blas Roca Calderio". [Http://www.illustrados.com](http://www.illustrados.com).
- Ramos, I., Gutiérrez, J. J., Arévalo, C., Domínguez, F. J., Cordero, J. M., & Mejías, M. (2017). Todo lo que nunca pensaste que los alumnos sub 18 sabían sobre proyectos. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 18(2), 127. <https://doi.org/10.14201/eks2017182127146>
- Román-González, M. (2016). Codigoalfabetización y pensamiento computacional en educación primaria y secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas. Retrieved from <http://e-spacio.uned.es/fez/view/tesisuned:Educacion-Mroman>
- Rosamond, F. (2018). Computational Thinking Enrichment: Public-Key Cryptography. *Informatics in Education*, 17(1), 93–103. <https://doi.org/10.15388/infedu.2018.06>
- Rosen, K. H. (2004). *Matemática Discreta y sus Aplicaciones*.
- Ruppert, J., & Duncan, R. G. (2017). Defining and characterizing ecosystem services for education: A Delphi study. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(6), 737–763. <https://doi.org/10.1002/tea.21384>
- Sanz, T. (2012). *El enfoque histórico-cultural. Su contribución a una concepción pedagógica contemporánea*. La Habana.
- Segredo, E., Miranda, G., & León, C. (2017). Hacia la educación del futuro: El pensamiento computacional como mecanismo de aprendizaje generativo. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 18(2), 33. <https://doi.org/10.14201/eks2017182335>
- Smagorinsky, P. (2018). Deconflating the ZPD and instructional scaffolding: Retranslating and reconceiving the zone of proximal development as the zone of next development. *Learning, Culture and Social Interaction*, 16(September), 70–75. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2017.10.009>

- Stager, G. S. (2004). En Pro de los Computadores (Parte I).
- The Royal Society. (2012). Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools. *Technology*, (January), 1–122. <https://doi.org/10.1088/2058-7058/25/07/21>
- Toffler. (2001). El sistema educativo es obsoleto.
- UCLA SoPH. (2011). Broad Street Pump Outbreak. *UCLA Department of Epidemiology, School of Public Health*, 1–4. Retrieved from <http://www.ph.ucla.edu/epi/snow/broadstreetpump.html>
- UNESCO. (2015). Informe de Seguimiento de la Educación Para Todos en el Mundo 2015. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, *March*. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002324/232435s.pdf>
- Vigotsky, L. S. (1987). *Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores* (Vol. Tomo III).
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *ACM Communications*, 49(3), 33–35.
- Wing, J. (2008). Computational Thinking and Thinking About Computing. *Computing*.
- Yadav, A., Zhou, N., Mayfield, C., Hambruch, S., & Korb, J. T. (2011). Introducing computational thinking in education courses. *Proceedings of the 42nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education - SIGCSE '11*, 465. <https://doi.org/10.1145/1953163.1953297>
- Zapata-Ros, M. (2014). Enseñanza Universitaria en línea, MOOC y aprendizaje divergente. *Aula Magna*, 2. Retrieved from <http://red.hypotheses.org/416>
- Zapata-Ros, M., & Bender, U. (2015). Número monográfico sobre “Pensamiento computacional.” *Revista de Educación a Distancia (RED)*.
- Zapata, M. (2009). Objetos de aprendizaje generativos, competencias individuales, agrupamientos de competencias y adaptatividad. *RED Revista de Educación a Distancia*, IX, 1–32. Retrieved from http://www.um.es/ead/red/M10/zapata_GLO.pdf%5Cnhttp://www.um.es/ead/red/M10/
- Zapata, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (46), 2–6. <https://doi.org/10.6018/red/46/4>

ANEXOS

Anexo 1: Observación al proceso de enseñanza-aprendizaje del primer año de la UCI.

Objetivo: Determinar cómo se manifiestan la formación de un pensamiento computacional en el proceso de enseñanza- aprendizaje del primer año de la UCI, a partir de las actividades que se ejecutan y la evaluación de sus componentes, de modo que permita el análisis de los vínculos que se pueden establecer desde la asignatura de MD.

Guía de observación

Información general.

1. Copiar todas las actividades realizadas en el desempeño didáctico del profesor y el desempeño de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje durante período a observar.
2. Solo limitarse a anotar lo observado (no interpretar).
3. Hacer un resumen al final de la observación.
4. No mostrar en ningún momento, a los sujetos observados, la guía de observación o lo que se anota.

Datos Generales

Fecha de la observación: _____

Lugar de la observación: _____

Asignatura: _____ Facultad: _____

Grupo: _____ Matrícula: _____ Asistencia: _____

Nombre y Apellidos del Profesor: _____

Cantidad de participantes: _____ (Registrar los presentes al dorso, por cargo, categoría docente y académica y grado científica).

Forma de organización del proceso: _____

Tema de la clase: _____

Aspectos a Observar	SE	NSE
1. Introducción a la clase		
1.1 Dominio del objetivo de la clase y su relación con contenidos de otras asignaturas.		
1.2 Dominio del fin y los objetivos del modelo del profesional.		

1.3 Dominio de los objetivos a alcanzar por los estudiantes y de aquellos que en particular puedan cumplirse desde otras asignaturas.		
1.4 Concepción de los objetivos en los que para su cumplimiento se necesita de la búsqueda bibliográfica y otros medios de información que permitan relacionar y sistematizar los contenidos de la asignatura con otros de la carrera.		
1.5 Aseguramiento del nivel de partida se realiza mediante el planteamiento y solución de tareas donde se relacionen los contenidos de varias materias.		
1.6 Establecimiento de los nexos entre lo conocido y lo nuevo por conocer a partir de que los estudiantes comprenden el significado de lo que aprenden en sus múltiples interrelaciones con otros temas desde su aplicación a situaciones prácticas.		
2. Desarrollo de la clase (Según su tipo)		
2.1 Demostración del dominio de los contenidos para favorecer el Pensamiento Computacional.		
2.2 Planificación en el sistema de clases de cada tema, tareas relevantes para contribuir a favorecer el PC.		
2.3 Desarrollo de actividades usando diferentes métodos y procedimientos considerando las diferencias individuales de los estudiantes combinando el trabajo individual, colectivo y su aplicación a la solución de tareas que relacionen contenidos de diferentes asignaturas propiciando el desarrollo de habilidades comunes.		
2.4 Proyección de la asignatura teniendo consigo la realización de tareas de estudio independiente y actividades extraclases que contribuyan a transferir los contenidos a partir de sus relaciones con los contenidos de otras asignaturas que propician hacer uso de la tecnología y tener experiencias de trabajo científico.		

2.5 Demostración, de los estudiantes, en distintos tipos de actividades los conocimientos y habilidades relacionados entre sí, lo que les permiten mejor concentración para modelar, abstraer, predecir comportamientos, etc...		
2.6 Análisis de problemas donde los estudiantes muestran su capacidad de razonar y desarrollar el pensamiento lógico para favorecer el PC.		
2.7 Evidencia del dominio práctico de la lengua materna y del lenguaje técnico al escuchar y comunicarse oralmente y por escrito.		
2.8 Utilización de alguna herramienta computacional que contribuya a favorecer el PC y que se permita realizar una secuencia de instrucciones perfectamente definida.		
2.9 Motivación durante la clase a partir de la comprensión del significado de lo que aprende en sus múltiples interrelaciones con otras materias y como lo aplicará en la vida real.		
2.10 Empleo de variados medios de enseñanza en los que se logra combinar los métodos tradicionales con los más novedosos teniendo en cuenta establecimiento de nexos recíprocos.		
2.11 Utilización de resúmenes, esquemas, tablas y gráficos que permiten la valoración e interpretación de datos, así como la apropiación de conocimientos para la solución de tareas que reflejan las relacionadas con diversos contenidos.		
2.12 Establecimiento de una coherencia lógica para favorecer el PC aprovechando las potencialidades de otras asignaturas para relacionar y sistematizar.		
3. Conclusiones de la clase		
3.1 Proyección de evaluaciones frecuente, parcial y final de los conocimientos, capacidades, habilidades y hábitos de forma integrada.		

3.2 Motivación de la clase a partir del planteamiento y solución de tareas donde se relacionan los contenidos de diferentes materias.		
3.3 Planificación de actividades que estén en correspondencia con las posibilidades de los estudiantes para su correcta solución.		
3.4 Proyección para organizar, planificar, controlar y valorar los resultados de las tareas y las estrategias utilizadas en la solución de estas que contribuyan a favorecer el PC.		
4. Estudio Independiente		
4.1 Realización de los estudiantes de forma independiente diferentes tipos de tareas en las que se integran los contenidos que responden a distintos niveles de asimilación y requieren la búsqueda, procesamiento y valoración de información en diversas fuentes.		
4.2 Desarrollo de esquemas, resúmenes, tablas, gráficos y aplicación en proyectos de software los contenidos para reconocer los patrones del contenido por parte de los estudiantes.		

Otras observaciones que desee destacar:

Evaluación_____ Firma del docente_____ Firma del observador_____

Leyenda: SE: Se evidencia. NSE: No se evidencia.

Resultados de la observación a clases del primer semestre del primer año de la UCI.

Se observaron 10 clases a 6 profesores que imparten clase en el primer semestre en el grupo 16 de la FICI del primer año de la UCI. De estas clases se destaca:

En cuanto a la introducción de la clase, en el 100% (10) de las clases se concibe desde el modo de actuación profesional informático tareas que conduzcan al cumplimiento del objetivo y en el 60% (6) las deficiencias se observan en la correspondencia entre objetivo-contenido-método a partir de las características de los estudiantes y los que pueden cumplirse desde otras asignaturas, en el 80% (8) se constató que los objetivos no reúnen requisitos que vinculen a otras asignaturas.

Por otra parte, el 80% (8) se observó un deficiente aseguramiento del nivel de partida mediante el planteamiento y solución de tareas donde se relacionen, integren y sistematicen

los contenidos de la asignatura evaluada con otras del semestre. En un 70% (7) no se conciben los objetivos en los que para su cumplimiento se necesita de la búsqueda bibliográfica y otros medios de información que permitan relacionar y sistematizar los contenidos de varias asignaturas del año.

Con respecto al desarrollo de las clases, en un 90% (9) no se observó la motivación hacia el aprendizaje de modo que el contenido adquiriera significado y sentido personal para el estudiante desde sus posibles aplicaciones prácticas, se considera que hay diferencia significativa en la respuesta y que esta se caracteriza por el no. En el 100% (10) de las clases observadas, se evidenció dominio del contenido, no hubo omisión de contenidos y contribuyó a la formación del modo de actuación profesional en Ciencias Informáticas.

En el 90% (9), se observaron deficiencias en cuanto a la coherencia lógica para favorecer el PC para relacionar y sistematizar, la orientación de tareas de estudio independiente y actividades extraclases que exijan niveles crecientes de asimilación en correspondencia con los objetivos. Se observaron insuficiencias en 70% (7) de las clases en aspectos tales como el nivel de preparación cultural que manifiesta el profesor en sus explicaciones que le permite establecer relaciones con otras asignaturas, la realización de tareas que exigen niveles crecientes de asimilación, utilización de métodos y procedimientos que promueven la búsqueda reflexiva, valorativa e independiente del conocimiento desde la demostración, comparación o generalización en el trabajo con tareas que transiten por las fases del PC.

A su vez, la estimulación de la búsqueda de conocimientos mediante el empleo de variados medios de enseñanza en los que logra combinar los métodos tradicionales con los más novedosos y diferentes fuentes teniendo en cuenta las diferencias individuales de los estudiantes. De los estudiantes el 90% (18) en las clases se observó principalmente un deficiente nivel de reflexión y razonamiento lógico y la capacidad de analizar problemas relevantes con los contenidos de las asignaturas y otras materias y su contexto.

En el 95% (19) de los estudiantes en las clases se les dificulta realizar de forma independiente diferentes tipos de tareas en las que se integran los contenidos de varias asignaturas que responden a distintos niveles de asimilación y requieren la búsqueda, procesamiento y valoración de información en diversas fuentes. En relación con las conclusiones de la clase, en el 70% (7) de las clases las deficiencias se observaron en el desarrollo de una comunicación positiva y un clima de seguridad y confianza donde los

alumnos expresaran libremente sus argumentos, valoraciones y puntos de vista para contribuir al desarrollo del modo de actuación profesional informático.

De la misma manera, no se proyecta la evaluación frecuente, parcial y final de los conocimientos, capacidades, habilidades y hábitos de forma relacionada con los contenidos de otras asignaturas. Se observó que el 93,75% (15) de los estudiantes no organiza, planifica, controla y valora los resultados de las tarea y las estrategias utilizadas en la solución de estas que contribuyan a favorecer el PC.

Relacionado con el estudio independiente, otras insuficiencias se observaron en un 95% (19) en cuanto a los juicios y criterios expresados por los estudiantes a partir de la ejecución de las tareas, la realización de las mismas se vio afectada a partir del trabajo independiente por parte de los estudiantes.

De manera general en el 70% (7) de las clases se observó que el profesor no contribuyó con el uso adecuado de estrategias de trabajo a la formación integral de sus estudiantes y las relaciones interpersonales profesor- estudiante y estudiante- estudiante que responden a las aspiraciones en la formación del futuro profesional. En general, de los 24 aspectos observados, en el 31,25% (5) las respuestas se caracterizan por considerar que no hay diferencia significativa en la respuesta y para el 91,7% (22). Se destaca que en organización del proceso de enseñanza aprendizaje, el 62,5% de los aspectos a observar que lo caracterizan (15), para el 41,7% (10) de los aspectos a observar, se considera que hay diferencia significativa en las respuestas y que estas se caracterizan por el no.

En relación con la actividad del estudiante, en el 20,8% (5) de los aspectos a observar, se considera que hay diferencia significativa en las respuestas y que estas se caracterizan por el no. El clima que se mostró en las clases fue bueno, pero las actividades planificadas en las clases de los temas proporcionados fueron los más afectadas en cuanto a la correspondencia entre las actividades planificadas y las posibilidades de los estudiantes.

Anexo 2: Observación al sistema de trabajo metodológico del primer año del primer año de la FICI en la UCI.

Objetivo: Observa el tratamiento para favorecer del PC en el sistema de trabajo metodológico del primer semestre del primer año de la UCI.

Guía de observación

Información general.

1. Copiar todas las actividades asociadas a las relaciones interdisciplinarias.
2. Solo limitarse a anotar lo observado. (No interpretar)
3. Hacer un resumen al final de la observación.
4. No mostrar en ningún momento, a los sujetos observados, la guía de observación o lo que se anota.

Datos Generales

Fecha de la observación: _____

Subsistemas del trabajo metodológico: _____

Lugar de la observación: _____

Cantidad de participantes: _____ (Registrar los presentes al dorso, por cargo, categoría docente y académica y grado científica).

	Aspectos a Observar	SE	NSE
1	Trabajo con el fin y los objetivos del Modelo del Profesional del Ingeniero en Ciencias Informáticas.		
2	Inclusión del tratamiento para favorecer el PC en los objetivos de la clase y su análisis a partir de nodos interdisciplinarios.		
3	Favorecimiento de PC desde el contenido de la asignatura.		
4	Proyección actividades curriculares para favorecer el pensamiento lógico de los estudiantes.		
5	Proyección de actividades curriculares para establecer relaciones interdisciplinarias.		

6	Concepción de tareas extraclases que contribuyan a transferir los contenidos de las asignaturas y que propicien hacer uso de la tecnología y adquirir experiencias de trabajo científico de los estudiantes.		
7	Utilización de diferentes métodos y procedimientos que orientan al estudiante hacia la búsqueda, independiente del conocimiento en diversas fuentes donde todas las materias colaboren.		
8	Uso de métodos y procedimientos que contribuyan al desarrollo profesional de los estudiantes, en particular, a organizar, planificar, controlar y evaluar su trabajo y las estrategias utilizadas a partir de la forma de organización concebida.		
9	Proyección del empleo de variados medios de enseñanza en los que se tiene en cuenta las diferencias individuales de los estudiantes y las relaciones entre las asignaturas.		
10	Proyección de las evaluaciones frecuentes, parciales y finales de los conocimientos, capacidades, habilidades y hábitos de forma integrada entre los contenidos de las diferentes materias.		
12	Inclusión en los sistemas de clases del tratamiento para favorecer el PC donde se tenga en cuenta las fases definidas por las que una tarea debe transitar para favorecer al PC.		

Otras observaciones que desee destacar:

Firma del docente _____ Firma del docente a cargo de la actividad _____

Leyenda:

SE: Se evidencia.

NSE: No se evidencia.

Resultados de la observación al sistema de trabajo metodológico del colectivo de asignatura de Matemática Discreta del primer año de la UCI.

Se observaron 5 actividades metodológicas del colectivo de asignatura de MD.

Se destaca de las actividades metodológicas observadas:

En cuanto al trabajo con el fin y los objetivos del Modelo del Profesional del Ingeniero en Ciencias Informáticas en las 100%(5) actividades fue evidenciado, a diferencia del tratamiento de las relaciones interdisciplinarias en los objetivos de la clase y su análisis a partir de las IV fases del PC que en solo 20%(1). Se observó que en solo 40%(2) preparaciones metodológicas las relaciones interdisciplinarias entre los contenidos de las asignaturas y la proyección de actividades curriculares para establecer de las mismas se veían evidenciado.

La proyección de las actividades curriculares para favorecer el pensamiento lógico de los estudiantes se evidenciaron en 80%(4) actividades, solo en la concepción de tareas extraclases en las que se hizo uso de la tecnología con el fin de adquirir experiencias de trabajo científico en los estudiantes. No siendo así en la utilización de diferentes métodos y procedimientos que orientan al estudiante hacia la búsqueda, independiente del conocimiento en diversas fuentes donde todas las materias colaboren, pues la representación fue de 40%(2) actividades.

En 3(60%) de las preparaciones metodológicas se trató el uso de métodos y procedimientos que contribuyan al desarrollo profesional de los estudiantes, en particular, a organizar, planificar, controlar y evaluar su trabajo y las estrategias utilizadas a partir de la forma de organización concebida. De la misma manera se evidenció proyecciones en el empleo de variados medios de enseñanza en los que se tiene en cuenta las diferencias individuales de los estudiantes y las relaciones interdisciplinarias entre las asignaturas.

La proyección de las evaluaciones frecuentes, parciales y finales de los conocimientos, capacidades, habilidades y hábitos de forma integrada entre los contenidos de las diferentes materias solo fueron realizadas en 20%(1) actividad metodológica.

De manera general en el 60% (3) de las actividades metodológicas se observó que el profesor no contribuyó con el uso adecuado de estrategias de trabajo a la formación integral de sus estudiantes y el tratamiento de las relaciones interpersonales. En general, de los 12 aspectos observados, en el 41,67% (5) las respuestas se caracterizan por considerar que no hay diferencia significativa en la respuesta y para el 83,33% (10), se considera que hay diferencia significativa en la respuesta y que estas se caracterizan por el no.

ANEXO 3: Análisis de los resultados docentes-metodológicos del primer semestre del primer año de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

Se realizó un estudio de las principales dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la MD en la UCI, teniendo en cuenta los informes semestrales de la asignatura MD, la planificación de las clases y los informes de controles a clases; en los cursos 2016-2017 y 2017-2018. Estos informes los realiza el jefe de la asignatura en la facultad, y de las visitas a clases y controles docente-metodológicos realizados. Entre las principales deficiencias detectadas se encuentran:

- Dificultad en el desarrollo de hábitos de empleo del libro de texto, los estudiantes permanecen dependientes del profesor y del turno de clase.
- Existen problemas con la aplicación, en muchos casos aún incierta, de métodos de evaluación efectiva que permitan una retroalimentación apropiada y una comunicación entre los diferentes actores del el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Inadecuada planificación de las clases, el tiempo no se distribuye satisfactoriamente para lograr el cumplimiento de los objetivos, a partir de los contenidos a impartir y su complejidad.
- El mayor peso de las evaluaciones recae sobre las pruebas parciales y examen final y no sobre el proceso mismo de formación diaria, tomándose en cuenta a la evaluación en si como un fin y no como un medio para apoyar el aprendizaje.
- Las clases y el estudio independiente en su mayoría se centran en los documentos digitalizados de la asignatura y no se modelan problemas de la vida real (nexos con otras asignaturas, ni búsquedas bibliográficas en diferentes fuentes y áreas del conocimiento).
- Los estudiantes demuestran interés por la realización de tareas en las que se vinculen contenidos y donde se revele la relación ciencia-tecnología-sociedad y medio ambiente.
- No se aplican ejercicios, trabajos investigativo, tareas, en los que se sistematicen los contenidos, principalmente en la algoritmización y el desarrollo del pensamiento lógico, contenidos importantes para el ingeniero informático.
- No se proyecta la evaluación frecuente, parcial y final de los conocimientos, capacidades, habilidades y hábitos de forma integrada entre los contenidos de varias asignaturas a partir de las diferencias individuales de los estudiantes.

- En el programa analítico de la asignatura de MD se refleja con claridad tanto en los objetivos educativos e instructivos, como en los contenidos: objetivos, sistema de conocimientos y habilidades, la intencionalidad y necesidad de establecer nexos con otras asignaturas. La MD es una de las asignaturas de las ciencias básicas de la carrera que contribuyen a desarrollar la capacidad de razonamiento lógico, capacidad indispensable que debe tener el ingeniero en informática para su desempeño en otras asignaturas como la Programación, Inteligencia Artificial, Base de Datos, Probabilidades y Estadística, entre otras.

ANEXO 4: Ejemplo de agenda para favorecer el PC desde la MD de la UCI.

No: 1	Tipo de Actividad:	Clases Prácticas.	
Objetivo: Resolver ejercicios a partir de los conceptos y procedimientos de la lógica para modelar problemas matemáticos, de la vida real y el universo computacional.			
Contenidos:	<ul style="list-style-type: none"> - Lógica proposicional. - Operadores lógicos. - Tablas de verdad. - Equivalencias e implicaciones lógicas. - Estructuras deductivas. - Reglas de inferencia. - Demostraciones directas. - Complejidad de algoritmos sencillos. 	Fases del PC:	<ul style="list-style-type: none"> -Descomposición -Reconocimiento de patrones -Generalización de patrones y abstracción -Diseño algorítmico
Formas de Organización:	<ul style="list-style-type: none"> - Individual. - Equipos. 	Espacios curriculares:	<ul style="list-style-type: none"> - Tema 3 de MDI. - Tema 2 de MDII.
Métodos de enseñanza:	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboración conjunta. - Investigativo. 	Participantes en el desarrollo del Colectivo pedagógico:	<ul style="list-style-type: none"> - Profesores de MDI. - Profesores de MDII.

Medios de enseñanza:	<ul style="list-style-type: none"> - Objetos de aprendizajes interactivos y experimentales de la MDI. - Presentaciones de PPT. 		
Evaluación:	<ul style="list-style-type: none"> - Pregunta escrita. - Trabajo práctico. 		
Bibliografía:	<ul style="list-style-type: none"> - Matemáticas Discretas. Richard Johnsonbaugh. Vol. 1 y 2. Prentice Hall. - Discrete and Combinatorial Mathematics. An applied Introduction. Ralph P. Grimaldi. Addison-Wesley, 2004. 5th. ed. - Discrete Mathematics for Computers Scientists and Mathematicians. J. L. Mott, A. Kandel and T.P. Baker. Prentice-Hall, 2008. - Introduction to Algorithms. Thomas H. Cormen. The MIT Press, 2000. - Matemática Discreta y sus Aplicaciones. Keneth H. Rosen. - Álgebra Linea. Varela, M.V y otros. 1985. - Introduction to Algorithms (2nd ed). Thomas H. Cormen, Charles E. - Leisers on Ronald L. Rivest, Clifford Stein. The MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England. - La Esencia de la Lógica de Programación. Omar Iván Trejos. - Algoritmia. Javier Jiménez Pacheco. 		

ANEXO 5: Ejemplificación de ejercicios para favorecer el PC a través de las fases que transita.

Objetivo: Resolver ejercicios usando contenidos de Matemática Discreta para favorecer el PC a través de las IV fases definidas.

Supongamos que en una colonia de bacterias, cada hora hay dos nuevas bacterias por cada bacteria presente en la hora anterior, y que todas las bacterias mueren a las dos horas de vida. Teniendo en cuenta que la colonia comienza con 100 bacterias, ¿en qué momento contendrá la colonia más de 1 millón de bacterias?

I Descomposición	II Reconocimiento de Patrones
<ul style="list-style-type: none"> • Fraccionar una tarea minuciosa y detalladamente en los pasos que la forman. • Saber explicar unívocamente el proceso a una tercera persona o a un ordenador • Análisis del cómo llevar un problema al lenguaje matemático.  <p>Generar serie numérica y modelar la Relación de Recurrencia que la modela.</p> <p>La relación de recurrencia es $b_n = 2b_{n-1} - b_{n-2}$, con las condiciones iniciales $b_0 = 100$ y $b_1 = 200$.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer predicciones que nos conducen hacia ‘atajos’ • Reconocer los patrones del contenido de Relaciones de Recurrencia. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ecuación característica: $r^2 - 2r + 1 = 0$, con raíz $r=1$ de multiplicidad 2. ▪ Solución general: $b_n = (\alpha_1 + \alpha_2 n)1^n = \alpha_1 + \alpha_2 n$. ▪ Sustituyendo las condiciones iniciales $b_0 = 100$ y $b_1 = 200$ en $b_n = 2b_{n-1} - b_{n-2}$, <p>el SEL: $\begin{cases} \alpha_1 = 100 \\ \alpha_1 + \alpha_2 = 200 \end{cases}, \text{ cuya solución es}$ $\alpha_1 = \alpha_2 = 100.$</p>

III Generalización de patrones y abstracción

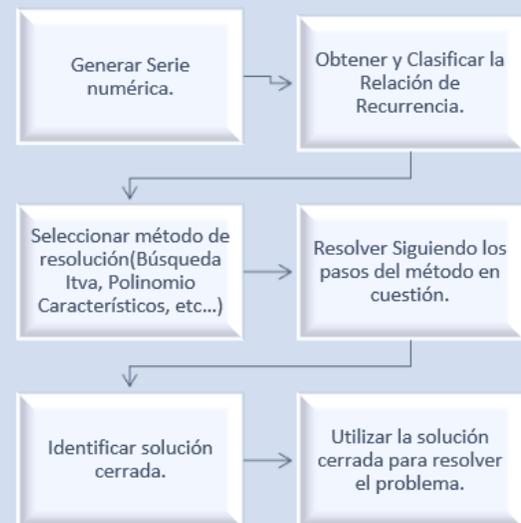
- la capacidad para filtrar e ignorar toda la información que no es necesaria para resolver un cierto tipo de problema
- Modelar, abstraer, predecir comportamientos de propagación de enfermedades, lecturas sistémicas, toma decisiones, etc...

- Luego, la fórmula cerrada es $b_n = 100(n + 1)$.

Finalmente, para que la colonia contenga un millón de bacterias tenemos que $1000000 = 100(n + 1)$, despejando n se obtiene $n = 9999$. Es decir, a las 9999 horas la colonia tendrá un millón de bacterias.

IV Diseño de algoritmos

- Capacidad de desarrollar una estrategia 'paso por paso'
- Secuencia de instrucciones perfectamente definida



ANEXO 6: Ejemplificación de trabajo práctico e investigativo.

Objetivo: Resolver problemas usando contenidos de Matemática Discreta para favorecer el PC.

Orientaciones generales:

- En esta orientación se deben incluir los objetivos del trabajo investigativo, la evaluación, la estructura del informe a entregar, los cortes que se realizarán para evaluar el avance de cada equipo de trabajo, cómo se realizará la exposición, y las iniciativas que usaran para la exposición del mismo (Sitio web en el que usen cualquier herramienta informática, Aplicación Androide para teléfonos móviles, entre otras)
- Los problemas serán distribuidos de forma individual o por dúos, según el nivel de complejidad.
- Se debe realizar un informe que se entregue con tiempo suficiente antes de la exposición para la revisión por parte del profesor de las soluciones dadas.
- Realizar cortes para evaluar el avance de los estudiantes en la realización de la tarea, y así guiarlos en el proceso.
- Homogenizar los dúos de estudiantes en función de su aprovechamiento docente y asignar los problemas en correspondencia entre estos y el nivel de complejidad de los ejercicios.

Orientaciones Seminario Final MDII

1. Entregar informe de las respuestas ampliamente justificadas del problema propuesto en formato .doc o PDF.
2. Exposición apoyándose en ppt u otra herramienta. (Semana 16 12/6 - 16/6). Duración de la exposición máximo 10 min.
3. Iniciativas a la hora de exponer.

1- Proceso de almacenes

Una empresa repartidora tiene que transportar mercancías para un cliente. Dicha mercancía debe ser recogida en almacenes (a_n) intermedios entre la Base (B) y el cliente (C). Los almacenes 1, 2 y 3 se encuentran más cercanos a la base, mientras que 4,5 y 6 lo están del cliente. Los caminos entre estos lugares están representados en la siguiente matriz.

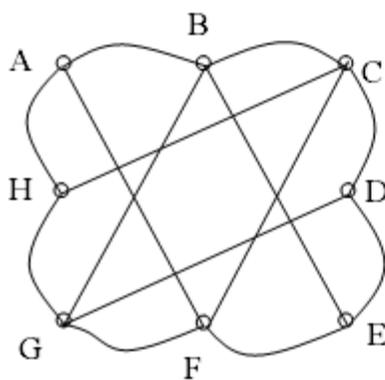
	B	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	C
B	0	1	1	1	0	0	0	0

α_1	1	0	1	0	1	1	1	0
α_2	1	1	0	0	1	1	0	0
α_3	1	0	0	0	0	1	1	0
α_4	0	1	1	0	0	0	0	1
α_5	0	1	1	1	0	0	0	1
α_6	0	1	0	1	0	0	0	1
C	0	0	0	0	1	1	1	0

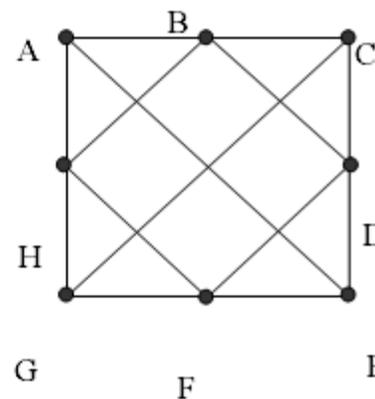
- Modele y dibuje el grafo. Asuma que las relaciones son simétricas y que no existen aristas múltiples.
- ¿De cuántas formas puede distribuirse mercancía desde la base hasta el cliente si se viaja siempre incrementando el número del almacén?
- Siguiendo la condición anterior. ¿Cuántos viajes deben hacerse desde la base hasta el cliente para asegurar que se hizo la misma trayectoria 4 veces?
- Un especialista afirma que no es posible hacer un viaje desde la base hasta el cliente que recorra todos los tramos de carretera sin repetir tramo alguno. Diga por qué puede hacer dicha afirmación.
- ¿Cuáles tramos de carretera habría que agregar para garantizar que se pueda llevar a cabo el recorrido anterior? Justifique.
- ¿Puede existir alguna representación del problema en el que los tramos de carretera no se crucen? Justifique.
- Si en la tabla anterior se sustituyen los números 1 por otros números que representen las distancias de los tramos. Realice un algoritmo para determinar el mayor de los tramos de carretera existente.

2- Redes de comunicación

Un departamento de una empresa tiene establecidas dos redes locales de comunicación distintas entre sus ocho terminales. Las líneas de conexión de cada red están esquematizadas en los siguientes grafos:



Red I



Red II

- Analiza si los grafos que representan las redes I y II son isomorfos.
- En el grafo de la red I, ¿se pueden conectar los terminales evitando que haya superposición de las líneas de conexión? ¿Y en el grafo de la red II?
- Se pretende colocar etiquetas en los terminales de modo que dos terminales conectadas a través de la red II reciban etiquetas distintas. ¿Cuál es el mínimo número de etiquetas necesarias?
- En la red II diga si es posible recorrer todos los tramos de red sin repetir terminales.
- Comprueba que el grafo de la red I es bipartido y diga el menor número de aristas a agregar para que sea bipartido completo.
- Obtenga la representación matricial de cada red.

A partir de la representación anterior escriba un algoritmo para determinar las conexiones comunes que tienen ambas redes.

3- Transporte de trabajadores y profesores de la UCI

La UCI en sus inicios conto con un conjunto de guaguas para transportar a sus profesores y trabajadores. Al compañero Joel Martínez jefe de transporte en ese entonces se le asignó la tarea de crear la red de transportación hacia los destinos definidos sobre el conjunto $Z = \{UCI, A, B, C, D, E, F, G, H\}$ y está definida sobre la matriz de adyacencia siguiente:

	UCI	A	B	C	D	E	F	G	H
UCI	0	1	0	1	1	0	1	0	1
A	1	0	0	1	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0	0	1	1
C	1	1	0	0	1	0	0	0	1
D	1	0	0	1	0	1	0	0	0
E	0	0	0	0	1	0	1	0	0
F	1	0	0	0	0	1	0	0	0
G	0	0	1	0	0	0	0	0	1
H	1	0	1	1	0	0	0	1	0

- Modele el grafo correspondiente a la red deseada.
- Dentro de los lineamientos planteados en el Congreso del PCC se encuentra el del proceso de Disponibilidad Laboral, el cual se desea llevar a cabo en la Dirección de Transporte de la UCI, donde de los 30 choferes existentes, solo se necesitan 17. ¿De cuantas formas se pueden cubrir los destinos existentes con los choferes

- idóneos, si se conoce que uno de los choferes deberá permanecer en el puesto de mando de Transporte?
- El jefe de transporte asegura que al menos 3 guaguas pasan por el mismo destino. Cuál es el mínimo número de guagua que se poseen.
 - ¿Se podrá enviar una guagua que, partiendo desde la UCI y regresando a este mismo lugar, distribuya trabajadores por todos los destinos sin repetir ninguno? Justifique.
 - ¿Qué recorrido especial se evidencia en la red de transporte? Justifique.
 - Realice un algoritmo que permita reconocer todas las rutas de navegación sin repetir ninguna. Auxíliese de una Máquina de Turing que reconozca aquellos vértices convenientes.

4- Sistema de Acueductos

El sistema de acueductos del municipio la Lisa actualmente presenta problemas de rotura por deterioro. Se pretende realizar una nueva red para este servicio, con materiales más duraderos. Para la misma habrá una subestación central de bombeo y 7 subestaciones y las conexiones entre ellas, como se muestra en la siguiente matriz:

	EC	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7
EC	0	1	0	0	0	1	0	1
S_1	1	0	1	0	0	0	0	0
S_2	0	1	0	1	0	0	0	0
S_3	0	0	1	0	1	0	1	0
S_4	0	0	0	1	0	1	0	0
S_5	1	0	0	0	1	0	1	0
S_6	0	0	0	1	0	1	0	1
S_7	1	0	0	0	0	0	1	0

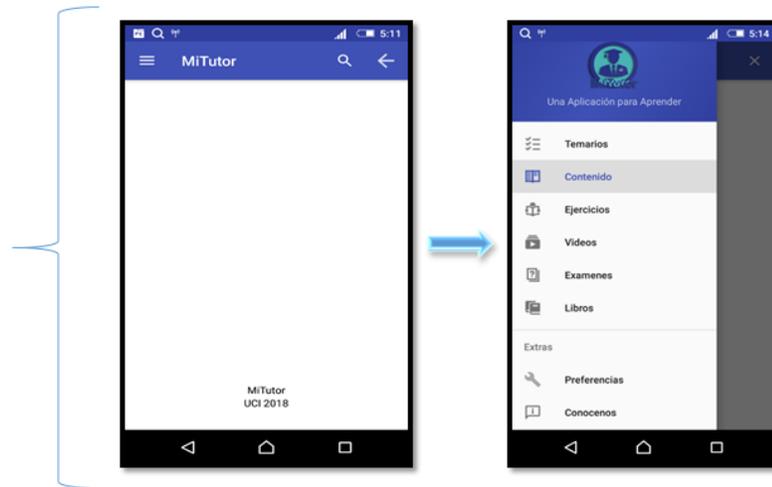
- Modele el grafo correspondiente a la red deseada, asumiendo que las relaciones son simétricas.
- De los 10 trabajadores de la estación central 6 son hombres y 4 mujeres, se desea seleccionar 3 de ellos de los cuales al menos uno debe ser mujer, para estimularlos

con tres ofertas recreativas (Macumba, Casa de la Música y Salón Rojo del Capri) que fueron asignadas a la institución. ¿De cuántas formas se puede realizar la selección?

- c) Si se conoce que al menos 5 zonas del municipio son atendidas por la misma subestación. ¿Cuántas zonas como mínimo tiene el municipio?
- d) Para cumplir con una de las medidas de ahorro energético se decide que por cada dos subestaciones de bombeo conectadas directamente, una este apagada y la otra encendida. ¿Es posible realizarlo? Justifique el procedimiento utilizado.
- e) El equipo de mantenimiento desea pasar por cada una de las subestaciones chequeando el estado de las máquinas de bombeo, partiendo de la estación central y regresando hacia ella para realizar el informe correspondiente. ¿Es posible realizar dicho recorrido sin repetir subestaciones? Justifique.
- f) Realice un algoritmo que permita reconocer todos los tramos de la red de acueducto sin repetir alguno. Auxíliese de una Máquina de Turing que reconozca aquellos vértices convenientes.

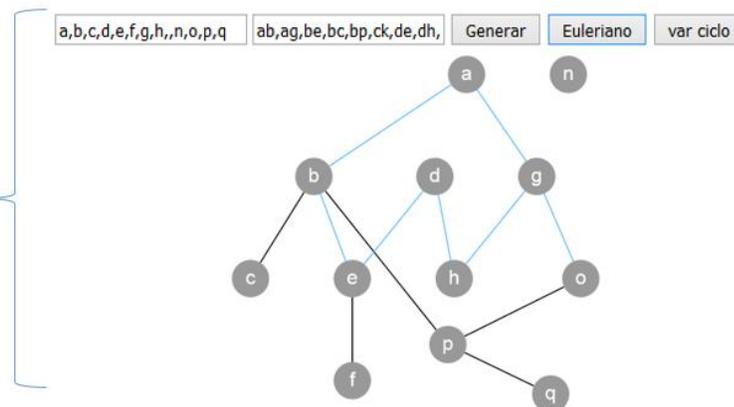
A partir de estas orientaciones han surgido proyectos como el presente de la siguiente imagen que modela un trabajo presentado en la Jornada Científica del Ingeniero en Ciencias Informáticas de la UCI, donde los estudiantes desarrollaron una Aplicación Androide para mejorar su aprendizaje con enlace a otras que desarrollan el pensamiento computacional, además despliega un menú con los temas de la asignatura MD, Temarios de exámenes, Ejercicios, Videos, Libros y otras de interés que mejoran la motivación del estudiante en su formación como ingeniero en ciencias informáticas.

Herramienta MiTutor
creada para Jornada
Científica con los
contenidos de
Matemática Discreta.



La siguiente desarrollada en un sitio web que modela los contenidos estudiados en teoría de grafos, para un seminario de este tema, este a partir de los nodos y las relaciones genera un grafo, reconoce los conceptos asociados con recorridos especiales, específicamente si contiene ciclo euleriano y de contenerlo automáticamente muestra cambiando de color la arista al color azul la ruta que este debe seguir.

Iniciativa para la
Exposición del
Seminario Integrador de
la Asignatura MDII.



ANEXO 07: Encuesta a expertos

Estimado(a) profesor(a):

La presente encuesta forma parte del proceso de validación de una investigación que se realiza para contribuir a la mejora del proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática Discreta (MD) en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). Con este fin se solicita su valiosa colaboración para evaluar la efectividad del sistema de actividades propuesto para favorecer el pensamiento computacional desde la asignatura. De antemano se agradece su colaboración, se garantiza el anonimato del encuestado y que sus opiniones se tendrán en cuenta para la aplicación de la propuesta.

DATOS PRELIMINARES:

Título universitario: _____

Categoría científica: _____ Categoría docente: _____

Años de experiencia como docente en la Educación Superior: _____

Años de experiencia en el campo de la didáctica de la matemática: _____

PRIMERA PARTE:

1. Seleccione en la siguiente tabla, el valor que se corresponde con el grado de conocimiento que usted posee sobre el tema de investigación; donde 1 significa que tiene total desconocimiento y 10 que tiene pleno conocimiento. Marque con una equis (X) según su criterio.

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

2. Valore el grado de influencia que cada una de las siguientes fuentes de fundamentación que se le presenta a continuación ha tenido en su conocimiento y criterios sobre el tema que se investiga. Seleccione su respuesta con una equis (X).

Fuentes de fundamentación	Grado de influencia de cada fuente		
	Alto	Medio	Bajo
Investigaciones teóricas o experimentales sobre temas afines			
Experiencia obtenida en su actividad profesional			
Análisis de trabajos de autores nacionales			
Análisis de trabajos de autores internacionales			
Conocimiento del estado del problema a nivel internacional			
Intuición propia			

SEGUNDA PARTE:

Sometemos a su valoración varios indicadores con el objetivo de obtener su criterio respecto a la efectividad teórico-práctica del sistema de actividades propuesto. Para expresar su evaluación, evalúe a cada uno de los indicadores que se le presentan en la tabla que se muestra a continuación, a través de una equis (X) en la casilla correspondiente. Valore el grado de factibilidad de cada indicador de acuerdo a la siguiente escala:

MA: Muy Adecuado; **BA:** Bastante Adecuado; **A:** Adecuado; **PA:** Poco Adecuado; **NA:** No Adecuado.

Indicadores a valorar:

No.	Indicadores	Criterio del experto				
		MA	BA	A	PA	NA
1	La propuesta de un sistema de actividades para favorecer el pensamiento computacional desde la asignatura MD, en cuanto a su singularidad por no guardar analogías con los aportes de otras investigaciones, la valoro de:					
2	La necesidad de potenciar el pensamiento computacional de los estudiantes en el PEA de la MD en la UCI, razón por la cual se desarrolla el sistema de actividades, la valoro de:					
3	La necesidad de potenciar el uso y aplicación del trabajo independiente como elemento para favorecer el pensamiento computacional, propuesto en sistema de actividades, lo valoro de:					
4	Los principios seguidos en la elaboración del sistema de actividades los valoro de:					
5	Los subsistemas definidos en el sistema de actividades, las valoro de:					
6	Los elementos definidos en el Método de trabajo en clases del sistema de actividades y la calidad de sus instrucciones, los valoro de:					
7	Los elementos definidos en la Tipología de ejercicios y sus indicaciones asociadas en el sistema de actividades y la calidad de sus instrucciones, los valoro de:					
8	Los ejercicios y problemas propuestos en sistema de actividades y su grado de influencia en el desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes, los valoro de:					
9	Los elementos definidos en el componente Evaluación del sistema de actividades y la calidad de sus instrucciones, los valoro de:					
10	La utilidad del sistema de actividades para favorecer el pensamiento computacional de los estudiantes, la valoro de:					

11	La utilidad del sistema de actividades para ayudar a los profesores en su preparación continua de las clases de MD, la valoro de:					
12	El Sistema de actividades, como elemento de ayuda para mejorar el PEA de la MD en la UCI, la valoro de:					
13	Las potencialidades del sistema de actividades, en cuanto a las indicaciones que aporta para lograr que en el PEA los métodos y procedimientos que predominen sean los de activación del conocimiento, las valoro de:					
14	Las posibilidades de aplicación y generalización del sistema de actividades, las valoro de:					

Si desea expresar otros criterios o recomendaciones que pudieran servir para perfeccionar los indicadores propuestos, por favor, hágalo en el espacio disponible a continuación:

¡Muchas gracias por su colaboración!

ANEXO 08: Valores de K_c correspondientes a cada experto

Experto	Escala										K_c
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1								x			0,8
2									x		0,9
3									x		0,9
4										x	1
5						x					0,6
6							x				0,7
7										x	1
8								x			0,8

9							x				0,7
10						x					0,6
11								x			0,8
12							x				0,7
13						x					0,6
14								x			0,8
15				x							0,4
16							x				0,7
17								x			0,8
18						x					0,6
19		x									0,2
20							x				0,7
21				x							0,4
22			x								0,3
23		x									0,2
24	x										0,1
25					x						0,5

ANEXO 09: Valores de K_a correspondientes a cada experto

Experto	IT	EP	AAN	AAI	CP	I	K_a
1	0,3	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,70
2	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1,00
3	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,90
4	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,90
5	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1,00
6	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,90
7	0,1	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,50
8	0,3	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,70
9	0,5	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,90
10	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,90
11	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,90
12	0,3	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,70
13	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,90
14	0,3	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,70
15	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,90
16	0,3	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,70
17	0,3	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,70
18	0,05	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,65
19	0,1	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,70
20	0,3	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,70

21	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,30
22	0,1	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,50
23	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,30
24	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,30
25	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,30

ANEXO 10: Valores de K_c , K_a y K correspondientes a cada experto

Experto	K_c	K_a	K	Nivel de competencia
1	0,8	0,70	0,75	Media
2	0,9	1,00	0,95	Alta
3	0,9	0,90	0,90	Alta
4	1	0,90	0,95	Alta
5	0,6	1,00	0,80	Alta
6	0,7	0,90	0,80	Alta
7	1	0,50	0,75	Media
8	0,8	0,70	0,75	Media
9	0,7	0,90	0,80	Alta
10	0,6	0,90	0,75	Media
11	0,8	0,90	0,85	Alta
12	0,7	0,70	0,70	Media
13	0,6	0,90	0,75	Media
14	0,8	0,70	0,75	Media
15	0,4	0,90	0,65	Media
16	0,7	0,70	0,70	Media
17	0,8	0,70	0,75	Media
18	0,6	0,65	0,63	Media

19	0,2	0,70	0,45	Baja
20	0,7	0,70	0,70	Media
21	0,4	0,30	0,35	Baja
22	0,3	0,50	0,40	Baja
23	0,2	0,30	0,25	Baja
24	0,1	0,30	0,20	Baja
25	0,5	0,30	0,40	Baja

Nivel de competencia	Cantidad	%
Alta	7	28,00
Media	12	48,00
Baja	6	24,00
Total	25	100,00

ANEXO 11: Evaluación de los indicadores por cada experto

Experto	Indicador													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
E1	100	100	80	80	80	100	80	100	80	100	100	100	80	80
E2	80	100	100	100	100	80	100	80	100	100	100	100	80	100
E3	80	100	100	100	100	80	100	100	100	80	100	100	100	100
E4	80	80	100	80	80	80	100	100	80	100	100	80	100	100
E5	100	100	100	80	80	100	80	100	80	80	80	100	80	100
E6	100	100	80	100	100	80	100	100	80	100	100	80	100	80
E7	60	100	80	100	100	100	80	100	80	60	80	80	100	80
E8	80	80	100	100	100	100	80	80	100	80	100	100	80	100
E9	100	80	100	80	80	100	80	100	80	100	100	100	80	80
E10	100	100	100	80	80	100	100	80	80	100	100	80	80	80
E11	80	100	100	80	80	80	100	100	80	100	80	100	80	100
E12	60	100	100	100	100	100	100	80	100	80	60	100	100	80
E13	80	100	80	100	100	100	80	100	100	80	80	80	100	80

E14	100	100	80	100	100	80	100	80	100	100	80	80	80	100
E15	100	80	100	80	80	100	80	80	100	100	100	100	100	100
E16	100	100	100	80	80	80	80	100	100	100	100	100	100	100
E17	100	100	80	100	100	80	100	100	100	80	100	100	80	100
E18	80	100	100	100	100	100	80	100	100	100	100	100	100	80
E19	80	100	100	80	80	80	100	100	100	100	100	80	80	80
Suma	1660	1820	1780	1720	1720	1720	1720	1780	1740	1740	1760	1760	1700	1720
Cj	87,37	95,79	93,68	90,53	90,53	90,53	90,53	93,68	91,58	91,58	92,63	92,63	89,47	90,53
DJ	13,7	8,4	9,6	10,3	10,3	10,3	10,3	9,6	10,1	12,1	11,9	9,9	10,3	10,3
Dj/Cj	0,16	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,11	0,13	0,13	0,11	0,11	0,11
C=(1-Dj/Cj)*100	84,3	91,3	89,8	88,7	88,7	88,7	88,7	89,8	88,9	86,7	87,1	89,3	88,5	88,7
Sj	15,43	16,58	4,291	0,862	0,862	0,862	0,862	4,291	0,005	0,005	1,148	1,148	3,719	0,862

Después de la elaboración de la tabla se realizan los siguientes pasos:

- Determinar la suma de los valores numéricos asignados a cada aspecto a evaluar, según el criterio dado por cada experto ($R_j, 1 \leq j \leq n$), donde n es el total de indicadores a evaluar (en este caso $n = 14$).
- Determinar el valor medio de las R_j , dado por la suma de los R_j dividido por n .
- Determinar la desviación media, dada por la diferencia entre cada R_j y el valor de la media.
- Determinar la suma de los cuadrados de las desviaciones medias, S .
- Determinar el cuadrado del número total de expertos, C (en este caso $C = 19$). Determinar el valor de n^3 .
- Determinar la diferencia entre n^3 y n y su multiplicación por C^2 .

Cálculos realizados para la obtención del coeficiente de concordancia de los expertos

C es el número de expertos que intervienen en el proceso de validación, por lo que toma el valor de 19.

n cantidad de aspectos a validar. En este caso $n = 14$.

R_j es la suma de los rangos asignados a cada pregunta por parte de los expertos.

\bar{R}_j es la media de los rangos, y se determina mediante la fórmula:

$$\bar{R}_j = \frac{\sum_{j=1}^n R_j}{n}$$

De donde se obtiene el valor de $\bar{R}_j = \frac{83+85+5*86+2*87+2*88+2*89+91}{14} = 86.9285714$

S es la suma de los cuadrados de las desviaciones y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\sum_{j=1}^n (R_j - \bar{R}_j)^2$$

De donde se obtiene el valor de $S = 50.9285714$. Una vez que se tienen todos estos datos es posible calcular W a través de la fórmula siguiente:

$$W = 12 * \frac{S}{C^2(n^3 - n)}$$

De donde se obtiene el valor de $W = 12 * \frac{50.9285714}{361(2744-14)} = 12 * \frac{50.9285714}{985530} = 0.0006201$

Luego se procede con el cálculo de $x^2 = C(n-1)W = 19*13*0.0006201 = 0.1531647$

Este x^2 se compara con el de la tabla inversa de la función de distribución de la variable x^2 con un nivel de confianza del 99%. Si el $x_{\text{real}}^2 < x_{(\alpha, n-1)}^2$ entonces hay concordancia:

$$\begin{aligned} x_{\text{real}}^2 &< x_{(\alpha, n-1)}^2 \\ x_{\text{real}}^2 &< x_{(0.99, 13)}^2 \\ 0.153 &< 4.107 \end{aligned}$$

Por lo que se considera que los resultados obtenidos son válidos y fundamentan los criterios dados por los expertos.

Tablas y niveles de adecuación para cada uno de los indicadores del Sistema de Actividades

Frecuencias absolutas por indicador						
Indicador	MA	BA	A	PA	NA	TOTAL
I1	4	6	4	0	5	19
I2	10	4	0	5	0	19
I3	13	6	0	0	0	19
I4	10	7	1	1	0	19
I5	8	9	0	2	0	19
I6	10	9	0	0	0	19
I7	6	9	2	2	0	19
I8	13	6	0	0	0	19
I9	8	8	0	3	0	19
I10	12	6	1	0	0	19
I11	13	5	1	0	0	19
I12	12	7	0	0	0	19
I13	9	10	0	0	0	19
I14	8	9	0	2	0	19

Frecuencias acumuladas de las evaluaciones por indicador					
Indicador	MA	BA	A	PA	NA
I1	4	10	14	14	19
I2	10	14	14	19	19
I3	13	19	19	19	19
I4	10	17	18	19	19
I5	8	17	17	19	19
I6	10	19	19	19	19
I7	6	15	17	19	19
I8	13	19	19	19	19
I9	8	16	16	19	19
I10	12	18	19	19	19
I11	13	18	19	19	19
I12	12	19	19	19	19
I13	9	19	19	19	19
I14	8	17	17	19	19

Frecuencias relativas de las evaluaciones por indicador					
Indicador	MA	BA	A	PA	NA
I1	0,21052632	0,52631579	0,73684211	0,73684211	1
I2	0,52631579	0,73684211	0,73684211	1	1
I3	0,68421053	1	1	1	1
I4	0,52631579	0,89473684	0,94736842	1	1
I5	0,42105263	0,89473684	0,89473684	1	1
I6	0,52631579	1	1	1	1
I7	0,31578947	0,78947368	0,89473684	1	1
I8	0,68421053	1	1	1	1
I9	0,42105263	0,84210526	0,84210526	1	1
I10	0,63157895	0,94736842	1	1	1
I11	0,68421053	0,94736842	1	1	1
I12	0,63157895	1	1	1	1
I13	0,47368421	1	1	1	1
I14	0,42105263	0,89473684	0,89473684	1	1

Cálculo de los puntos de corte y escala de los indicadores							Evaluación
Indicador	MA	BA	A	SUMA	PROMEDIOS	N-P	
I1	- 0,80459638	3,49	3,49	3,49	9,66540362	2,4163509	Muy Adecuado
I2	0,06601181	3,49	3,49	3,49	10,5360118	2,63400295	Muy Adecuado
I3	0,47950565	0	3,49	3,49	7,45950565	1,86487641	Muy Adecuado
I4	0,06601181	3,49	3,49	3,49	10,5360118	2,63400295	Muy Adecuado
I5	- 0,19920132	3,49	3,49	3,49	10,2707987	2,56769967	Muy Adecuado
I6	0,06601181	0	3,49	3,49	7,04601181	1,76150295	Muy Adecuado
I7	- 0,47950565	3,49	3,49	3,49	9,99049435	2,49762359	Muy Adecuado
I8	0,47950565	0	3,49	3,49	7,45950565	1,86487641	Muy Adecuado
I9	- 0,19920132	0	3,49	3,49	6,78079868	1,69519967	Bastante adecuado
I10	0,33603814	1,61985626	3,49	3,49	8,9358944	2,2339736	Bastante adecuado
I11	0,47950565	3,49	3,49	3,49	10,9495057	2,73737641	Muy Adecuado
I12	0,33603814	0	3,49	3,49	7,31603814	1,82900954	Bastante adecuado
I13	- 0,06601181	0	3,49	3,49	6,91398819	1,72849705	Muy Adecuado
I14	- 0,19920132	0	3,49	3,49	6,78079868	1,69519967	Muy Adecuado
Suma	0,36091086	22,5598563	48,86	48,86	120,640767	0,36091086	
Puntos de corte	0,01899531	1,18736086	2,57157895				
N				1,00533973			